

Biogenerik konstruiert vollanatomische Kauflächen

Die manuelle Modellation einer funktionellen Kaufläche erfordert viel Erfahrung, Geschick und Zeit. Die Automatisierung dieses Arbeitsschritts erwies sich deshalb als ebenso effizient für die Anwendung wie schwierig für die Entwicklung. Dank der Biogenerik hat die CAD/CAM-Technologie nun einen immensen Fortschritt gemacht.

Dr. Joachim Pfeiffer/Bensheim

■ **Die Zahnform eines Menschen** ist so individuell wie sein Fingerabdruck. Wird ein Zahn beschädigt oder zerstört, ist es die Aufgabe von Zahnarzt und Zahntechniker, eine in die individuelle Situation passende Kaufläche zu konstruieren. Dabei liegt es auf der Hand, dass aus funktionseller Sicht die ursprüngliche, natürlich gewachsene Morphologie die ideale Form besitzt. Da diese jedoch in den meisten Fällen durch Schädigung der Zahnschicht und Präparation verloren ist, griff man bisher im Rahmen der computergestützten Restauration auf eine Zahndatenbank zurück. Die dort enthaltenen Musterzähne wurden von der Software auf der Präparation positioniert und dann auf Passung gestreckt und gestaucht. Das Ergebnis war eine gute Standardlösung, die in den Abmessungen stimmte. Die individuellen Zahnstrukturen mussten aber

noch mit den zur Verfügung stehenden Software-Tools manuell an das natürliche Vorbild angeglichen werden. Dieser Vorgang war zeitaufwendig und erforderte einiges an Geschick und Erfahrung. Funktionelle Unstimmigkeiten beseitigten die Anwender letztendlich im Mund des Patienten.

Um den Arbeitsprozess zu beschleunigen und auch unerfahrenen Anwendern von vornherein ein nahezu optimales Ergebnis zu ermöglichen, ist die Kauflächengestaltung weiterautomatisiert und dabei völlig neukonzipiert worden. Grundlage dafür waren Untersuchungen von Wissenschaftlern um den Züricher Physiker und Zahnarzt Prof. Dr. Dr. Albert Mehl und den Siegener Medieninformatiker Prof. Dr. Volker Blanz, denen es gelang, Merkmale zu identifizieren, mit deren Hilfe die Zahnmorphologie exakt zu

beschreiben ist. Diese Merkmale folgen Gesetzmäßigkeiten, die sich mathematisch analysieren und für die Rekonstruktion einer patientenspezifischen Okklusion nutzen lassen. Dieses Verfahren haben wir Biogenerik genannt, weil die Generierung der Okklusalfäche von den Zähnen des Patienten als Vorbildern ausgeht.

Der biogenerische Ansatz

Zur Analyse der Zahnmorphologie wurden in Messreihen mehrere tausend Einzelzähne erfasst und dann ermittelt, inwieweit ihre Hauptmerkmale bei den verschiedenen Zähnen eines Gebisses korrespondieren. Die Untersuchungen ergaben, dass man anhand von 20 Hauptkomponenten oder Dimensionen mehr als 80 Prozent der gesamten Variabilität der

