

Effiziente Ober- und Unterkiefertotalanierung

Versorgungskonzept mit cara-Materialien und -Techniken von Kulzer

BJÖRN MAIER



Einleitung

Um als Dentallabor im internationalen Wettbewerb bestehen zu können, braucht es effiziente, qualitativ hochwertige und innovative Ansätze, wie in dem hier vorgestellten Versorgungskonzept. Eine exzellente Ästhetik und Funktion muss dabei selbstverständlich gegeben sein. Damit diese Herausforderungen erfüllt werden, erhalten die Labore hervorragende Materialien auf dem neuesten Stand vonseiten der Dentalindustrie. Der Zahntechniker muss dann sein handwerkliches Geschick und sein Gefühl für digital gestützte Möglichkeiten, Material, Form, Farbe und Lichtdynamik einsetzen.

Der Beitrag zeigt auf, welche Synergien sich dank digitalen Know-hows und handwerklicher Fähigkeiten ergeben. Dabei wurde auf Material- und Fertigungstechniken aus dem cara-Angebot (Kulzer, Hanau) zurückgegriffen.

Der Patientenfall

Bei dem vorgestellten Patientenfall handelt es sich um eine Ober- und Unterkiefertotalanierung. Dank einer digital ge-

stützten Planung war das prothetische Endergebnis von Beginn an klar definiert. Darauf basierend konnten mithilfe der CAD-Software die einzelnen medizinischen und prothetischen Versorgungsschritte abgeleitet werden.

Die im Laborscanner (cara D700) digitalisierte Ausgangssituation diente als Basis der Versorgung (Abb. 1). Die zahnlosen Anteile im posterioren Bereich wurden mit implantatgestützten Kronen- und Brücken versorgt. Im anterioren Bereich konnten der natürliche Zahnhalteapparat erhalten und die Zähne überkront werden.

Das ästhetische Endergebnis sollte nicht dem Zufall überlassen werden. Aus diesem Grund wurde im nächsten Schritt ein virtuelles Mock-up mithilfe der CAD-Software (cara dentaldesigner, Kulzer) erstellt. Die vorhandenen Zähne wurden dabei als Zahnstümpfe in der CAD-Software angelegt und die zahnlosen Bereiche als Brückenglieder. Diese Vorgehensweise macht es möglich, ein virtuelles Wax-up zu erstellen, das detailliert die prothetischen Platzverhältnisse zeigt und die Basis für eine präzise Implantatplanung darstellt.

Zusammenfassung

In dem Beitrag wird eine Ober- und Unterkiefertotalanierung mit Materialien und Fertigungstechniken aus dem cara-Angebot von Kulzer beschrieben. Die Planung erfolgt digital gestützt, ebenso wird das Mock-up virtuell hergestellt. Die Implantate werden virtuell platziert, durch das Matchen verschiedener Daten erhält der Implantologe Informationen über Knochenvolumen und die optimale Position der Zahnkrone. Filematching hilft, vor der Implantation die Ästhetik und weitere Planung mit dem Patienten zu besprechen. Ein großer Teil der weiteren Schritte wurde ebenfalls digital geplant, sowohl die Abutments als auch die Gerüste wurden im cara-Fräszentrum gefertigt. Zum Schluss wird mit HeraCeram Stains charakterisiert und der Glanzgrad feinjustiert.

Indizes

3-D-Druck, Multilayer, CAD/CAM, Effizienz, Verblendkeramik, Stains

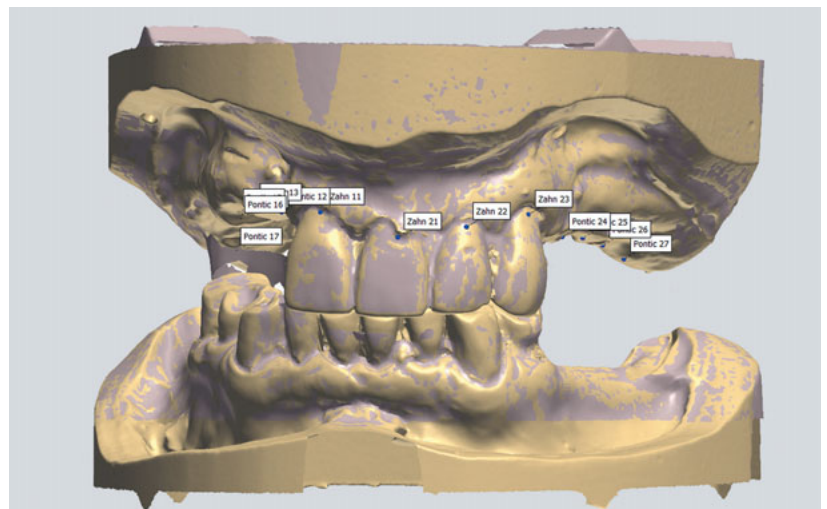


Abb. 1 Digitalisierte Ausgangssituation des Patienten.



Navigierte Implantation

Die Unter- und Oberkiefer-Mock-up-Konstruktionen wurden als STL-Datensätze gespeichert und für die Implantatplanung in die Zahnarztpraxis gesendet (Abb. 2). Zur geplanten virtuellen Platzierung der Implantate wurden die STL-Konstruktionen mit den Dicom-Datensätzen aus dem DVT gematcht. Somit lagen dem Implantologen detailliert die Informationen über Knochenvolumen und die optimale Position der Zahnkrone vor. Dies ist Voraussetzung, um das Optimum aus einer Situation zu herauszuholen.

Ein tolles Kommunikationstool für den Patienten entsteht durch virtuelles Filematching der Ausgangssituation und der STL-Konstruktionen. Die vereinten Ober- und Unterkiefermodelle können mithilfe des 3-D-Druckes (cara Print 4.0, Kulzer) in eine analoge Modellsituation umgesetzt werden (Abb. 3). Dies hilft, vor der Implantation nochmals die Ästhetik und weitere Planung mit dem Patienten zu besprechen.

