



WHITEPAPER

# Einkaufsführer für 3D-Drucker für Dentallabore

Erfahren Sie, wie Sie von analoger auf digitale Zahntechnik umsteigen können und einen 3D-Drucker für Ihr Dentallabor finden.

## Inhalt

<b>Einleitung</b> .....	<b>3</b>
<b>Wozu auf den digitalen Workflow umsteigen?</b> .....	<b>4</b>
<b>Bewertung von Dental 3D-Drucklösungen</b> .....	<b>9</b>
<b>Durchsatz und Kosten beim 3D-Druck von Dentalprodukten auf dem Formlabs Form 3B Dental 3D-Drucker</b> .....	<b>14</b>
<b>Wie Sie digitale Workflows in einer Zahnarztpraxis einsetzen</b>	<b>15</b>
<b>Tauchen Sie in die Welt des digital-zahnmedizinischen 3D-Drucks ein</b> .....	<b>17</b>

# Einleitung

Es gibt keinen Weg daran vorbei: Die Zukunft der Zahnmedizin ist zwangsläufig digital. Mit hochmodernen digitalen Dentallösungen für das Abdruckscannen, die Behandlungsplanung, das Design und die Fertigung wird das, was einst unwirtschaftlich war, schnell zugänglich und transformiert bereits Tausende Dentallabore weltweit. Da CAD/CAM fortwährend die traditionellen Arbeitsabläufe ersetzt und zum Standard in der Zahnmedizin wird, sind digitale Lösungen für jedes Dentallabor zu einer notwendigen Erwägung geworden.

## Die Inhalte dieses Whitepapers:

- Die Vorteile von digitaler Zahntechnik
- Der Arbeitsprozess der digitalen Zahntechnik und wie sich dieser von analogen Prozessen unterscheidet
- Die besten Strategien für Einsteiger in der digitalen Zahntechnik
- Unterschiede zwischen Dental-3D-Drucktechnologien
- Die umfassenden Kriterien und Aspekte, die zu beachten sind, bevor Sie in eine 3D-Drucklösung investieren

Erfahren Sie mehr über den Übergang von analogen zu digitalen Workflows und wie Sie einen 3D-Drucker für Ihr Labor wählen.

# Wozu auf den digitalen Workflow umsteigen?

## Hohe Qualität und Präzision

Keine zwei Fälle in der Zahnmedizin sind gleich. Die Patientenanatomie ist einzigartig und jede Behandlung wird individuell zugeschnitten, was durch eine lange handwerklichen Tradition ermöglicht wird, bei der der Mensch im Mittelpunkt steht. Doch wie bei jedem Handwerk hängt die Qualität von den Fähigkeiten des jeweiligen Zahnarztes, Assistenten oder Technikers ab und es ist unglaublich schwer, durchgehend hochwertige und erschwingliche Dentalprodukte mit so vielen potenziellen Fehlerquellen zu fertigen.

Die digitale Zahntechnik verringert die durch menschliche Faktoren verursachten Risiken und Unwägbarkeiten und bietet in jeder Phase des Arbeitsablaufs eine höhere Konsistenz, Genauigkeit und Präzision. Intraorales Scannen entfernt viele der Variablen beim herkömmlichen Abformen, wodurch Zahntechnikern genauere Daten zur Verfügung stehen, mit denen sie die Anwendung gestalten können. CAD-Dentalsoftware bietet visuelle Schnittstellen und Eingaben, die sich mit traditionellen Arbeitsprozessen vergleichen lassen, doch können zusätzlich bestimmte Schritte automatisiert werden und Fehler lassen sich leicht identifizieren und beheben.

Digitale Fertigungsgeräte wie 3D-Drucker und Fräsmaschinen liefern eine ganze Palette an hochwertigen individuellen Produkten, Prothesen und Dentalvorrichtungen mit besserer Passung und wiederholbaren Ergebnissen. So wird die klinische Akzeptanz durch Zahnarztpraxen erhöht, die Anzahl der Fehler und Anpassungen gesenkt und die Kosten werden reduziert.

*3D-gedruckte herausnehmbare Stumpfmodelle ähneln traditionell hergestellten Modellen, die für die Sitzprobe von fertigen Prothesen verwendet werden.*



## Verbesserte Effizienz: Zeit- und Kosteneinsparungen

Digitale Workflows können eine logische Geschäftsentscheidung für Dentallabore sein, die die Effizienz von zahntechnischen Verfahren verbessert und Arbeitsprozesse optimiert.

In einem Dentallabor erhöhen digitales Design und digitale Fertigung die Produktivität der Zahntechniker und reduzieren manuelle Arbeiten, wodurch die Produktion optimiert wird, weniger Fehler gemacht werden und weniger Zeit pro Einheit nötig ist. CAD-Dentalsoftwarepakete sind unglaublich leistungsstarke anwendungsspezifische Lösungen, die es Zahntechnikern ermöglichen, verschiedene Dentalanwendungen zu gestalten und zu planen.

Fräsmaschinen und 3D-Drucker können Aufträge zusammenfassen, unüberwacht und sogar nachts arbeiten, wodurch ein Labor von einer zusätzlichen Schicht profitiert, ohne dass Arbeitskosten anfallen. Die neuesten professionellen Systeme sind jetzt so kostengünstig, dass Dentallabore jeder Größe von ihnen profitieren können.

