Autor
Anwender
Status
Aktuell
Kategorie
Anwenderbericht

Digitale und konventionelle Fertigungsmethoden intelligent kombiniert

ZTM Christopher Jehle, ZT Daniel Sandmair, Dr. Martin Butz

Viele Hersteller werben damit, dass sie Equipment für einen vollständig digitalen Arbeitsablauf zur Herstellung von indirekten Restaurationen anbieten. Von der Abdrucknahme bis zur fertigen Versorgung könne jeder Arbeitsschritt computergestützt erfolgen. Dies ist zwar tatsächlich je nach Indikation realisierbar, jedoch nicht in jedem Fall sinnvoll. Um sicherzustellen, dass die höchstmögliche Präzision erzielt wird und der Patient bestmöglich versorgt werden kann, sollte für jeden Patientenfall individuell entschieden werden, inwiefern digitale Technologien hilfreich sein können.

Berücksichtigt werden muss dabei, welche CAD/CAM-Systeme beziehungsweise Komponenten dem Behandlungsteam zur Verfügung stehen und wo deren Stärken und Schwächen liegen. Auch die Kombination konventioneller und virtueller Arbeitsschritte sollte in Erwägung gezogen werden, wenn sich dies positiv auf die Qualität der geplanten Versorgung auswirken kann.

Ein Beispiel der durchdachten Kombination digitaler und konventioneller Arbeitsschritte innerhalb eines Arbeitsprozesses wird anhand des folgenden Patientenfalls präsentiert.

Fallbeispiel

Ein 50-jähriger Patient stellte sich in der Praxis für Privatzahnheilkunde Dr. Sörgel, Dr. Sondermeier und Dr. Butz in München mit einer insuffizienten metallkeramischen Brücke im Frontzahnbereich des Oberkiefers vor. Der zahnlose Seitenzahnbereich (regio 14 bis 18 sowie 25 bis 28) war bisher nicht versorgt. Der Patient äußerte den Wunsch nach einer ästhetisch ansprechenden, vollkeramischen Restauration der Frontzähne. Für die Insertion von Implantaten wären im Vorfeld aufgrund des geringen Knochenangebotes im Seitenzahnbereich aufwendige augmentative Maßnahmen notwendig gewesen, die abgelehnt wurden. Aus diesem Grund und um die Pflege zu erleichtern wurde entschieden, eine Brücke mit Gerüst aus Zirkoniumdioxid inklusive zwei distalen Geschieben computergestützt zu fertigen und diese mit einer konventionell hergestellten Modellgussprothese zu kombinieren.

Nach eigenen Erfahrungen sind alle bisher verfügbaren Verfahren für den digitalen Modellguss – zu realisieren beispielsweise mit Lasersintertechnologie – nicht so präzise wie die konventionelle Technik, bei der die Passung uns in der Regel überzeugt. Bei der Herstellung von Brückengerüsten hingegen ist der Frästechnik nach unserer Ansicht der Vorzug zu geben, sodass beide Verfahren zum Einsatz kommen sollten. Zudem wurde entschieden, auch bei der Abdrucknahme digitale und konventionelle Verfahren zu kombinieren, um das Beste aus beiden Welten zu erhalten: eine hochpräzise Wiedergabe der präparierten Zähne am Bildschirm sowie später auf dem Kunststoffmodell und ein exaktes Abbild vor allem des Gaumens auf dem Gipsmodell.

Digitale Abformung

Der Zahnarzt Dr. Martin Butz entschied, für die Herstellung des Brückengerüstes eine Abformung mit dem Intraoralscanner Cadent iTero (Cadent, US-San Jose) durchzuführen. Hierzu wurden die Zähne zunächst nach den für vollkeramische Restaurationen geltenden Richtlinien präpariert (Abb. 1). Für eine exakte Aufnahme mit dem Intraoralscanner ist es nämlich ebenso wie für die Konstruktion und Fertigung bedeutsam, die Präparationsgrenzen deutlich herauszuarbeiten und gleichmäßig zu gestalten. Scharfe

QR-Code scannen und den Beitrag auf Ihr Smartphone oder Tablet herunterladen!

Kanten an den Innenflächen und unter sich gehende Bereiche sollten zudem vermieden werden, da sie weder korrekt gescannt noch erfolgreich gefräst werden können. Anschließend wurde der Patient mit einem Kunststoffprovisorium versorgt.

