

# Die zehn wichtigsten Aspekte für einen 3-D-Drucker

## Erfahrungen zweier Anwender

**Alexander von Fehrentheil, Sascha Morawe**

### Einleitung

Wir sind ein Dentallabor in Hamburg, das ein großes Spektrum an Einsatzbereichen bietet. Dazu gehören HanseAligner, herausnehmbarer Zahnersatz, festsitzender Zahnersatz und KFO-Apparaturen. Außerdem sind wir die Hersteller der KidCadCrowns. Gefertigt wird alles aus einer Hand mit neuesten digitalen Technologien, in Kombination mit meisterlicher Handwerkskunst. Wir bieten Fort- und Weiterbildungen an, unter dem Motto „Vom Anwender für den Anwender“. Darum geben wir heute gern einen Einblick in das Thema 3-D-Druck. Wir sehen die rasante Entwicklung dieser Sparte als Chance und nicht als Risiko, um uns als kompetenten Partner an die Seite des Kunden zu stellen.

Nach der letzten IDS hat sich gezeigt, dass das Thema Digitalisierung hoch aktuell ist und sich immer mehr in der Zahntechnikbranche etabliert. Hersteller diverser großer und kleinerer Firmen haben die Chancen dieses Bereiches erkannt und begonnen, ihre Produktpalette auf 3-D-Druck in der Zahnmedizin zu erweitern. Angesichts der immer schnelleren Weiterentwicklung ist es schwierig, den Überblick zu behalten, und es stellt sich die Frage, wann es sinnvoll ist, in diesen Bereich zu investieren und worauf zu achten ist.

Wir arbeiten bereits seit vier Jahren mit verschiedenen Druckern und entsprechend unterschiedlichen Materialien.

Die zehn wichtigsten Aspekte bei der Investition in einen Drucker sind aus Anwendersicht:

- Support und Hilfe
- die Bauplattform
- der Aufbau des 3-D-Druckers
- die Materialvielfalt
- die Indikationen
- die Lichtwellen
- das offene System
- die Druckgenauigkeit
- die Wirtschaftlichkeit
- der Aufstellort

### Support und Hilfe

Der Support für das Gerät oder die Software ist nach wie vor bei den meisten Anbietern marginal bis gar nicht vorhanden, wenn es darum geht, Fehler zu beheben oder nützliche Hinweise zu geben. Allzu häufig dienen wir als Benutzer dazu, auf Programmierfehler oder einfach auf unausgereifte Entwicklung/Technik hinzuweisen.

### Die Bauplattform

Zunächst ist die Bauplattform zu betrachten, denn sie ist für den Einsatzbereich entscheidend. Ihre Größe und die Druckgeschwindigkeit entscheiden darüber, wie viel sich an einem Tag produzieren lässt. Bei den Einsteigervarianten ist die Bauplattform eher von geringer Größe. Hier ist es wichtig zu entscheiden, welche Arbeitsarten man abdecken möchte, da das zu druckende Objekt größer als die Plattform sein kann und geschickt positioniert werden muss. Werden nur geringe Stückzahlen produziert, gibt es preiswerte Einsteigermodelle.

### Aufbau des 3-D-Drucker

Weiterhin sollte man sich den Aufbau des Druckers anschauen. Ein Servomotor ermöglicht ein ansatzweise stufenloses Drucken und verhindert, dass ein Layer übersprungen wird und somit zu Fehldrucken führt. Das bedeutet, dass der Druckerarm sanft nach oben fährt und die Folie durch die entstehende Adhäsion vergleichsweise gering beansprucht wird. Auch eine automatische Erkennung, wie stark die Abzugskräfte der verschiedenen Materialien sind, hilft die Folie zu schonen. Bei den Wannenfolien ist es weiterhin von entscheidender Bedeutung, dass Materialien leicht einzufüllen und aber auch wieder zurückzufüllen sind. Hilfreich ist hierbei eine Trichtervorrichtung. Der Drucker sollte von selbst erkennen können (wie die Asiga-Drucker, Asiga, Erfurt, Abb. 1 bis 3) wann eine Folie aufgebraucht ist, da nur so ein einwandfreier, passgenauer Druck gewährleistet werden kann. Des Weiteren ist ein beheizbarer Bauraum ein

Copyright by  
all rights reserved



Abb. 1 bis 3 Außen- und Innenansichten des Asiga PRO2.