## Neue Geschäftsmöglichkeit

Die Zahnmedizinbranche durchläuft einen rapiden Wandel. Labore, die die Anwendung neuer Technologien aufschieben, laufen Gefahr, gegenüber der Konkurrenz ins Hintertreffen zu geraten oder zu sehr von Bearbeitungszentren und Dienstleistern abhängig zu werden.

Eine Umfrage unter 300 Dentallaboren in den USA durch The Key Group aus dem Jahr 2018 ergab, dass 36 % der Labore in den Vereinigten Staaten über 3D-Drucktechnologie verfügten und 49 % den Kauf eines 3D-Druckers innerhalb der nächsten 12 Monate anstrebten. Die Technologieintegration wird zum Teil von der Nachfrage durch Zahnarztpraxen vorangetrieben, die die Labore bedienen müssen: Durchschnittlich schicken 15 % der Praxiskunden digitale Dateien, doch in einigen Regionen hat der Anteil bereits über 35 Prozent erreicht und steigt jedes Jahr.

Diejenigen Labore, die den Wandel annehmen und schnell reagieren, können von einem Vorteil gegenüber der Konkurrenz profitieren. Der Einsatz digitaler Abdrücke eliminiert die langen Lieferzeiten bei physischen Abdrücken. Als Ergebnis können digitale Labore Kunden in einem größeren geografischen Bereich bedienen oder sich auf bestimmte Produkte spezialisieren.



*3D-gedruckte Bohrschablonen ermöglichen eine schnelle und hochpräzise Implantierung für nur 2 bis 5 USD pro Schablone – eine Kosteneinsparung von 90 bis 95 % gegenüber ausgelagerten Schablonen.*



## Workflow in der digitalen Zahnmedizin

Mit einer großen Bandbreite an speziellen Dentalanwendungen von der allgemeinen Zahnmedizin hin zur Implantologie und Prothetik unterscheidet sich das Design von verschiedenen Behandlungen und Prothesen je nach Spezialität und Anwendung, doch wird bei allen derselbe grundlegende Arbeitsprozess angewendet.

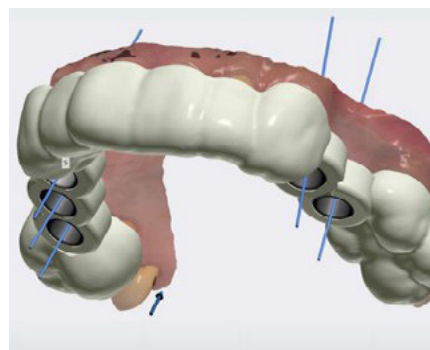
### 1. Scannen



Wie die herkömmliche Herstellung von Dentalprodukten beginnt auch die digitale Produktion mit der individuellen Patientenanatomie. Intraoralscanner können Scans vom Patientengebiss digital erfassen, wodurch manuelle Abdrücke durch schnelle und genaue Abdrücke ersetzt werden. Alternativ können optische Desktopscanner in Dentallaboren traditionelle Abdrücke oder Gipsmodelle erfassen. Bei Behandlungen und Anwendungen, bei denen die Patientenosteotomie erforderlich ist, so etwa bei Bohrschablonen für die Implantatplatzierung, muss ein zusätzlicher Datensatz mithilfe von CBCT-Scannern erfasst werden.

*Empfohlene Werkzeuge für ein Dentallabor: optischer Desktopscanner*

### 2. Planen und Entwerfen



Nach dem Scannen werden die anatomischen Daten des Patienten in die CAD-Dentalsoftware importiert, um Behandlung zu planen und Prothesen und Modelle zu entwerfen. Die meisten Softwarepakete nutzen Designprozesse, die den herkömmlichen Arbeitsabläufen sehr ähnlich sind. Dabei werden hochgradig visuelle Schnittstellen eingesetzt, die Funktionen wie virtuelle Artikulatoren bieten, mit denen Zahntechniker vertraut sind. Das digitale Design ermöglicht einfachere, präzisere Behandlungen und eine vereinfachte Kommunikation. Nach der Gestaltung der Behandlungen können die Modelle für die Fertigung exportiert werden. Wenn eine Neuanfertigung erforderlich ist, kann dasselbe digitale Design verwendet werden, ohne dass zusätzlicher Arbeitsaufwand nötig ist.

*Empfohlene Werkzeuge für ein Dentallabor: CAD-Dentalsoftware*

### 3. Herstellen



Um physisch ein digitales Modell eines Dentalprodukts umzusetzen, werden 3D-Modelle in die CAM- oder Ausrichtungssoftware importiert und an einen 3D-Drucker oder eine Fräsmaschine gesendet. 3D-Drucker sind sowohl in Laboren als auch in Praxen häufig und können eine große Auswahl an Produkten wie Zahnmodelle, Bohrschablonen, Schienen, Retainer, Wax-ups, Gussmodelle und Prothesen herstellen. 3D-Drucker härten Teile schichtweise aus, damit die Form der Dentalvorrichtungen und Zahnmodelle mit digitaler Präzision abgebildet wird. Fräsmaschinen sind häufiger in Dentallaboren, jedoch lassen sie sich in gewissem Umfang auch in Zahnarztpraxen anwenden. Sie werden für gewöhnlich verwendet, um endgültigen Zahnersatz aus einem massiven Materialblock wie Zirkon herzustellen.

