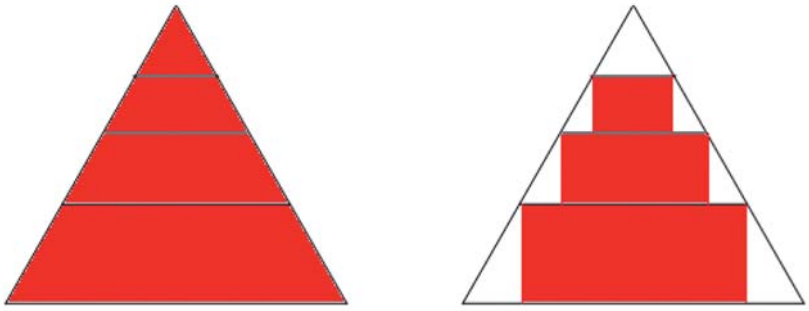
Ganz ohne Modell geht es noch (!) nicht

Autor_Dr. med. dent. André Hutsky, MBA



Grafik 1

Abb. 1

Grafik 1_ Volumenmodell (STL); Oberflächenmodell nach Slicing zur Herstellung eines Schichtbaumodells.
Abb. 1_ Stereolithografie-Maschine D30 von biodentis (Leipzig) des Herstellers Dreve (Unna) mit SCAN-LED-Technologie (SLT).

_**Die zunehmende Digitalisierung** von Informationen prägt seit einiger Zeit alle Bereiche unseres persönlichen und wirtschaftlichen Lebens. Wurden im Jahr 1993 gerade einmal 3 Prozent der weltweiten technologischen Informationskapazität digital verarbeitet, sind es im Jahr 2007 bereits 94 Prozent. Es verwundert nicht, warum spätestens seit zehn Jahren vom „Beginn des digitalen Zeitalters" gesprochen wird. Schätzungen zufolge war es im Jahr 2002 das erste Mal möglich, dass mehr Informationen digital als analog gespeichert wurden.

Auch die Dentalbranche durchläuft derzeit einen grundlegenden Wandel. Digitalisierte Fertigungsverfahren ersetzen bzw. ergänzen sukzessive handwerkliche Arbeitsschritte. Die Vorteile innovativer Technologien werden Schritt für Schritt auf alle Produktionsschritte übertragen. Eine besondere Herausforderung stellen auf Basis von intra- und extraoralen Kieferaufnahmen hergestellte generative Dentalmodelle dar. Um perfekt sitzenden und ästhetisch anspruchsvollen CAD/CAM-basierten Zahnersatz herstellen zu können, spielen neben der Genauigkeit der Dentalmodelle weitere Parameter eine wichtige Rolle. So ist die Kantenstabilität gerade im Bereich des Präparationsrands, die Farbgebung zur realitätsnahen Farbanpassung des Zahnersatzes und die einfache Adjustierung der Modelle in ein gelenkbezogenes System ganz entscheidend.

Abb. 2_ Veneerpräparation an den Zähnen 42, 41 und 32.
Abb. 3_ Die Zähne und die umgebende Gingiva wurden mittels 3M ESPE Scan-Pulver leicht besprenkelt.
Abb. 4_ Der Präparationsscan erfolgte mit dem Lava™ C.O.S. Handstück durch berührungsloses Abfahren der Oberflächen aus allen einsehbaren Winkeln.
Abb. 5_ Die beiden Kieferhälften in maximaler Interkuspidation (zuvor Gegenkiefer- und Bissregistratscan).

