

# Doppelkronen auf Implantaten im digitalen Workflow

CHRISTIAN VON BUKOWSKI



## Einleitung

Der herkömmliche Workflow in der Doppelkronentechnik ist bekanntermaßen äußerst zeit- und arbeitsintensiv. Doch heute stehen fortschrittliche Technologien zur Verfügung, die diesen Prozess revolutionieren. Mit Intraoralscans und modernsten Fertigungstechniken können der Workflow erheblich optimiert und dabei gleichzeitig höchste Sicherheitsstandards gewährleistet werden. Scandaten werden nun digital übertragen und können direkt in CAD-Software verarbeitet werden. Dies ermöglicht, die Kieferrelation und die Scans der aktuellen Situation oder der provisorischen Versorgung perfekt miteinander abzugleichen. Diese nahtlose Integration bildet eine äußerst solide Grundlage für die Herstellung der gewünschten Versorgung. Im folgenden Patientenfall wird demonstriert, wie erfolgreich und effizient ein komplexer Fall mithilfe dieser innovativen Techniken gelöst werden kann. Gezeigt wird die Zukunft der Doppelkronentechnik!

## Patientenfall

Die Patientin trug seit einiger Zeit Zahnersatz. Allerdings genügten zwei Teilprothesen, die über die Jahre erweitert worden waren, ihren Ansprüchen nicht mehr. Besonders die Funktion und der Halt dieser Prothesen waren für die Patientin unbefriedigend. Zusätzlich störte sie die Ästhetik, die nicht ihrem Wunschbild entsprach. Die Patientin äußerte den Wunsch nach besserem Halt und einer Reduzierung der Prothesenausdehnung. In Bezug auf die Ästhetik strebte sie ein harmonisches und positives Erscheinungsbild an. In enger Zusammenarbeit mit einem Kieferchirurgen wurden insgesamt acht Implantate gesetzt und danach die etwa drei Monate Einheilzeit abgewartet. Die geplante Lösung für die Patientin sah eine Versorgung mit implantatgetragenen Doppelkronen vor, die ohne Gaumenplatte und Bügel auskommen sollten (Abb. 1).

## Zusammenfassung

Doppelkronen auf Implantaten haben sich seit Jahrzehnten als bewährte und patientenfreundliche Halteelemente etabliert. Dieser Beitrag zeigt einen vollständig digitalen Workflow, der auf intraoralen Scans basiert. Er umfasst das Design der primären, sekundären und tertiären Konstruktionen sowie der Modelle mithilfe der Konstruktionssoftware Exocad (Fa. Exocad, Darmstadt). Zusätzlich werden Prototypen und individuelle Löffel mithilfe von Exocad Partial Cad und Blender4dental (Gold Coast, Australien) vorbereitet. Für die Fertigung greift der Prozess auf die AllinONE-Implantatechnologie der Fa. Millhouse (Hofheim am Taunus) und den Einsatz von 3-D-Druckern zurück. Ziel sind höchste Präzision und Effizienz in der Herstellung von Doppelkronen auf Implantaten.

## Indizes

CAD/CAM, All-in-one, Doppelkronentechnik, Implantat, digitaler Workflow



**Abb. 1** Aufbereitete Scans, korrekt zugeordnet.

## Datenempfang und Vorverarbeitung der Scan-Daten

Für den Workflow wurden dem zahntechnischen Labor die folgenden Scans zur Verfügung gestellt:

- Ober- und Unterkieferprothesen-Scan nach vorübergehender Unterfütterung
- Matching-Scan, um die Relation der Prothesen in der aktuellen Situation festzuhalten (Abbildung 1 zeigt den Matching-Scan von Ober- und Unterkiefer).
- Marker-Scans für Ober- und Unterkiefer (Abb. 2).

Diese Scans wurden in die CAD-Software ExoCAD integriert und es wurde ein Auftrag mit den gewünschten Konstruktionselementen und Materialauswahlen angelegt. Nach sorgfältiger Bearbeitung der Scans, Überprüfung der richtigen Zuordnung der einzelnen Meshes und entsprechender Benennung wurden sie in den passenden Koordinaten abgespeichert.