*Empfohlene Werkzeuge für ein Dentallabor: 3D-Drucker, Fräsmaschine*

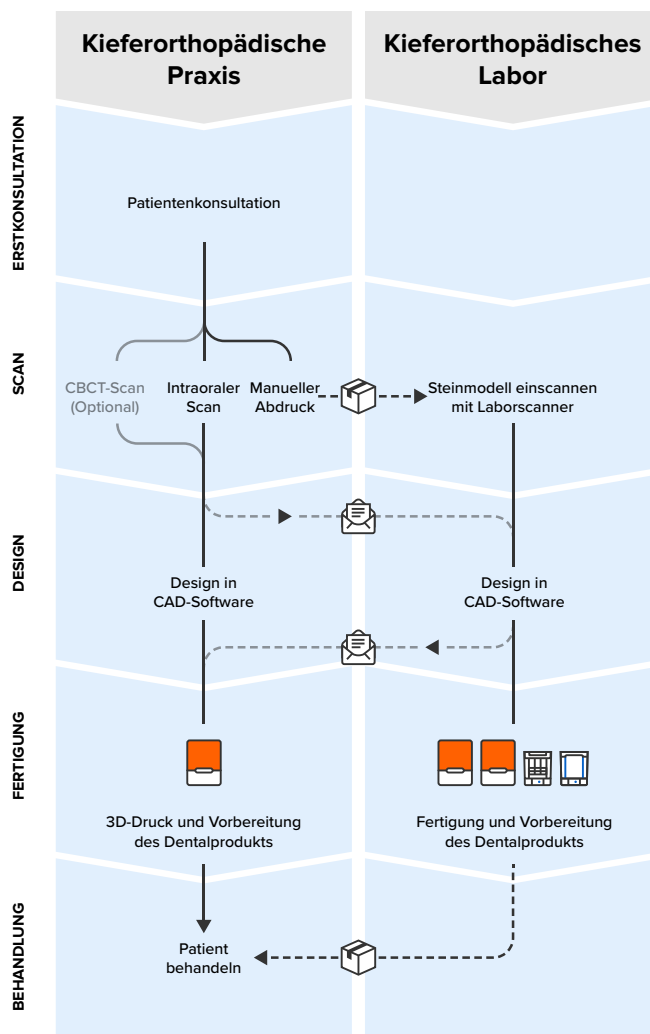
## Arbeitsprozess zwischen Labor und Praxis

Beim traditionellen Arbeitsprozess nimmt die Praxis einen physischen Abdruck vom Patienten, schickt ihn an ein Dentallabor, das die erforderlichen Modelle, den Zahnersatz oder andere Indikationen herstellt, die das Labor zur Behandlung dann wieder an die Praxis zurückschickt.

Im digitalen Workflow können die einzelnen Schritte abhängig von der Komplexität des Falls, der Indikation, den verfügbaren Werkzeugen und anderen Bedingungen leicht zwischen Praxis und Labor wechseln.

Beispielsweise kann eine Zahnarztpraxis einen digitalen Abdruck nehmen oder einen manuellen Abdruck zum Scannen mit einem optischen Desktopscanner an ein Labor senden. Sowohl das Labor als auch die Praxis können dann den digitalen Abdruck nutzen, um Modelle, Zahnersatz und andere Indikationen zu gestalten. Schließlich können Labore Teile betriebsintern mit 3D-Druck oder Fräsen herstellen oder das Design als Dienstleistung anbieten und die Designdateien an ihre Kunden zum 3D-Druck während der Behandlung in der Zahnarztpraxis senden.

Alles in allem vereinfachen digitalen Technologien den Arbeitsprozess zwischen der Praxis und dem Labor, indem sie je nach Fall unbegrenzte Freiheit bei der Optimierung von Geschwindigkeit, Benutzerfreundlichkeit und Kosten bieten.



*Der Arbeitsprozess in der digitalen Zahntechnik kann problemlos zwischen der Praxis und dem Dentallabor wechseln und so die Effizienz und die Zusammenarbeit verbessern.*

## Dental-3D-Drucktechnologien

Additive Fertigung ist der neueste Bestandteil des Arbeitsprozesses in der digitalen Zahntechnik und ist zu einer logischen Wahl für Dentallabore geworden, da sie hohe Qualität mit geringen Kosten und optimierten Arbeitsabläufen kombiniert. Der Markt wächst schnell, wodurch diese Technologie für immer mehr Unternehmen zugänglich wird.

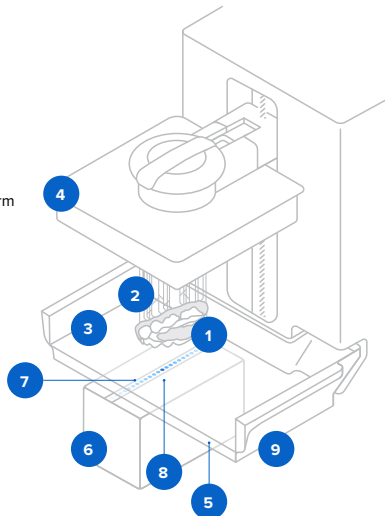
Heutzutage sind zwei 3D-Drucktechnologien in Dentallaboren weit verbreitet: die Stereolithografie (SLA) und Digital Light Processing (DLP).