Abb. 2

Abb. 3

Abb. 4

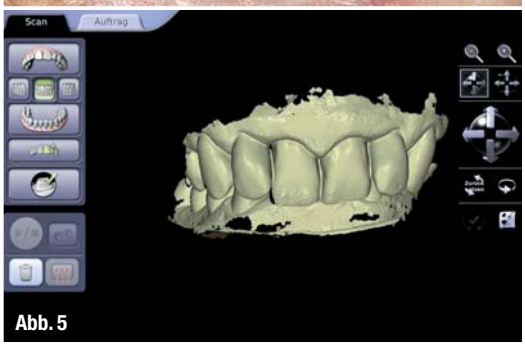


Abb. 5

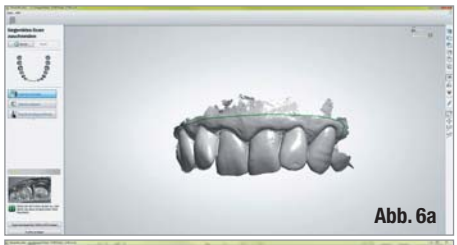


Abb. 6a

Abb. 7a

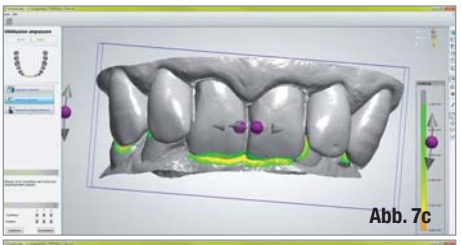


Abb. 7c

Abb. 6b

Abb. 7b

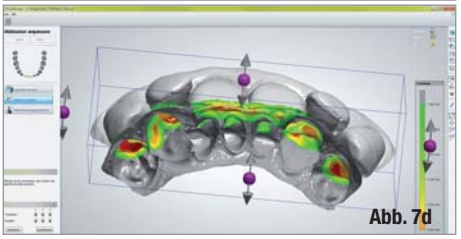


Abb. 7d

Abb. 6 a und b_ Präparationsscan laden und Zuschneiden des Ober- (a) und Unterkiefermodells (b) (3Shape).
Abb. 7a–d_ Ausrichten der Okklusionsebene.

Welche Präzisionsvorteile bereits mit einer direkten Übertragung der Mundsituation bspw. mithilfe des intraoralen Lava™ C.O.S.-Scansystem (3M ESPE) verbunden sein können, lässt sich anhand einer kurzen Aufzählung wie folgt belegen:

_ sofortige dreidimensionale Kontrolle des Präparationsrandes in mikroskopischer Vergrößerung;
_ keine Verzüge beim Entfernen oder bei ungeeigneter Auswahl von Löffeln;
_ keine mögliche Beeinträchtigung des Abformmaterials durch Methacrylat-Composite oder Reinigungsmittel nach provisorischer Versorgung;
_ keine mögliche Beeinträchtigung des Abformmaterials im Rahmen des Gewebemanagements mittels Astringens;
_ keine Verformungen der Abformung während des Transports zum Zahnlabor;
_ Vermeidung von falsch dimensionierten Modellen im Zahnlabor durch Gipsexpansionen oder fehlerhaftes Radieren von Gipsperlen ohne Shimstockprotokoll;
_ zeitsparende, virtuelle Berechnung des Arbeitsmodells mit präziser Laborsoftware anstelle umfangreicher arbeitsvorbereitender Maßnahmen im Zahnlabor wie Reinigen und Beschneiden des Abformlöffels, Gipsausguss, Trimmen des Zahnkranzes, Pins setzen, Trimmen des Sockels, Sägeschnitte machen, Freilegen des Präparationsrands.

Schichtbauverfahren vereinen im besonderen Maße die Herausforderungen an baupräzise und mechanisch stabile Modelle nach deren Überführung und Aufbereitung aus dreidimensionalen Datensätzen. Fehlerquellen bei der Triangulation des Oberflächenmodells (Erzeugung der STL-Datei) gilt es dabei ebenso zu berücksichtigen wie Ungenauigkeiten in der Wiedergabe des Oberflächenreliefs in Verbindung mit dem Slicing-Vorgang – dem horizontalen Teilen des zuvor generierten Oberflächenmodells in einzelne, übereinander gelagerte Schichten (CLI-Format). Welche Passungsprobleme sich basierend auf diesem Effekt im okklusalen Bereich ergeben können, soll der Pyramidenvergleich symbolisieren („Treppenfehler" siehe Grafik 1).

