



# Von digital zum Handwerk – näher an der Natur, Teil 1

Eine Werkzeugentwicklung, um sich einen kleinen Vorsprung gegenüber der Digitalisierung zu sichern: Geht das in der heutigen Welt der Effizienzsteigerung und Prozessoptimierung überhaupt? Oder müssen wir aufgeben, wenn uns der Strom abgedreht wird? Nein, handwerkliches Geschick braucht nur etwas Rückenwind. Heute geht es um die Oberflächenveredelung von Prothesenkörpern. Robert Zivkovic zeigt seine neueste Entwicklung, welche Zahntechnikern einen Vorteil gegenüber der CAD/CAM-Technik verschaffen kann.



Autor

**ZTM/Dozent Robert Zivkovic**  
Albstadt

🌐 [www.speedup28.de](http://www.speedup28.de)

🌐 [www.virtoon.de](http://www.virtoon.de)

Unzählige Prothesen zeigen ein einheitliches Bild. Schnell erstellt, glatt poliert – et voilà. Doch es geht auch anders. Zahntechniker, die selbst beim Prothesenkörper nicht halt machen, imitieren die Form, färben weltmeisterlich ein, um der Natur in nichts nach zu stehen. Nur die Oberfläche stellt viele weiterhin vor eine enorme Herausforderung. Während die einen die Wachs Oberfläche modellieren und schnitzen und unkontrolliert stippeln, tasten sich andere mit Fräsern am Kunststoff entlang, bis die Oberfläche annähernd dem Gingiva-Epithel nachempfunden wurde. Doch dann folgt die nächste Herausforderung: die Politur. Enttäuschend wird am Ende festgestellt, dass konkave

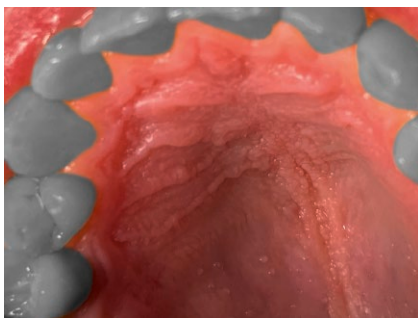
(nach innen gewölbte) Stellen unpoliert bleiben oder die Oberfläche glatt poliert und die aufwendige Vorarbeit zerstört wurde. Dabei könnte es doch so einfach sein.

## Zurück zum Ausgangspunkt

Aufbau und Form des Zahnhalteapparates wurde genauer unter die Lupe genommen, vor allem das Orale Gingivaepithel, seine Beschaffenheit, Textur und Variabilität (Abb. 1 und 2). Recherche, Vergleich und Abstraktion. Das waren meine Aufgaben während der Entwicklung eines Werkzeuges, eines Tools, mit dem die Form und Oberflächen in Wachs schnell, überzeugend und individuell imitiert werden können. Am besten sollte das



1 Studie Gingiva-Epithel



2 Studie, Details im Bereich des Gaumens

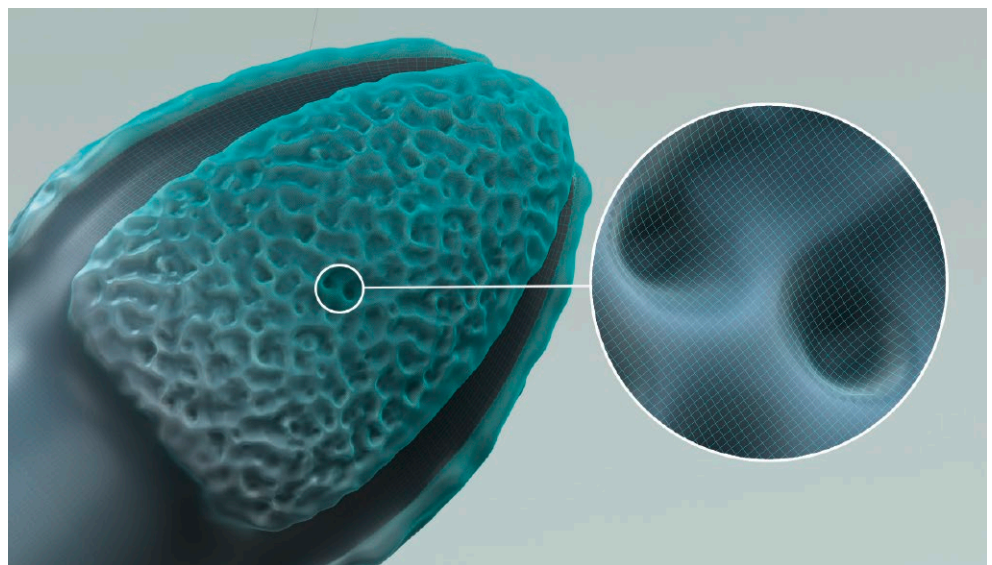
Tool auch noch intuitiv in der Anwendung sein. Und zu guter Letzt soll die Oberflächenstruktur so gestaltet sein, dass der Prothesenkunststoff ohne Detailverlust auf Hochglanz poliert werden kann.

