

Filamentdruck etabliert sich

Ein Beitrag von Joanna Deligianni und Annett Kieschnick

Die Modellherstellung im 3D-Drucker gehört in vielen Laboren zum Alltag. Aktuell etabliert sich für das Drucken von KFO-Modellen der Filamentdruck zur ergänzenden Fertigungstechnologie. Filamente sind thermoplastische Materialien, die entsprechend dem Anwendungsbereich konzipiert sind. Renfert bietet beispielsweise für den 3D-Filament-Drucker Simplex unterschiedliche Filamente für den Druck von KFO-Modellen an.

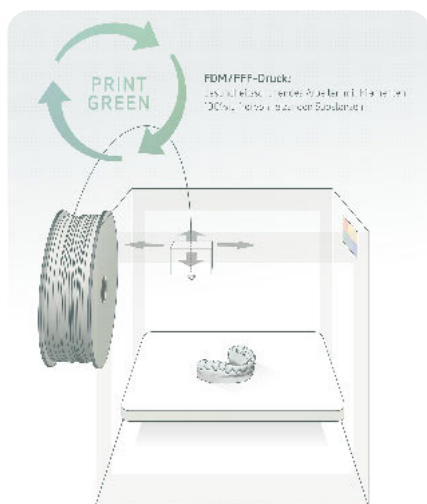
Die additive Fertigung (3D-Druck) im Dentalbereich umfasst unterschiedliche Verfahren. Gängig sind Stereolithografie (SLA) und Digital Light Processing (DLP), Filamentdruck / Extrusionsverfahren (FFF/FDM, Fused Deposition Modeling) und das Lasersintern (SLM). Allen gleich ist, dass das Objekt Schicht für Schicht aufgebaut wird. In vielen Dentallaboren kommen gängige SLA- oder DLP-Drucker zum Einsatz. Als Werkstoff dient ein flüssiges Photopolymer, welches nach einer gewissen Belichtungszeit erstarrt. Das Objekt muss nach dem Druck gereinigt und unter UV-Licht gehärtet werden (Post-Processing). Hingegen kommt bei Druckern, die nach dem Fused Filament Fabrication (FFF)-

Verfahren arbeiten, ein Filament als Werkstoff zum Einsatz.

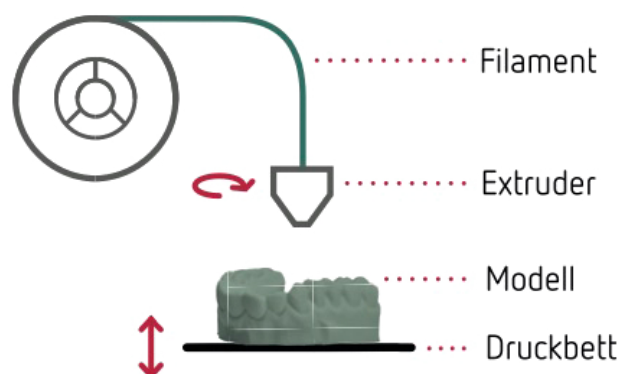
Ein Filament ist ein thermoplastisches Material, das in Form eines Fadens verwendet wird. Eine Nachbearbeitung ist nicht notwendig. Bekannt ist der Filamentdruck (FDM/FFF-Verfahren) besonders aus der Heimanwendung, da die Drucker in einfacher Ausführung simpel konstruiert und kostengünstig sind (Prinzip: Heißklebepistole). Auch im Dentalbereich etabliert sich die Technologie immer mehr. Hier sind die Anforderungen jedoch ungleich höher. Unter anderem müssen die Filamente exakt auf das Drucksystem abgestimmt sein und dentalspezifische Anforderungen erfüllen.

