

Zusammenfassung

Das anteriore Knochenvolumen gibt die genaue Positionierung von Implantaten vor und bringt somit sehr oft einen nach labial orientierten Verlauf mit sich. Dies bedeutet jedoch nicht, dass das restaurative Team zwingend Kompromisse bei der Herstellung der prothetischen Versorgung eingehen muss. Möglich macht es die Option der computergestützten Fertigung verschraubter Suprakonstruktionen mit abgewinkelten Schraubenkanälen. Wie eine solche Versorgung entsteht und wie sie ästhetische Behandlungsergebnisse unterstützt, zeigt dieser Beitrag.

Indizes

Implantatprothetik, abgewinkelte Schraubenkanäle, cara I-Bridge, Verblendkeramik, HeraCeram

Computergestützte Fertigung einer Suprakonstruktion

Patientenlösung mit dem cara I-Bridge System von Kulzer

Björn Maier, Siegfried Marquardt

Viele Patienten mit geringer oder fehlender Restbezaugung wünschen sich festsitzenden Zahnersatz. Ungünstige anatomische Gegebenheiten aufgrund des anterioren Knochenvolumens stellen den Zahntechniker jedoch vor Herausforderungen, da diese oftmals einen nach labial orientierten Verlauf mit sich bringen. Abhilfe schaffen gefräste Suprakonstruktionen mit abgewinkelten Schraubenkanälen. Mit ihnen lassen sich die Divergenzen gut ausgleichen – und das ohne großen technischen Aufwand für den Anwender.

Gegenüber zementierten Lösungen bietet die direkte Verschraubung drei entscheidende Vorteile: Erstens gestaltet sich die Nachsorge dank der bedingten Abnehmbarkeit der Suprakonstruktion einfacher. Die Schrauben lassen sich bei Bedarf lösen, sodass die Versorgung aus dem Mund entnommen und gereinigt werden kann. Auch gegebenenfalls notwendige Reparaturen lassen sich so einfach durchführen. Zweitens wird dank der einteiligen Suprakonstruktion ein geringeres horizontales Austrittsvolumen im Emergenzprofilbereich erzielt. Dies führt gerade anterior zu einer besseren rot-weißen Ästhetik. Drittens wird das Risiko reduziert, dass biologische Komplikationen (Mukositis, Periimplantitis)

Einleitung

Verschraubt versus zementiert



Abb. 1 Ausgangssituation mit Einheilkappen auf vier Implantaten und im Verlauf der Behandlung zu extrahierenden Pfeilerzähnen 12 und 22.

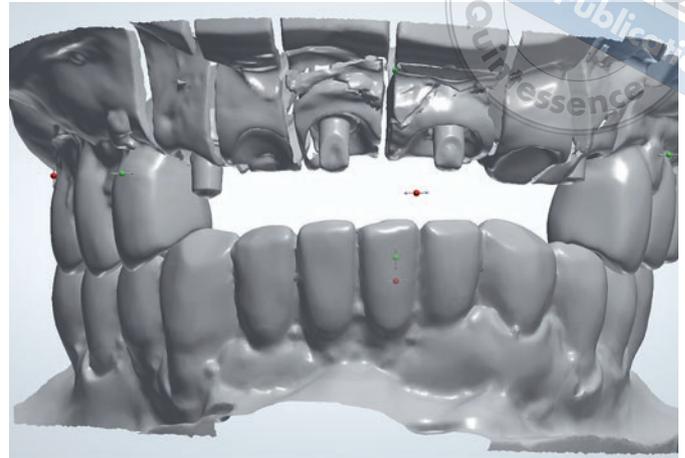


Abb. 2 Computergestützte Konstruktion des Ästhetik-Provisoriums.

auftreten, die durch nicht entfernte Zementreste im periimplantären Bereich verursacht werden können.¹⁻³

Bei der abgewinkelten cara I-Bridge (Kulzer, Hanau) handelt es sich um ein patentiertes System mit speziellen Schrauben, die ein Einbringen trotz Angulation der Schraubenkanäle ermöglichen. Gefertigt wird das Gerüst der Suprakonstruktion bei Kulzer in Hanau, während die computergestützte Konstruktion sowie die manuelle Verblendung und Fertigstellung typischerweise im eigenen Labor erfolgen.