## Konstruktion der Primärteile

Die Primärteile fungieren in diesem Fall als individuelle Abutments. Zu Beginn

wurden die Bibliotheksgeometrien der Implantate den Scan-Markern zugeordnet. Der Konstruktionsprozess startete mit der Festlegung des Emergenzprofils, das gleichzeitig die Position des späteren Randes der Sekundärteile bestimmte. Daraufhin wurde die Gesamteinschubrichtung für jeden Kiefer bestimmt. Der obere Bereich der Abutments wurde mit einer Neigung von 0° und einer zirkulären Friktionsfläche von 3 mm gestaltet. Die Höhe konnte präzise festgelegt werden, da die Kaufläche des Situ-Scans als Referenz diente. Eine herausragende Funktionalität bestand darin, dass die einzelnen Meshes jederzeit ein- und ausblendbar waren. Dies ermöglichte, das Design aus verschiedenen Blickwinkeln zu kontrollieren und bis ins kleinste Detail zu überprüfen (Abb. 3).

## Konstruktion der Sekundärteile

Im Anschluss an die Konstruktion der Abutments bietet die Software die Option, unmittelbar mit dem Entwurf einer Suprakonstruktion zu beginnen. Für die Sekundärkonstruktion wurde das Material "Peek" verwendet. Nachdem die Kronenränder und die Bodenparameter festgelegt worden waren, wurden Kappen mit einer Materialstärke von 0,3 mm konstruiert (Abb. 4).

Abbildung 5 zeigt, dass nach der Fertigstellung der Suprakonstruktion im Modell-Creator sofort die Implantat-Modelle erstellt werden.

## Konstruktion der Tertiärstruktur

Nach Abschluss der ersten Konstruktionsphase wurden die Scan-Daten und bereits konstruierten Elemente in einen neuen Auftrag dupliziert. Dieser wurde modifiziert, um die Konstruktion von

