

# Slices statt Wölkchen

Digitale Technologien für die analoge Artikulation nutzen

ALEXANDER MIRANSKIJ



## Einleitung

In diesem Beitrag wird die gipsfreie Artikulation im digitalen Workflow vorgestellt und ein Vergleich zur analogen Vorgehensweise vorgenommen. Der Autor greift hierfür auf 3-D-gedruckte Splitcastsockel zurück, mit denen er in einem Element den Artikulationsgips und die Splitcastsockel ersetzt. Der Autor und sein Team waren lange auf der Suche nach einem derartigen Weg und haben viel recherchiert und ausprobiert. Eine gute Möglichkeit, das manuelle Sockeln zu umgehen, hat er in der Software der Fa. Exocad (Darmstadt) entdeckt, mit der darin hinterlegten Funktion „Modellausrichtung“.

In der Software lassen sich die digitalisierten Modelle virtuell mittelwertig einartikulieren. Der Autor nutzt selbst vorgefertigte, 3-D-gedruckte Teile, die den Artikulationsgips und den Splitcastsockel ersetzen (die Teile werden auch zum Kauf angeboten). Der verbliebene Raum zwischen den ausgewählten und vom Modellsystem vorgegebenen Splitcastplatten (deren Höhe ja vom Hersteller definiert ist) wird über die in der Software implementierte Möglichkeit, die Modellhöhe individuell einstellen zu können, gefüllt. In diesem Raum lassen sich sogar die Modelle abwinkeln.

Diese Erkenntnis möchte der Autor teilen, denn seiner Erfahrung nach er-

leichtert sie die Arbeit. Insbesondere bei größeren, komplexeren Arbeiten ist diese Vorgehensweise sehr hilfreich, da dabei häufig die Ausgangssituation sowie die präparierte, aber auch diagnostisch aufgewachste Situation digitalisiert und analysiert werden müssen.

Der Grund: Bei komplexeren Arbeiten muss oft zwischen der Ist- (Situ-Modelle) und der Soll-Situation (Wax-up) hin- und hergewechselt werden, weshalb es sinnvoll ist, wenn beide Modellsituationen einartikuliert sind und auch über Kreuz genutzt werden können.

Dank der gedruckten Artikulationssockel ist dies kein Problem mehr. Der Autor wechselt sehr gerne zwischen der Ausgangssituation und den Arbeitsmodellen hin und her, um sich zu vergewissern, ob er auf dem richtigen Weg ist. Die tägliche Arbeit mit diesem System hat gezeigt, dass sich damit viel Zeit sparen lässt.

## Fallbeispiel

Bei dem vorliegenden Fall handelt es sich um ein relativ einfaches Beispiel, für das zwei Kronen angefertigt werden sollten (26 und 27). Es lässt sich dabei gut aufzeigen, wie einfach das System funktioniert.

Eines der Kernstücke des Workflows bilden 3-D-gedruckte Artikulationssockel (Abb. 1), die präzise auf das ver-

## Zusammenfassung

Viele digitale Technologien sparen Arbeitszeit und schonen die Nerven der Anwender. Allerdings werden diese immer wieder in die analoge Welt gezwungen. Was bei der Verwendung eines physischen Artikulators von Vorteil ist, rächt sich bei so fehleranfälligen Schritten wie dem klassisch analogen Einartikulieren der digital geplanten und 3-D-gedruckten Modelle – Stichwort Artikulationsgips und Wölkchen. Der Beitrag schildert einen nahezu voll digitalen Workflow, der den fehleranfälligen Schritt des Eingipsens umgeht.

## Indizes

3-D-Druck, Artikulator, CAD/CAM, Software, Modellherstellung



**Abb. 1** Selbst gedruckte Artikulationssockel (Näheres dazu auch auf [www.3d-dentaldruck.de](http://www.3d-dentaldruck.de)).



