

Offene Schnittstellen, offene Lösungen

Von Markus Schütz, Hesperange (Luxemburg)

Hat man sich nach reiflicher Überlegung endlich entschieden, nun auch mit der CAD/CAM-Technik zu arbeiten, so stellt sich zunächst eine grundlegende Frage: Lohnt es sich, die gesamte Arbeit von A bis Z im eigenen Labor herzustellen, was eine erhebliche Investition bedeutet oder gibt man die virtuelle Konstruktion nach dem Scannen in ein Fräszentrum. Wählt man die zweite Lösung, so gibt es seit der letzten IDS die Möglichkeit, zwischen einer offenen und einer geschlossenen Schnittstelle zu wählen. Markus Schütz erklärt in einem mehrteiligen Beitrag die Vorteile eines offenen Systems. Zunächst gibt er einen Überblick über die wichtigsten technischen Schritte beim Scannervorgang.

Indizes:
CAD/CAM
Digitalisierung
Scannen
Software

Der aktuelle „State of the Art“ in der Dentaltechnik sind geschlossene, begrenzte und codierte Systeme. Ein geschlossenes System bedeutet, dass ein Datenaustausch zwischen Scanner, Modellier- und Frässoftware nicht möglich ist, die ausgegeben Daten sind nur von der von Ihnen gewählten CAD- oder CAM-Anlage zu verwerten. Hierdurch

begeben Sie sich unbewusst in eine technische Abhängigkeit, durch die Sie sich die Möglichkeit der freien Auswahl von Anbietern, Materialien und Produkten nehmen. Mit ihren codierten Daten versuchen die Dentalfirmen, Kunden zu binden und sich langfristig zu sichern. Der folgende Beitrag soll Ihnen helfen, ein wenig Licht in diese Problematik zu bringen und Ihnen die Ungewissheit über eine zukunftsweisende und interessante Technik nehmen.

Digitalisierung des Modells

Der erste Schritt in der CAD/CAM-Prozesskette ist die Digitalisierung des Modells mit einem Scanner. Grundsätzlich kann man taktile und optische Scanner unterscheiden. Bei den taktilen Scannern wird das Modell mechanisch mit einem Tastkopf vermessen. Dieses Verfahren wurde vor allem in den Anfängen des dentalen CAD/CAM verwendet. Wesentliche Nachteile bestehen jedoch in der geringen Arbeitsgeschwindigkeit sowie der eingeschränkten Zugänglichkeit von Unterschnitten und Vertiefungen. Mittlerweile haben sich daher optische Scanner durchgesetzt, die das Modell berührungslos und mit deutlich höherer Geschwindigkeit digitalisieren.

Optische 3D-Scanner beinhalten als wichtigste Komponenten einen 3D-Sensor sowie eine Positionierungseinheit. Der 3D-Sensor wiederum beinhaltet einen Projektor und eine oder mehrere Kameras, die zur optischen Achse des Projektors eine definierte Schrägstellung aufweisen. Die Arbeitsweise des 3D-Sensors besteht nun darin, dass vom Projektor ein Lichtmuster auf das zu vermessende Objekt projiziert wird. Die dreidimensionale Geo-