Ausgangssituation Diese Vorgehensweise wurde auch im vorliegenden Fall gewählt, in dem eine Sanierung des Oberkiefer-Frontzahnbereichs geplant war. Bereits im Vorfeld war die Insertion von vier Implantaten (in regio 13, 11, 21 und 23) erfolgt, die allerdings deutlich nach bukkal geneigt waren, mit dem Ziel, das vorhandene Knochenangebot optimal zu nutzen. Auf eine aufwendige Knochenaugmentation im anterioren Bereich wurde aufgrund der Invasivität und auf Wunsch des Patienten verzichtet. Abbildung 1 zeigt die Situation zu Beginn der ersten Einheilphase mit Gingivaformern und noch vorhandenen Pfeilerzähnen 12 und 22, die als nicht erhaltungswürdig eingestuft wurden. Sie sollten für die Dauer der ersten Phase der Einheilung noch als Pfeiler dienen, um die provisorische Brücke zu verankern. Diese Restauration wurde lediglich genutzt, um die Zeit von der Implantatinserktion bis zur abgeschlossenen Einheilung der Implantate zu überbrücken.

Ästhetik-Provisorium Um das Ästhetikprovisorium computergestützt zu fertigen, wurde eine Situationsabformung durchgeführt, nachdem die Implantate freigelegt waren (Abb. 2). Anschließend wurden im zahntechnischen Labor Gipsmodelle hergestellt und diese mit Klebebasen digitalisiert (3Shape Dental System, 3Shape, Kopenhagen, Dänemark). Die Klebebasen dienten dabei als Stümpfe. Nur über diese Vorgehensweise konnten die labialen Bereiche der Klebebasen situationsbezogen optimiert werden. Die Pfeilerzähne wurden auf dem Gipsmodell



Abb. 3 Provisorische Versorgung mit detailliert ausgearbeiteter Oberflächentextur für eine natürliche Optik.

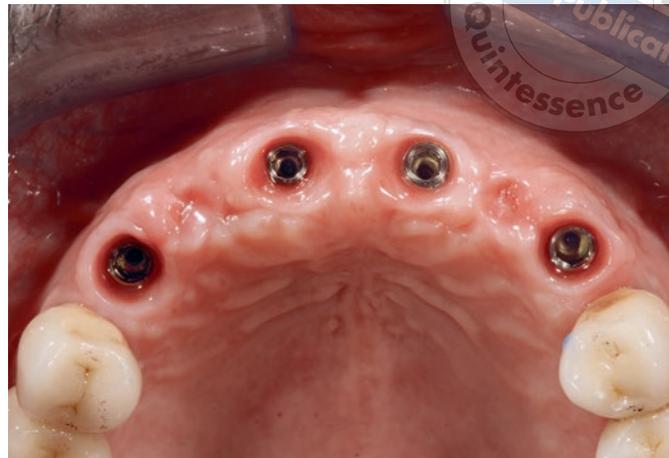


Abb. 4 Ausformung des Weichgewebes nach einer dreimonatigen Tragezeit des Provisoriums.

radiert und die Pontics wurden in ihrer optimalen Form gestaltet. Auf dieser Grundlage wurde eine provisorische Versorgung virtuell konstruiert, die eine ideale Ausformung der Gingiva erlaubt.

Um die Okklusion gezielt einzustellen, kam der in der CAD-Software integrierte virtuelle Artikulator zum Einsatz. Da vom Provisorium nur eine unbefriedigende ästhetische Situation ausging, stand nun die patientenbezogene ästhetische Ausformung im Vordergrund. Dank der virtuellen Planung können unterschiedliche morphologische Gestaltungsmöglichkeiten durchgespielt werden, bis die optimale Zahnstellung und morphologische Ausformung gefunden ist.

Anschließend wurde das Provisorium aus PMMA (dima Mill temp, Kulzer) gefräst und manuell nachbearbeitet. Dabei wurde besonders großen Wert darauf gelegt, dass die Winkelmerkmale und die Oberfläche detailliert ausgearbeitet wurden. Dies ermöglicht, eine natürliche Lichtbrechung an der Oberfläche zu erzielen und der Versorgung so trotz des Einsatzes eines monochromen Materials die gewünschte Lebendigkeit zu verleihen (Abb. 3). Um das Ästhetik-Provisorium auf Implantatniveau direkt zu verschrauben, wurde die gefräste Suprakonstruktion mit Titan-Klebebasen versehen. In Abbildung 4 ist die Situation nach einer dreimonatigen Tragezeit der provisorischen Brücke dargestellt. Weil auf die Gingiva gezielt Druck ausgeübt wurde, gelang es, diese wie gewünscht auszuformen.