Abb. 1: Situation nach Präparation.

Für die digitale Abdrucknahme wurde das Provisorium entfernt und in der Mitte geteilt. Unter Anwendung der Doppelfadentechnik wurde eine ausreichende Retraktion der Gingiva erzielt, die sicherstellt, dass das optische System des Scanners alle für die Berechnung eines dreidimensionalen Modells notwendigen Informationen inklusive der Lage der Präparationsgrenze aufnehmen kann. Anschließend wurde eine Hälfte des Provisoriums zur Sicherung der ursprünglichen Bisslage wieder eingesetzt und die Zahnreihen in Okklusion gescannt. Diese digitale Bissregistrierung erfolgte von beiden Seiten bei jeweils einseitig eingesetztem Provisorium.

Danach wurden die temporäre Versorgung sowie der obere Faden entfernt und die präparierten Zähne abgeformt. Hierzu wird eine Einweghülse auf die Spitze der Aufnahmeeinheit gesetzt und – ohne vorherigen Auftrag von Puder – das Handstück des Scanners über die Zahnreihen geführt. Das optische System wurde so entwickelt, dass ein Auflegen des Handstücks auf die Zähne möglich ist, der Abstand zur Kamera ist auch dann noch ausreichend. Die Einzelaufnahmen, die automatisch gematched werden, werden per Fußpedal ausgelöst, sodass beide Hände am Patienten eingesetzt werden können. Um sicherzustellen, dass alle Bereiche aufgenommen werden, erscheint am Bildschirm der Arbeitsstation ein aus den erfassten Daten berechnetes Modell und audiovisuelle Signale zeigen an, wie vorzugehen ist.

Da das auf parallel-konfokaler Bildgebung basierende System auch tiefliegende Bereiche gut erfassen kann, stellen subgingivale Präparationsgrenzen kein Problem dar – sie müssen lediglich vollständig freigelegt sein. Verdrängen kann der optisch arbeitende Scanner das Weichgewebe nicht. Wie in Abbildung 2 deutlich wird, lassen sich mit Cadent iTero auch zahnlose Bereiche aufnehmen und darstellen. Nach Aufnahme des Gegenkiefers wurde ein dreidimensionales virtuelles Modell generiert.

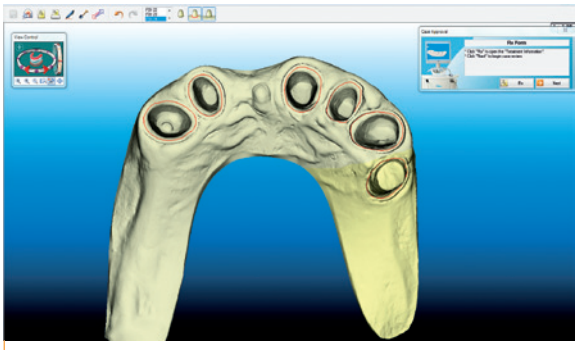

Abb. 2: Mit dem Intraoralscanner generiertes 3D-Modell des Oberkiefers, an dem auch der Kieferkamm exakt dargestellt wird (hier: Ansicht in der Laborsoftware nach Aufbereitung durch Cadent).

Konstruktion und Modellherstellung

Der digitale Abdruck wurde nachfolgend an Cadent übermittelt, auf Vollständigkeit geprüft und aufbereitet. Bei diesem Vorgang werden Artefakte aufgespürt und entfernt, überflüssige Bildinformationen gelöscht und Präparationsgrenzen eingezeichnet. Der erzeugte Datensatz wird automatisch auf einem Sicherheitsserver gespeichert und zudem an das zahntechnische Labor gesendet. Dort sollten die Präparationsgrenzen in der Laborsoftware noch einmal überprüft werden – erfahrungsgemäß sind die Vorschläge jedoch äußerst genau und Veränderungen wie im vorliegenden Fall nicht notwendig (Abb. 3 und 4).

