



Arbeitsmodelle für die digitale Zahntechnik

Modellherstellung bei Infinident Solutions

LUDWIG SCHULTHEISS

Die Digitalisierung in der Zahnheilkunde gewinnt immer mehr an Gewicht. Bis dato hat das Thema CAD/CAM hauptsächlich in der Zahntechnik eine Rolle gespielt. Dabei findet der gesamte digitale Prozess – Digitalisierung (CAI = Computer Aided Imaging), Design (CAD = Computer Aided Design), Fertigung (CAM = Computer Aided Manufacturing) – überwiegend im zahntechnischen Labor statt.

Der größte Vorteil der Digitalisierung in der Zahnheilkunde liegt in der Möglichkeit, die Patienteninformationen digital in Echtzeit optisch zu erfassen und zu übertragen. Der digitale Abdruck direkt im Patientenmund bietet dem Zahnarzt

die Möglichkeit, ein aktiver Teil des beschriebenen digitalen Prozesses zu werden.

Der digitale Abdruck

Durch ausgereifte Intraoralscannertechnologie ist es heute möglich, den digitalen Abdruck (CAI) direkt am Patienten vorzunehmen. Die orale Situation wird digital erfasst und die Daten meist via Cloud direkt an ein zahntechnisches Labor übertragen. Mit entsprechenden Schnittstellen kann das zahntechnische Labor die Daten in Sekunden empfangen, importieren und in einer entsprechen-

den CAD-Software weiterverarbeiten.

In der Theorie suggeriert der digitale Workflow, dass jegliche analogen zahntechnischen Arbeitsschritte nicht mehr zwingend notwendig wären. Wenn man sich jedoch die Realität betrachtet, bleibt das zahntechnische Arbeitsmodell weiterhin die Basis, um einen qualitativ hochwertigen und passgenauen Zahnersatz herstellen zu können.

Durch den digitalen Abdruck findet eine Abwandlung des gesamten analogen zahntechnischen Arbeitsprozesses statt. Anstelle eines Silikonabdrucks, der in Gips als Arbeitsmodell analog umge-

setzt wird, erhält das zahntechnische Labor einen digitalen Scan der oralen Patientensituation. Schnittstellenabhängig können dabei Informationen wie z. B. die Definition der Präparationsgrenze sowie Farbinformationen bezüglich Stumpfverfärbungen zeitgleich digital an das Labor übertragen werden. Somit dient der digitale Abdruck auch als neue Möglichkeit für die Zahnarzt-Labor-Kommunikation und in der Folge dazu, potenzielle Fehlerquellen rechtzeitig zu minimieren (Abb. 1).

Auf Basis der erhaltenen Daten hat das zahntechnische Labor die Möglichkeit, auf digitalem Weg Arbeitsmodelle herzustellen. Hier hat sich der 3-D-Druck als ideale Fertigungstechnologie durchgesetzt.

Digitales Modell (CAD)

Mithilfe spezieller Software Applikationen, sogenannter Model Builder Software, kann auf Basis der Scandaten das finale Modell im Labor virtuell konstruiert werden. Model Builder Software wird von den führenden CAD-Softwareherstellern

meist als kostenpflichtiges Zusatzsoftwaremodul (App) unter den Namen Model Creator (Exocad, Darmstadt), inLab Model Builder (Dentsply Sirona, Bensheim), Modelbuilder (3Shape, Kopenhagen, Dänemark), DWOS Modelbuilder (Dental Wings, Berlin) angeboten.

Die Konstruktionsschritte und der Aufbau sind dabei meist vergleichbar und relativ intuitiv angelegt. In der Regel beinhalten diese Apps eine Vielzahl an Möglichkeiten für die digitale Modellgestaltung.