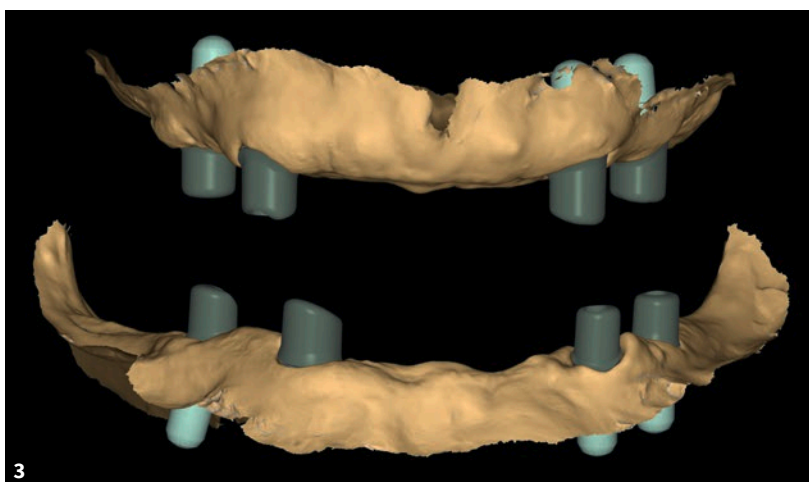
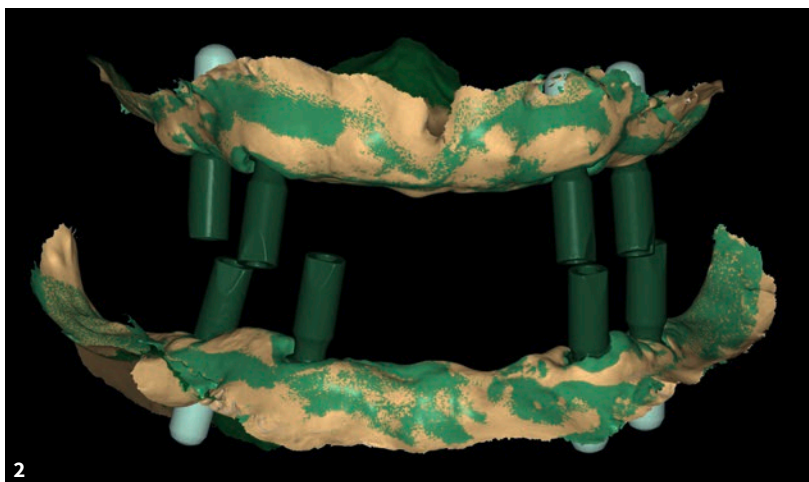
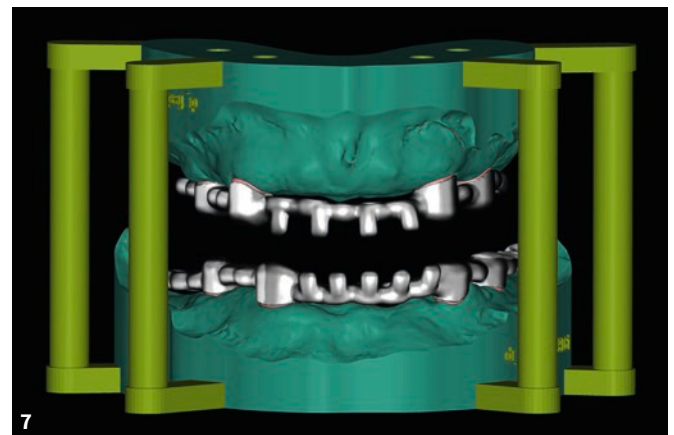
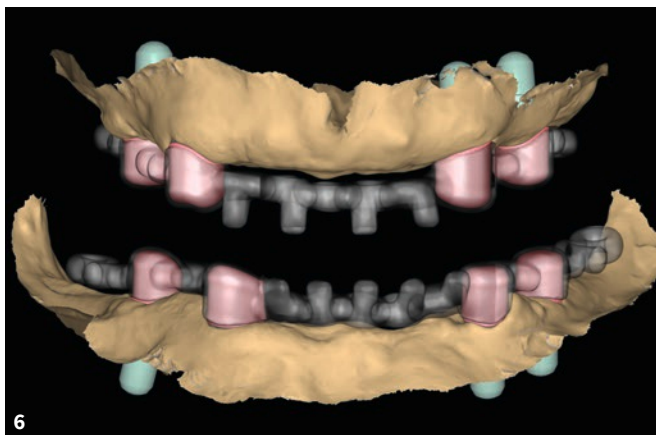
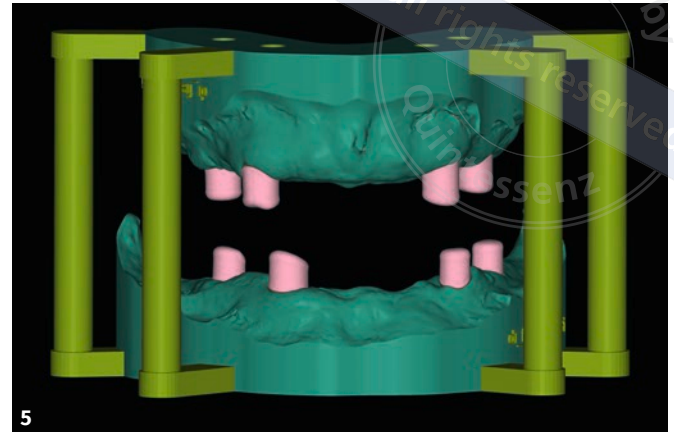
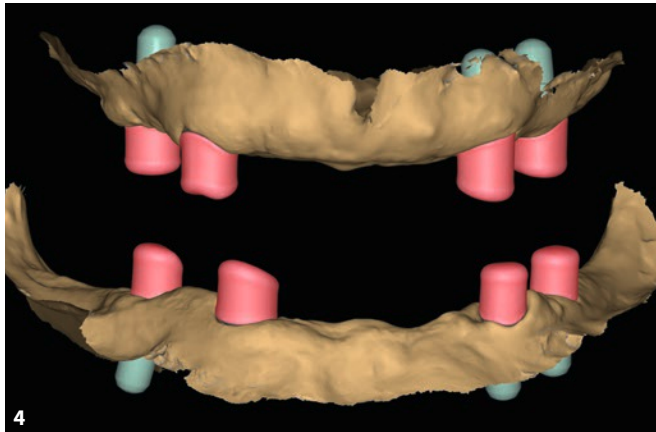


