

Möglichkeiten eines modernen CAD/CAM-Systems an einem konkreten Fallbeispiel – Teil 1

# Virtuelle Welten

Ein Beitrag von Manfred Pörnbacher\*, Bruneck/Südtirol

Im vorliegenden, zweiteiligen Beitrag wird anhand der Neuversorgung eines Patienten gezeigt, wie sich ein CAD/CAM-System wie das 5-TEC von Zirkonzahn bereits in die Behandlungsplanung integrieren lässt und wie die zur Verfügung stehenden technischen Möglichkeiten sinnvoll in den Arbeitsprozess integriert werden können. Dabei stellt sich heraus, dass sich Implantatprothetik und CAD/CAM gut verbinden lassen, und der Wunsch nach dem virtuellen Patienten keine Fiktion mehr ist. Letztendlich kitzelt dann aber wieder der Zahntechniker mit seinem manuellen Geschick das letzte Bisschen aus den Restaurationen heraus – sei es bei der Gestaltung der Arbeit, dem gezielten Kolorieren des ungesinterten Zirkonoxids oder der partiellen Verblendung der Labialflächen. Im Teil 1 liegt der Fokus auf der Planung und dem computergestützten Design (CAD) und im zweiten Teil (dd 7/13) wird die Fertigstellung der Versorgung (CAM) beschrieben.

## Ausgangssituation

Die Ausgangssituation des Patientenfalls stellte sich auf den synchronisiert einartikulierten Situationsmodellen und den Meistermodellen wie folgt dar (Abb. 1 und 2): Der zuvor im Oberkiefer mit einer schleimhautgetragenen Totalprothese und im Unterkiefer mit einer Teilprothese versorgte Patient wollte festsitzend und vor allem moderner versorgt werden. Modern deshalb, weil die Ansprüche an die Ästhetik in Anbetracht der verbesserten prothetischen Möglichkeiten stark gestiegen sind und sich Patienten nicht mehr ohne weiteres mit Zahnersatz, der als solcher zu erkennen ist, zufrieden geben wollen. Zur Verankerung waren daher im Oberkiefer in regio 13

bis 15 sowie und 23 bis 25 acht Nobel-Replace 4,3 Implantate gesetzt worden. Im Bereich der endständigen 6er hatte der Behandler aufgrund der Zahngröße Nobel-Replace 5,0 Implantate inseriert. Aufgrund des geringen Knochenangebots in der Frontzahnregion konnten hier keine Implantate positioniert werden. Da der Patient im Oberkiefer mit höchstethischem, festsitzenden, metallfreien Zahnersatz versorgt werden wollte, suchten wir in Abstimmung mit dem Behandler team um *Prof. Raigrodski* von der Universität Washington die beste Lösung im Sinne des Patienten. Die Pfeilerzähne im Unterkiefer 33, 43 sowie 37 und 47 waren erhaltungswürdig und wurden daher für eine Brückenversorgung (der Front) sowie Einzelzahnkronen der bei-

den endständigen Molaren geplant. Die Spanne von 44 auf 46 sollte bilateral mit implantatgestützten Brücken versorgt werden.

## Prothetischer Lösungsansatz

Nach Abstimmung mit dem Behandler team entschieden wir uns im Oberkiefer für okklusal verschraubte „Prettau Bridges“ von 14 auf 24, von 15 bis 16 und 25 bis 26. „Prettau Bridges“ sind vollanatomische Restaurationen aus dem transluzenten Prettau Zirkon, die im vorliegenden Fall, im ästhetischen Bereich teilverblendet werden. Die finalen ästhetischen Resultate, die mit Prettau Zirkon, aufgrund einer speziellen Einfärbetechnik erreicht werden, würden es jedoch sogar im Frontzahnbe-

## Indizes

- CAD/CAM
- Bedingt abnehmbarer Zahnersatz
- Gesichtsscanner
- Implantatprothetik
- Konfektionierte Aufbauten
- Kunststoffprovisorien
- Okklusal verschraubt
- Scanmarker
- Virtueller Artikulator
- Vollanatomisch
- Zirkonoxid