Zu diesem Zeitpunkt begann das Team, die definitive prothetische Versorgung zu erarbeiten: Es wurde erneut abgeformt, mit an das Provisorium angepassten verschraubbaren Abformpfosten (Thommen Medical, Grenchen), und das benötigte Arbeitsmodell hergestellt sowie digitalisiert. In der CAD-Software wurde das cara I-Bridge System hinterlegt und der Patientenfall entsprechend angelegt (Abb. 5).

Um eine hohe Passgenauigkeit der späteren Restauration auf den Implantaten sicherzustellen, ist es notwendig, die in der Konstruktionssoftware hinterlegten Scanbody-Geometrien aufzurufen und mit dem Modelldatensatz zu matchen (Abb. 6). Erst danach

Prothetische Planung

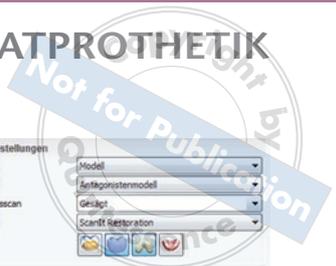


Abb. 5 Anlegen des Patientenfalls in der Konstruktionssoftware.

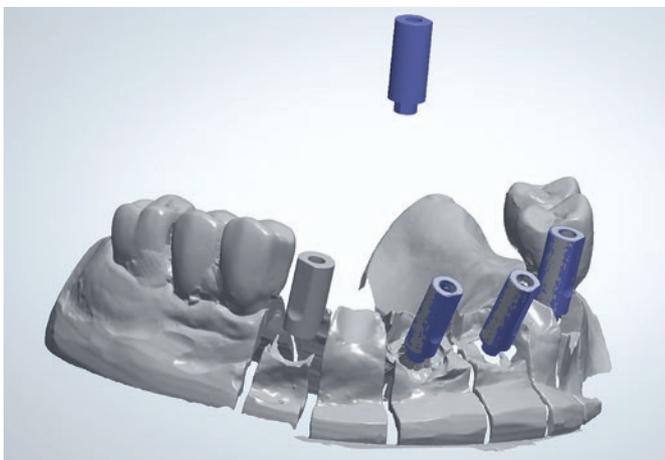


Abb. 6 Matchen der in der Software hinterlegten Scanbody-Geometrien mit dem Modelldatensatz.

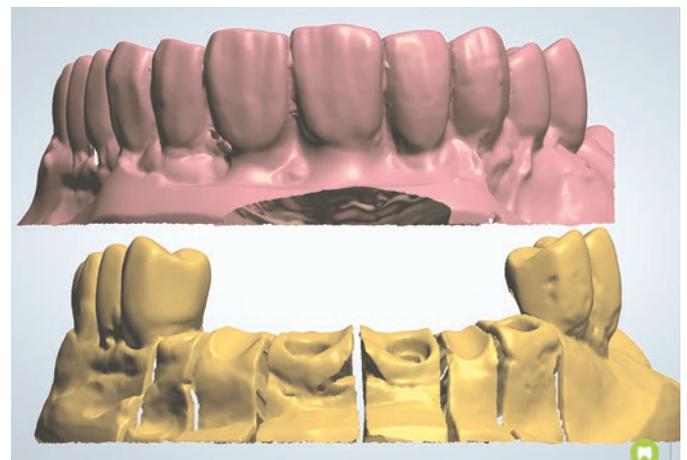


Abb. 7 Zu überlagernde virtuelle Modelle des Ästhetik-Provisoriums und des Sägeschnittmodells.

wurde die Suprakonstruktion vollanatomisch konstruiert, auf Grundlage des bereits in digitaler Form vorliegenden Ästhetik-Provisoriums. Hierfür wurden die beiden Datensätze einfach überlagert und zusammengeführt (matching) (Abb. 7). Anschließend wurden die einzelnen Kronen per Mausklick in das digitale Mock-up hineingerechnet (Abb. 8). Dies garantiert eine geringe Designzeit bei hoher Präzision.