Bei der Stereolithografie wird ein Behälter mit flüssigem Kunstharz im Druckbereich selektiv einem Laserstrahl ausgesetzt, der das Kunstharz in bestimmten Bereichen härtet. Die Low Force Stereolithography (LFS) Technologie, die im Formlabs Form 3B Dental 3D-Drucker zum Einsatz kommt, ist die neueste Generation des SLA 3D-Drucks und reduziert die Belastung, die beim Ablösen des Teils vom Harztank zwischen einzelnen Schichten entsteht. So werden Teile mit einer beeindruckenden Oberflächenqualität, Klarheit und Genauigkeit möglich.

Digital Light Processing funktioniert nach dem selben chemischen Prinzip wie SLA und LFS, jedoch kommt anstelle eines Lasers ein digitaler Projektor als Lichtquelle zum Einsatz, um das Kunstharz auszuhärten.

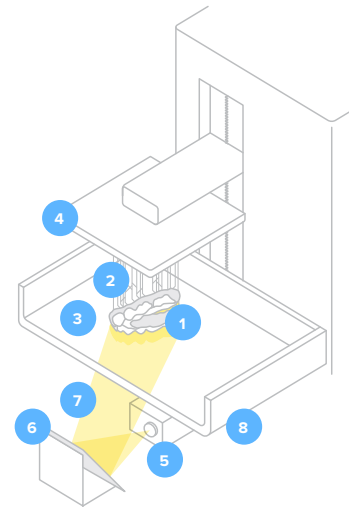
### LOW FORCE STEREOLITHOGRAPHY (LFS)

- 1 Druckteil
- 2 Stützstrukturen
- 3 Kunstharz
- 4 Konstruktionsplattform
- 5 Dünner Film
- 6 Light Processing Unit (LPU)
- 7 Laser
- 8 Laserstrahl
- 9 Harztank



### DIGITAL LIGHT PROCESSING (DLP)

- Druckteil 1
- Stützstrukturen 2
- Kunstharz 3
- Konstruktionsplattform 4
- Projektor 5
- Spiegel 6
- Licht 7
- Harztank 8



*Bei den geläufigsten 3D-Druckern wird flüssiges Kunstharz selektiv einer Lichtquelle (bei SLA und LFS einem Laser, bei DLP einem Projektor) ausgesetzt, um sehr dünne feste Schichten aus Kunststoff zu bilden, die aufeinander aufbauen und so zu einem festen Gegenstand werden.*

Die Funktionsweise von SLA, LFS und DLP 3D-Druckern ist ähnlich – die Unterschiede in der Druckqualität, dem Arbeitsprozess, den verfügbaren Materialien, den Kosten und weiteren Faktoren sind von Gerät zu Gerät größer als von Technologie zu Technologie.