Um den beschriebenen Fehlerquellen durch bedarfsgerechte Bau- und Belichtungsstrategien entgegenzuwirken, nutzt die biodentis GmbH mit der SCAN-LED-Technologie der Firma Dreve in Verbindung mit einer geeigneten Laborsoftware ein modernes und

Abb. 8a

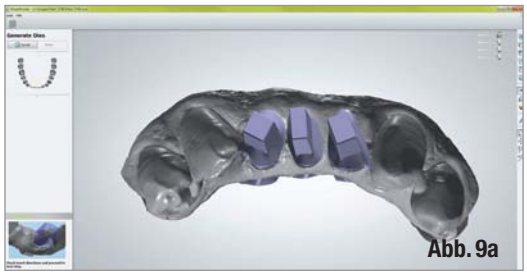


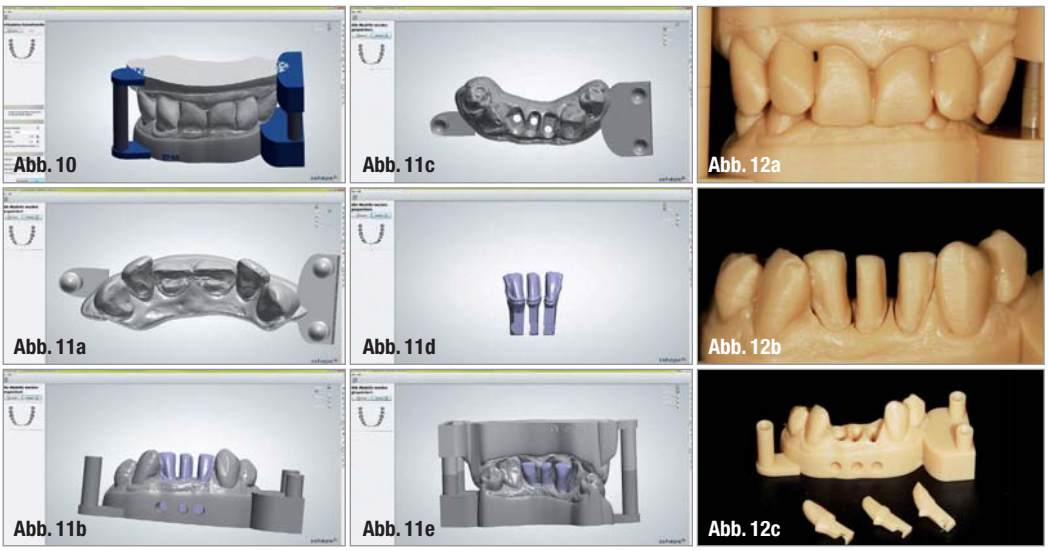
Abb. 9a

Abb. 8b

Abb. 9b

Abb. 8a und b_ Festlegen der Präparationsgrenze und Definieren der herausnehmbaren Stümpfe.
Abb. 9a und b_ Festlegung der Einfügerichtung und Generierung der Steckstümpfe.

Abb. 10_ Hinzufügen von Stützgeometrien zur Lagesicherung der Interkuspidation.
Abb. 11a–e_ Vollständiges virtuelles Dentalmodell.
Abb. 12a–c_ Mittels Scan-LED-Technologie gefertigte Situations- und Arbeitsmodelle für das Zahnlabor; „Gellermodell" (biodentis).