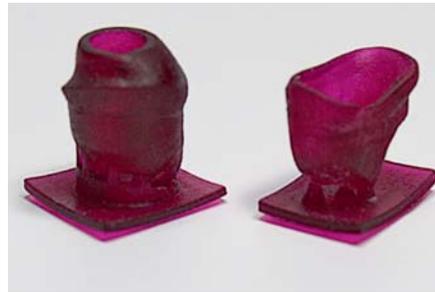
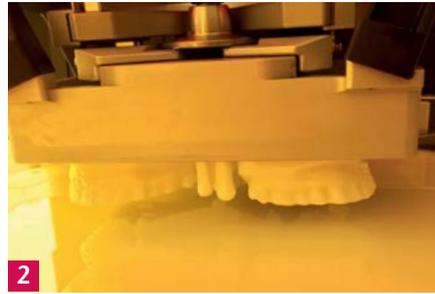


Abb. 4 Gedruckte Kronen.

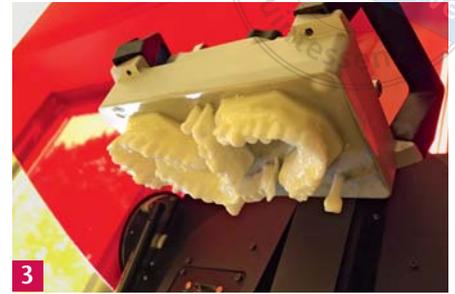


Abb. 5 Gedruckte Brücke.

wichtiges Kaufkriterium, da durch ihn eine gleichbleibende Qualität der gedruckten Arbeiten gesichert werden kann.

### Materialvielfalt

Auch die bereitgestellten Materialien können ein Entscheidungskriterium für den Kauf eines Druckers sein. Hierbei ist ausschlaggebend, für welche Einsatzgebiete Materialien bereitstehen und welche Qualität die Erzeugnisse (dimensionsstabil, biokompatibel) im Vergleich zu denen aus herkömmlichen Materialien aufweisen. Die Materialvielfalt ist in den vergangenen zwei Jahren deutlich angestiegen, ob sinnvoll oder nicht, steht auf einem anderen Blatt. Noch weisen die Druckmaterialien Besonderheiten auf. Beispielsweise sinken bei einigen Harzen die schwereren Anteile zu Boden. Diese Entmischung des Materials ist sehr zu beachten. Daher sollte es vor Druckbeginn mindestens zwei Minuten gemischt werden.

Nachdem der Baujob erledigt ist, sollte das Material wieder zurück in die Flasche geführt werden, da sich so die schwereren Anteile nicht auf der Folie festsetzen können, sonst wird ein vollständiges Belichten der Oberfläche verhindert. Ist der Druck erfolgreich beendet, muss der Zahn-techniker das Druckobjekt von der Bauplattform entfernen

und mit Alkohol abspülen. Dies dient dazu, Restradikale zu lösen, um anschließend mit den Modellen arbeiten zu können. Dabei sollten Handschuhe getragen werden.

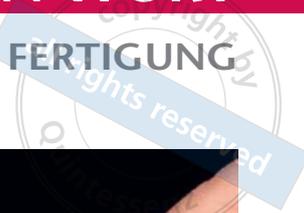
Nach dem Abspülen muss das Material gehärtet werden. Dabei muss auf die herstellerspezifische Anleitung geachtet werden. Ein großes Thema ist, ob das Objekt mit oder ohne Schutzgas im Lichthärtegerät aushärten muss. Wichtig ist, die Fertigungsrichtlinien strikt einzuhalten, da das Produkt sonst nicht dem Medizinproduktegesetz entspricht. Erst nach dem Aushärten können die Stützstrukturen (Supports) verschliffen werden.

### Indikationen

Nach wie vor werden Materialien entwickelt, die den Einsatzbereich eines Druckers erweitern sollen. Bereits jetzt ist das Drucken von Zahnfleischmasken, ausbrennfähigen und provisorischen Kronen (Abb. 4) und Brücken (Abb. 5) möglich. In naher Zukunft wird das Drucken totaler Prothesen möglich sein.

### Lichtwellen

Lichtwellen von 385 NM und von 405 NM sind entscheidend für die Härte. 405 NM ist energieärmeres Licht, die



**Abb. 6 und 7** Frisch gedruckte Schiene aus bruchfestem Material.

Materialien enthalten mehr Starterradikale. Aus diesem Grund bekommen Schienenmaterialien bei 405 NM direkt nach dem Drucken einen gelblich/grünen Stich und sind nach kurzer Zeit spröde. Dadurch entsteht die Gefahr, dass die Schiene bricht. Nicht immer liegt dies allerdings am Material, sondern möglicherweise auch daran, dass der Patient knirscht.