Der dentale Filamentdruck

Filamente werden meist auf Spulen aufgewickelt geliefert und vom Anwender in den Drucker eingelegt. Ein Blick auf den Druckprozess verdeutlicht die Herausforderung an den Hersteller eines dentalspezifischen Filamentdrucksystems. Beim Druckvorgang wird das Filament über ein Fördergerät, einem Extruder zugeführt und in einem Hotend in zähflüssigem Zustand durch eine formgebende Öffnung (Düse) gepresst und Schicht für Schicht in gewünschter Form auf dem Druckbett abgelegt. Für eine korrekte Extrusion ist es wichtig, dass das Filament nur im Bereich der Düse schmilzt und auf dem gesamten



Filamentdruck FDM / FFF



^ Grafische Darstellung FDM/FFF-Technologie (Filamentdruck)



3D Druck Prozesszeiten



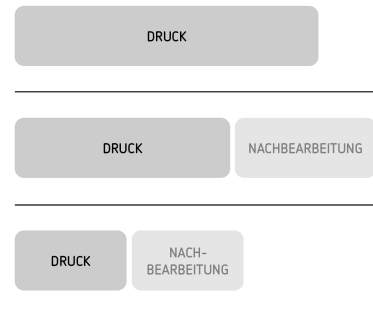
FDM
Fused Deposition
Modeling



SLA
Stereo
Lithography



DLP
Direct Light
Processing



^ **Filamentdruck eines Modells (FDM/FFF-Verfahren), hier am Beispiel vom 3D-Filament-Druckersystem Simplex (Renfert)**

^ **Gegenüberstellung der Prozessschritte bei den verschiedenen 3D-Druckverfahren (FDM, SLA, DLP)**

oben beschriebenen Weg kalt bleibt. Aus diesem Grund sind alle Hotends thermisch in zwei Zonen unterteilt, eine heiße und eine kalte Zone. Werden Extruder und Hotend von minderwertiger Qualität verwendet, wirkt sich dies auf die Druckqualität aus.

Drucker ≠ Drucker: Druckqualität und -genauigkeit

Beim dentalen 3D-Druck spielen Druckqualität und Druckgenauigkeit eine wesentliche Rolle für ein präzises und detailgetreues Druckobjekt. Dabei gilt: Unterschiedliche Drucker liefern unterschiedliche Ergebnisqualitäten und unterstützen unterschiedliche Materialien. Viele Aspekte rund um den Drucker beeinflussen die Druckqualität. Wichtig ist beispielsweise eine kontrollierte Abkühlung des aufgetragenen Materials auf der Bauplattform. Darüber hinaus hält bei entsprechenden Druckern ein geschlossener Bauraum die Temperatur während des gesamten Druckprozesses konstant. Zudem ist die Nivellierung des Druckbetts entscheidend. Hierbei wird die Parallelität und Höhe zwischen Druckdüse und Druckbett eingestellt. Die Höhe muss unabhängig von der Position der Düse auf der x- und y-Achse gleich sein. Ein weiterer Einflussfaktor sind die Druckparameter, die individuell auf Drucker und Material abgestimmt werden müssen. Durch geeignete Druckparameter können Druckfehler vermieden, die Druckqualität gesteigert und konstante, reproduzierbare Ergebnisse gewährleistet wer-

den. Im Simplex 3D-Filament-Druckersystem von Renfert sind die für den dentalen KFO-Bereich entwickelten und optimierten voreingestellten Druckparameter für ein optimales Ergebnis vorinstalliert. Dies erspart im Praxis- und Laboralltag langwierige Lernkurven und sorgt für eine schnellere und erfolgreichere Integration in den Arbeitsablauf. Letztendlich wird die Druckgenauigkeit auch durch die verwendete Düse beeinflusst. In der Regel werden Düsen mit einem Durchmesser von 0,4 mm verwendet.

Das 3D-Filament-Druckersystem Simplex (Renfert) gehört zu den dentalspezifischen Filamentdruckern. Zusätzlich zum Drucker werden verschiedene Filamente für die KFO-Modellherstellung angeboten. Zum Einsatz kommen überwiegend Biokunststoffe, die ohne aufwendige Verfahren recycelbar und industriell kompostierbar sind.

Qualität der Filamente

Bei der Auswahl des Filaments spielt der Durchmesser eine wichtige Rolle. Qualitativ hochwertige Filamente weisen einen gleichmäßigen Durchmesser und eine gleichmäßige Rundheit mit geringen Schwankungen über die gesamte Länge auf. Standardmäßig werden zwei Durchmesser unterschieden: 1,75 mm und 2,85 mm. Heutzutage verwenden die meisten Filamentdrucker einen Durchmesser von 1,75 mm. Größere industrielle Drucker arbeiten oft mit 2,85 mm Filamenten und können theoretisch mehr Material in

der gleichen Zeit verarbeiten. Ein 1,75 mm Filament bietet den für Dentalanwendungen entscheidenden Vorteil einer genauen Dosierung, wodurch die Druckergebnisse wesentlich präziser sind. Die Verwendung eines zu dicken Filaments in Kombination mit einer zu kleinen Düse kann die Druckqualität beeinträchtigen. Für dentale Anwendungen empfiehlt sich daher die Verwendung spezieller, auf das Drucksystem abgestimmter Dentalfilamente.