Die Herstellung eines Modells mit herausnehmbaren Stümpfen erfolgte im Fertigungszentrum des Unternehmens Straumann (CH-Basel) in Leipzig. Hier werden die auf Basis der gewonnenen Daten virtuell konstruierten Modelle aus Polyurethan gefräst. Dabei handelt es sich um ein Material mit hoher

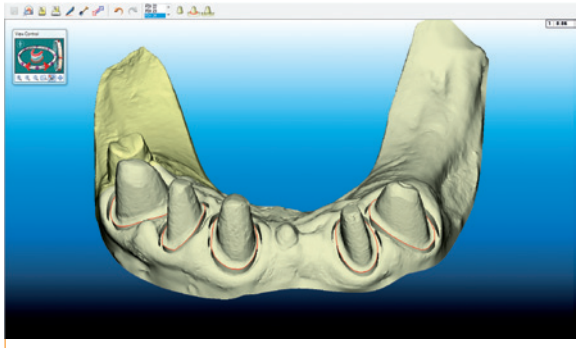

Abb. 3: Vergrößerte Ansicht zur Überprüfung der Präparationsgrenzen ...

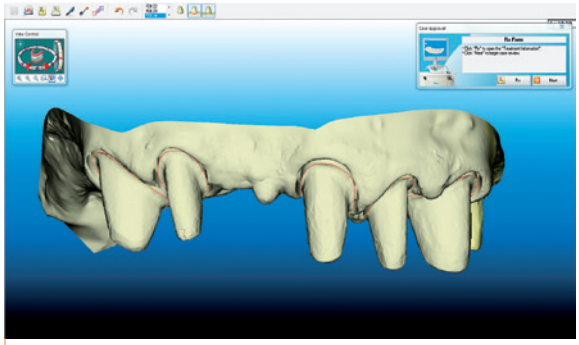

Abb. 4: ... und Freigabe des Datensatzes für die Übermittlung.

Widerstandsfähigkeit. Die aus diesem Werkstoff gefrästen Modelle haben bei einem Vergleich mit anderen mittels additiven Verfahren hergestellten Modellen im Labor am besten abgeschnitten. Unter anderem zeichnen sie sich durch hohe Präzision und präzise reproduzierte Stümpfe aus, die nicht an den Kanten abgerundet erscheinen. Durch dieses Herstellungsverfahren ist es jedoch nicht möglich, den Gaumen komplett darzustellen (Abb. 5).

Abb. 5: Gefrästes Modell aus Polyurethan.

Zeitgleich mit der Herstellung des Modells wurde das Brückengerüst mit distalen Preciline-Geschieben im Labor konstruiert. Hierzu kam die Software DentalDesigner (3Shape, DK-Kopenhagen) zum Einsatz die Teil des CAD/CAM-Systems cara (Heraeus Kulzer, D-Hanau) ist. Nach dem Import des Intraoralscanner-Datensatzes wurde ein vollanatomischer Vorschlag durch die Software generiert und dieser anatomisch reduziert. Distal wurden dem Gerüst die zwei gewünschten Preciline-Geschiebe hinzugefügt, die als Bauteil in einer Bibliothek der CAD-Software hinterlegt sind und einfach ausgewählt werden können (Abb. 6 und 7). Nach leichten Modifikationen wie der Glättung der Oberfläche mit entsprechenden Werkzeugen wurden die verfügbaren Platzverhältnisse überprüft, um eine Verblendschicht von rund 2 mm Stärke zu ermöglichen (Abb. 8), und die Daten an Heraeus Kulzer übermittelt.

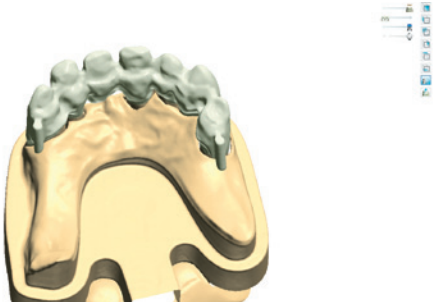

Abb. 6: Automatisch generierter Konstruktionsvorschlag.

Abb. 7: Kavitätenseite des Gerüstes.

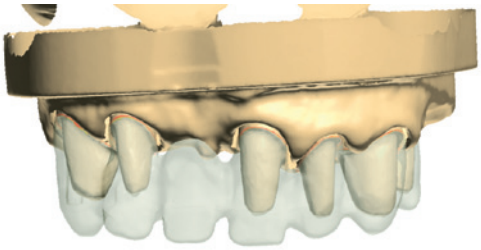

Abb. 8: Überprüfung der Platzverhältnisse für die Verblendung.