**Die Konstruktion der Tools**

Die Konstruktion und Modellierung erfolgte ausschließlich am PC. So konnte die Oberfläche gestaltet, ge-

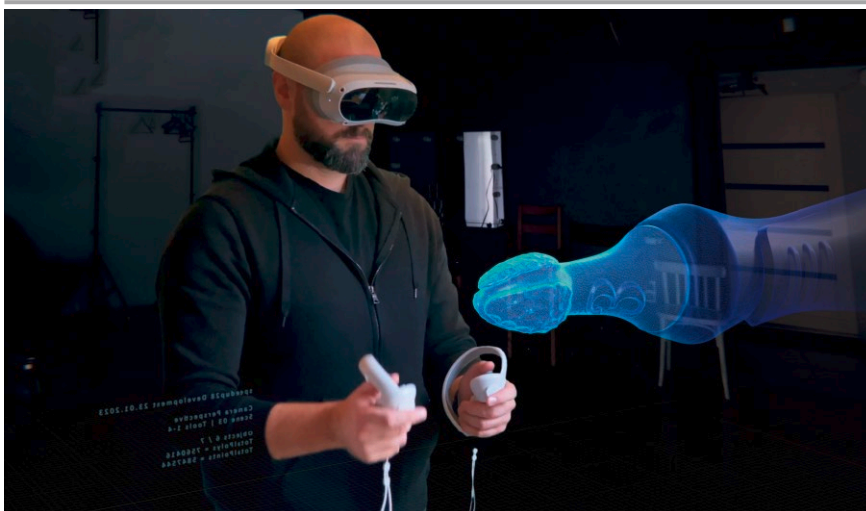
prüft und so lange abgeändert werden, bis das gewünschte Ergebnis vorlag. Abbildung 3 zeigt den Entwurf eines Tools.

Da sehr leistungsfähige CAD-Programme im Einsatz waren, konnte die Flächenanzahl des 3D-Modells eines Tools auf weit über 80 Millionen erweitert werden. So konnte der Gestaltung und Kreativität freien Lauf gelassen werden.