Simplex-Filamente für die Modellherstellung

Bei der Auswahl der Filamente ist auf die Versprechungen der Hersteller bezüglich der Materialeigenschaften zu achten. „Billige“ Filamente enthalten oft Weichmacher und andere Zusatzstoffe, im

dd Wissenswert

Per Filament gedruckte Modelle bedürfen keiner Nachbearbeitung. Sie sind direkt nach dem Druck gehärtet und sauber. Vorteil des Filamentdrucks ist das vergleichsweise einfache Handling. Thermoplaste sind in der Regel frei von Methacrylaten (kein Restmonomergehalt), müssen nicht mit Chemikalien gereinigt werden und benötigen keine Nachpolymerisation.



- ^ **Das 3D-Filament-Druckersystem Simplex ist eine abgestimmte dentale Systemlösung im Bereich Filament-Druckverfahren.**

schlimmsten Fall aus fossilen Rohstoffen, die sich negativ auf Gesundheit und Umwelt auswirken können. Außerdem lässt sich minderwertiges Filament schlecht verarbeiten, was zu einer schlechteren Druckqualität führt.

Simplex Spezialfilamente sind ideal für die Herstellung von kieferorthopädischen Modellen. Sie zeichnen sich durch gesundheitliche Unbedenklichkeit aus und bieten aufgrund ihrer hervorragenden mechanischen und physikalischen Eigenschaften eine hohe Druckqualität. Die Filamente sind zu 100 % frei von reizauslösenden Bestandteilen und entwickeln keine schädlichen Dämpfe. Sie überzeugen durch hohe Konstanz und Dimensionsstabilität, Farbtreue und UV-Beständigkeit. Ein einheitlicher Durchmesser von 1,75 mm und eine konstante Rundheit über die gesamte Länge des Filaments tragen ebenfalls zur hohen Druckqualität bei. Zudem stehen die Biokunststoff-Filamente der Simplex-Familie für nachhaltigeres, umweltschonendes Drucken.

Isoliermittel: Extrafeine Trennschicht

Soll auf dem gedruckten Modell, ob aus Filament oder Resin, ein Objekt aus Dentalkunststoff gefertigt werden, kommt der Isolierung eine entscheidende Rolle zu. Während im klassischen Vorgehen (Gipsmodell) die Isolierung Gips-gegen-Kunststoff gut funktioniert, stellten bislang 3D-gedruckte Modelle eine Herausforderung



- ^ **Als Filamente werden beim 3D-Filament-Druckersystem Simplex überwiegend Biokunststoffe verwendet, die ohne aufwendigen Prozess recycelbar und industriell kompostierbar sind.**

dar. Für eine exakte Trennwirkung bedarf es spezieller Isoliermittel (Kunststoff-gegen-Kunststoff). Mit Simplex model isolation hat Renfert ein solches Produkt entwickelt. Die Modellisolierung sorgt für eine saubere Trennung von 3D-gedrucktem Modell und Kunststoff.

Fazit

Die additive Herstellung von KFO-Modellen in einem dentalspezifischen Filamentdrucker ist eine ideale Ergänzung für das 3D-Druck-Portfolio im Dentallabor und Praxis. Präzise und wirtschaftlich können etwa mit den verschiedenen Simplex-Fila-

menten kieferorthopädische Modelle gefertigt werden. Insbesondere durch ihre Eigenschaften stellen diese Werkstoffe eine vielversprechende Ergänzung dar. Es bleibt spannend, welche weiteren Entwicklungen der dentale Filamentdruck in den kommenden Jahren mit sich bringen wird.

Kontakt

Annett Kieschnick, Berlin
Fachjournalistin,
Zahntechnik/Zahnmedizin

Joanna Deligianni, Hilzingen
Produktmanagement Renfert
www.renfert.com



- ^ **Spezialisolierung für gedruckte Modelle: Simplex model isolation**