Abb. 2 Perfekt ausgerichtete Marker-Scans. Abb. 3 Fertig konstruierte individuelle Abutments/Primärteile.



**Abb. 4** Fertig konstruierte Sekundärkappen aus Peek-rosa. **Abb. 5** Modelle für den 3-D-Druck werden im Model-Creator gebaut. **Abb. 6** Fertig konstruierte Tertiärstruktur im Ober- und Unterkiefer. **Abb. 7** Fertig konstruierte Tertiärstruktur auf gebauten Modellen.

Kappen über den Sekundärteilen und ihre Verbindung mit Rundloch-Retention zu ermöglichen. Vor dem Speichern war eine Umbenennung der Copings notwendig, damit die Software die Sekundärkonstruktion korrekt als Stumpf identifiziert. Dies ermöglichte, Kronenböden für die Tertiärgerüste problemlos zu generieren (Abb. 6 und 7).

### Versand ins Fertigungszentrum

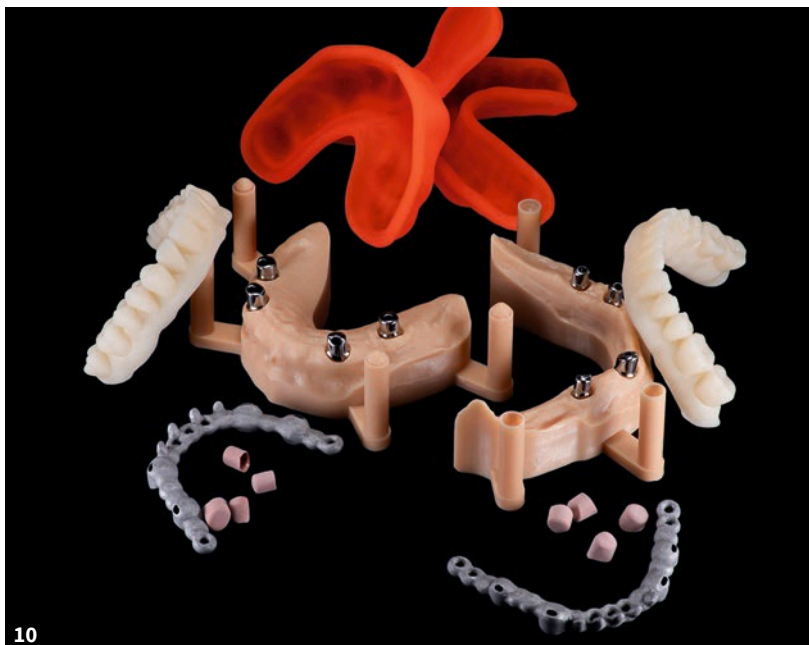
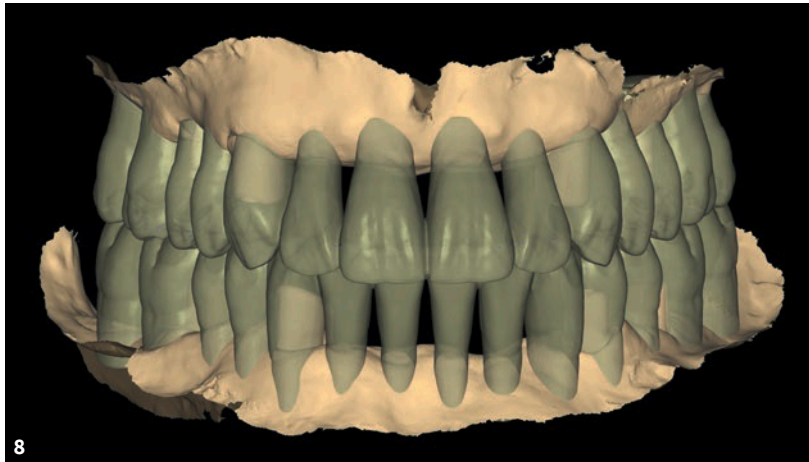
Nachdem die Datensätze von Primär- und Sekundärkonstruktion gespeichert worden waren, wurde ein spezielles Versende-Tool genutzt, um sie an das