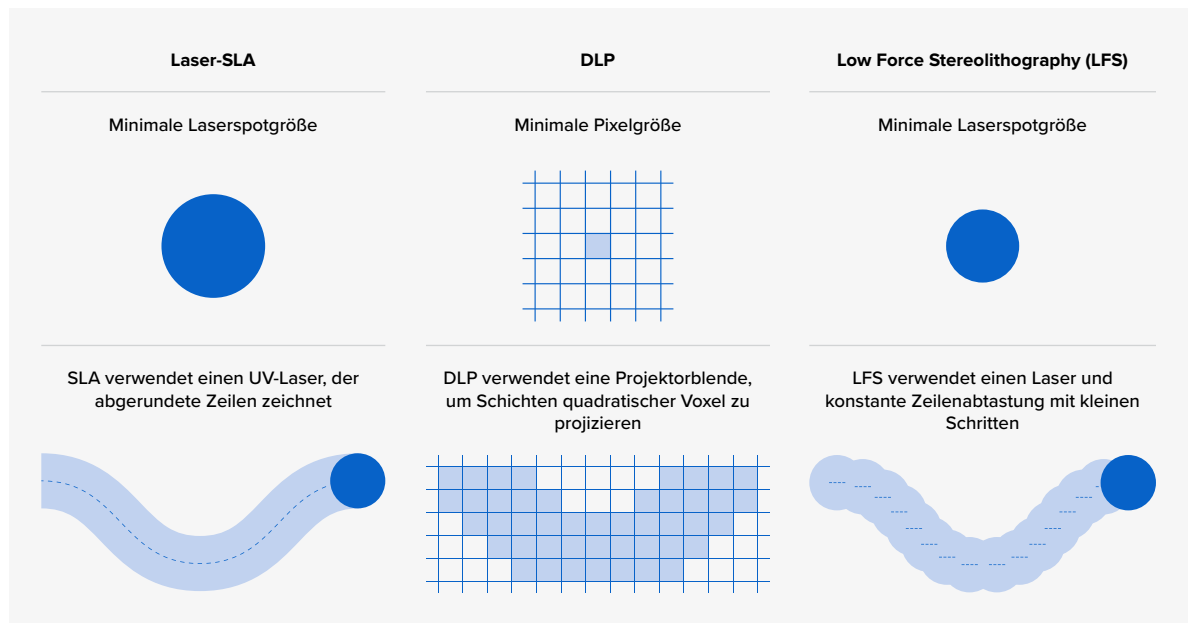


# Bewertung von Dental 3D-Drucklösungen

## Genauigkeit und Präzision

Die Gewährleistung hochwertiger, genauer Endprodukte ist der wichtigste Aspekt für ein Dentallabor. Leider liefern nicht alle 3D-Drucker, die für die Zahntechnik beworben werden, die Qualität, Präzision und Genauigkeit, die für Dentalanwendungen erforderlich ist. Zusätzlich geht der Vergleich verschiedener 3D-Drucklösungen über die bloße Betrachtung von technischen Spezifikationen hinweg.

Manche Hersteller versuchen möglicherweise, potenzielle Kunden mit irreführenden Aussagen und technischen Spezifikationen zu verwirren. Am häufigsten geben sie Schichthöhe, Laserspotgröße oder Pixelgröße als Genauigkeit an, obwohl diese Spezifikationen keine direkte Auswirkung auf die Genauigkeit der Endprodukte haben. Wenngleich die meisten Unternehmen sich auf eine einzige Zahl für die Genauigkeit beziehen (z. B. 50 Mikrometer oder 75 Mikrometer), handelt es sich dabei für gewöhnlich um Marketingtricks. Die Angabe stellt tatsächlich meist die Auflösungsgrenze des Druckers dar.



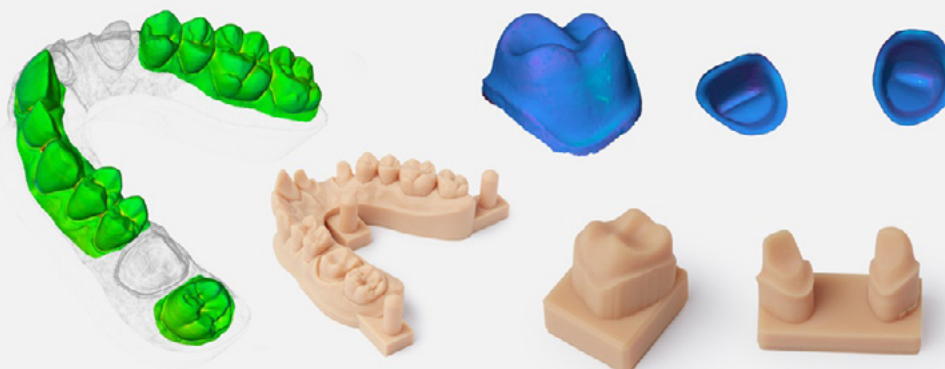
*Die Tatsache, dass die Basiseinheiten des SLA und des DLP Prozesses unterschiedliche Formen aufweisen, macht es schwierig, die beiden Maschinen allein aufgrund der numerische Angaben zu vergleichen.*

Grundlegend hängen Genauigkeit und Präzision von vielen verschiedenen Faktoren ab: der Qualität des 3D-Druckers, dem 3D-Druckprozess, den Materialien, den Softwareeinstellungen, der Nachbearbeitung und wie gut diese Systeme kalibriert sind. Dadurch kann ein 3D-Drucker nur anhand des endgültigen Druckteils bewertet werden.

Bewerten Sie Genauigkeitsstudien immer mithilfe von echten Scandaten von Druckteilen. Noch besser ist folgendes Vorgehen: Bitten Sie um einen kostenlosen Probedruck oder ein individuelles Muster Ihres eignen Designs, um die Passung selbst zu untersuchen oder die Abmessungen mit dem ursprünglichen Design zu vergleichen.

## Vollbogenmodell mit Stümpfen

Model Resin mit 50 µm Schichthöhe



TEIL	GENAUIGKEITSBEREICH	OBERFLÄCHENANTEIL INNERHALB DES GENAUIGKEITSBEREICHS
<b>Stümpfe im anterioren Bereich</b>	● ± 50 µm	95 % ± 7,00 %
<b>Stümpfe im posterioren Bereich</b>	● ± 50 µm	95 % ± 4,00 %
<b>Operative und Antagonistenmodelle</b>	● ± 100 µm	94 % ± 4,30 %

*Validierungsteile wurden mit Model Resin auf dem Form 3B gedruckt. Die Ergebnisse können variieren.*

*Genauigkeitsstudie eines Vollbogenmodells mit Stümpfen, gedruckt auf dem Form 3B LFS 3D-Drucker. Dental 3D-Drucker können eine Reihe von hochwertigen und maßgefertigten Produkten und Anwendungen mit hervorragender Passform und wiederholbaren Ergebnissen produzieren.*

### Benutzerfreundlichkeit und Zuverlässigkeit

Die Benutzerfreundlichkeit eines 3D-Druckers ist ein weiterer wichtiger Aspekt. Schließlich müssen Sie und Ihr Team lernen, wie die Geräte zu bedienen sind und sie täglich warten. Verschaffen Sie sich einen Eindruck zur Lernkurve bei einem neuen 3D-Drucker, indem Sie sich online Videos ansehen, eine Messe besuchen, Vertriebsteams kontaktieren oder Kollegen zu ihren Erfahrungen fragen.