## Kategorie

Produktbezogener Fachbeitrag

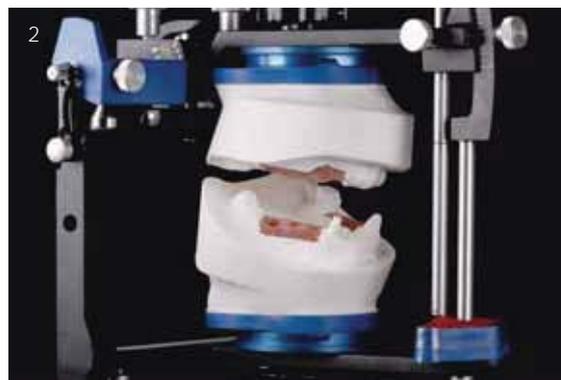


Abb. 1 und 2 Die Ausgangssituation des Patientenfalls in Form der einartikulierten Situations- und Meistermodelle. Im Oberkiefer war er mit einer schleimhautgetragenen Totalprothese und im Unterkiefer mit einer Teilprothese versorgt



Abb. 3  
Das Implantatmodell wird mit speziellen, mehrfach verwendbaren Scanmarkern aus Titan versehen. Diese helfen der CAD-Software, die exakte Ausrichtung des Implantats zu berechnen

#### Anmerkung

\*In Zusammenarbeit mit der University of Washington, Seattle: Dr. Matthew R. Anderson, DMD, MSD. Graduate Prosthodontics, the , Dr. Jaden H. Erwin DDS, MSD. Graduate Periodontics, Dr. Tijana Stijacic, DDS, MSD. Graduate Prosthodontics, the University of Washington, Prof. Dr. Ariel J. Raigrodski, DMD, MS. Graduate Prosthodontics, the University of Washington

reich erlauben, gänzlich auf die Verblendung mit Keramik zu verzichten.

Wir wählten eine dreiteilige, bedingt abnehmbare Versorgungsvariante, da wir damit zum einen der Hygienefähigkeit Rechnung tragen wollten und zum anderen dem Wunsch des Patienten nach feststehendem Zahnersatz entsprechen können, da dieser seiner schleimhautgetragenen Totalprothese schlichtweg überdrüssig war.

Der Vorteil von okklusal verschraubten Brücken liegt aus unserer Sicht darin, dass sie vom Zahnarzt herausgenommen und somit von der Praxishilfe professionell gereinigt werden können. Eine Dreiteilung wäre im Oberkiefer aus zahntechnischer Sicht zwar nicht unbedingt notwendig gewesen, dennoch folgten wir hier dem Wunsch des Behandlerteams. Sollten eines Tages doch Reparaturen notwendig werden, so müsste nicht die gesamte Versorgung neu angefertigt werden.

Als Restaurationsmaterial fiel die Wahl auf Prettau Zirkon, weil sich damit die fehlenden Anteile der natürlichen Gingiva (Papillen, et cetera) sehr gut nachahmen lassen. Da es sich um ein transluzentes Gerüstmaterial handelt, kann das Licht sehr schön mit den natürlichen Geweben interagieren. So haben wir die perfekte Basis, um die fehlenden Zahnfleischanteile zu rekonstruieren. Ein weiterer Grund ist die hohe Biokompatibilität des Zirkon-

oxids. Unsere Erfahrungen haben gezeigt, dass die auf Hochglanz polierten Basalflächen der Zirkonoxid-Strukturen sehr gut sauber gehalten werden können und nicht mit der Schleimhaut reagieren. Für den Unterkiefer wurde im Frontzahnbereich eine parodontal getragene Prettau Brücke mit Zahnfleischanteil geplant. Die Brücke sollte konventionell auf den Pfeilerstümpfen 33 und 43 zementiert werden. Die Zähne 32 bis 42 müssen daher als Zwischenglieder gestaltet werden. Im Seitenzahnbereich sollten die beiden Schaltlücken von 34 bis 36 sowie 44 bis 46 mit okklusal verschraubten Seitenzahnbrücken (Prettau Zirkon) versorgt werden – ebenfalls mit Zahnfleischanteil. Die Zähne 37 und 47 werden mit monolithischen Einzelkronen aus Prettau Zirkon überkront.