Fertigungszentrum der Fa. Millhouse in Hofheim am Taunus zu übertragen. Dort setzte man den AllinONE-Fertigungsprozess ein, um Primärteleskope, Abutments und Sekundär-Peek-Kappen simultan zu berechnen und zu produzieren. Parallel hierzu wurden die Tertiärstrukturen an dasselbe Zentrum gesendet, um dort per SLM-Verfahren (selektives Laserschmelzen) gefertigt zu werden.

### Konstruktion und Produktion der Prototypen

Für die Generierung der Prototypen auf den Primärteilen war es notwendig, im

ersten Auftrag die Kieferscans inklusive der Abutments als neue Meshes zu speichern. Ein neuer Auftrag wurde erstellt, in den vollanatomische Pontics integriert wurden. Nach dem Import der Scans wurden die virtuellen Aufstellungen generiert, basierend auf den Situ-Scans (Abb. 8). Mithilfe der Partial-CAD-Software wurde ein Prothesen-Korpus entworfen, die Pontics wurden hinzugefügt. Aus diesen Daten hätte auch ein Kontrollschlüssel erstellt werden können. Die in Abbildung 9 dargestellten finalen Datensätze wurden mithilfe einer Slicer-Software aufbereitet und anschließend mit einem 3-D-Resin-Drucker in einem Try-in-Material gedruckt.



**Abb. 8** Aufstellung der Pontics, basierend auf den Situ-Scans. **Abb. 9** Fertig abgespeicherte Prototypen, bereit zum Drucken. **Abb. 10** Alle konstruierten und produzierten Teile sind jetzt für die Auslieferung vorbereitet.

## Konstruktion und Produktion individueller Löffel

Die Basis für die Erstellung individueller Löffel bildete erneut eine Kopie der ersten Datensätze, ergänzt um die Tertiärkonstruktion. Auf dieser Grundlage wurde mithilfe der CAD-Software ein individueller Löffel konstruiert. Die final entworfenen Elemente wurden in einer Slicer-Software aufbereitet und im Anschluss aus Löffelmaterial gedruckt. Die für den Druck erstellten Modelle wurden abschließend auf eine Bauplattform positioniert und zur Produktion freigegeben.

## Vorbereitung für den ersten Patiententermin

Nach Erhalt der konstruierten Elemente waren nur minimale Anpassungsarbeiten erforderlich, bevor alle Teile zur Anwendung bereit waren (Abb. 10). In der zahnärztlichen Praxis wurde dann nach folgender Systematik vorgegangen:

- Einsetzen der Abutments
- Positionieren der Peek-Kappen
- Verkleben der Peek-Kappen mit der Tertiärstruktur
- Sammelabformung unter Verwendung der individuellen Löffel
- Anprobe der Prototypen
- Überprüfung von Ästhetik, Phonetik und vertikaler Höhe
- Detailanpassung der Prototypen