Im nächsten Schritt konnte das Emergenzprofil detailliert in der mithilfe des Ästhetik-Provisoriums erarbeiteten konvexen Ausformung in die I-Bridge Konstruktion übernommen werden. Möglich ist dies durch die Wahl der Option „An Gingiva anpassen“ im



Abb. 8 Berechnung der vollanatomischen Konstruktion unter Berücksichtigung des Ästhetik-Provisoriums.

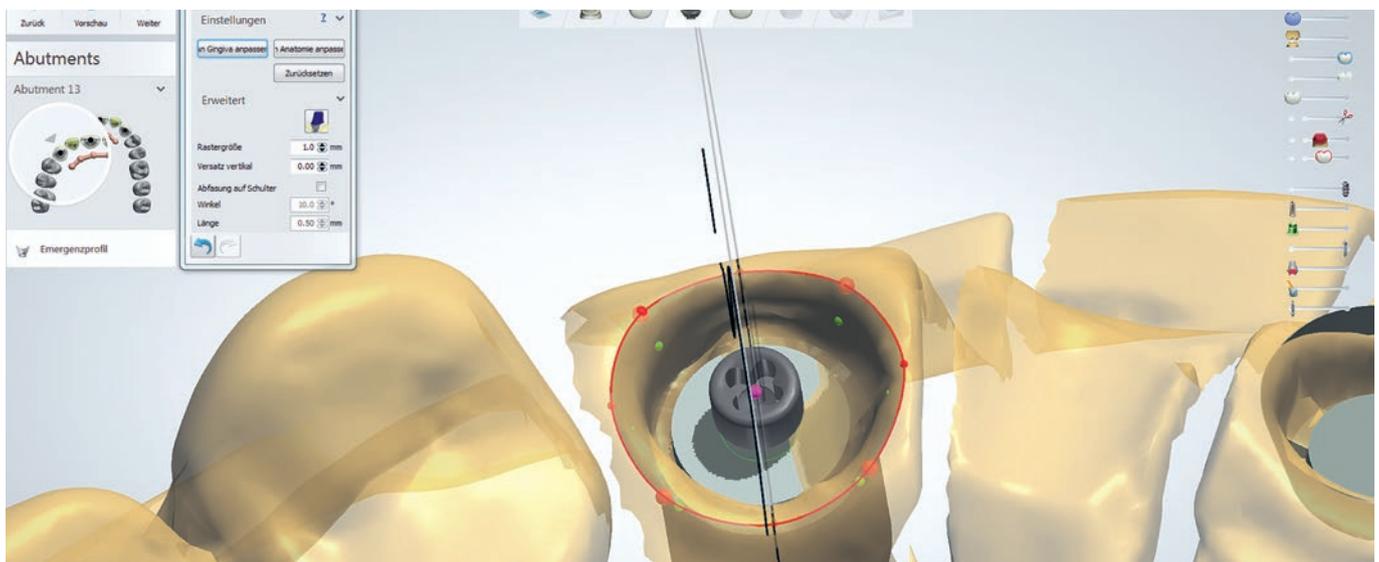


Abb. 9 Einstellung des Emergenzprofils.

Arbeitsschritt „Abutments“ (Abb. 9). Da das Emergenzprofil einen entscheidenden Einfluss auf das finale Erscheinungsbild hat (rot-weiße Ästhetik), kann es sinnvoll sein, die basale Gestaltung der I-Bridge gemeinsam mit dem behandelnden Zahnarzt zu erarbeiten. Er verfügt über detaillierte Informationen zur klinischen Situation (z. B. Gingiva-Biotyp), die bei der Planung hilfreich sein können. Zahnarzt und Zahntechniker können sich beispielsweise per Videokonferenz abstimmen.

Im folgenden Arbeitsschritt berechnete die Software ausgehend von der vollanatomischen Konstruktion automatisch das Gerüstdesign. Die Parameter für Verbinderquerschnitte und Mindestwandstärken lassen sich beliebig einstellen und sollten auf das gewünschte Gerüstmaterial (im vorliegenden Fall Kobalt-Chrom) abgestimmt werden, um die erforderliche Stabilität der verschraubten Versorgung zu gewährleisten. Abbildung 10 zeigt das fertig konstruierte Gerüst mit eingblendeten geraden Schraubenkanälen.