Im Unterkiefer ist eine mehrteilige Konstruktion durchaus sinnvoll, da so die Eigenbeweglichkeit der Unterkieferspanne, aber auch der Restzähne (Stümpfe) nicht eingeschränkt wird. Zudem waren die natürlichen Pfeilerstümpfe noch gut erhalten, weshalb eine Extraktion nicht in Frage kam. Und auch die Reinigbarkeit ist hier wieder ein Argument, das für eine mehrteilige Konstruktion spricht. Eine Kombination aus okklusal verschraubter Implantatprothetik und zementierten Kronen auf Pfeilerstümpfen ist grundsätzlich möglich, aber nicht sinnvoll.

Wir haben uns für konfektionierte Titanbasen entschieden, da diese spannungsfrei in die Restauration geklebt werden können. Zudem ermöglicht die Verwendung von Titanbasen das Anziehen der gesamten Konstruktion mit bis zu 35 Ncm. Hingegen könnten bei einer reinen Zirkonoxid-Implantatverbindung nur 15 Ncm angelegt werden.

#### Zahntechnische Umsetzung

Am Anfang war das Modell: Dieses wird mit speziellen, mehrfach verwendbaren Scanmarkern aus Titan versehen, damit die CAD-Software in der Lage ist, die exakte Ausrichtung des Implantats zu berechnen (Abb. 3). Um die Marker scannen zu können, müssen sie mit Zirko Scanspray eingesprüht werden (Abb. 4). Kurze Sprühstöße reichen aus, um die metallischen Oberflächen mit einer gleichmäßig dünnen Schicht zu bedecken und fehlerhafte Reflexionen durch die Oberfläche zu vermeiden. Nun wird das derart behandelte Modell auf dem Modell Position Detector des Scanners befestigt und gescannt (Abb. 5a).

Der Zirkonzahn Scanner S600 Arti ist ein optischer Streifenlichtscanner, das heißt der Scanner projiziert parallele Streifen auf das Modell. Durch die Höhen und Tiefen werden diese Streifen unterschiedlich stark abgelenkt (Abb. 5b).

Abb. 4 Die Marker müssen mit Scanspray eingesprüht werden, um fehlerhafte Reflexionen aufgrund der metallischen Oberfläche zu vermeiden

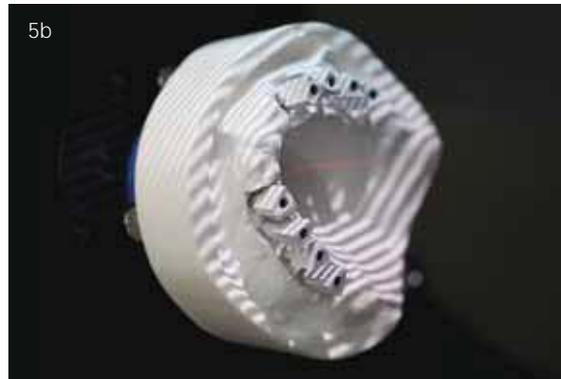


Abb. 5a Das Implantatmodell samt aufgeschraubter und eingesprühter Marker wird auf dem Aufnahmetisch des Scanners befestigt

Abb. 5b Der verwendete Scanner ist ein optischer Streifenlichtscanner, der parallele Streifen auf das Modell projiziert. Auf der Modelloberfläche werden die Streifen unterschiedlich stark abgelenkt

Zwei Kameras zeichnen dies auf, sodass die Software diese Ablenkungen in ein exaktes Höhen-Tiefen-Relief übersetzen kann, das dem eingescannten Modell entspricht. Ein zusätzlicher Live-Bild-Modus zeigt dem Anwender der Software immer auch gleich das reale Modell (Abb. 5c). Das Messfeld ist so groß, dass die Modelle im Artikulator gescannt werden können. Jeder Laborartikulator kann vermessen und dessen Daten auf den in der Software hinterlegten, virtuellen Artikulator übernommen werden.