Soll die Beratung noch weiter intensiviert und das Vertrauen des Patienten verstärkt werden, kann über das gedruckte Modellpaar eine 0,5 mm dünne Tiefziehschiene (Erkodent, Pfalzgrafent-



weiler) gezogen werden. Mithilfe dieser Schiene besteht die Möglichkeit, das virtuelle Mock-up mit zahnfarbenem provisorischem Kunststoff (PreVISION Temp, Kulzer) in den Patientenmund zu überführen. Dabei empfiehlt es sich, die noch vorhandenen Zahnstrukturen mit einer dünnen Schicht Vaseline zu überziehen. Dies macht das Ausgliedern des Kunststoffes nach der Ästhetikanalyse einfacher.

Nach Festlegung des favorisierten prothetischen Endergebnisses konnte die Implantation virtuell geplant werden. Ziel dieser Planung war die best-

mögliche Position der Implantate unter Berücksichtigung des vorhandenen Knochenvolumens und der Kronenposition. Aus diesem Grund wurde mit dem cara Print 4.0 (Kulzer) eine Bohrschablone gefertigt (Abb. 4).

Die prothetische Versorgung

Nach einer dreimonatigen Einheilphase wurden die Implantate freigelegt, die verbleibende Restbezaugung präpariert und die Situation mit verschraubten Abformpfosten abgeformt.

Abb. 2 STL-Datensatz der Mock-ups zum Backward Planning. **Abb. 3** Durch Filematching können Planung und Ausgangssituation vereint und gedruckt werden. **Abb. 4** Basierend auf der Mock-up-Planung wird die Implantation geplant und die Bohrschablonen werden gedruckt.

Für eine präzise Kieferrelationsbestimmung wurden die zum Implantatsystem verfügbaren Bissregistrierpfosten (Camlog, Wimsheim) genutzt. Dieses System macht eine stabil auf den Implantaten verankerte Bissregistrierung möglich. Die zu den Registrierpfosten passenden Kunststoffkappen wurden in die lichthärtenden Registrierplatten (Palatray XL, Kulzer) einpolymerisiert (Abb. 5). Der Behandler konnte die Registerate mit einem hörbaren Einrasten auf den eingeschraubten Pfosten positionieren. Im anterioren Bereich konnte somit der präzise Sitz auf den präparierten Zahnstümpfen kontrolliert werden.

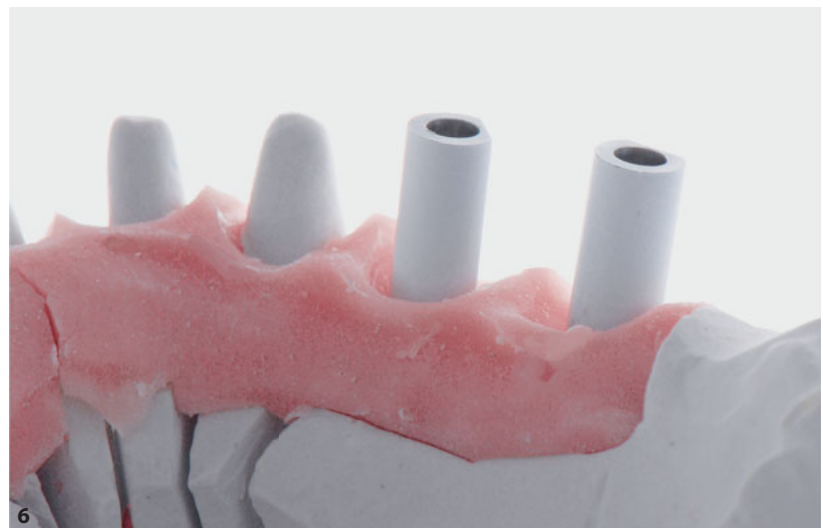
Anschließend lagen dem Labor sämtliche Informationen vor, um den Patienten prothetisch zu versorgen.

Digitalisierung der Implantatpositionen

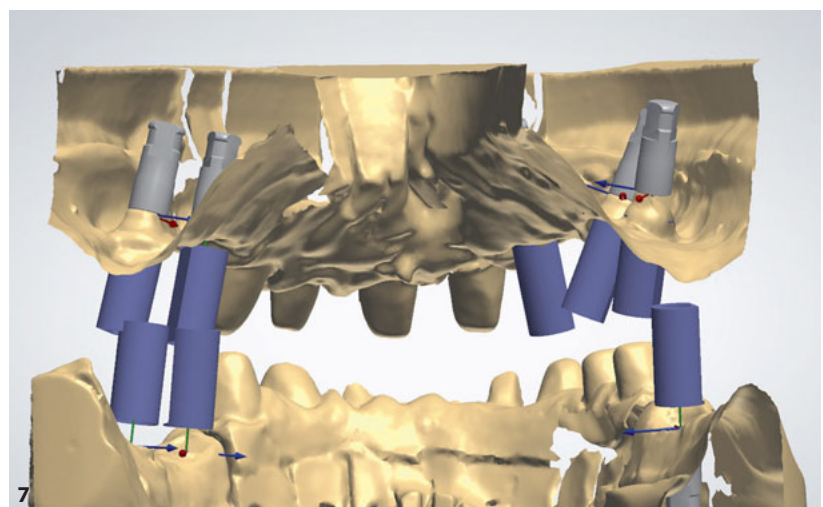
Die Implantatpositionen wurden mithilfe von Scanbodys (Abb. 6), die über eine Titanbasis verfügen (2. Generation, Medentika, Hügelsheim), in die CAD-Software überführt. Dank der Titanbasis haben die aufgeschraubten Scanbodys eine höhere Stabilität. Dies bedeutet im Umkehrschluss eine geringere Anfälligkeit für Verzüge, was auf einen unterschiedlichen Drehmoment des Schraubenverbundes zurückzuführen ist. Damit sich Fertigungstoleranzen von Scanbodys nicht aufaddieren, sollte für identische Implantatdurchmesser immer der gleiche Scanbody verwendet werden, um stets den gleichen systematischen Fehler zu haben. Ebenfalls sollte bei der Verwendung von optischen Systemen auf eine fettfreie Oberfläche der Scanbodys geachtet werden. Dies erhöht zwar den zeitlichen Aufwand der Digitalisierung, schafft aber eine höhere Präzision des Ausgangsdatensatzes (Abb. 7).