Not for Publication
Quintessenz

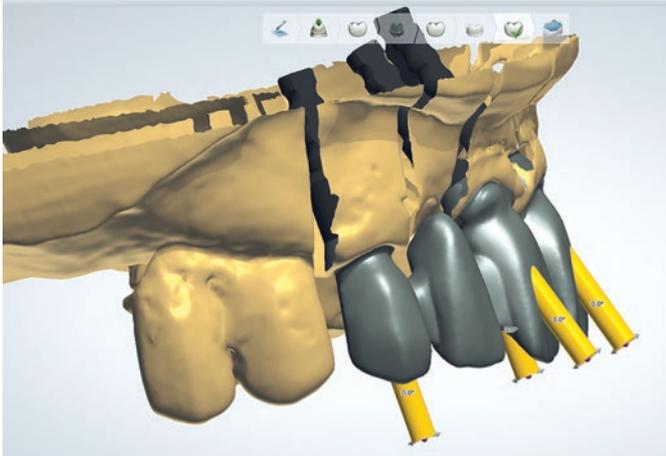


Abb. 10 Auf Basis der vollanatomischen Konstruktion reduziertes Gerüstdesign mit eingblendeten Schraubenkanälen.

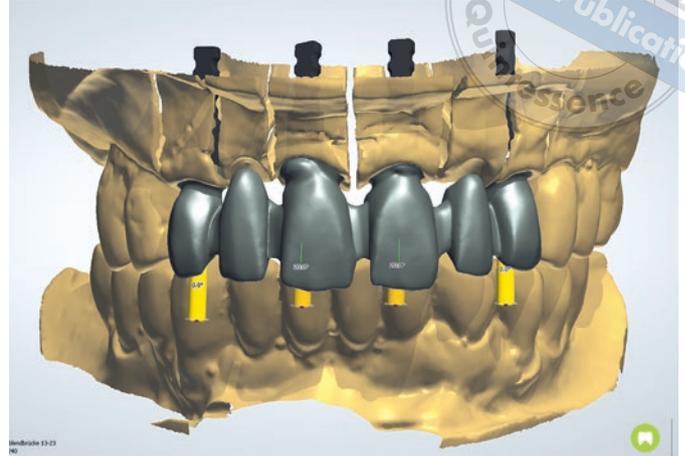


Abb. 11 Situation nach Angulation der Schraubenkanäle um bis zu 20 Grad.

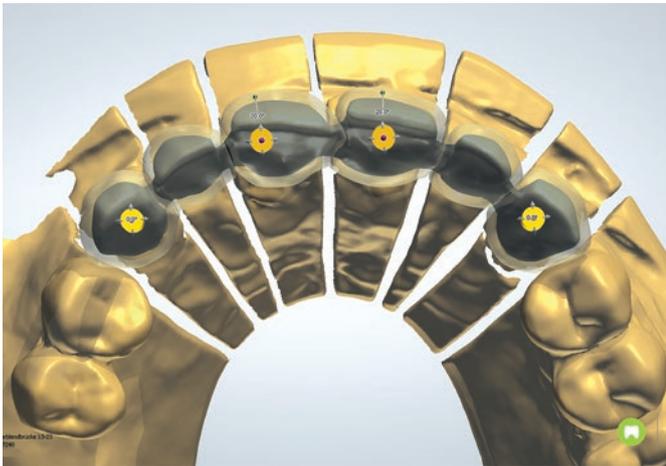


Abb. 12 Ansicht von okklusal: Die Öffnung der Schraubenkanäle befindet sich nun im palatinalen Bereich der Restauration.

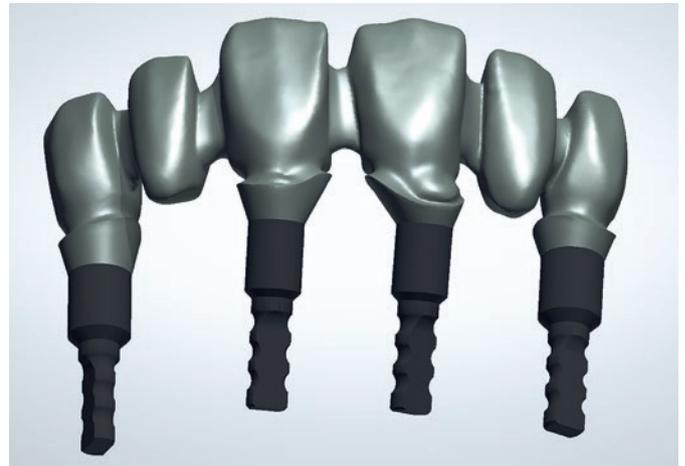


Abb. 13 Finales Gerüstdesign in der CAD-Software.