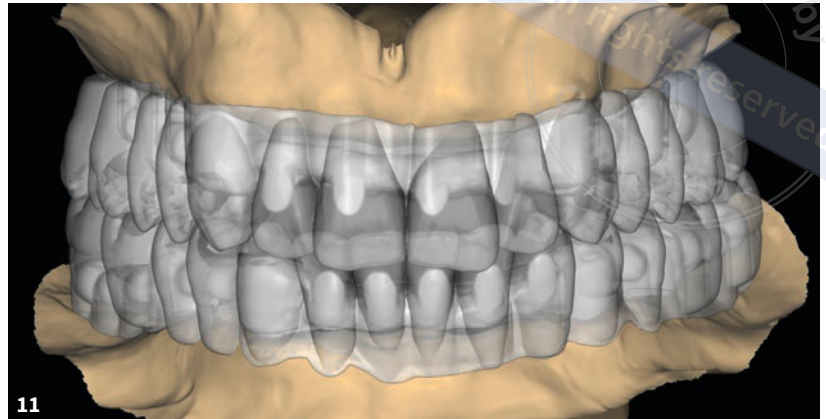
## Fertigstellungsphase

Im Labor wurden zuerst Meistermodelle angefertigt und in den Artikulator eingestellt. Für die Konstruktion von Zahnkränzen aus einem Multilayer-PMMA wurden die neuen Modelle, die in der korrekten Kieferrelation vorlagen, gescannt. Die zuvor entwickelten Prototypen dienten dabei als Referenz. Das resultierende

Design, das nach geringfügigen Anpassungen erstellt wurde, folgte dem gleichen Verfahren wie bei den Prototypen (Abb. 11). Ein signifikanter Unterschied bestand darin, dass die Zahnkränze nicht gedruckt, sondern aus einem Multilayer-Blank gefräst wurden. Nach der Fertigung wurden die Zahnkränze und Tertiärstrukturen zusammengefügt. Die Zähne wurden farblich charakterisiert und die Gingiva-Anteile wurden mit einem Komposit geschichtet (Abb. 12 und 13).

## Fazit

Der dargelegte Vorgang verdeutlicht einen fortgeschrittenen Ansatz in der dentalen Technologie, der mit der präzisen Konstruktion beginnt und bei der finalen Fertigstellung der dentalen Komponenten endet. Durch sorgfältige digitale Vorbereitung und genaue Planung konnten intraorale Scans und CAD-Technologie optimal eingesetzt werden. Der AllinONE-Fertigungsprozess hat sich als besonders effizient erwiesen, da er verschiedene Produktionsschritte simultan abwickeln kann, was die Herstellungszeiten deutlich reduziert. Die spezialisierten Versand- und Slicer-Softwareprogramme gewährleisteten eine präzise Datenübertragung und -verarbeitung. Das Fräsverfahren, angewendet auf Multilayer-Blanks, sowie die innovativen Drucktechniken trugen entscheidend zur Qualität und Genauigkeit der produzierten Elemente bei. Die enge Zusammenarbeit zwischen Labor und Praxis ermöglichte eine stetige Abstimmung und Optimierung der Prozesse.



**Abb. 11** Konstruktion der Zahnkränze auf den Tertiärstrukturen. **Abb. 12** Fertige Arbeit auf dem Modell – Zentrik. **Abb. 13** Fertige Arbeit auf dem Modell – Kopfbiss.



**Abb. 14** Primär-Abutments Oberkiefer. **Abb. 15** Primär-Abutments Unterkiefer. **Abb. 16** Fertige Arbeit von okklusal – Oberkiefer. **Abb. 17** Fertige Arbeit von okklusal – Unterkiefer. **Abb. 18** Eingegliederte Versorgung von frontal – Zentrik.

Abschließend hebt dieser Prozess die entscheidende Rolle von technologischen Fortschritten und einer korrekten Abfolge von Arbeitsschritten in der dentalen Technik hervor. Die Integration des AllinONE-Fertigungsprozesses der Fa. Millhouse sowie die systematische Zusammenarbeit zwischen den Beteiligten gewährleisten ein Höchstmaß an Präzision, Funktionalität und Patientenzufriedenheit (Abb. 14 bis 19).



**Christian von Bukowski**

CvB dental training

D&H Zahntechnik

Korrespondenzadresse:

Krügerstr. 2

85716 Unterschleißheim

E-Mail: christian@

vonbukowski.dental



**Abb. 19** Eingliederte Versorgung von frontal – Kopfbiss.