Glücklicherweise haben die meisten modernen SLA und DLP 3D-Drucker ein intuitives Design, so dass Labore, die bislang die Produktion auslagern, sich leicht mit dem Prozess vertraut machen können.

Erwägen Sie die Arten der täglichen Interaktionen und Wartungsmaßnahmen, den der Drucker nach seiner Inbetriebnahme erfordert. Beispielsweise bedeutet die automatische Harzabgabe von Formlabs SLA und LFS 3D-Druckern, dass Sie sich nie wieder Sorgen machen müssen, dass das Material ausgehen könnte.

Manche Drucker verfügen über proprietäre Software, um 3D-Modelle für den Druck vorzubereiten. Ein Beispiel ist PreForm für Formlabs 3D-Drucker. Andere Hersteller hingegen greifen auf Standardlösungen zurück. Die Funktionen unterscheiden sich je nach Software-Tool. PreForm bietet beispielsweise Ein-Klick-Druck, leistungsstarke manuelle Steuerung zur Optimierung der Stützstrukturendichte und -größe, anpassbare Schichtdicke oder Funktionen zum Einsparen von Material und Zeit.

Sind Sie neugierig geworden? [Laden Sie PreForm kostenlos herunter](#), um die Funktionen zu erproben.

Teile, die mit SLA-, LFS- und DLP-Technologien gedruckt wurden, erfordern Nachbearbeitung nach dem Druck.

Zunächst müssen die Teile in einem Lösungsmittel gewaschen werden, um überschüssiges Kunstharz zu entfernen. Biokompatible Teile erfordern ebenfalls Nachhärten. Für SLA und LFS 3D-Drucker [bietet Formlabs Lösungen](#) zur Automatisierung dieser Schritte, was Zeit und Aufwand spart. Das macht einen großen Unterschied, da sie für eine saubere Produktionsumgebung mit geringem Wartungsaufwand sorgen.

Abschließend müssen abhängig vom Design bei manchen Teilen die Stützstrukturen entfernt werden. Um diesen Schritt zu vereinfachen, bietet der Formlabs Form 3B berührungsempfindliche Stützstrukturen, die den Arbeits- und Kostenaufwand bei der Fertigstellung deutlich reduzieren.

Die frühen 3D-Drucker waren berüchtigt dafür, dass die Hälfte ihrer Lebensdauer für Wartung aufgewendet werden musste und es selbst im normalen Betrieb zu vielen Fehldrucken kam. Zum Glück bietet die neueste Generation der 3D-Drucker eine deutlich verbesserte Zuverlässigkeit. Beispielsweise berichten Nutzer des Formlabs 3D-Druckers von einer Erfolgsrate von über 95 % bei Millionen von Drucken auf zehntausenden Geräten. Studieren Sie die verfügbaren Informationen zur Zuverlässigkeit und stellen Sie sicher, dass ein Hersteller über geeignete Garantie- und Kundenserviceangebote verfügt, um sicherzustellen, dass Sie bedient werden, wenn eine Wartung notwendig wird.

### **Kosten und Kapitalrendite**

Wenn Sie erwägen, eine neue Technologie einzusetzen, muss sie auch Sinn für Ihr Geschäft machen. Die Kosten von Dental 3D-Druckern sind seit den frühen Zeiten der Technologie deutlich gesunken und die Systeme, die heute auf dem Markt verfügbar sind, bieten die geringsten Kosten bei vielen Anwendungen.

Beispielsweise können Labore, die Bohrschablonen betriebsintern herstellen, häufig die Kosten pro Teil im Vergleich zur Auslagerung an Labore oder Dienstleister um 75 % reduzieren – genug, um innerhalb weniger Wochen einen 3D-Drucker abzubezahlen und über die Jahre ein Vielfaches seines Kaufpreises zu sparen.

Beachten Sie beim Vergleich verschiedener 3D-Drucklösungen folgende Aspekte:

1. Anfangskosten, nicht nur für das Gerät selbst, sondern auch für Schulungen, Einrichtung und möglicherweise für Softwarepakete.
2. Betriebskosten, am besten geschätzt mit Materialkosten pro Einheit.
3. Wartungskosten. Hüten Sie sich vor obligatorischen Wartungsverträgen, die jährlich bis zu 20 % der Anfangskosten des Druckers kosten können.

### Materialien und Anwendungen

Professionelle 3D-Drucker zählen heute zu den vielseitigsten Werkzeugen in Dentallaboren. Der Schlüssel zu dieser Vielseitigkeit sind spezielle Materialien.

Die Materialauswahl unterscheidet sich je nach Druckermodell. Manche Basis-3D-Drucker können nur Diagnosemodelle produzieren, während fortschrittlichere Systeme hochgenaue Kronen- und Brückenmodelle, Bohrschablonen und gieß- bzw. pressbare Dentalvorrichtungen, langfristig biokompatible Dentalprodukte wie Schienen, Retainer oder Zahnersatz fertigen.

Manche 3D-Drucker funktionieren nur mit proprietären Materialien, weshalb Ihre Möglichkeiten auf das Angebot des Druckerherstellers beschränkt sind. Andere bieten ein offenes System, wodurch auch Materialien eingesetzt werden können, die von Drittanbietern hergestellt wurden.