In den jeweiligen Softwareschritten können verschiedene Einstellungen vorgenommen werden, wie zum Beispiel die Höhe und der Formverlauf des Modellsockels (keilförmig), um eine entsprechende Retention beim analogen Sockeln des finalen physischen Modells mit Gips zu erhalten. Hinzu kommt die Möglichkeit, bei Implantatfällen die Gingivamaske situationsabhängig zu definieren und als separates Teil passgenau parallel zum Modell zu fertigen.

Die unterschiedlichen Softwarehersteller bieten meist auch sogenannte Basisartikulationslösungen (umgangs-

Zusammenfassung

Durch die zunehmende Verbreitung von intraoralen Abformeinheiten (IO-Scannern) fertigen zahntechnische Labore Zahnersatz immer häufiger auf Basis digitaler Abdrücke. Da für einen qualitativ hochwertigen Zahnersatz jedoch weiterhin solide Arbeitsmodelle benötigt werden, hat sich für die physische Erstellung der Modelle das Thema 3-D-Druck etabliert. Dieser stellt die Zahntechnik vor neue Herausforderungen. Eine Alternative möchte der unabhängige Fertigungsdienstleister Infinident Solutions aus Darmstadt bieten. Er stellt seit mehr als zehn Jahren unterschiedliche digitale Modelltypen mithilfe additiver Fertigungstechnologien her.

Indizes

CAD/CAM, additive Fertigung, Arbeitsmodell, digitaler Modelldruck



Abb. 1 Digitaler Abdruck im Rahmen des Munich Implantat Concepts (MIC), das auf einem rein digitalen Workflow basiert. Eine Überprüfung der finalen Arbeit auf einem digital gefertigten Modell ist jedoch eine sinnvolle Ergänzung.



sprachlich „KlipKlap“ genannt) für gedruckte Zahnmodelle an. Hier gibt es je nach Anbieter unterschiedliche Adaptergeometrien, die in der Model Builder Software hinterlegt sind und per Klick einfach und schnell virtuell automatisiert angefügt werden.

Abschließend wird das virtuell konstruierte Modell in der Regel als STL-Datensatz für die digitale Herstellung exportiert (Abb. 2).

Modell-Portfolio von Infinident Solutions

Infinident druckt seit mehr als zehn Jahren als unabhängiger Fertigungsdienstleister täglich eine Vielzahl an unterschiedlichen Modelltypen, vom klassischen gepinnten Sägeschnittmodell mit unterkehlten Stümpfen, über sogenannte Geller Modelle mit herausnehmbaren Stümpfen, Implantatmodelle mit geplanten Implantatanalogen und auf Wunsch mit abnehmbarer, flexibler zahnfleischfarbener Gingivamaske, zur situationsbedingten Simulation des Emergenzprofils bei patientenindividuellen Implantatabutments. Hinzu kommen massive Modelle für die Kieferorthopädie, die sich z. B. für das Tiefziehen eignen (Abb. 3).

Hier zeigen sich allerdings oftmals die Grenzen der digitalen Technologie beziehungsweise die Möglichkeiten und Einschränkungen, denen diese Technologie unterliegt. Zum Beispiel gibt es immer wieder Fälle, bei denen nicht ausreichend abgeformt wurde und die somit keine zufriedenstellenden Ergebnisse beim finalen Produkt ermöglichen (Abb. 4).

Modellherstellung bei Infinident Solutions

Die additive Fertigung der oben beschriebenen unterschiedlichen Den-



Abb. 2 Model Builder Software: unterschiedliche Einstellungsoptionen für die virtuelle Vorbereitung des digitalen Modells. **Abb. 3** Digitale Modelle bei Infinident Solutions: Lab Model SL/SLS, Lab Model Q, Lab Model FA, Lab Model Implant, Ortho SL.