Um diese abzuwinkeln und damit das Design im Sinne eines verbesserten ästhetischen Erscheinungsbildes zu optimieren, ist lediglich in den Aufbaueinstellungen ein Häkchen bei „Abgewinkelt. Schraubenkanal“ zu setzen. Nun lassen sich die Schraubenkanäle mit dem Cursor erfassen und situationsbezogen um bis zu 20° abwinkeln. Im vorliegenden Fall war es problemlos möglich, durch die Angulation von maximal 20° die Öffnung der Schraubenkanäle in den palatinalen Bereich zu verlagern und so ein ästhetisches Ergebnis zu begünstigen (Abb. 11 und 12).

Im Weiteren konnte nun die gewünschte Verblendstärke von 1 mm von der Software zurückgerechnet werden. Abbildung 13 zeigt das finale computergestützte Design vor dem Versand an Kulzer.

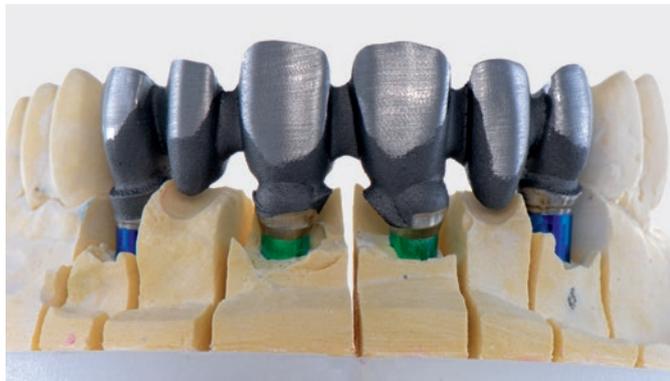


Abb. 14 Präzise gefrästes Kobalt-Chrom-Gerüst auf dem Modell.



Abb. 15 Verwendung der Schultermassen auf den mit Opaker beschichteten Gerüsten.

Im cara Fertigungszentrum in Hanau wurde die Konstruktion zur Fräsvorbereitung in die CAM-Software importiert und nach Fräsbahnberechnung und weitere Arbeiten computergestützt gefertigt. Grundsätzlich stehen für die Herstellung der cara I-Bridge folgende Materialoptionen zur Verfügung: Zirkonoxid, Titan und Kobalt-Chrom. Während Zirkonoxid und Titan grundsätzlich gefräst werden, kann der Anwender bei der Kobalt-Chrom-Legierung zwischen der subtraktiven und der additiven Fertigung (selektives Laserschmelzen) wählen.

Im vorliegenden Fall wurde aus physikalischen Gründen eine Implantatverbindung mit duktilen Eigenschaften gewählt. Einteilige Zirkoniumdioxidaufbauten besitzen diese nicht. Die etwas aufwendigere subtraktive Herstellung von Kobalt-Chrom wurde hier aus Grün

Die Implantat-Anschlussgeometrien wurden im Fräsprozess über die Feinbearbeitung (Schlichten) präzise umgesetzt (Abb. 14). Dank dieses perfekt abgestimmten Fertigungsablaufs ist es nicht notwendig, den passiven Sitz der Brückenkonstruktion nachzuarbeiten. Ein kostenintensiveres Auferodieren, wie es aus der Gusstechnik bekannt ist, entfällt bei dieser Fertigungskette. Das Überarbeiten beschränkt sich auf die Verblendstrukturen.

Das cara-I-Bridge Gerüst kann auf gewohnte Weise verblendet werden. Allerdings ist es sinnvoll, zusätzlich Marginmassen (z. B. HeraCeram® Schultermasse HM, Kulzer) einzusetzen, um das Areal um die Schraubenkanäle klar zu definieren. Auch im Bereich der Pontics und des Emergenzprofils eignen sich die Schultermassen, weil sie kaum schrumpfen. Um sie anzuwenden, muss die Gerüstoberfläche zunächst wie üblich konditioniert und mit Opaker abgedeckt werden. Danach wird die Masse der gewünschten Farbe mit SM Liquid (Kulzer) angemischt und am zervikalen Rand, im Bereich der Pontics sowie am Ausgang der Schraubenkanäle appliziert (Abb. 15). Um sicherzustellen, dass sich das Gerüst leicht von den Gipsstümpfen abheben lässt, sind diese im Vorfeld zu isolieren.