5



6



7

Abb. 5 Dank verankerter Bisschablonen wird eine präzise Registrierung möglich. **Abb. 6** Die Scanbodys mit unterschiedlichem Durchmesser werden aufgeschraubt und die Implantatposition in die CAD-Software überführt. **Abb. 7** Durch die in die CAD-Software überführten Scanbodys ist die Implantatposition klar definiert.

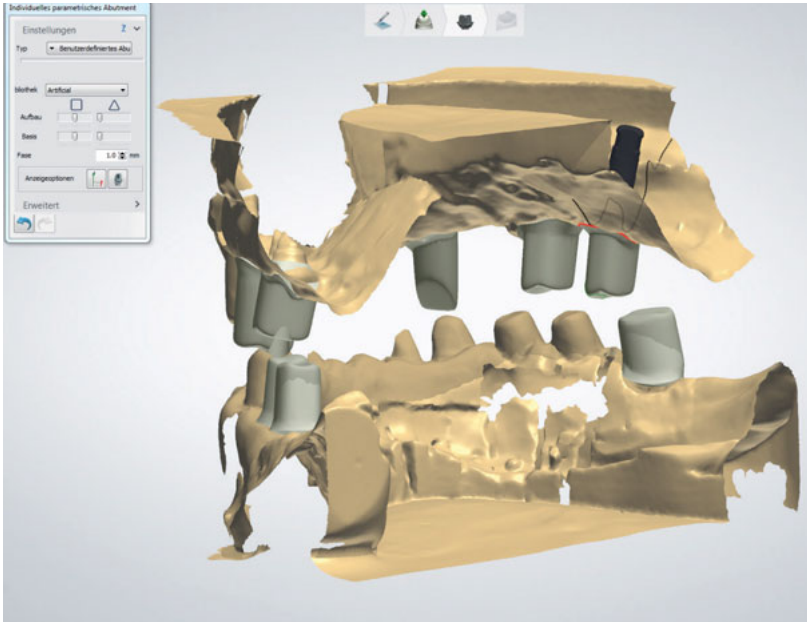


Abb. 8 Die individuellen zweiteiligen Abutments können dank des Backward-Plannings präzise konstruiert werden.

Die individuelle Abutmentgestaltung

Die Behandlerin wünschte sich eine auf individuell hergestellten Zirkonoxidabutments zementierte Versorgung. Die Zirkonoxidabutments wurden zweiteilig mit Titanklebebasis (Medentika) hergestellt. Dies sichert die benötigte Duktilität zwischen Titanimplantat und Abutment, um einen sicheren Schraubenverbund

gewährleisten zu können. Des Weiteren führt es zu einer Entlastung der Implantatschulter, da Materialien mit identischen physikalischen Eigenschaften in Kontakt treten. Damit kann eine Verformung der Implantatschulter ausgeschlossen werden, die sonst ein Nachteil einteiliger Zirkonoxid-basierender Abutments ist.³

Zur detaillierten Planung der individuellen Abutments wurden die Modellsituationen digitalisiert (cara D700) und

das anfängliche Mock-up über die Gingivaanteile gematcht. Somit war das gewünschte Endergebnis greifbar und eine präzise unterstützende Ausformung und Dimensionierung des Emergenzprofils der Abutments wurde möglich (Abb. 8). Aufgrund der zahnfarbenen Implantatabutments (cara Zirkondioxid A-intensiv, Kulzer) bietet es sich an, die posterioren Abutmentschultern 1 mm über dem Gingivasaum zu konstruieren. Dank einer solchen Umsetzung kann der Behandler die Zementreste nach dem Eingliedern der Brücken problemlos entfernen.

Außerdem bekommt das Zahnfleisch bei einer solchen Gestaltung die Möglichkeit, sich an die glatte Oberfläche des Zirkonoxides ungehindert anzuschmiegen. Oft lässt sich bei einer solchen Umsetzung beobachten, wie sich die Gingiva nach ein bis zwei Wochen Tragezeit noch etwas am Abutment hochzieht.² Diese Eigenschaft konnte der Autor bis jetzt allerdings nur bei Abutmentgestaltungen mit supragingival liegendem Zementrand der Gerüste beobachten.

Die Abutments wurden zentral im cara Fräszentrum von Kulzer gefertigt. Durch eine Zentralfertigung wird der Herstellungsprozess für den Zahntechniker kostentransparent und er kann ohne große Investitionen auf eine breite Angebotspalette zugreifen (Abb. 9).



Abb. 9 Die cara zirkonia A-intensiv gefertigten Aufbauten aus der Zentralfertigung.