Fertigung

Im Produktionszentrum in Hanau wurde das Gerüst aus voreingefärbtem Zirkoniumdioxid (Farbe B-light) gefertigt und danach an das Labor geliefert. Hier wurden die Ränder ausgedünnt und die Geschiebe mit feinen Diamantinstrumenten ausgearbeitet. Die Passung auf dem Modell war gleich hervorragend, weitere Modifikationen waren nicht erforderlich (Abb. 9 und 10). Lediglich die Geschiebe wurden poliert, um den Grundstein für ein einfaches Einsetzen und Entnehmen der Modelgussprothese zu legen.

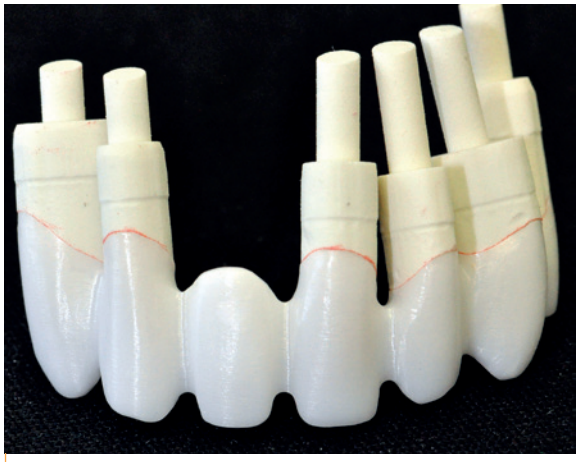

Abb. 9: Passung des Brückengerüstes auf den herausnehmbaren Stümpfen.

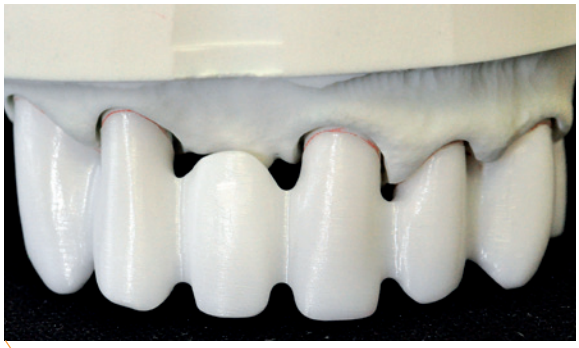

Abb. 10: Brückengerüst auf dem Modell.

Auch bei der Einprobe im Mund bestätigte sich die hohe Genauigkeit des Gerüstes, die einen spannungsfreien Sitz auf den natürlichen Zahnstümpfen auf Anhieb ermöglichte (Abb. 11). Hier zeigt sich der Vorteil der digitalen Abformung, bei der keine materialbedingen Ungenauigkeiten z. B. durch Expansion, Schrumpfung oder Blasenbildung entstehen können. Es erfolgte eine Überabformung mit Polyether Abformmaterial (Impregum, 3M ESPE, D-Seefeld) und die Herstellung eines konventionellen Gipsmodells auf Basis dieser.

Abb. 11: Gerüsteinprobe im Patientenmund.

Das Gerüst wurde mit Cerabien ZR Verblendkeramik (Noritake, JP-Miyoshi), einer vollsynthetisch hergestellten Zirkoniumdioxidkeramik, verblendet (Abb. 12). Diese hat sich nach eigenen Erfahrungen als abplatzungsstabiler herausgestellt als andere Verblendkeramiken. Probleme mit Chipping sind seit Verwendung dieses Materials nicht mehr aufgetreten.

Abb. 12: Verblendetes Gerüst mit distalen Geschieben auf dem Polyurethanmodell.

Die Modellgussplatte wurde im konventionellen Verfahren gefertigt, da – wie bereits erläutert – mit diesem bisher die besten Erfahrungen hinsichtlich der Präzision des Ergebnisses gemacht wurden. Die Abbildungen 13 und 14 zeigen die Brücke mit der angehängten Modellgussplatte auf dem Gipsmodell. Für einen harmonischen Übergang und die leichte Entfernbarkeit der späteren Modellgussprothese sorgen austauschbare Matrizen an den Geschieben (Abb. 15).

Für die Herstellung der Prothese wurden VITA PHYSIODENS Kunststoffzähne (VITA Zahnfabrik, D-Bad Säckingen) und kaltpolymerisierender Pro-

Abb. 13: Brücke und Modellgussplatte auf dem Gipsmodell.