Bei Materialien von Drittanbietern müssen Sie jedoch darauf achten, dass die Ergebnisse eine klinisch akzeptable Qualität und Genauigkeit liefern. Außerdem verstößt die Anwendung von biokompatiblen Materialien auf nicht-validierten 3D-Druckern, die als „offen“ beworben werden, gegen die Anwendungsanforderungen. So werden nicht-biokompatible Dentalvorrichtungen produziert. Seien Sie sich der Risiken bewusst, die die Anwendung nicht-validierter 3D-Drucker und Materialien für Ihr Dentallabor darstellt.

Hersteller bringen regelmäßig neue Materialien auf den Markt, weshalb eine große Wahrscheinlichkeit besteht, dass der Drucker, den Sie heute kaufen, in der näheren Zukunft eine wachsende Anzahl an Dentalprodukten herstellen kann.



*Borschablonen, die auf einem Formlabs Form 3B Dental 3D-Drucker gedruckt wurden.*



### Durchsatz und Skalierbarkeit

Wenn man die Geschwindigkeit beim 3D-Druck betrachtet, sollte man nicht nur die bloße Druckgeschwindigkeit, sondern auch den Durchsatz berücksichtigen.

Die Geschwindigkeit bei SLA, LFS und DLP 3D-Druckern ist im Allgemeinen vergleichbar. Da der Projektor jede Schicht auf einmal beleuchtet, ist die Druckgeschwindigkeit beim DLP 3D-Druck einheitlich und hängt nur von der Teilehöhe ab, während beim SLA und LFS 3D-Druck jedes Teil mit dem Laser abgefahren wird. Für gewöhnlich führt dies dazu, dass SLA und LFS 3D-Drucker genauso schnell oder schneller beim Druck von Einzelteilen oder kleinen Teilen sind, während DLP 3D-Drucker Aufträge, bei denen mehrere Teile einen großen Teil der Plattform ausfüllen, schneller drucken können.

Allerdings müssen wir hier auf die Kompromisse zwischen Auflösung und Fertigungsvolumen bei DLP-Druckern zu sprechen kommen. Ein kleiner DLP 3D-Drucker kann vielleicht schnell drucken, es passen jedoch nur wenige Modelle auf die Konstruktionsplattform. Ein anderes Gerät mit einem größeren Fertigungsvolumen kann vielleicht mehr Teile drucken, aber nur mit einer niedrigeren Auflösung, wodurch es möglicherweise nicht genau genug für den Druck von Zahnersatz oder Bohrschablonen ist, bei denen eine hohe Genauigkeit erfordert wird.

SLA und LFS 3D-Drucker bieten alle diese Optionen in einem Gerät und geben Laboren die Freiheit, zu entscheiden, ob sie abhängig vom jeweiligen Fall Auflösung, Geschwindigkeit oder Durchsatz optimieren möchten.

# Durchsatz und Kosten beim 3D-Druck von Dentalprodukten auf dem Formlabs Form 3B Dental 3D-Drucker



## VIERTELBOGEN-MODELLE FÜR FESTEN ZAHNERSATZ

**Model Resin mit 50 µm Schichthöhe**

Bis zu 8 Viertelbogen-Modellsätze (unten, oben und Stumpf) per Druckvorgang in ca. 9,5 h für 1,50-3,50 € pro Satz



## VOLLBOGEN-MODELL FÜR FESTEN ZAHNERSATZ

**Model Resin mit 50 µm Schichthöhe**

Bis zu 2 Vollbogen-Modellsätze (unten, oben und Stumpf) per Druckvorgang in ca. 9,5 h für 5-7 € pro Satz



## VOLLBOGEN-MODELL FÜR FESTEN UND HERAUSNEHMBAREN ZAHNERSATZ

**Castable Wax Resin mit 50 µm Schichthöhe**

Bis zu 100 Kronen und/oder Käppchen per Druckvorgang in ca. 9,5 h für 0,25-0,50 € pro Stück



## GROSSE DIAGNOSTISCHE MODELLE White Resin mit 100 µm Schichthöhe

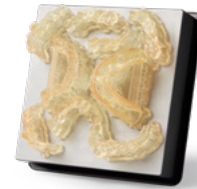
Bis zu 2 Modellsätze (Ober- und Unterkiefer) per Druckvorgang in ca. 5 h für 5-8 € pro Satz



## DIAGNOSTISCHE MODELLE

**Model Resin mit 100 µm Schichthöhe**

Bis zu 2 Modellsätze (Ober- und Unterkiefer) per Druckvorgang in ca. 5 h für 5-8 € pro Satz



## BOHRSCHABLONEN

**Dental SG Resin mit 100 µm Schichthöhe**

Bis zu 29 Viertelbogen-Bohrschablonen per Druckvorgang in ca. 5 h für 1,50-3,50 € pro Stück. Bis zu 8 Vollbogen-Bohrschablonen per Druckvorgang in ca. 4 h für 2,50-5,00 € pro Stück



## OKKLUSIONSSCHIENEN

**Dental LT Clear Resin mit 100 µm Schichthöhe**

Bis zu 8 Schienen per Druckvorgang in ca. 2,5 h für 3,50-5,00 € pro Stück



## PROTHESENZÄHNE

**Denture Teeth Resin mit 50 µm Schichthöhe**

Bis zu 8 Totalprothesenzahnsätze per Druckvorgang in ca. 5,5 h für 2,50-4,50 € pro Stück