Anschließend wurden die Gerüste in der vom Autor verwendeten Triple Layering Technique (TLT) verblendet. Im vorliegenden Fall wurde der Opaker mit einer dünnen Schicht Increaser-Masse (HeraCeram® Increaser, Kulzer) überzogen, um das Chroma zu

Frästechnische
Umsetzung

Manuelle Fertigstellung



Abb. 16 Situation nach Anwendung von Inceaser-Masse zur Stabilisierung des Chromas und Value-Masse zur Steuerung der Fluoreszenz.



Abb. 17 Die Dentinmasse sowie – incisal – die Opalschneidemasse sind hinzugekommen.



Abb. 18 Situation nach Applikation von Sekundärdentin (im Inzisalbereich eingeschwenkt in Opalschneide) und Opaltranspa-Masse an den Randleisten. Damit lassen sich die typischen Merkmale eines Abrasionsgebisses imitieren.



Abb. 19 Nachbildung von sklerotischem Dentin mit OT10-Masse, ausgedünnten Schmelzarealen mit OTB und OT1-Massen und Andeutung feiner Mamelonausläufer mit MD-Massen.

stabilisieren. Um die Fluoreszenz zu steuern, wurde ein wenig Value-Masse eingeschwenkt, die auch eingesetzt wird, um die incisale Gerüstkante zu kaschieren (Abb. 16). Daraufhin wurde Dentinmasse im Body-Bereich appliziert und im incisalen Anteil mit Opalschneidemasse ergänzt (Abb. 17). Um eine homogene Verblendstruktur zu erzielen, ist darauf zu achten, dass die Keramik möglichst feucht geschichtet wird. Dank der guten Abstimmung zwischen Keramikpulver und Liquid erhalten die HeraCeram Massen eine sehr gute Standfestigkeit. So gelingt es, feinste Strukturen im Detail zu modellieren.

Im zweiten Schichtprozess wurde der Fokus darauf gelegt, individuelle Merkmale einzubringen. Um das altersbedingte Abrasionsgebiss des Patienten zu imitieren, wurde im incisalen Anteil Sekundärdentin (SD2) in die Opalschneide eingeschwenkt (Abb. 18). Die transluzenten Anteile im Bereich der kalzifizierten Randleisten wurden mit der Opaltranspa-Masse OT5 gestaltet. Zusätzlich wurde sklerotisches Dentin mit der Masse OT10 imitiert (Abb. 19).



Abb. 20 Einsatz von Opaltranspa-Massen und Enhancer als abschließender Lichtfilter.



Abb. 21 Situation nachdem das Material speziell im Approximalbereich verdichtet und weitere Massen ergänzend eingesetzt worden waren, um das Schrumpfen zu minimieren.

Die weitere inzisale Charakteristik war in dieser Patientensituation durch punktuell ausgedünnte Schmelzareale geprägt. Diese für Zähne älterer Patienten typische Eigenschaft wurde in einer vertikalen Verlaufsform mit den Massen OTB und OT1 angedeutet. Die feinen Mamelonausläufer konnten ebenfalls mit den gesättigten MD-Massen angedeutet werden.

Um die Arbeit morphologisch zu ergänzen, wurde die keramische Schichtung abschließend mit einem Lichtfilter versehen (Abb. 20). Dafür kamen ausschließlich transparente Massen zum Einsatz. Zur Verfügung stehen im Sortiment von Kulzer die Massen OTA (rötlich-transparent), OTY (gelblich-transparent) und OTG (gräulich-transparent). Weitere Möglichkeiten ergeben sich, indem Enhancer verwendet werden, mit denen sich die Schichtung aufhellen oder abdunkeln lässt.

Um die Approximalkontakte bestmöglich zu gestalten, wurde die applizierte Verblendkeramik im approximalen Bereich mit einem feinen Spatel in beide Richtungen komprimiert und anschließend mit zusätzlichen Massen ergänzt (Abb. 21). Dadurch wird der zur Verfügung stehende Platz optimal ausgenutzt und die bei HeraCeram von Natur aus sehr gering ausfallende Schrumpfung speziell im Approximalbereich noch weiter reduziert.