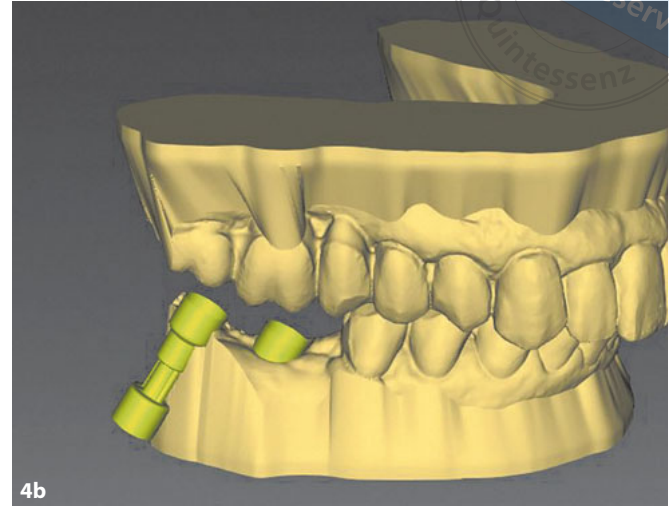
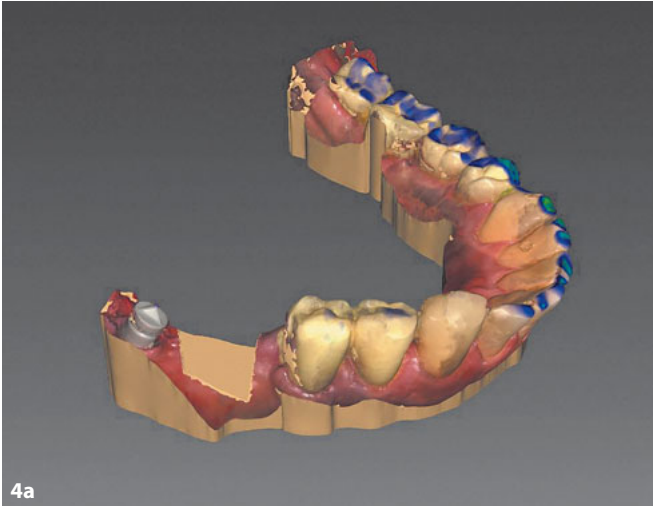
talmodelltypen ist unter anderem eine der Produktionslinien bei Infinident. Hier kommen sowohl das laserbasierte Stereolithografieverfahren (SLA) als auch die digitale Lichtverarbeitungstechnologie (DLP) zum Einsatz. Die bei SLA und DLP eingesetzte Technologie ist vom Produktionsverfahren her sehr ähnlich, erzielt jedoch unterschiedliche gedruckte Ergebnisse.

Der Begriff Stereolithografie hat seinen Ursprung in den griechischen Wörtern stereo (fest, solide) und (Foto)Lithografie, die eine Form des Schreibens mit Licht ist. Im 3-D-Druck macht Stereolithografie genau das: festschreiben un-

ter Einsatz von Licht. SLA-Technologie setzt Licht ein, um Flüssigharz Schicht für Schicht in feste Objekte zu verwandeln.

Gemäß der Definition handelt es sich somit bei beiden schichtbasierten SLA- und DLP-Technologien um Stereolithografie, allerdings kann sich das Zeichnen einer Schicht mit Laser vollständig von der Projektion von Schichten als flaches Bild unterscheiden.

Gerade für die industrielle additive Fertigung von Dentalmodellen bieten die beschriebenen Stereolithografieverfahren Vorteile: Neben verzugsfreier Genauigkeit und sauberen Oberflächen besteht die Möglichkeit, weitgehend auf



Stützstrukturen im Bauprozess zu verzichten. Bis zu 40 individuelle Modelle können pro Job gebaut werden.

Nach Beendigung des Bauprozesses werden die noch nicht vollständig gehärteten Modelle gereinigt, mit UV-Licht endgehärtet und im Anschluss mit Isopropanol im Ultraschallbad unter Schutzgas final gereinigt. Abhängig vom Modelltyp wird weiterverarbeitet. Nach einer letzten Qualitätskontrolle können die Modelle versendet werden (Abb. 5).