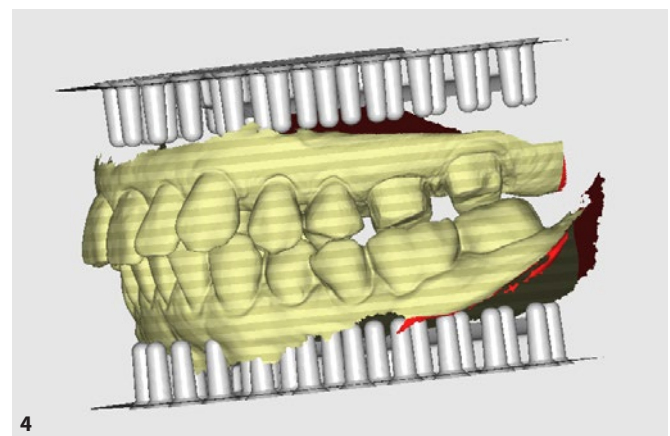
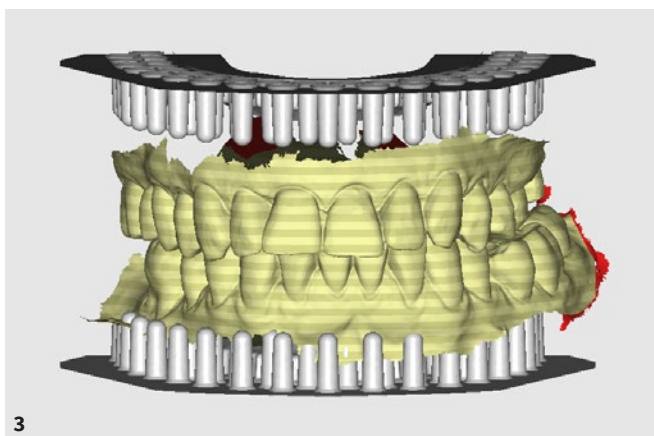
wendete Artikulatorsystem angepasst sind (das Vorhandensein und der Zugriff auf die dafür notwendigen digitalen Daten machen es möglich). Die Höhe der Artikulationssockel ist immer gleich und entspricht dem Erfahrungswert des Autors. Der verbliebene Raum zwischen dem Artikulationssockel, der verwendeten Splitcastplatte (Auswahl in der Software über den Reiter „Modelltyp“) und der Okklusionsebene (Abb. 2) wird über die Modellhöhe in der CAD-Software „gefüllt“.

Der Autor hat entdeckt, dass in der Software der Fa. Exocad das Modellsystem ausgesucht werden kann. In diesem Fallbeispiel das Pin-Modellsystem 2000 Evo für small jaw der Fa. Baumann Dental (Remchingen) (Abb. 2). Die Software blendet die Artikulationsplatte des Modellsystems mit den Pins ein. Der Autor arbeitet mit diesem Modellsystem, da er es bereits in der analogen Welt nutzte, es gut kennt und sehr zufrieden damit ist.