Zur vollständigen Digitalisierung aller Daten scannen wir nun die restlichen ein-artikulierten Situations- und Meistermodelle ein. Die Software überträgt die Position der gesichtsbogenbezogen ein-artikulierten Modelle automatisch 1:1 auf den virtuellen Artikulator der Modellier- software. Zudem werden Ober- und Unter- kiefer in der Software automatisch in

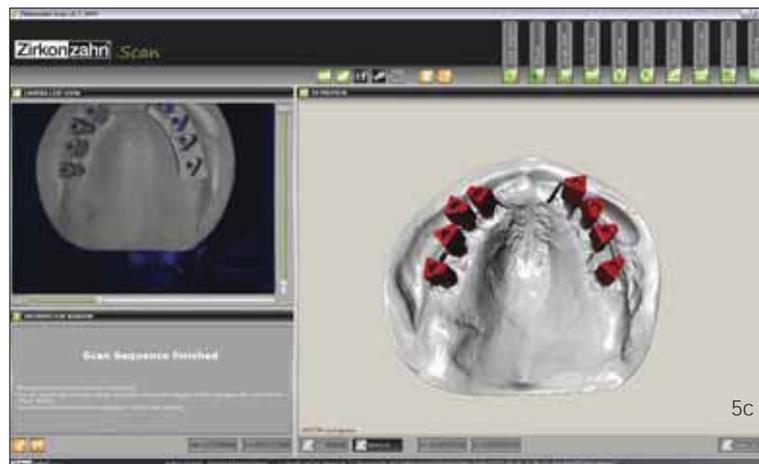


Abb. 5c Die zwei Kameras des Scanners zeichnen die Streifenprojektion in einem definierten Winkel auf, sodass die Software daraus ein mathematisches 3D-Abbild des eingescannten Modells berechnen kann

Okklusion gesetzt. In der Software sind bereits gängige Artikulatoren (zum Beispiel SAM, Artex, Protar) hinterlegt. Demnächst wird die Auswahl um den

von Udo Plaster in Zusammenarbeit mit Zirkonzahn entwickelten Artikulator PS1-3D erweitert. Im Rahmen einer ganzheitlich betrachteten individuellen



Abb. 6 Die digitalisierten Modelle können mit dem hinterlegten Artikulator gleichgeschaltet werden. Zudem kann das Gesicht des Patienten mit dem Face Hunter digitalisiert und die Gesichtsdaten mit den Modelldaten gematcht werden

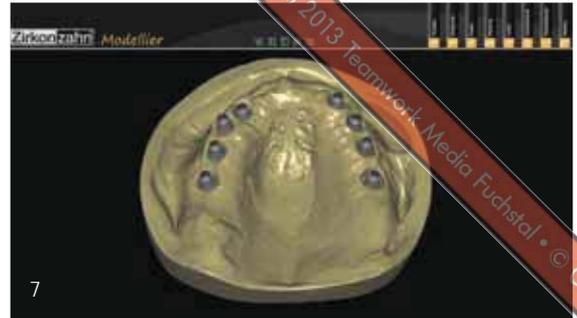


Abb. 7 Auf Basis der Scandaten kann mit der Konstruktion der Suprastrukturen begonnen werden. Zunächst wird in der Software das Implantatsystem ausgewählt und in die Modellsituation geladen



Abb. 8 Hilfreiche Tools, wie etwa die Möglichkeit, die Schraubenkanäle und somit die Angulation der Implantate sichtbar zu machen, erleichtern die Planung und Konstruktion

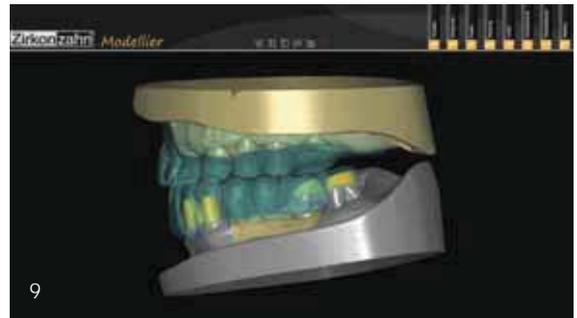
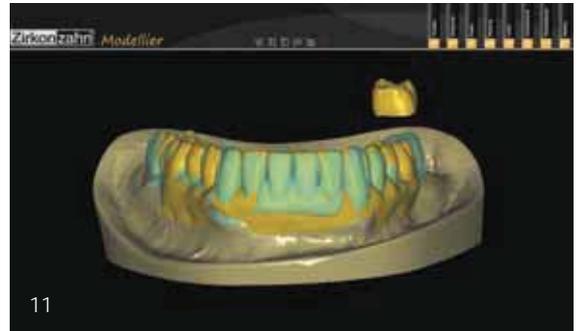