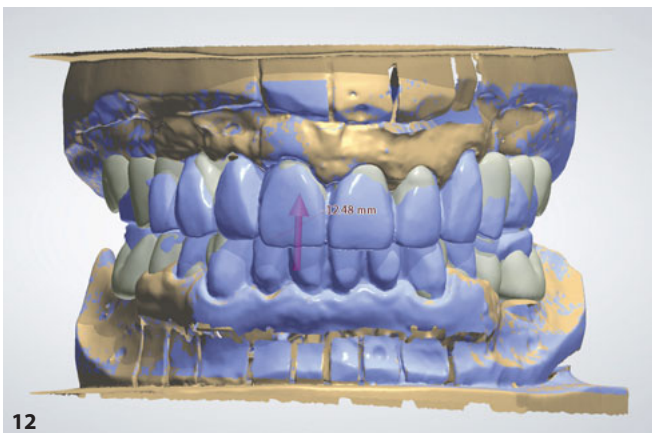


Abb. 10 Dank der Titanbasis wird ein duktiler Schraubenverbund erreicht. **Abb. 11** Die individuellen Aufbauten werden mit der Titanbasis verklebt. **Abb. 12** Die Mock-up-Planung wird auf die Abutments gerechnet und für den 3-D-Druck aufbereitet. **Abb. 13** Dank des 3-D-Drucks können virtuelle Mock-up-Planungen effizient umgesetzt und zu Ästhetikeinproben genutzt werden.

Fertigstellen der Abutments

Nach der Zentralfertigung konnten die durchgesinterten Abutments auf den Titanbasen verklebt werden (Abb. 10). Um eine möglichst hohe physikalische Verbundstabilität gewährleisten zu können, empfiehlt es sich aus Sicht des Autors, Titanbasen mit einer möglichst langen Kaminhöhe zu wählen. Die Titanbasen wurden mit 110 µm Aluminiumoxid in 45° abgestrahlt und mit Signum metal bond 1 und 2 (Kulzer) konditioniert. Dank dieses Zweikomponentensystems wurde eine bifunktionale Verankerung auf der Titanoberfläche erreicht, die zu maximaler Verbundfestig-

keit führt.¹ Durch das zahnfarben eingefärbte metal bond 2 konnten zudem die grauen Titanbasen kaschiert werden. Damit wurde es möglich, transluzentes Zirkonoxid zur Abutmentgestaltung einzusetzen.

Die Verbundflächen der Zirkonoxidabutments wurden mit Signum zirkonia bond 1 und 2 konditioniert. Bei sämtlichen Komponenten ist auf eine sehr dünne Schichtstärke beim Auftragen zu achten. Zum Verkleben (Multilink Hybrid Abutment, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) wird der Schraubenkanal mit Wachs verschlossen und während der Abbindephase die Titanbasis mithilfe einer Bügelmessschraube fixiert.

Die Kompositreste wurden anschließend mit Gummipolierern (Diapol Eve, Ernst Vetter, Keltern) entfernt und auf Hochglanz poliert (Abb. 11).

Zur definitiven Kontrolle wurden die Abutments im Mund eingeschraubt und die Ausformung des Emergenzprofils sowie die supragingivale Verlaufsstruktur der Abutmentschultern überprüft. Diese Einprobe wurde mit einer Ästhetikanalyse für den Patienten ergänzt. Dank der 3-D-Drucktechnologien kann mit überschaubarem Aufwand das anfänglich erstellte Mock-up auf die Abutments gematcht, optimiert und aus weißem Kunststoff (Formlabs Form 2 Resin white; Formlabs, Somerville, USA) gedruckt werden (Abb. 12 und 13).

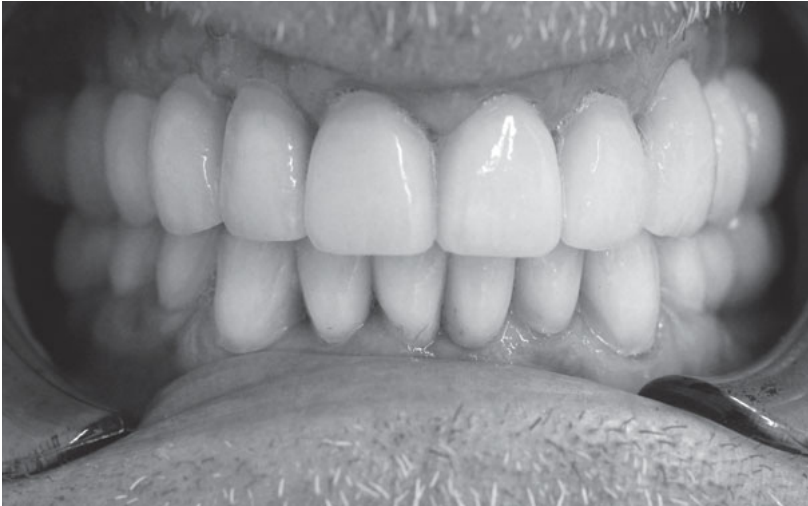


Abb. 14 Dank der Ästhetikeinprobe bekommen Behandlerteam und Patient eine genaue Vorstellung des geplanten Endresultates.

Diese Ästhetikeinprobe machte es möglich, sämtliche Details in Bezug auf die rot-weiße Ästhetik sowie die Längen- und Breitenverhältnisse der bis hierhin gestalteten Zahnstrukturen zu besprechen. Dank dieser Vorgehensweise konnte auf eine Rohbrandeinprobe verzichtet werden, die für gewöhnlich folgt (Abb. 14).

Herstellung der ML-Gerüste

Jetzt waren die ästhetischen sowie funktionellen Kriterien direkt am Patienten kontrolliert und die Arbeit konnte fertiggestellt werden.

Der Abutmentdatensatz (Abb. 15) wurde mit dem optimierten Ästhetik-3-D-Mock-up gemacht (Abb. 16), um sämt-

liche Informationen zur Herstellung der ML-Gerüste (cara ML, Kulzer; Generation 3Y-TZP, Biegefestigkeit: +/- 1200 MPa) vorliegen zu haben. Der Vorteil der Multilayermaterialien besteht im Helligkeitsverlauf, der in der vertikalen Gerüststruktur angelegt werden kann. Diese Vorgehensweise sollte nicht mit Dentinkernkronen verwechselt werden, bei denen dreidimensional in der Software eine chromatische und eine darüberliegende transluzente Schicht mit unterschiedlichen Volumina angelegt wird.