Nachdem das Modellsystem in der Software ausgewählt wurde, lassen sich

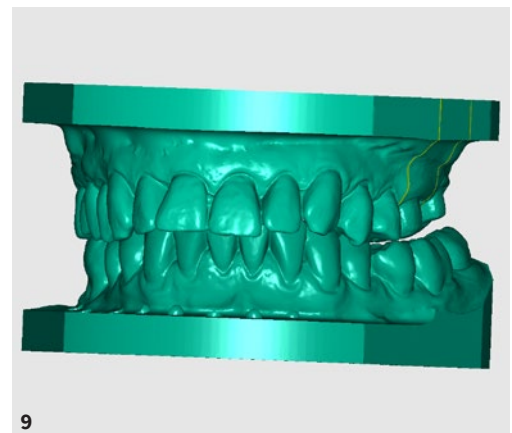
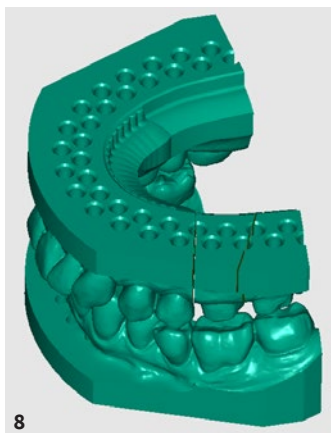
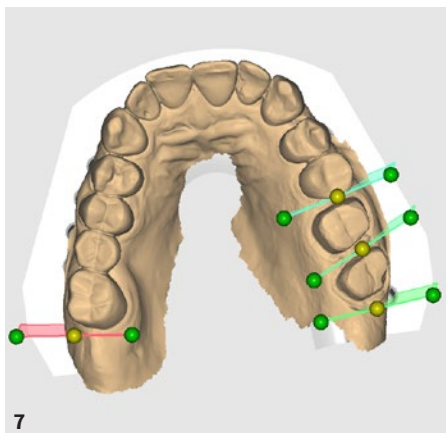
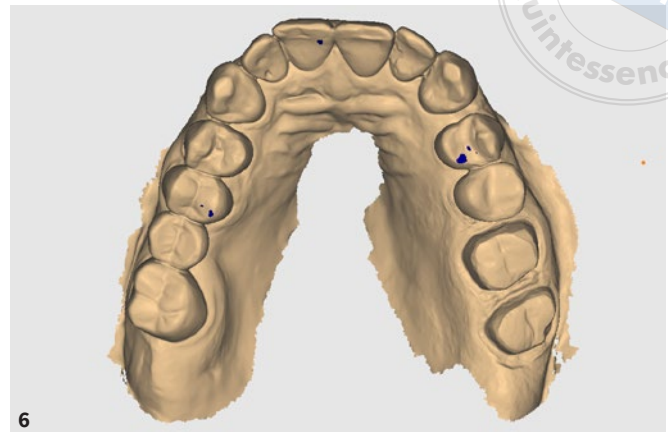
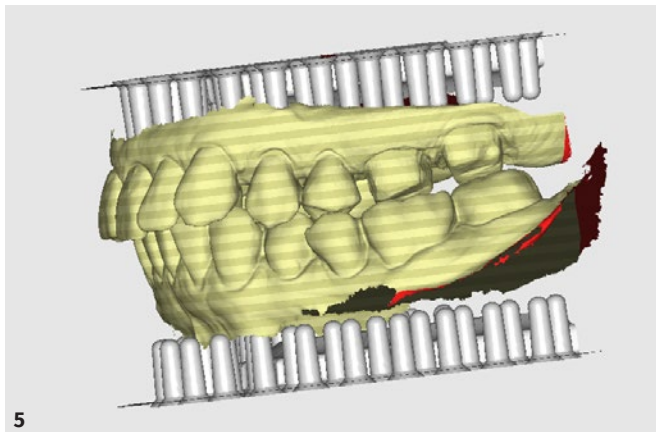
die okklusal verschlüsselten Modelle in dem Leerraum zwischen den Baumann-Platten im Sinne einer mittelwertigen Artikulation frei ausrichten. Mit einem Schieberegler können zusätzlich die Modellhöhen manuell eingestellt werden (der Autor hat dafür 40 Millimeter gewählt). In diesem Abstand werden nun die Ober- und Unterkiefer-Modellscans positioniert (Abb. 4 und 5). In der Software lässt sich der verbliebene Raum zwischen den vorhandenen gedruckten Artikulationssockeln samt Baumann-Platten ganz einfach über die Modellhöhen füllen, sodass sich die derart designten und gefertigten Modelle mithilfe der vorgefertigten Artikulationssockel immer exakt in den Artikulator einstellen lassen.