**Modellfertigung:
Desktop-3-D-Drucker versus
Zukauf**

Für die Zahntechnik scheint der 3-D-Drucker die nächste digitale Revolution zu sein. Unzählige Anbieter von Desktop-3-D-Druckern suggerieren unendliche zahntechnische Möglichkeiten, von der Modellfertigung, über individuelle Löffel und Schienen bis zum CAD/CAST von Metallrestorationen. Dabei werden heute 3-D-Druck-Lösungen zu sehr attraktiven Preisen auf dem Markt angeboten.

Hier stellt sich die Frage, inwieweit sich die Fertigung von Dentalmodellen

im Kundenauftrag für einen zentralen Fertigungsdienstleister mittelfristig noch lohnt.

Trotz zunehmender Nachfrage der kompakten Inhouse-3-D-Druck-Lösungen ist das Thema Modellherstellung im Kundenauftrag weiterhin ein wachsender Produktbereich bei Infindent. Insbesondere die digitale Fertigung von Modellen, für situationsbedingte Implantatfälle oder präparationsüber-

greifende größere Restaurationen, z. B. mehrgliedrige Brücken, setzt eine entsprechende Genauigkeit und Verzugsfreiheit voraus, um qualitativ hochwertige Zahntechnik im Labor umsetzen zu können. Hier unterscheiden sich die für die industrielle Fertigung konzipierten 3-D-Technologien, die in der Anschaffung in einem sechsstelligen Bereich liegen, häufig von den Desktop-3-D-Druckern.



Abb. 4 Leider keine Seltenheit: unzureichende digitale Abformung: **a** Abformung aus Sicht des Zahnarztes, **b** problematische Umsetzung beim Einbringen des Laboranalog aufgrund fehlenden Bildmaterials. **Abb. 5** Digitale Modellherstellung bei Infindent: Bauprozess von Dentalmodellen auf Basis der Stereolitografie.



Wenn man die Eigenfertigung von Modellen weiter im Detail betrachtet, kann man klar feststellen, dass Effizienz und damit verbunden Wirtschaftlichkeit unter einer Vollkostenbetrachtung eher nicht gegeben sind. Neben dem Investment für Hard- und Software sowie Materialkosten erfordert der 3-D-Druck in Bezug auf garantierte Passung und Verzugsfreiheit eine entsprechend steile Lernkurve, um qualitativ gleichbleibende Teile drucken zu können. Des Weiteren sind die meisten Inhouse-3-D-Druck-Lösungen extrem langsam. Hinzu kommt der hinsichtlich Zeit und Kosten recht aufwendige Nachbearbeitungsprozess. Abhängig vom Bedarf an digitalen Modellen scheint der Zukauf in jedem Fall die sorgenfreiere, oftmals auch wirtschaftlich attraktivere Alternative zu sein (Abb. 6).



Abb. 6 Industrielle digitale Modellherstellung im SLM Verfahren. Bis zu 40 Modelle werden in ca. zwölf Stunden additiv gefertigt.

Fazit

Trotz des digitalen Fortschritts bleibt die Basis aller zahntechnischen Arbeiten auch in der digitalen Zahntechnik weiterhin das solide Arbeitsmodell. Grundsätzlich steht das Thema der digitalen Modellherstellung im direkten Zusammenhang mit dem digitalen Abdruck. Wenn man sich die wachsende Nach-

frage nach Intraoralscannern betrachtet, kann hier für die Zukunft ein deutliches Wachstumspotenzial prognostiziert werden. Der 3-D-Druck als laborinterne Fertigungstechnik steht jedoch noch ganz am Anfang. Zentrale Fertigungsdienstleister, die sich auf das Thema der digitalen Modellherstellung in Kundenauftrag spezialisiert haben, bieten oftmals eine effiziente Alternative.



Ludwig Schultheiss
 Infinident Solutions
 Röntgenstrasse 88
 64291 Darmstadt
 E-Mail: ludwig@infinidentsolutions.com