Mithilfe der Multilayergerüste ist es möglich, natürlich wirkende Verblendkronen mit einer Schichtstärke von 0,4 bis 0,5 mm herzustellen. Dadurch verringert sich die Gefahr von Chipping sowie der Sinterschrumpfung während des keramischen Brandes. Dies führt dazu, dass Verblendkronen mit nahezu einem Brand fertiggestellt werden können.

Die Gerüstgestaltung in der CAD-Software ist dank des Mock-up-Datensatzes ebenfalls sehr effizient. Die Gerüststruktur wird von der Software in das Mock-up hineingerechnet (Abb. 17). Dies bedeutet in der Dentaldesignersoft-

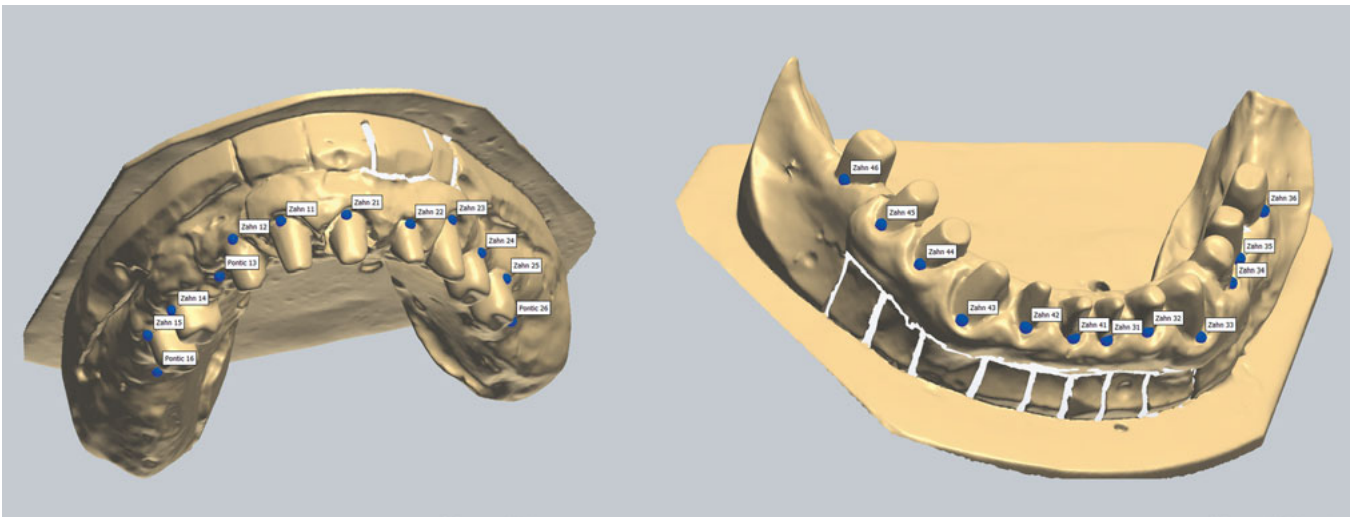
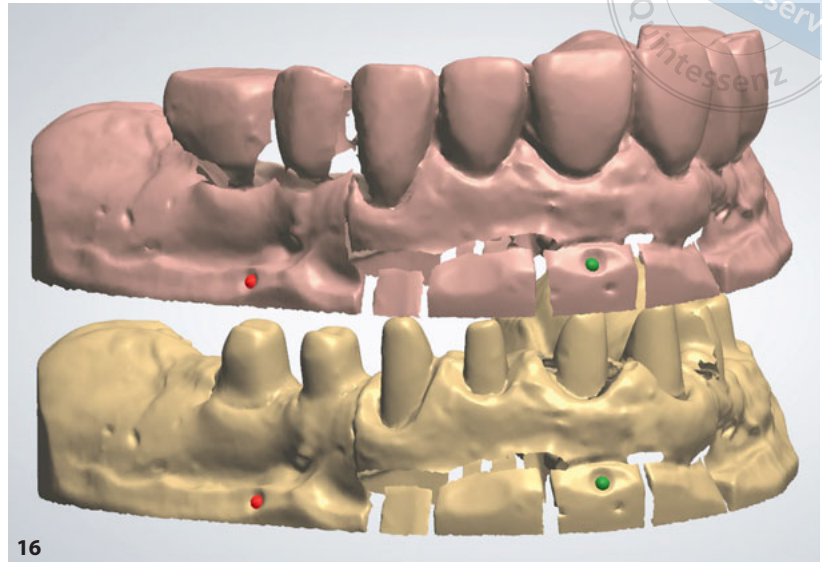


Abb. 15 Nach den Anpassungen während der Ästhetikeinprobe kann das definitive Design der Abutments in die CAD-Software eingelesen werden.