Die Konstruktion der Schiene spielt ebenfalls eine große Rolle. Denn bei einer digital erstellten Aufbisschiene muss der Zahntechniker umdenken, er sollte auf Genauigkeit/Präzision Wert legen (Abb. 6 und 7). Eine digital erstellte Schiene nach analogen Kenntnissen zu fertigen, ist falsch und führt zu Fehlergebnissen.

Die Zahntechnik ist mit den Materialien an das Medizinproduktegesetz gebunden. Dies kommt gerade beim Schienenmaterial für den Drucker zum Tragen. Die weit verbreitete Meinung, dass die Harze den Anforderungen der Klasse IIa entsprechen müssen und daher viele Materialien nicht zum Druck freigegeben werden, ist ein Irrtum. Aus diesem Grund ist die Produktpalette weiter als häufig gedacht. Wichtig ist allerdings bei den Druckharzen, dass der vom Hersteller vorgegebene Arbeitsvorgang genau eingehalten wird. Insbesondere die angegebenen Geräte müssen verwendet werden. Denn nur, wenn die Harze in diesem Kreislauf verarbeitet werden, erhalten sie den Status eines Medizinproduktes. Wichtig ist hierbei, darauf zu achten, welches Lichthärtegerät vom Hersteller empfohlen

wird, da es unterschiedliche Modelle gibt. Es gibt sie mit Wasserkühlung und ohne Wasserkühlung. In unserem Fall nutzen wir ein Gerät ohne Wasserkühlung, jedoch mit Stickstofflutung.

### Offene Systeme

Weitere entscheidende Kaufkriterien sind die Software des Druckers und die dazugehörige Nesting-Software. Hierbei ist darauf zu achten, dass es sich um ein offenes System handelt, damit die Schnittstellen für alle Systeme kompatibel sind, um Modelle unterschiedlicher Systeme drucken zu können, wozu beispielsweise auch Intraoralscanner gehören. Die Daten der CEREC Omnicam (Dentsply Sirona, Wals, Österreich), des Trios-Scanners (3Shape, Kopenhagen, Dänemark) und anderer Intraoralscanner müssen in STL-Dateien umgewandelt werden. Außerdem sollte eine Designsoftware vorhanden sein, mit der die Modelle nachträglich bearbeitet und beispielsweise beschriftet (Rhino, McNeel Europe, Barcelona, Spanien) werden können.

Zudem sollte die Nesting-Software intuitiv und einfach zu bedienen sein, indem eine automatische Platzierung möglich ist und die notwendigen Supports möglichst geringgehalten bzw. verändert werden können, um unter anderem Sollbruchstellen zu generieren. Der Anwender sollte eine Fehlermeldung erhalten, wenn die Mindeststärke unter- oder überschritten wird oder die Bauteile außerhalb der



Abb. 8 und 9 3-D-Druckmodelle.

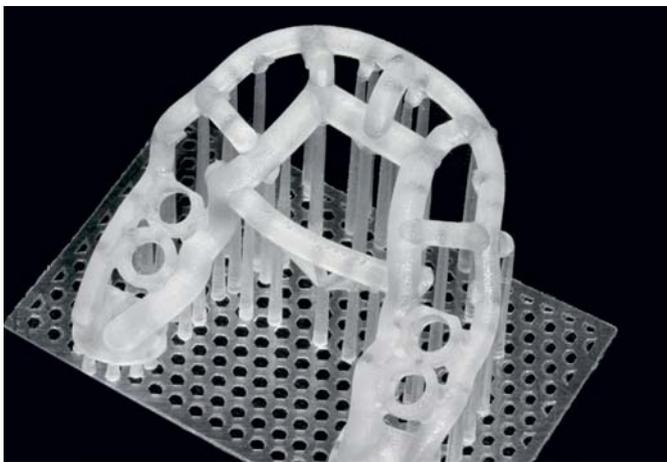


Abb. 10 Gedruckte Bohrschablone.

Abb. 11 Modellguss aus dem 3-D-Drucker.

Bauplatzform platziert werden. Da dies bei Modellen schwer zu erkennen ist, können Fehldrucke entstehen, wenn der Drucker weiterarbeitet, obwohl kein Kontakt mehr zum Bauteil besteht. Ferner ist ein Zählwerk von Vorteil, das die Anzahl der Baujobs anzeigt sowie die notwendige Erneuerung der Wanne/Folie, den Verschleiß des Beamers und Länge der Belichtungsdauer. Hilfreich ist außerdem, wenn ein Reinigungsdruck möglich ist.