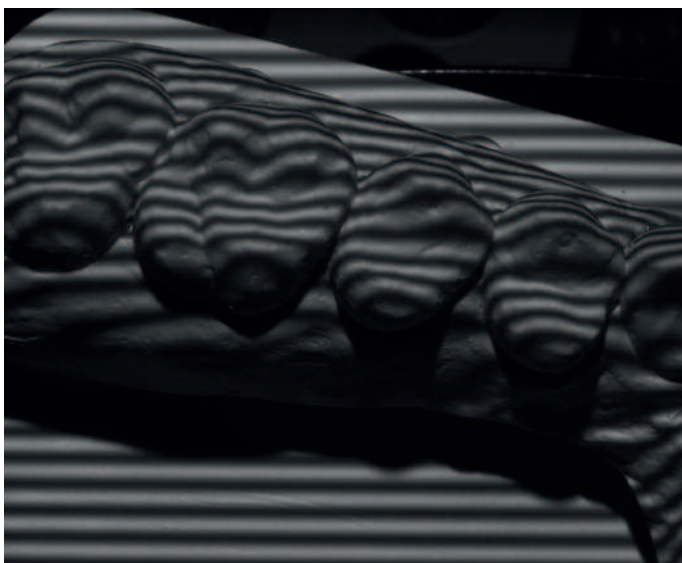


Abb. 1 Streifenmuster auf Zähnen

metrie des Objekts bewirkt, dass das normierte Lichtmuster aus der Perspektive der geneigten Kamera eine Verzerrung erfährt. Aus dem Maß der Verzerrung des aufprojizierten Lichtmusters kann nun mit hoher Genauigkeit die dreidimensionale Geometrie des erfassten Objekts berechnet werden (Abb. 1).

Aufgrund der komplexen Geometrie von Zahn- und Kieferabdrücken wird es in der Regel nie gelingen, mit nur einer Messung des 3D-Sensors einen vollständigen Zahn oder gar ein komplettes Gebiss rundherum zu erfassen. Hier kommt nun die Positionierungseinheit, die zweite wichtige Kom-

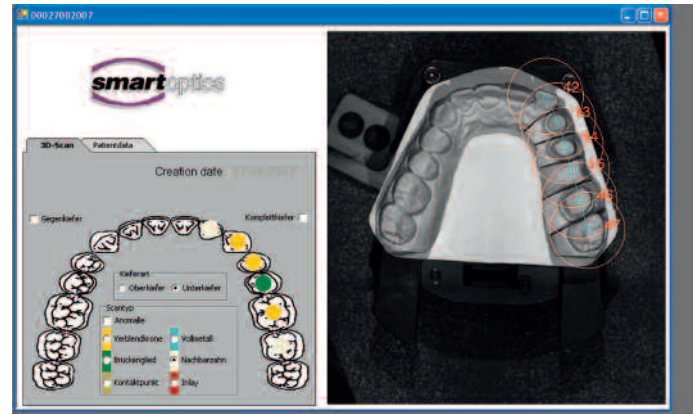


Abb. 2 Prescanbild mit Scandefinition

sämtliche Messungen zu einem gemeinsamen Datensatz verschmolzen. Dentalscanner werden in der Regel mit einer speziell für die zahntechnische Anwendung ausgelegten Software geliefert, die den eigentlichen Scanvorgang wei-

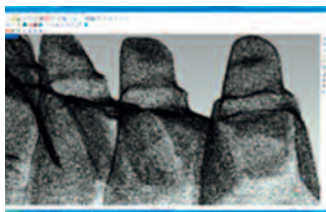


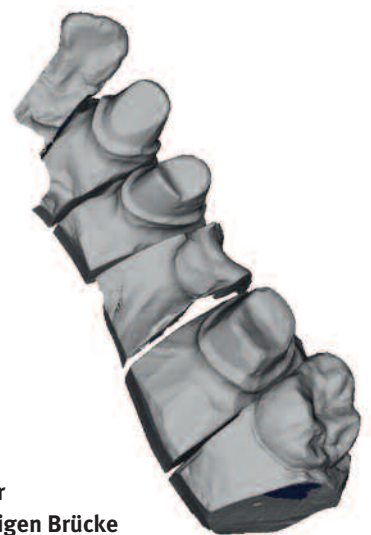
Abb. 3 Punktwolke



Abb. 4 Dreiecksflächen

ponente eines Scanners, zum Zuge. Das Modell wird dazu auf einem Halter an der Positionierungseinheit befestigt und kann dann im Raum gedreht, gekippt und verschoben werden. Somit kann das Modell unter verschiedenen Betrachtungswinkeln relativ zum 3D-Sensor positioniert und vermessen werden, so dass das Modell schrittweise ‚rundum‘ digitalisiert werden kann. Abschließend werden