Abb. 9 In der Software werden die eingescannten Situationsmodelle virtuell über die Meistermodelle gelegt, um die Position der Zähne patientenspezifisch festlegen zu können



Abb. 10 und 11 Aus der natürlichen Zahnbibliothek „hero collection“ werden die passenden Bibliothekszähne ausgewählt und an das Situationsmodell angepasst. In unserem Fall ...



Zahnversorgung hat *Plaster* neue patientenindividuelle Gesichtsebenen als Ausrichtungspunkte zur Modellübertragung identifiziert. Sein Konzept beruht auf einer differenzierten Funktionsanalyse und der exakten Übertragung der Patientensituation zunächst auf den realen Artikulator PS1-3D und dann auf den entsprechenden virtuellen Artikulator der Zirkonzahn.Modellier Software.

Die Positionierung der Kiefermodelle in der Software kann nun durch den Gesichtsscanner Face Hunter auch in Beziehung zum Gesicht des Patienten gesetzt werden (Abb. 6). Behandler und Patient

erhalten dadurch einen nahezu fotorealistischen Eindruck der finalen Restauration und die Versorgung kann dadurch entsprechend der Gesichtsphysiognomie ausgerichtet werden.

Nun kann bereits mit der virtuellen Konstruktion der Suprastrukturen begonnen werden. Dazu wählt man in der Software den gewünschten Implantattyp aus. Die Software generiert hierzu automatisch die exakte Position (Abb. 7). Dabei kann – wie in Abbildung 8 am Beispiel des Unterkiefermodells dargestellt – die Angulation der Schraubenkanäle präzise angezeigt und überprüft werden. Um

die Position der Zähne patientenspezifisch festlegen zu können, blenden wir nun das virtuelle Situationsmodell ein und legen es über das Meistermodell (Abb. 9). Diese Überblendung gibt Aufschluss darüber, welche OK- und UK-Zahnformen aus der Zirkonzahn Zahnbibliothek „hero collection“ am besten geeignet sind (Abb. 10 und 11). Die Entscheidung fiel in diesem Fall auf das Zahnset „Ares“, benannt in Anlehnung an den griechischen Kriegsgott Ares. Die virtuelle Zahnbibliothek besteht momentan aus zehn kompletten natürlichen OK- und UK-Zahnreihen, die sehr



12



13

Abb. 12 und 13 ... entschieden wir uns für das Zahnset „Aurus“, das auf natürlichen Ober- und Unterkieferzahnformen basiert

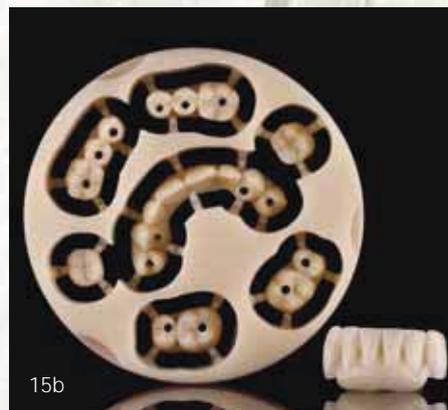


14

Abb. 14 Mithilfe des Software-Moduls „Virtueller Artikulator“ können die Kiefergelenkbewegungen in der Modellier-Software simuliert und dadurch Störkontakte und deren Intensität sichtbar gemacht und entfernt werden



15a



15b

Abb. 15 a und b Auf Basis der Konstruktionsdaten der Brückensegmente und der beiden Einzelkronen wurden zunächst Kunststoffprototypen mit dem Fräsgesät M5 angefertigt

Abb. 16  
Die Brückenteile aus Provisorienkunststoff können zurückgeschliffen und individualisiert werden. Im 2. Teil werden die Provisorien in situ überprüft, und auf Basis der dabei gewonnenen Erkenntnisse der definitive Zahnersatz aus Prettau Zirkon angefertigt



schön ineinander verschlüsseln (Abb. 12 und 13). Die Bibliothekszähne werden nun unter Berücksichtigung der physiologischen Grundlagen des Patienten ausgerichtet und im Bezug zum Situationsmodell aufgestellt und ausmodelliert. Anschließend kontrollieren wir mithilfe der Software die Okklusion. Hierfür simulieren wir mit dem virtuellen Artikulator die Kiefergelenksbewegungen (beispielsweise Retrusion, Intrusion, Laterotrusion).