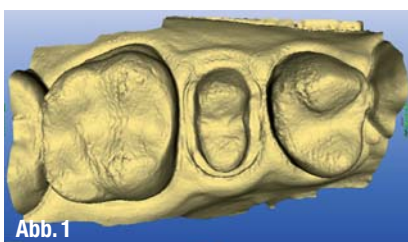


Abb. 1

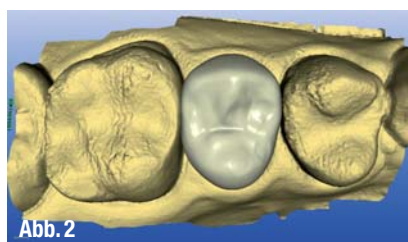


Abb. 2

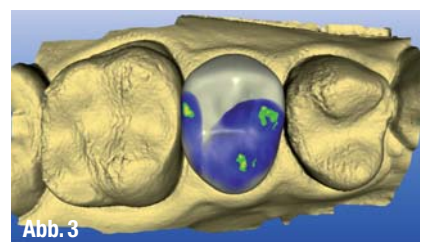
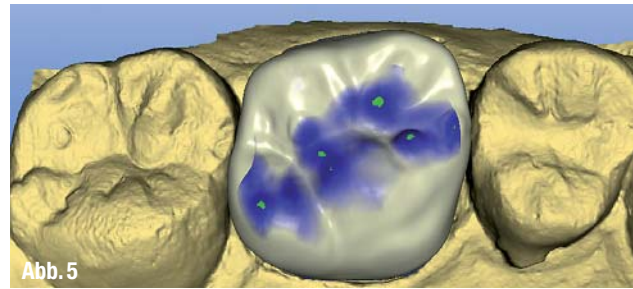
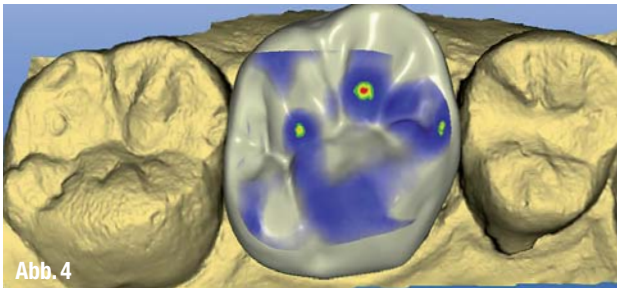


Abb. 3

▲ **Abb. 1:** Virtuelles Modell vom präparierten Zahn 15. ▲ **Abb. 2:** Biogenerische Kronenkonstruktion für Zahn 15 auf der Grundlage der gewonnenen Daten des Nachbarzahns 16. ▲ **Abb. 3:** Der biogenerische Vorschlag harmonisiert gut mit der natürlichen Situation, sichtbar an den farbigen Flächen, die leichte Kontaktpunkte mit dem Antagonisten anzeigen.



▲ **Abb. 4 und 5:** Im unmittelbaren Vergleich zwischen dem Erstvorschlag für eine Krone mit der früheren CEREC-Software (Abb. 4) und dem biogenerischen Erstvorschlag (Abb. 5) erkennt man den Fortschritt deutlich: Höcker und Fissuren sitzen an der richtigen Stelle, die Unterschreitung des Mindestabstands zum Antagonisten – auf Abbildung 4 rot markiert – tritt in der neuen Software-Version nicht mehr auf.

Zähne abbilden kann. Diese Erkenntnis ermöglichte die sehr effiziente, mathematische Beschreibung der charakteristischen Merkmale eines jeden Zahntyps. Dabei ist unerheblich, in welchem Zustand sich das Gebiss befindet: Das Software-Programm kann die Algorithmen ebenso auf jugendliche wie auf altersbedingt abradierete Okklusalfächen anwenden. Dadurch ist die Software universal einsetzbar. Und es erlaubt nicht nur, mithilfe der okklusalen Restzahnsubstanz die Kaufläche eines Inlays oder Onlays zu berechnen, sondern es ermöglicht die Kauflächen eines präparierten Zahnstumpfs mithilfe eines intakten Nachbarzahns oder Antagonisten naturgetreu zu rekonstruieren.

Diese Übertragung der Merkmale von einem auf den anderen Zahn funktioniert, indem die Korrespondenzanalyse Höckerspitzen, Lage der Fissuren, Randleisten, Höhenprofile eines zuvor optisch erfassten Referenzzahnes, beispielsweise eines Antagonisten, mit dem im System für den betreffenden Zahn hinterlegten Daten vergleicht. Die „Abweichungen“ dieses Referenzzahns von den Standard-Zahndaten des gleichen Zahntyps werden ermittelt. Im nächsten Schritt verändert die Software die Standard-Zahndaten des zu restaurierenden Zahntyps um genau die „Abweichungen“, die für den Referenzzahn ermittelt wurden. Auf diese Weise wird die gesamte Zahnmorphologie inklusive Kau- und Seitenflächen berechnet. Abschließend modifiziert die Software den Datensatz entsprechend der okklusalen und approximalen Kontaktflächen. Im Ergebnis erhält man so einen Zahn, der hinsichtlich Aussehen und Funktion nicht nur exakt zu den restlichen Zähnen passt, sondern auch in allen wesentlichen Zahnstrukturen der ursprünglichen Morphologie entspricht.