Abb. 5 Scan einer viergliedrigen Brücke



testgehend automatisiert. Nachdem das Modell auf dem Objektträger im Scanner fixiert wurde, wird ein Vorscan gestartet. Hierbei wird zunächst ein Vorschaubild des Objekts erstellt. Anhand des Vorschaubildes erstellt der Bediener dann die Scandefinition, die festlegt, welche Bereiche des Modells tatsächlich gescannt werden sollen (Abb. 2). Nach Start des 3D-Scans fährt der Scanner dann automatisch alle benötigten Positionen an, vermisst diese und erstellt daraus den 3D-Datensatz des Modells. Als Resultat erhält man nach dem ersten Scanvorgang eine sogenannte Punktwolke (Abb. 3). Danach werden diese Punkte verbunden, um eine Art Dreiecksflächen daraus zu machen. Diesen Vorgang nennt man Triangulisierung (Abb. 4).



Abb. 6 STL Daten – Zertifikatsvertrauensliste

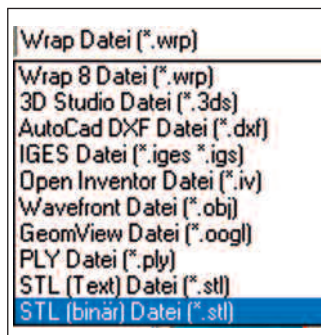


Abb. 7 Mögliche kompatible Datenformate

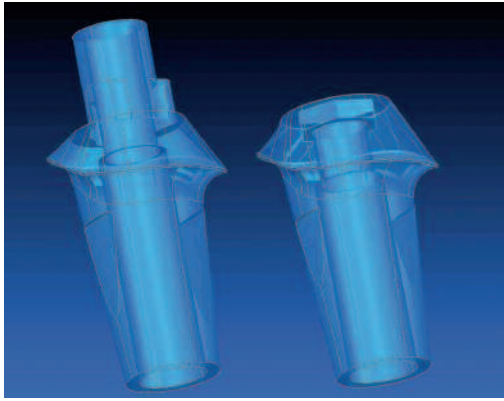


Abb. 8 Abutments

Das Ausgangsformat der 3D-Daten hängt vom Scanner-Hersteller ab. Offene Systeme liefern in der Regel das industrielle Standardformat STL – die Oberfläche wird dabei in Form kleiner Dreiecksflächen angenähert. Je kleiner die Dreiecke, um so besser ist die Annäherung der realen Form durch die Dreiecksflächen – umso größer ist allerdings auch der Datensatz. Die Annäherung der Oberfläche sowie die Anzahl und Dichte der Dreiecke können als Qualitätsmerkmale eines Scanners betrachtet werden (Abb. 5 und 6).

Bei geschlossenen Systemen liegen die 3D-Daten oftmals in verschlüsselter Form vor. Eine freie Nutzung der Scandaten ist damit nicht mehr möglich. Der Anwender ist also gezwungen, die Designsoftware sowie die Fertigungsstruktur des Systemherstellers zu nutzen (Abb. 7).

Mit dem Vorliegen der STL-Datei ist die Digitalisierung des Modells abgeschlossen. Je nach geplanter Anwendung wird man noch zusätzlich einen Quetschbiss oder einen Gegenkiefer digitalisieren, um so auch vollanatomische Designs unter Berücksichtigung des Antagonisten erstellen zu können.

CAD-Design

Basierend auf diesen Dreiecksflächen, ermöglicht uns das CAD-Programm, verschiedene Operationen durchzuführen. Diese Operationen, im Fachjargon Merging, Offset, Sculpting und Morphing genannt, sind grundlegende Anwendungen in der CAD Technik.

Nach der Fertigstellung des Designs wird die Arbeit in einem kompatiblen Datensatz (STL) abgespeichert. Der STL-Datensatz ist ein kompatibles und häufig verwendetes Format (Dreiecke) in der Industrie. Mit diesem Format ist es möglich,

mit allen Systemen, die eine offene Schnittstelle haben, zu kommunizieren (Abb. 8 bis 12).

CAM-Fräsung

Diese STL Daten werden dann in ein CAM-(Fräs-)Programm importiert. Hier werden dann die einzelnen Parameter und Frässtrategien festgelegt, programmiert und anschließend in eine CNC Maschine eingelesen (Abb. 13).