präzises Verfahren für die digitale Modellherstellung unmittelbar am eigenen Fertigungsstandort in Leipzig. Intra- bzw. extraorale Scandaten werden dazu in einen Virtual Model Builder geladen und anschließend das virtuelle Dentalmodell generiert.
Eine hochauflösende DLP (Direct Light Processing)/LED-Belichtungseinheit ist das Herz und das zentrale Bauteil der SCAN-LED-Maschine. Wie bei allen anderen Verfahrensvarianten von Schichtbauverfahren auch, entstehen die Dentalmodelle durch einen wiederkehrenden, schichtweisen Aufbau über einen Materialauftrag in definierter Schichtstärke, dem Verfestigen des Materials und einem Anheben bzw. Absenken des Bauteils um eine weitere definierte Schichtstärke. Im speziellen Fall wird die Belichtungseinheit mit einer UV-Wellenlänge von 365 nm ähnlich einem 3-D-Drucker über einen Vorratsbehälter mit Fotopolymer in X-Y-Richtung bewegt und löst damit eine Fotopolymerisation an den zuvor errechneten Stellen (Prozessparametern) aus. Danach senkt sich die Bauplattform zusammen mit dem Bauteil in Z-Richtung in das Bad aus Basismonomeren des flüssigen Kunststoffs ab und ein Recoater beschichtet in einem Wischvorgang gleichmäßig das Bauteil mit einer Schichtlage fotopolymerisierbaren Stereolithografieharzes. Die Leistungsfähigkeit des Systems kann vielfältig zur Herstellung von diversen Modellen und implantatbezogenen Scan- und Bohrschablonen herangezogen werden und erfüllt aufgrund seiner Bauplattformgröße von 75 cm x 26 cm alle Produktionsanforderungen an eine wirtschaftliche Herstellung für größere und mittelständische Unternehmen. Unterschiedliche Software-Applikationen ermöglichen in Verbindung mit der SCAN-LED-Technologie (siehe Abb. 1–13) sogar die Herstellung von Modellen mit flexiblen Gingivamasken für Implantatversorgungen. Die Fertigungsmaschine der vorliegenden SCAN-LED-Einheit zeichnet sich mit einer nativen Genauigkeit von circa 32 µm bei einer Schichtstärke von 50–150 µm aus. Die Farbgebung des Fotopolymerkunststoffs ist so beschaffen, dass bei der Verblendung Lichteffekte reduziert werden. Darüber hinaus besitzen die generativ hergestellten Dentalmodelle gerade im Vergleich zu weniger kantenstabilen Gipsmodellen genügend Festigkeit und können aufgrund ihrer Materialbeschaffenheit bei Bedarf abgedampft werden.
Fazit: Mit der Scan-LED-Technologie integriert biodentis ein Verfahren in den Produktionsablauf, welches hinsichtlich Präzision, Schnelligkeit und Flexibilität bei der Auswahl von biokompatiblen und nicht biokompatiblen Kunststoffen Maßstäbe setzt. Im Ergebnis entstehen generativ gefertigte Kunststoffmodelle, die den herkömmlichen Gipsmodellen in nichts nachstehen. Die Integration der Schichtbaumethoden in den Produktionsablauf vor Ort sorgt für kürzere Lieferzeiten und eine unmittelbare Qualitätssicherung am Standort Leipzig._

Abb. 13_ Im Patientenmund definitiv eingegliederte Restaurationen an den Zähnen 42, 41 und 32.

_Kontakt

digital dentistry

Dr. med. dent. André Hutsky, MBA
biodentis Schulungszentrum GmbH
Weinstraße 4
80333 München

Autor

Erfolg im Dialog

dental bauer

Das unverwechselbare Dentaldepot

dental bauer steht für eine moderne Firmengruppe traditionellen Ursprungs im Dentalfachhandel. Das inhabergeführte Unternehmen zählt mit einem kontinuierlichen Expansionskurs zu den Marktführern in Deutschland, Österreich und den Niederlanden und beschäftigt derzeit rund 400 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.

Die Unternehmensgruppe ist an über 30 Standorten innerhalb dieser Länder vertreten. Der Hauptsitz der Muttergesellschaft ist Tübingen.

Unser Kundenstamm:

- Zahnkliniken
- Praxen für Zahnmedizin
- Praxen für Kieferorthopädie
- Praxen für Mund-/Kiefer- und Gesichtschirurgie
- Zahntechnische Laboratorien

www.
dentalbauer.de