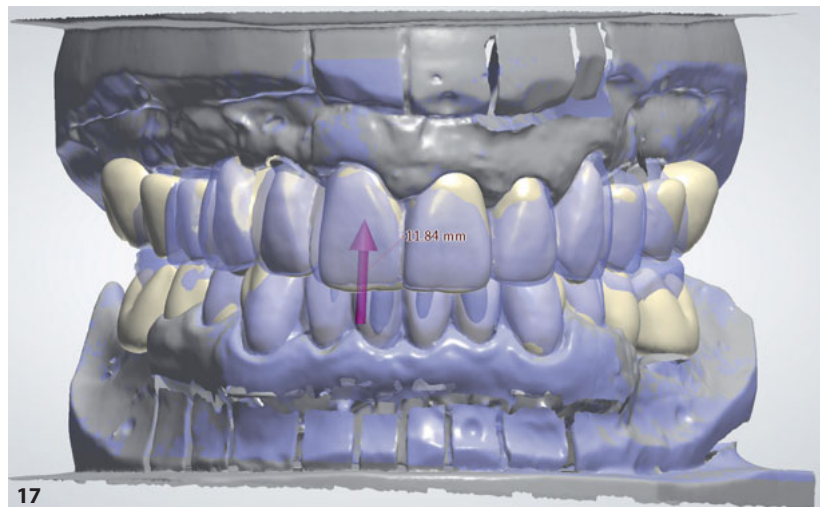
wäre ein Mausklick pro Krone (Morphen an Vorpräparation). Ein zeitaufwendiges Designen der Gerüste entfällt bei dieser Vorgehensweise. Ebenso verhält es sich bei der Einstellung der Okklusion. Hierzu kann der virtuelle Artikulator genutzt werden, mit dessen Hilfe die Software die Höckergestaltung berechnet. Dies wird entsprechend angezeigt und kann anschließend übernommen werden. Dank der virtuellen Modellierinstrumente wird die okklusale Gestaltung vom Anwender nach funktionellen und morphologischen Erfahrungen feinjustiert (Abb. 18).

Vom vollanatomischen Design wurde der Software nun die Information der für die Verblendung benötigten Stärke übermittelt. Die Reduktion von 0,5 mm war ein weiterer Mausklick (Abb. 19).

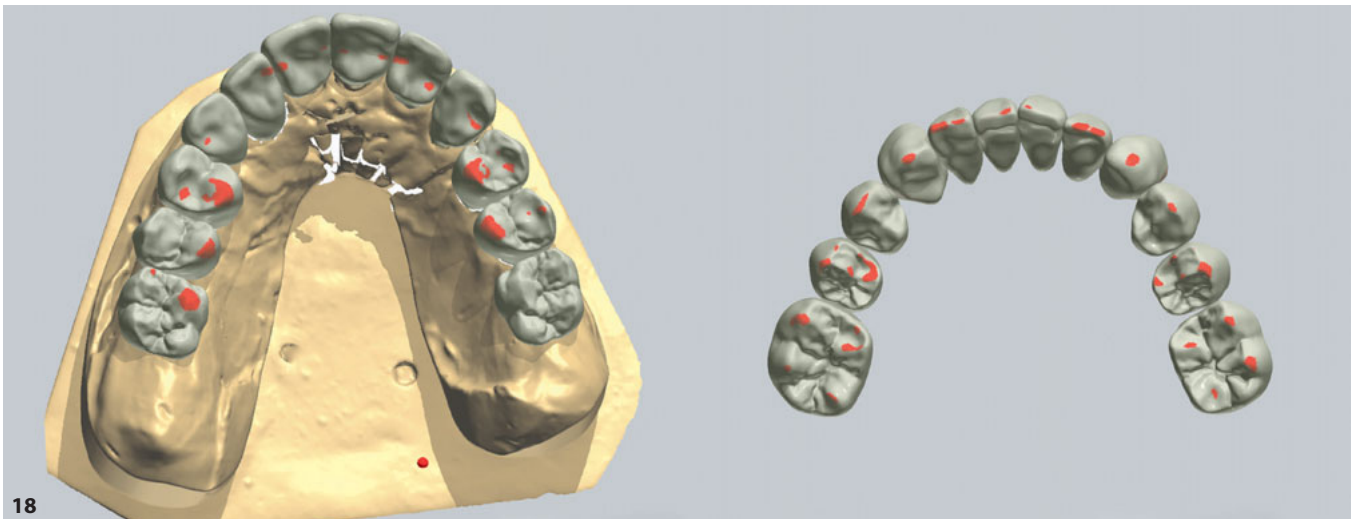
Um die Gerüstoberfläche für die analoge Charakterisierung mit HeraCeram Stains universal (Kulzer) zu vergrößern, empfahl sich eine Individualisierung der virtuellen Gerüststruktur. Durch unterschiedliche Volumengestaltung im inzisalen Drittel wurde die Lichtdynamik zwischen Gerüststruktur und