Fazit

Mit einer offenen Schnittstelle können Sie in jede Prozesskette eingreifen, um gewünschte Feinabstimmungen zu unternehmen. Bei einem geschlossenen System haben Sie auf keinen dieser Schritte Zugriff, Sie können weder die Daten nach dem Scannen oder während des Designs verändern. Mit geschlossenen Systemen laufen Sie Gefahr, an den neuesten Entwicklungen nicht teilhaben zu können! Wenn Sie sich in der Welt der Industrie nach verschiedenen Komponenten wie

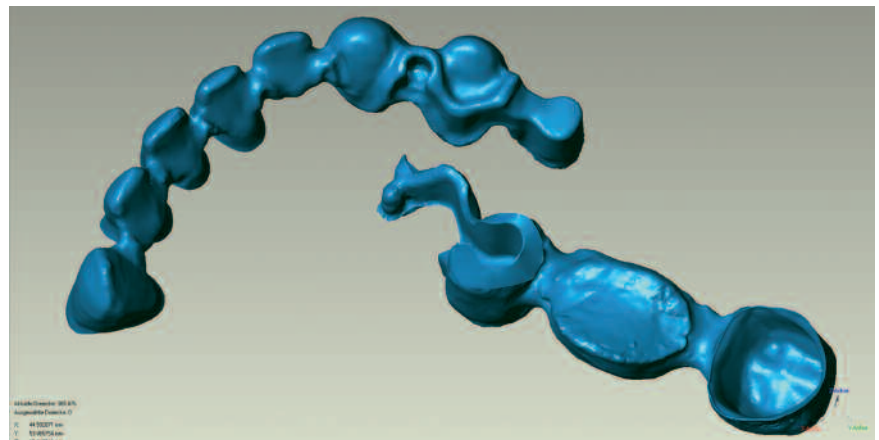


Abb. 9 Individuelles Geschiebe

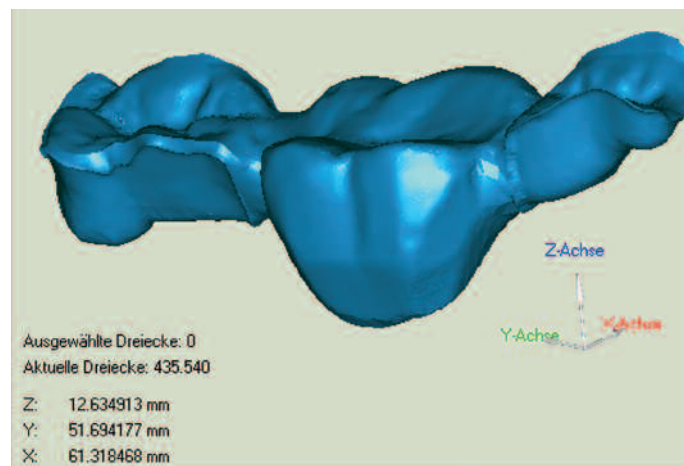


Abb. 10 Inlaybrücke

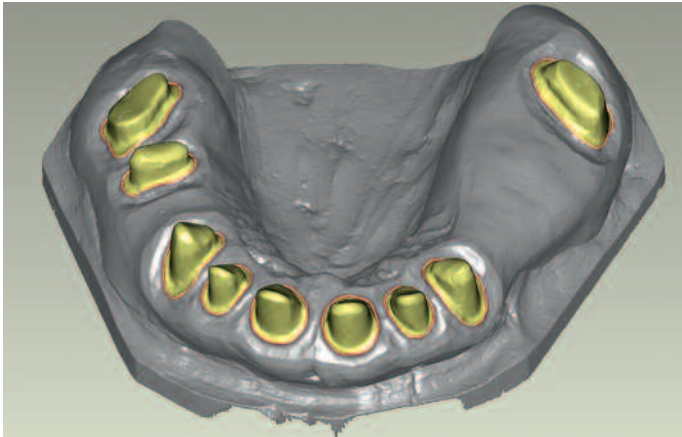


Abb. 11 Virtuelles Modell mit Stümpfen

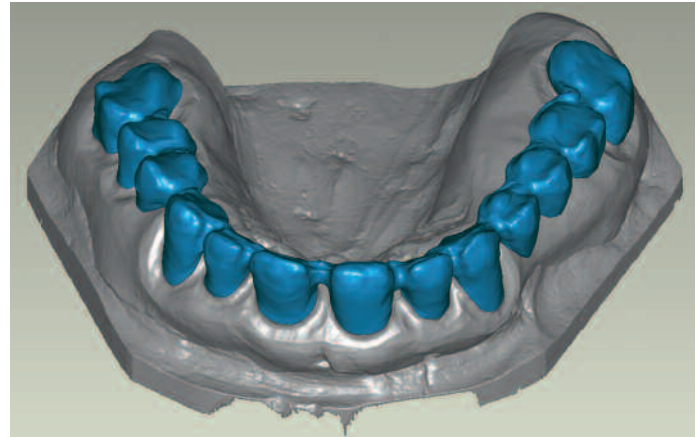


Abb. 12 Virtuelles Modell mit Brücke



Abb. 13 Zirkonbrücke

Scanner und Software umschauen, werden Sie nur offene Schnittstellen und kompatiblen Datenaustausch finden, sonst würde es keine Kommunikation zwischen den einzelnen Anwendungen in der Industrie geben. Diese Betriebe arbeiten alle mit internationalen Standarddaten oder es existiert ein Konverterprogramm, mit

dem man diese Daten umwandeln kann. In der Industrie wird heute vorwiegend mit internationalen Datenformaten

ckentechnik, Orthodontik, Suprakonstruktionen. Sie haben so die Möglichkeit, durch eine enge Partnerschaft, die einzelnen Komponenten zu Ihrem Vorteil weiter zu entwickeln und zu verbessern. Somit sind Sie Ihrer Zeit voraus und erzielen dadurch einen klaren Wettbewerbsvorteil. [n](#)