Abb. 14: Frontzahnansicht der Versorgung.

Abb. 15: Austauschbare Matrizen an den distalen Geschieben sind sichtbar.

thesenkunststoff (PalaXpress ultra, Heraeus Kulzer) verwendet (Abb. 16 und 17). Bereits auf dem Modell zeigte sich ein ästhetisches Ergebnis mit einem harmonischen Übergang von der vollkeramischen Brücke zu den Prothesenzähnen.

Eingliederung und Ergebnis

Die Brücke wurde nach der finalen Einprobe definitiv mit RelyX Unicem Selbstadhäsiver Composite-

Abb. 16: Fertiggestellter kombiniert festsitzend-herausnehmbarer Zahnersatz ...

Abb. 17: ... auf dem Modell.

Befestigungszement (3M ESPE, D-Seefeld) befestigt (Abb. 18). Auch die Prothese wies eine ausgezeichnete Passung auf und lag exakt sowie ohne Störstellen am Gaumen an, sodass keine umfangreichen Modifikationen notwendig waren. Der Patient ist mit dem Ergebnis auch nach drei Monaten Tragezeit sehr zufrieden (Abb. 19).

Fazit

Digitale Technologien unterstützen Zahnarzt und Zahntechniker in vielen Fällen dabei, Arbeitsabläufe einfacher und effizienter zu gestalten sowie präzisere Ergebnisse zu erzielen. Es sollte jedoch vermieden werden, die vorhandenen Geräte immer und zu jedem Preis einzusetzen – vielmehr ist stets abzuwägen, ob ein Zusatznutzen für den Patienten dadurch entsteht. Wie der vorgestellte Patientenfall zeigt, lassen sich digitale und konventionelle Prozesse häufig ganz problemlos in einem Workflow vereinen, mit Resultaten, die hinsichtlich der Passgenauigkeit, Funktionalität und Ästhetik alle Patientenwünsche erfüllen.

Es bleibt zu hoffen, dass durch die kontinuierliche Weiterentwicklung der computergestützten Verfahren bald schon keine konventionellen Schritte mehr notwendig sein werden, bis dahin ist es jedoch noch ein weiter Weg.

Abb. 18: Zementierte Brücke im Patientenmund.

Abb. 19: Ergebnis

ZTM Christopher Jehle
Friedberg, Deutschland

2004 Meisterprüfung an der Meisterschule für Zahntechnik München 2006-2008 Laborleiter und Partner bei Precision Zirkon Esthetics, West Palm Beach, USA seit 2008 selbstständig mit Dentallabor Zirkon Customs LLc, West Palm Beach und Partner von Hennessy Dental und Dental Engineering seit 2012 Laborleiter Digitale Zahntechnik, Beteiligung bei Sandmair Zahntechnik – The Digital Solution, Friedberg

Kontakt: labor-sandmair@gmx.de

ZT Daniel Sandmair
Friedberg, Deutschland

Ausbildung zum Zahntechniker 2007 Gründung Sandmair Zahntechnik – The Digital Solution in Friedberg seit 2007 Gesellschafter von Sandmair Zahntechnik 2008 Eröffnung des Standortes München

Dr. med. dent. Martin Butz
München, Deutschland

2001-2007 Studium der Zahnmedizin an der Universität Regensburg

2005-2006 Bayerische Elite-Akademie, München / Feldkirchen

2004-2008 Promotion in der Zahnmedizin, Lehrstuhl für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Universität Regensburg

2007-2009 Ausbildung Computergestützte Zahnheilkunde (Cerec 3D und inLab) in der Praxis Dr. Hans C. Müller, München

2007 Gründung und Entwicklung von MedByMed, Ärztegemeinschaft zum Handel mit gebrauchter Medizintechnik

2009-2011 Ausbildung Implantologie und plastische Parodontalchirurgie in der Praxis Dr. Dr. Volkmar Schneider, München

2009-2012 angestellter Zahnarzt in der Praxis Dr. Wolf-Dieter Seeher, München

seit 2010 Geschäftsführer von Cera-Technik, München

seit 2012 Praxis für Privatzahnheilkunde Dr. Sörgel, Dr. Sondermeier und Dr. Butz, München