Um den Brennprozess vorzubereiten, wurden schließlich die Implantat-Anschlussstellen mit Antioxidationsliquid (Oxyd-Stop macro NEM + Modellguss, bredent, Senden) abgedeckt (Abb. 22). Entfernen lässt sich die Schicht nach dem Brennen problemlos durch Sandstrahlen (50 µm Glanzstrahlperlen, max. 2 bar Strahldruck). Es sollte vermieden werden, die Restauration im Bereich der Implantatanschlüsse weiter nachzubearbeiten.

Bei Bedarf ist es möglich, die Kontaktpunktgestaltung etc. nach dem ersten Brennvorgang (Abb. 23) zu optimieren und mit einem zweiten Dentinbrand zu fixieren. Im vorliegenden Fall wurde lediglich eine feine Schicht mit Stain-Liquid verdünnte Glasur (HeraCeram® Stains universal – Glaze GL, Kulzer) auf die Oberfläche appliziert, um einen abschließenden Glanzbrand durchzuführen. Für den finalen Glasurbrand wurden die Implantat-Anschlussstellen erneut mit Antioxidations-Liquid behandelt. Die Abbildungen 24 bis 26 zeigen die fertiggestellte Versorgung auf dem Modell.



Abb. 22 Der Oxid-Stop muß nach dem Brennvorgang abgestrahlt werden.



Abb. 23 Resultat des ersten Keramikbrandes.



Abb. 24 Versorgung nach dem Glanzbrand.



Abb. 25 Versorgung auf dem Gipsmodell.



Abb. 26 Fertiggestellte Restauration.



Abb. 27 Definitive Versorgung im Patientenmund.



Abb. 28 Die Restauration verfügt über individuelle Merkmale, die dem Alter des Patienten sowie seinen Wünschen entsprechend gewählt wurden.

Nachdem die Passung intraoral erfolgreich kontrolliert und Ästhetik sowie Funktion beurteilt worden waren, wurde die Restauration im Mund fixiert. Hierfür kamen Schrauben mit besonderen Köpfen und ein speziell designer Schraubenschlüssel zum Einsatz, die ein Eindrehen trotz abgewinkelter Schraubenkanäle ermöglichen. Das Behandlungsergebnis ist in den Abbildungen 27 und 28 dargestellt. Die individuellen, zum jeweiligen Implantatsystem exakt passenden Schrauben werden von Kulzer hergestellt. Der vorliegende Fall basiert auf dem Implantatsystems von Thommen Medical, Grenchen.

Abschluss

Um ungünstig positionierte Implantate bestmöglich zu versorgen, bedarf es technisch ausgereifter prothetischer Lösungen. Eine solche steht Anwendern mit der abgewinkelten cara I-Bridge angled zur Verfügung. Die computergestützte Konstruktion der verschraubten

Schlussbemerkung

Suprakonstruktion ist einfach umsetzbar, während die technisch schwierige Herstellung im Fertigungszentrum des Anbieters erfolgt. Dies reduziert den Aufwand im zahntechnischen Labor und stellt präzise Ergebnisse sicher. Bei der Verblendung stehen Anwendern von der Standardschichtung bis hin zu komplexen Individualisierungen alle Möglichkeiten offen. Damit liegt der Hauptvorteil des Systems darin, dass es einfach anzuwenden ist. Dadurch ist es möglich, effizient vorzugehen und gleichzeitig höchstästhetische Ergebnisse zu erhalten.

- Literatur*
1. Jung RE, Zembic A, Pjetursson BE, Zwahlen M, Thoma DS. Systematic review of the survival rate and the incidence of biological, technical, and aesthetic complications of single crowns on implants reported in longitudinal studies with a mean follow-up of 5 years. Clin Oral Implants Res 2012;23 Suppl 6:2–21.
 2. Sailer I, Mühlemann S, Zwahlen M, Hämmerle CH, Schneider D. Cemented and screw-retained implant reconstructions: a systematic review of the survival and complication rates. Clin Oral Implants Res 2012;23 Suppl 6:163–201.
 3. Sailer I, Philipp A, Zembic A, Pjetursson BE, Hämmerle CH, Zwahlen M. A systematic review of the performance of ceramic and metal implant abutments supporting fixed implant reconstructions. Clin Oral Implants Res. 2009;20 Suppl 4:4–31.



ZTM Björn Maier

Zahntechnik
Ludwigstr. 10
89415 Lauingen
E-Mail: info@bjoern-maier.com



Dr. Siegfried Marquardt

Adelhofstr. 1
83684 Tegernsee
E-Mail:
info@dr-marquardt.de