Im nächsten Teil werde ich genauer auf die einzelnen Schritte eingehen und die Triangulisierung sowie die Vor- und Nachteile des virtuellen Designs auf Dreiecken und Flächen erläutern.

Autor: Markus Schütz in Zusammenarbeit mit der Firma Smart Optics.

wie ASCII oder STL gearbeitet. Diese Formate gewährleisten eine uneingeschränkte Kompatibilität und Sie haben damit die Möglichkeit zur freien Wahl Ihres Partners.

Durch offene Systeme haben Sie Zugang zu vielen Technologien, wie etwa Wachsprinter, Lasersintermaschinen und zu den verschiedensten industriellen Betrieben mit unterschiedlichen Schwerpunkten. Sie finden heute Fräszentren mit Schwerpunkt Metall (CroCo, Titan usw.), Zirkonoxid (Grün- oder Hip-Bearbeitung) oder Polyamid sowie mit Spezialisierungen in den verschiedensten Applikationen wie Abutments, Stege, konventionelle Kronen- und Brü-

Der Autor

Markus Schütz, Jahrgang 1971, absolvierte von 1987 bis 1991 eine Ausbildung zum Zahntechniker in Reutte/Tirol, parallel dazu besuchte er die Berufsschule für Zahntechniker in Baden bei Wien. Von 1991 bis 2001 arbeitete er als Zahntechniker in verschiedenen Laboren in Österreich und Deutschland, Schwerpunkte: Edelmetall und Keramik. 2001 wechselte in die in CAD/CAM-Technik nach Luxemburg, Schwerpunkt: Produktion und Marketing. 2007 gründete er die simeda s.a. in Luxemburg, deren Geschäftsführender Gesellschafter er ist. Er verfügt über angjährige Berufserfahrung in der dentalen und industriellen Fertigung mit Schwerpunkt CAD, Reverse Engineering, Produktentwicklung und Marketing und ist als Referent im Großraum Benelux, Deutschland und Portugal tätig.

Korrespondenzadresse:

Markus Schütz