16

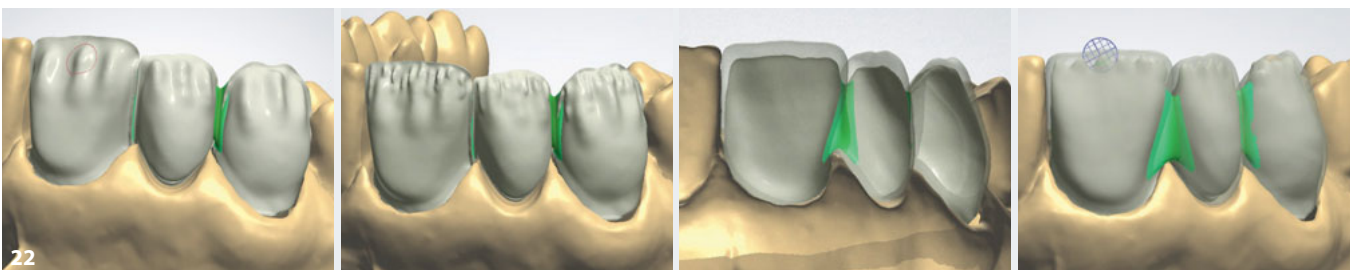
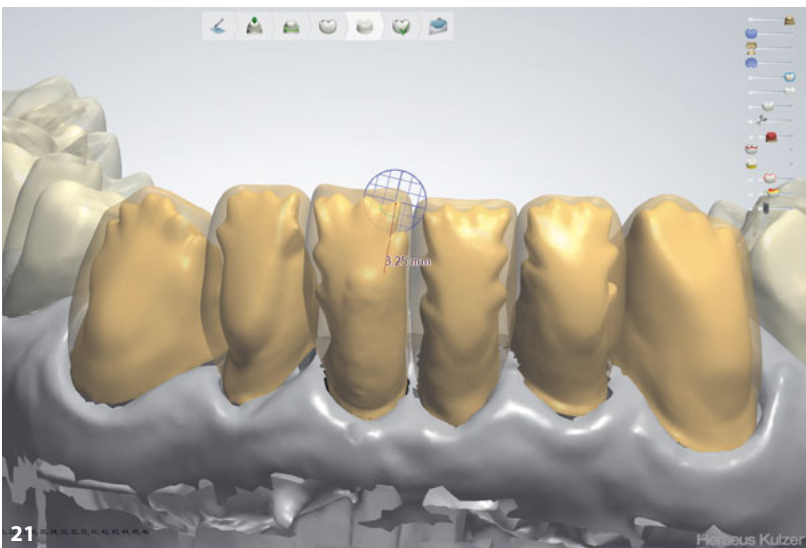
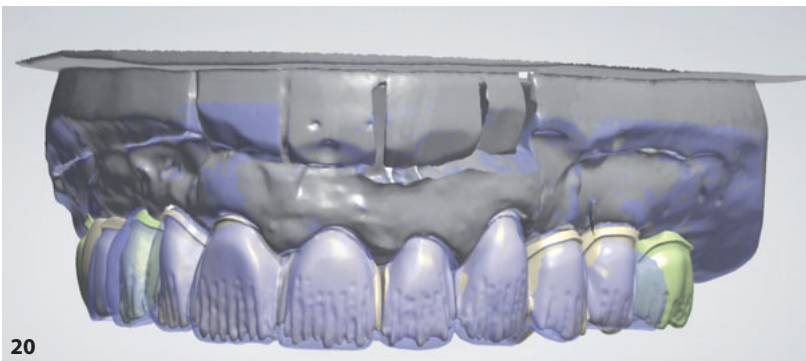
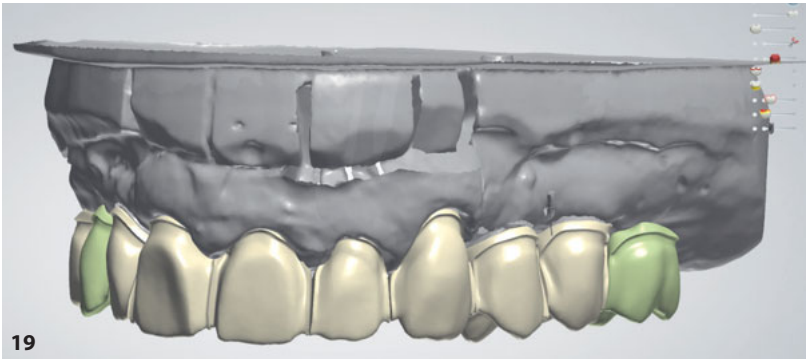


17



18

Abb. 16 Die optimierten analogen Mock-ups werden digitalisiert und auf den Abutmentdatensets gemacht. **Abb. 17** Über die Funktion „Mock-up übernehmen“ wird das vollanatomische Gerüstdesign errechnet. **Abb. 18** Über den virtuellen Artikulator wird die Okklusion berechnet.



Verblendkeramik erhöht. Mithilfe des virtuellen Wachsmessers und des Morphingtools wurden diese Strukturen angelegt (Abb. 20 und 21). Die Ausgestaltung wurde individuell nach Erfahrungswerten aus dem Zusammenspiel von Verblendkeramik, Gerüstmaterial, Verblendanteilen sowie bezogen auf die Ausgangssituationen gestaltet. Unterschiedliche Möglichkeiten der Individualisierung sind in Abbildung 22 zu erkennen.

Die Gerüste wurden wiederum im cara-Fräszentrum gefertigt. Dank der industriellen Herstellung der Gerüststrukturen konnte mit einer hohen Präzision der Gerüste sowie dünn gestalteten Kronenrändern gerechnet werden. Somit konnte nahezu ausgeschlossen werden, dass die gelieferten Strukturen nachgearbeitet werden mussten, und sie konnten sofort analog finalisiert werden.

Fertigstellung

Die Fertigstellung der Gerüststruktur wurde in zwei Arbeitsschritte unterteilt. Im ersten Arbeitsschritt ging es um die farbliche Individualisierung der Gerüststruktur nach patientenspezifischen Gegebenheiten. Im zweiten Arbeitsschritt wurden Morphologie und Funktion vervollständigt und der Lichtfilter gestaltet. Dazu wurden transluzente und transparente Verblendmassen eingesetzt.

Abb. 19 Das vollanatomische Gerüst wird um 0,5 mm Verblendstärke zurückgerechnet. **Abb. 20 und 21** Zur Oberflächenvergrößerung und um die Lichtdynamik zwischen Gerüst und Verblendkeramik zu erhöhen, wird mithilfe der virtuellen Modellierinstrumente das Gerüstdesign individualisiert. **Abb. 22** Mögliche individuelle Gerüstdesigns, mit denen Oberfläche und Lichtdynamik vergrößert werden können.