Gerade um mit verschiedener Software arbeiten zu können, beispielsweise mit der von 3Shape, iTero (Amsterdam, Niederlande), Dental Wings (Berlin) oder Dentsply Sirona, ist es wichtig, dass der Zahntechniker immer auf dem neusten Stand der 3-D-Druck Technik ist, um mit

seinem Wissen unter anderem aus der Vielfalt der Möglichkeiten für Aligner inklusive Modellen, digitale vollnavigierte Bohrschablonen, den Modellguss, provisorische Gerüstanproben, Prothesenbasen und individuelle Löffel (auch für Implantatabformungen) auswählen zu können (Abb. 8 bis 13).

### Druckgenauigkeit

Die Passung in der Z-Achse kann je nach Bauart des Druckers variiert werden. Je größer die  $\mu\text{m}$ -Zahl ist, desto grober/unebener die Oberfläche. Ist die  $\mu\text{m}$ -Zahl hingegen sehr klein, wird die Oberfläche fein bzw. glatt. Der Nachteil daran ist, dass der Druck viel länger dauert. Die individuelle

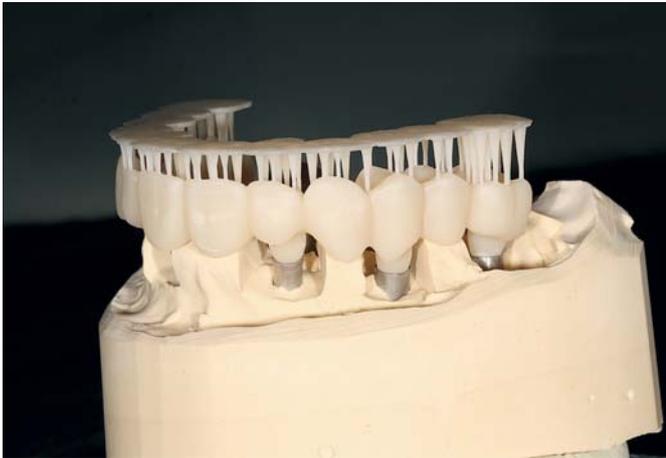


Abb. 12 Gedrucktes Kunststoffprovisorium.

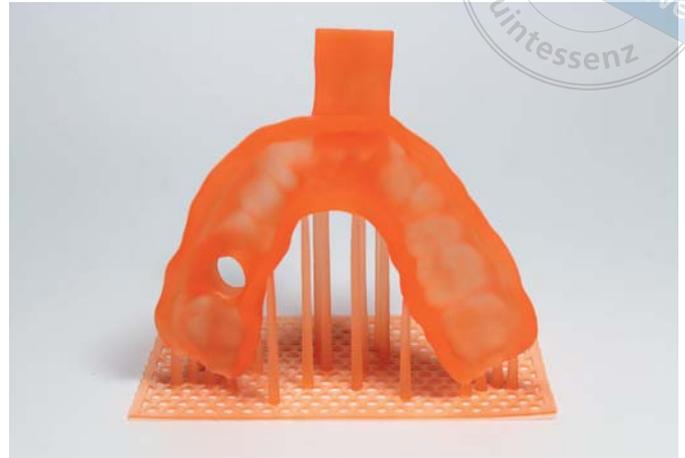


Abb. 13 Gedruckter FU-Löffel für den Unterkiefer.

Kompensation der einzelnen Achsen kann den Schrumpffaktor der Materialien beeinflussen. Alles was unter 50 µm ist, wird in der Dentaltechnik nicht genutzt.

### Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit spielt eine entscheidende Rolle. Sowohl bei den Materialien als auch bei den Wannern muss der Hersteller zwingend Veränderungen in der Zusammensetzung oder in seiner Produktion anzeigen, da sonst Fehl-drucke erzeugt werden und der Drucker neu justiert und eingestellt werden muss.

### Der Aufstellort

Wer sich nun dafür entschieden hat, einen Drucker zu kaufen, sollte Folgendes für den Aufstellort beachten:

- Temperatur des Raumes (Klimaanlage);
- dunkler (UV-geschützter) Raum – auch die Deckenbeleuchtung kann die Polymerisation frühzeitig starten;
- staubfrei: Beamer und Glasplatten reagieren sehr empfindlich auf Verschmutzung und es entsteht sofort ein unsauberer Druck;
- ggf. sollten Fenster und Deckenlampen mit Folie abgedeckt werden.



**Alexander von Fehrentheil**

**Sascha Morawe**

beide:  
vFM Dentallabor GmbH  
Borsteler Chaussee 111  
22453 Hamburg  
E-Mail: info@vfm-hamburg.de