Daraufhin werden dynamische und statische Störkontakte von Ober- und Unterkiefer angezeigt und korrigiert. Eine Farbskala zeigt an, wie „stark“ diese Kontakte sind (Abb. 14).

Um die Arbeit mit Keramik verblenden zu können, werden Teile der Front- und Seitenzahnbereiche leicht reduziert. Dieses „Cut-back“ kann je nach Vorliebe entweder manuell oder virtuell in der Modellersoftware erfolgen.

Die Modellation der Arbeit ist nun eigentlich abgeschlossen und wäre zum Umsetzen in Zirkonoxid bereit. Trotz detaillierter Absprache mit dem Behandlungsteam, Konstruktion der Arbeit auf Basis genauester Scandaten und computerunterstützter Simulation der Endsituation können in situ final Abweichungen auftreten, beziehungsweise der Patient kann Änderungswünsche äußern. Dies würde sich in einem erhöhten Zeit- und Materialaufwand niederschlagen. Um dies so gut wie möglich auszuschließen, haben wir uns die Möglichkeiten, die die CAD/CAM-Technologie bietet, zunutze gemacht, und fertigen standardisiert bei jeder Arbeit einen Prototyp aus Kunststoff an (Abb. 15a und b), der vom Patienten mehrere Wochen Probe getragen werden sollte. Damit der Kunststoffprototyp ästhetisch der finalen Arbeit entspricht, trugen wir im Bereich des Zahnfleisches Gingiva-Composites auf (Abb. 16). Somit kann der Prototyp auch als Kunststoffprovisorium verwendet werden.

*Fortsetzung folgt ...*

### Produktliste

Produkt	Name	Hersteller/Vertrieb
Abutment, Titan	Konisch zementierte Titanbasis non HEX	Zirkonzahn
Befestigungskomposit, definitiver Zahnersatz	Multilink Implant	Ivoclar Vivadent
CAD/CAM-System	CAD/CAM System 5-TEC	Zirkonzahn
Einfärbelösung für Zirkonoxid	Colour Liquid Prettau Aquarell	Zirkonzahn
Fräskunststoff, Provisorium	Temp Premium	Zirkonzahn
Gesichtsscanner	Face Hunter	Zirkonzahn
Komposit Scanner	Gingiva-Composites	Zirkonzahn
Scankörper, Implantatübertragung	Scanner S600 Arti Scanmarker	Zirkonzahn
Software	Zirkonzahn.Software	Zirkonzahn
Verblendkeramik	ICE Zirkon Keramik	Zirkonzahn
Zirkonoxid	Prettau Zirkon	Zirkonzahn

### Zur Person

Der gebürtige Brixner Manfred Pörnbacher absolvierte seine Ausbildung zum Zahntechniker von 1988 bis 1993 an der Landesberufsschule für Zahntechniker in Baden/Wien (Österreich). Von 1992 bis 1995 arbeitete er als Zahntechniker in der Praxis Dr. Walter Lüfter in Bruneck/Südtirol. Im Anschluss trat er eine Stelle bei Rampold Philipp – Burg Dental – Hochwertige Dentaltechnik in Sterzing/Südtirol an, wo er bis 2010 arbeitete. Seit 2011 arbeitet Manfred Pörnbacher im Dentallabor Steger in Bruneck/Südtirol. Er ist dort als Fachexperte für die Anwendung und Verarbeitung von ICE Zirkon Keramik, Prettau Zirkon sowie für das CAD/CAM System 5-TEC aber auch in Forschung und Entwicklung tätig.

### Kontaktadresse

Manfred Pörnbacher • Dentallabor Steger • Giuseppe Verdi Straße 18 • 39031 Bruneck/Südtirol (Italien)  
[info@labor-steger.com](mailto:info@labor-steger.com)