Ruft man für dieses Fallbeispiel den Scan des Oberkiefers in der exocad-Software auf und blendet die Kontaktpunkte ein (Durchdringung), dann sind in der Okklusalansicht ganz klar drei Kontakte im Palatinalbereich zu erkennen: einen leichten Palatinalkontakt an Zahn 15 und



**Abb. 2** Zweimal der gleiche Artikulator, einmal mit den Modellen auf dem Baumann-Modellsystem 2000 Evo und einmal nur mit den gedruckten Artikulationssockeln. **Abb. 3** In der Software der Fa. Exocad (Darmstadt) kann das Modellsystem ausgesucht werden (hier das Pin-Modellsystem 2000 Evo für small jaw). Der dadurch definierte Raum zwischen den Modellsöckeln wird beim digitalen Designen der Arbeitsmodelle gefüllt. **Abb. 4** Nach der Auswahl des Modellsystems gibt die Software die adäquate Plattform vor, wobei sich mit einem Schieberegler die Modellhöhen manuell einstellen lassen (links im Bild). In dem so definierten Bereich können die Ober- und Unterkiefer-Modellscans positioniert werden. Der verbliebene Raum zwischen den vorhandenen Artikulationssockeln wird gefüllt, sodass die derart designten und gefertigten Modelle sich immer exakt in den Artikulator einstellen lassen.





**Abb. 5** Im Vergleich mit Abbildung 4 wird deutlich, wie die Position des Ober- und Unterkiefers in dem vorgegebenen Bereich von 40 Millimetern variiert werden kann. **Abb. 6** Die digitale Okklusalanzeige des Oberkiefers und die dort dedektierten leichteren Palatinalkontakte an Zahn 15 und 11 sowie ein etwas stärkerer Palatinalkontakt an Zahn 24. **Abb. 7** Im Exocad-Programm lassen sich die gewünschten Sägeschnitte nach Belieben positionieren, das heißt, die so definierten Stumpfsegmente werden später separat gedruckt – somit entfällt der manuelle Arbeitsschritt des Sägens. Die Modellherstellung findet also komplett digital statt. **Abb. 8 und 9** Das fertig gerechnete Modell, wie es an den 3-D-Drucker zur Produktion übergeben werden kann. Die basalen Aufnahmen für die Pins des Modellsystems 2000 Evo der Fa. Baumann (Remchingen) sind gut zu sehen.

11 sowie einen etwas stärkeren Palatinalkontakt an Zahn 24 (Abb. 6).

Später wird an den gedruckten Modellen zu sehen sein, dass sich genau diese Kontaktpunkte mit Artikulationsfolie (einfaches leichtes „Klappern“ des Artikulators) auf den gedruckten (physischen) Modellen wiederfinden. Die Kontaktpunkte können mit dem beschriebenen Workflow also 1:1 übertragen werden.

In der Software lassen sich nun die gewünschten Sägeschnitte nach Belieben positionieren (Abb. 7), das heißt, die so definierten Stumpfsegmente werden

später separat gedruckt – somit entfällt auch dieser manuelle Arbeitsschritt des Separierens. Die Modellherstellung findet also komplett digital statt.

Nach Abschluss des Modelldesigns wird die Berechnung abgeschlossen. Die daraus resultierenden Sägeschnittmodell-daten können an den 3-D-Drucker zur Produktion übergeben werden. In dem gewählten Fall ein Baumann-Modellsystem für die Aufnahme der Pins (Abb. 8 und 9).

Das gedruckte Sägeschnitt- und Gelenkiefermodell lässt sich sehr einfach mit den in der Software ausgewählten

Baumann Splitcastplatten versehen lassen. Dank der gedruckten Artikulationssockel sind keinerlei analoge Arbeitsschritte in der Modellherstellung mehr nötig, das heißt, es kann direkt damit begonnen werden, die Anfertigung der Restaurationen vorzubereiten.