Schnell und einfach zum reproduzierbaren Ergebnis

Das mit Worten nur sehr schwer zu beschreibende komplexe und komplizierte biogenerische Verfahren erfordert lediglich einen Mausklick und dauert nur wenige Sekunden. Es ersetzt die in früheren Softwareversionen erforderliche Wahl eines Musterzahns aus der Zahndatenbank und die manuelle Bearbeitung der Kaufläche. Das neue Verfahren ist also wesentlich einfacher und spart viel Zeit. Dabei geht es letztendlich genauso vor wie ein Zahntechniker, der beim Aufwachsen eine weitgehende Übereinstimmung mit den Nachbarzähnen anstrebt. Doch während sich das Ergebnis der konventionellen Arbeit von Zahntechniker zu Zahntechniker unterscheidet, ist die vollautomatische mathematische Berechnung reproduzierbar und kommt dabei deutlich näher an die individuelle natürliche Zahnform.

Nachbarzähne liefern bevorzugte Informationen

Bei der Rekonstruktion der Zahnmorphologie spielt eine große Rolle, welcher Zahn als Referenzzahn bzw. welche Informationen über die Zahnsubstanz des Patienten zur Verfügung stehen. Als Referenzzähne dienen in der Software standardmäßig die Nachbarzähne – der distale im hinteren Bereich, der mesiale im vorderen Bereich. Liefert der bevorzugte Nachbarzahn mehr als die Hälfte der benötigten Daten, kann der Algorithmus damit einen passenden Zahn errechnen. Fehlen Informationen, müssen weitere Daten von dem anderen Nachbarzahn gewonnen werden. Auch wenn Nachbarzähne und auch die Antagonisten die umfassendsten Informationen liefern, kann die Biogenerik grundsätzlich von jedem beliebigen Zahn Daten gewinnen und eine

Restauration vorschlagen, die der natürlichen Kaufläche des Patienten nachempfunden ist. Hierbei ist jedoch von Vorteil, wenn der Referenzzahn aus demselben Bereich stammt. Denn je weiter der Referenzzahn von der zu restaurierenden Zahnsituation entfernt ist, desto geringer sind die Korrelationen.

Immer gleicher Workflow

Das biogenerische Verfahren der Kauflächengestaltung eignet sich ideal für vollanatomisch ausgeschliffene Restaurationen, die je nach Anforderung und Belastungssituation beispielsweise aus Feldspatkeramik im Front- und aus Lithiumdisilikat im Seitenzahnbereich gefertigt werden. Diese Keramiken erfüllen sehr hohe ästhetische Ansprüche, sodass man, ohne Verblenden zu müssen, schnell und wirtschaftlich einen hochwertigen, auf den Patienten perfekt zugeschnittenen Zahnersatz erhält. Der Verzicht auf die Auswahl eines Musterzahns aus der Zahndatenbank beschleunigt und erleichtert die Anwendung. Zudem hat das Entwicklerteam um Ulrich Orth dafür gesorgt, dass das Verfahren bei allen Indikationen – Inlays, Onlays, Veneers, Kronen und Brücken bis vier Gliedern – mit dem gleichen Ablauf funktioniert. Der Zahnarzt muss sich also nicht immer wieder umstellen: der Arbeitsablauf ist einfacher und besser zu erlernen. ◀◀

>> KONTAKT

Sirona Dental Systems GmbH
 Fabrikstraße 31, 64625 Bensheim
 Tel.: 0 62 51/16-0
 Fax: 0 62 51/16-25 91
 E-Mail: contact@sirona.de
www.sirona.de