3 Entwicklung eines Tools



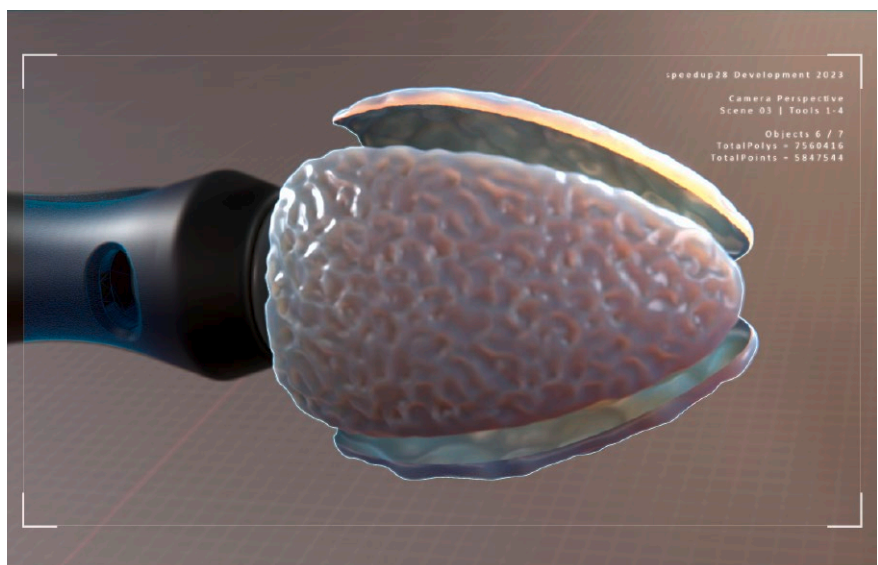


4 Virtuelle Beurteilung der Oberflächengestaltung



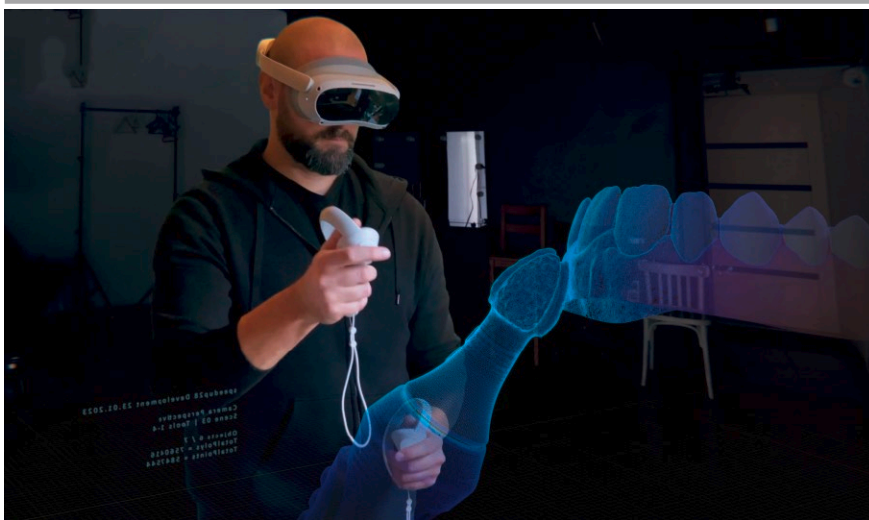
5 Detailansicht, virtuelle Beurteilung der Oberflächengestaltung

6 Detailansicht aus der Sicht des Betrachters

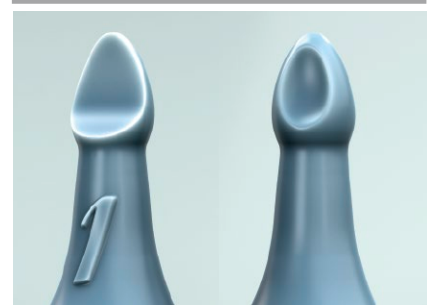


Da während und nach wesentlichen Arbeitsschritten eine konstruktive und räumliche Beurteilung der Objekte unerlässlich war, wurde die visuelle Prüfung sowohl am Bildschirm wie auch im virtuellen Raum mit VR-Brille vorgenommen (Abb. 4 bis 8). Nach der Konstruktion des ersten Tools wurde schnell klar, dass weitere folgen müssen, um das gewünschte Ergebnis noch lebendiger zu gestalten.

Es wurden insgesamt vier Werkzeugköpfe (Tools) entwickelt mit insgesamt elf Funktionen, die im Folgenden kurz vorgestellt werden. Damit der Einsatz fremder Werkzeuge auf ein Minimum begrenzt werden konnte, wurde ein Wachsschaber mit einer Markierungshilfe entwickelt (Abb. 9). Der Wachsschaber enthält unterschiedliche Radien, damit kleine und große Flächen zügig bearbeitet werden können. Die Markierungshilfe dient zur Einteilung der Alveolenhügel, damit man während der Ausgestaltung des Prothesenkörpers den Überblick behält. Zur Oberflächenstruktur von natürlichem Gingivaepithel sind zwei weitere Tools entstanden. Sie enthalten jeweils drei Texturen, die sich in den