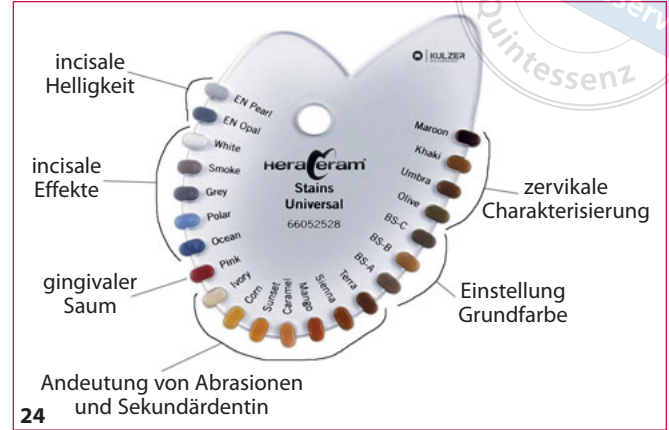


Abb. 23 Die gefertigten ML-Gerüste werden mit Universalstains charakterisiert. **Abb. 24** Unterteilung der Universalstains zur Individualisierung der ML-Gerüste. **Abb. 25** Vervollständigen der Anatomie sowie Feinjustierung von Farb- und Helligkeitswert indem der Lichtfilter aufgeschichtet wird. **Abb. 26** Dank der geringen Sinterschrumpfung können die morphologischen Details präzise ausmodelliert werden.

Die Charakterisierung mit HeraCeram Stains universal (Kulzer) diente gleichzeitig zur weiteren Glättung der Gerüstoberfläche. Dies erhöhte die Adhäsion zwischen Gerüst und Verblendkeramik. Dank der homogenen Struktur dieser feinkörnigen Malfarben konnten sie gleichmäßig ohne Wolkenbildung auf das Gerüst aufgemalt werden (Abb. 23).

Stains können in Grundfarben wie BS-A, BS-B, BS-C und Effektfarben unterteilt werden. Eine vom Autor angewandte Unterteilung der HeraCeram Stains universal wird in Abbildung 24 ersichtlich. Mithilfe der Grundfarben kann der gewünschte Chromawert in seiner vertikalen Verlaufsstruktur feinjustiert

werden. Entsprechend der Altersstruktur des Patienten wurden Mamelonstrukturen, Sekundärdentin, Sklerosedentin, transluzente und opaleszente Anteile aufgemalt und über einen Fixierungsbrand gefestigt.

Im folgenden Arbeitsschritt wurden die Morphologie und die Funktion der Versorgung mit der HeraCeram 750 Verblendkeramik (Kulzer) vervollständigt (Abb. 25 und 26). In Kombination mit Multilayergerüsten sollte nur eine Verblendkeramik eingesetzt werden, welche unter 810 °C aufgebrannt werden kann. Bei darüberliegenden Temperaturen kommt es zu einem Chromaverlust der Multilayergerüststrukturen. Dies ist eine

Eigenschaft, die für sämtliche Multilayermaterialien gilt.

Bei HeraCeram 750 handelt es sich um eine synthetisch hergestellte Verblendkeramik. Dank der hohen Reinheit des Materials ist diese Keramik hervorragend zur Gestaltung des Lichtfilters geeignet. Die Eigenschaften der Verblendkeramik unterstützen die Gestaltung von opaleszenten und transluzenten Effekten bei minimaler Verblendstärke. Dabei kommt neben den Opalschneidmassen vor allem das Matrix-Sortiment zum Einsatz. Mithilfe dieser Effektmassen kann die schon mit Stains universal auf dem Gerüst angedeutete Charakteristik intensiviert werden. Darüber hinaus eignen sich die Materia-



Abb. 27 Die Restauration wird mit diamantierten Instrumenten überarbeitet und die Okklusion feinjustiert. **Abb. 28** Die fertige Okklusion nach dem Glanzbrand. **Abb. 29** Der Glanzgrad der Oberfläche wird nach dem Glanzbrand durch manuelles Polieren individuell eingestellt.

lien OT-A, OT-Y und OT-G gut zur Feinjustierung des Farb- und Helligkeitsverlaufes.

Dank der geringen Schichtstärke und damit einhergehenden minimalen Sinterschrumpfung gelingt es, weitspan-

nige Arbeiten nahezu mit einem Sinterbrand in Funktion und Morphologie zu erstellen.

Die Restauration wird mit diamantierten Instrumenten ausgearbeitet (Abb. 27).

Nach dem Glanzbrand wird der situationsbezogene Glanzgrad feinjustiert, indem mit einer Robinsonbürste (Renfert, Hilzingen) und Signum HP diamond (Kulzer) poliert wird (Abb. 28 und 29).

Fazit

Dank des Angebots der Dentalindustrie können modernste Fertigungstechnologien mit transparenten Kostenkalkulationen für das Labor genutzt werden. Dies ermöglicht den Laboren eine effiziente Herstellung von hochwertigem Zahnersatz.

Mit der synthetisch aus Quarzglas hergestellten Verblendkeramik steht dem Anwender ein Material mit stabilisierter Leuzitstruktur zur Verfügung. Diese SLS-Strukturen können Belastungen, wie sie bei implantatbasierten Total-sanierungen auftreten, gut aufnehmen, und somit kann ein langfristiger Erfolg der Sanierung ohne Chipping sichergestellt werden (Abb. 30 und 31).

Danksagung

Der besondere Dank des Autors geht an Roland Binder und das Dentalteam Sulzbach-Rosenberg, die bei der Herstellung von navigierten Bohrschablonen und bei der 3-D-Umsetzung kompetente Partner sind.

Literatur

1. Geis-Gerstorfer J. Scherhaftverbund-Abprüfung nach ISO 10477. Tübingen: Universität Tübingen, 2004.
2. Grether S. Implantatgesundheit entscheidet sich am Abutment. Duisburg: Clinical House Dental, 2012.
3. Stimmelmayer M, Edelhoff D, Güth J-F, Erdelt K, Happe A, Beuer F. Wear at the titanium-titanium and the titanium-zirconia implant-abutment interface: A comparative in vitro study. Dent Mater 2012;28:1215-1220.



Abb. 30 Dank der geringen Sinterschrumpfung konnten die 28 Kronen effizient und reproduzierbar gefertigt werden. **Abb. 31** Die eingesetzte Arbeit.



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