Mit den Artikulationssockeln ist es möglich, auf der Basis einer konsequent digitalen Planung und CAD/CAM-gestützten Fertigung die Modelle in das bevorzugte und geschätzte Artikulatorsystem zu übertragen (Abb. 10) – und das im digitalen Workflow.



**Abb. 10** Die physische Situation der gedruckten und mit den Splitcastplatten versehenen Modelle samt der ebenfalls gedruckten Artikulationssockel. Auf der Basis einer konsequent digitalen Planung und CAD/CAM-gestützten Fertigung lassen sich die Modelle in das bevorzugte und geschätzte Artikulatorsystem übertragen. **Abb. 11** Das 3-D-gedruckte Modell auf der Baumann-Splitcastplatte von okklusal zu sehen. **Abb. 12 und 13** Im Vergleich mit der Abbildung 6 wird ersichtlich, dass sich auf dem gedruckten Modell genau die gleichen Kontaktpunkte finden (einer an Zahn 15, einer an Zahn 24 und einer an Zahn 11) wie auf dem virtuellen, das ja als digitale Planungsgrundlage dem gedruckten Modell vorausgegangen ist.

In der Abbildung 11 ist das gedruckte und gesockelte Modell auf der Splitcast-Platte des Baumann-Pin-Modellsystems 2000 Evo von okklusal zu sehen. Wird nun, wie zuvor erwähnt, mit Okklusionsfolie im Artikulator die Kontaktsituation der physischen und wie im beschriebenen Workflow einartikulierten Modelle markiert, so wird ersichtlich,

dass sich auf dem gedruckten Modell genau die gleichen Kontaktpunkte finden (Abb. 12 und 13) wie auf dem virtuellen (vgl. Abb. 7). Denn wie beim virtuellen Modell zeigen sich auch beim physischen, gedruckten Modell drei ausgeprägte palatinale Kontaktpunkte: einer an Zahn 15, einer an Zahn 24 und einer an Zahn 11.

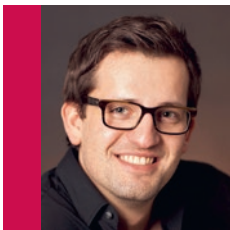
Das zeigt: Die digitale Planungsgrundlage ist mit dem gedruckten und einartikulierten Modell identisch. Es lässt sich eindrucksvoll verdeutlichen, dass die Übertragung von der virtuellen in die analoge Welt funktioniert und alle präzisionsrelevanten Parameter erhalten bleiben. Die gedruckten Artikulationssockel (die den Artikulationsgips und den Split-

castsockel ersetzen) tun dieser Präzision keinen Abbruch.

## Fazit

Der vorgestellte Fall zeigt, dass mit dem beschriebenen Workflow die digitale mit der analogen Welt synchronisiert werden konnte. Der Autor geht seit einigen Jahren erfolgreich so vor. Nichtsdestotrotz schleift er seine gedruckten und derart einartikulierten Modelle unter Zuhilfenahme von Okklusionsfolie vier bis fünf Mal ein, wie man es von den Gipsmodellen her kennt, bis alle erkennbaren Kontaktflächen auf den Zähnen leicht zeichnen, also Kontakt zum Antagonisten haben. Die Stärke der Kontaktpunkte wird mit Shimstockfolie überprüft.

Denn auch, wenn die virtuelle Welt Vorzüge hat, so dürfen nicht die bekannten und wichtigen Arbeitsschritte und das Wissen darum in Vergessenheit geraten. Es ist anzuraten, das eine oder andere Buch oder den einen oder anderen Beitrag zum Thema Artikulationslehre zu lesen, um zu verstehen, warum verschiedene volldigitale Workflows nicht so funktionieren können, wie es gerne dargestellt wird.



**Alexander Miranskij**

ZTM

Dentalmanufaktur Nürnberg

Korrespondenzadresse:

Antalyastr. 11

90408 Nürnberg

E-Mail:

mail@dentalmanufaktur-nuernberg.de