**7** Virtuelle Beurteilung der Einsatzfähigkeit der Tools



**9** Tool 1, Vorder- und Rückseite



**10** Tool 2, besitzt 3 Texturen (Vorder- und Rückseite)



**11** Tool 3, besitzt 3 Texturen (Vorder- und Rückseite)



**12** Tool 4 zum Stippeln (drei Stippel-Größen)



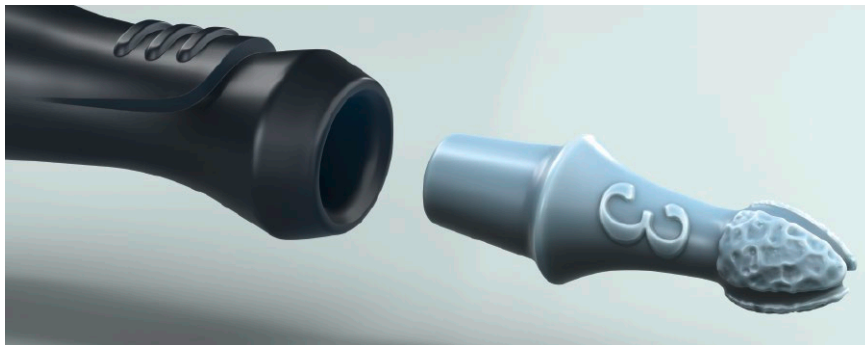
**8** Beurteilung der Einsatzfähigkeit der Tools aus der Sicht des Betrachters

Feinheitsgraden und der Form unterscheiden und beliebig miteinander kombiniert werden können (Abb. **10** und **11**). Das besondere an allen Texturen ist, dass sie konvexe (nach außen gewölbte) Oberflächen produzieren, die im polymerisierten Kunststoff von feinen Polierbürsten erreicht werden. Erst diese Ausgestaltung macht eine gleichmäßige Hochglanzpolitur möglich und erleichtert dem Patienten seine Prothese sauber zu halten.

Damit Stippel realistisch angelegt werden können und nicht zu tief in die Oberfläche des Wachses nach dem Ausmodellieren dringen, wurde das vierte Tool erstellt (Abb. **12**). Nun fehlte nur noch ein geeigneter Griff, der eine schnelle und kinderleichte Anwendung erlaubt. Entsprechend wurde ein kleiner handlicher Griff entworfen, ergonomisch gestaltet mit einer Werkzeugaufnahme für den unkomplizierten Werkzeugwech-



**13** Ergonomischer Griff



**14** Griff mit konischer Werkzeugaufnahme



**15** Werkzeugauswurf, Öffnung auf der Rückseite des Griffes



**16** Werkzeug-Set mit Halterung im virtuellen Raum bewertet

sel (Abb. **13** und **14**). Für den Fall, dass ein Tool zu fest verkeilt, wurde auf der Rückseite des Griffs eine Öffnung angebracht, um das Tool zu lösen (Abb. **15**).

Damit vor, während und nach der Nutzung der Tools das Set stets griffbereit ist, wurde eine schlichte und ressourcensparende Halterung konstruiert (Abb. **16** und **17**).

**Vergleich mit und ohne Tools**

Wer die herkömmliche Ausmodellierung (Abb. **18**) betrachtet und mit der Oberflächenveredelung mit den hier vorgestellten Tools (Abb. **19**) vergleicht, wird leicht den Unterschied erkennen. Nicht nur die Ästhetik erreicht ein höheres Level, sondern auch die taktile Wahrnehmung beim Patienten wird gesteigert.

Nur eines muss grundsätzlich beachtet werden, ob es sich nun um eine Total- oder Teilprothese handelt, der Kunststoff muss immer glatt poliert sein, aber nicht immer platt.

**Vorteil gegenüber CAD/CAM**

Wie im Eröffnungstext angekündigt, folgt nun der Vorteil gegenüber der CAD/CAM-Fertigung: Einerseits ist die Oberflächengestaltung mit dem hier vorgestellten Detailreichtum in CAD-Programmen im dentalen Bereich noch nicht möglich. Ob es an der intensiven Rechenleistung während der Konstruktion liegt, der fehlenden Nachfrage oder sonstigen Gründen, ist unklar. Andererseits ist das Auf- und Fertigstellen eine Kasernenleistung und muss entsprechend von Hand gefertigt werden, wenn über die Krankenkasse abgerechnet wird. Gefräste oder 3D-Druckarbeiten müssen entsprechend als Privatleistung abgerechnet werden. Solange sich die Gesetzeslage nicht ändert,



**17** Halterung mit Werkzeug-Set



**18** Herkömmliche Ausmodellierung in Wachs



**19** Ausmodellierung mit dem hier beschriebenen Werkzeug-Set

könnte sich jeder mit den Tools einen Vorteil verschaffen, um effizient und produktiv überzeugende Ergebnisse von Hand zu liefern. ■

In der nächsten Ausgabe erfahren Sie, wie mit wenigen Handgriffen die Oberflächenveredelung eines Prothesenkörpers erfolgt.