## TOTALPROTHESENBASEN

**Denture Base Resin mit 50 µm Schichthöhe**

Bis zu 8 Totalprothesenbasen per Druckvorgang in ca. 9 h für 4,50-6,00 € pro Stück





*Druckerfarmen aus mehreren Geräten ermöglichen den gleichzeitigen 3D-Druck vieler verschiedener Anwendungen, wobei Produktionsbedürfnisse erfüllt werden und das Risiko durch Redundanz gesenkt wird.*

Eine weitere wichtige Erwägung für Labore ist, ob die Kapazität mit einem einzigen Gerät oder mehreren Druckern erfüllt wird. Die Produktion mit Druckerfarmen reduziert im Vergleich zu großformatigeren Geräten häufig die Anfangskosten. Indem sie zunächst ein kostengünstiges Gerät kaufen, können Labore die Produktionsmethoden testen, bevor sie die Produktion mit der Nachfrage nach oben skalieren. So muss nur für die Produktion gezahlt werden, wenn sie benötigt wird, anstatt große langfristige Investitionen in einen sich schnell entwickelnden Markt zu tätigen.

Druckerfarmen reduzieren zudem das Risiko durch Redundanz. Wenn ein Gerät gewartet werden muss, kann die Produktion auf die restlichen Geräte der Druckerfarm verteilt werden.

## Wie Sie digitale Workflows in einer Zahnarztpraxis einsetzen

### 1. Wählen Sie eine Anwendung

Der Umstieg auf digitale Workflows erfolgt am besten schrittweise, wobei eine Anwendung nach der anderen umgestellt wird, um unnötige Risiken zu vermeiden. Wählen Sie zunächst eine Anwendung, bei der digitale Zahntechnik am meisten Sinn für Ihr Unternehmen macht. Erwägen Sie einen Arbeitsprozess, der aktuell ineffizient, unzuverlässig oder teuer ist – oder vielleicht ein Produkt, das Sie Ihren Kunden aktuell nicht anbieten können.

Für Dentallabore bieten 3D-Drucker und Fräsmaschinen eine Vielzahl digitaler Workflows. Professionelle 3D-Drucker sind unglaublich vielseitig: Sie können eine große Zahl an Produkten wie Prothesenmodelle, Bohrschablonen, Schienen, kieferorthopädische Modellen, Aligner, digitale Wax-ups, gießbare Prothesen und Zahnersatz auf demselben Gerät herstellen, wobei nur das Material ausgetauscht werden muss. Fräsmaschinen liefern Lösungen für Kronen und Brücken, Schienen, Voll- oder Teilprothesen und vieles mehr. Jede Fertigungsmethode sollte auf Grundlage der Qualität und Kosteneffizienz betrachtet werden. Beispielsweise eignet sich eine Dentalfräsmaschine am besten zum Fertigen von Vollkeramik-Zahnersatz und nicht von Produkten mit niedriger Rentabilität wie Diagnose-Wax-ups oder individuellen Abdrucklöffeln.

## **2. Definieren und Testen Sie einen digitalen Workflow**

Wenn Sie an eine bestimmte Anwendung denken, erstellen Sie einen vollständigen schrittweisen digitalen Workflow für sie, um sicherzustellen, dass Sie alle Bestandteile verstehen, die zum Scannen, Design und Fertigen erforderlich sind.

Denken Sie bei Scanausrüstung darüber nach, ob Sie nur digitale Abdrücke von Zahnärzten erhalten werden oder ob Sie einen optischen Desktopscanner benötigen, um Steinmodelle oder physische Abdrücke scannen zu können.

Um sich mit digitalem Design vertraut zu machen, stellen Sie sicher, dass Sie eine Vorführung des Arbeitsprozesses einer Designsoftware erhalten, damit Sie die Prozessschritte verstehen, bevor Sie auf den Prozess umsteigen. Wählen Sie anschließend ein Softwarepaket aus, das mit der Scan- und Fertigungsausrüstung Ihrer Wahl kompatibel ist. Die einfachste Methode ist es, sich an Software zu halten, die den offenen Import von Scandateien und den offenen STL-Dateiexport unterstützt, wodurch Kompatibilität mit allen 3D-Drucklösungen sichergestellt wird.

Wenn Sie über Fertigungsausrüstung wie Fräsmaschinen oder 3D-Drucker nachdenken, beziehen Sie immer Probedrucke, bevor Sie die Ausrüstung kaufen. Technische Daten und Marketingspezifikationen können irreführend und schwer zu interpretieren sein. Vergleichen Sie nicht Vertriebsbroschüren, sondern tatsächliche Druckteile – zögern Sie nicht, eine physische Probe einer gefrästen Krone, einer 3D-gedruckten Schiene oder einer anderen Anwendung anzufordern. Es gibt keine bessere Möglichkeit, die Qualität von zwei Maschinen miteinander zu vergleichen, als das endgültige Produkt in der Hand zu halten.

## **3. Fangen Sie klein an und skalieren Sie nach oben**

Sobald Sie bereit sind, erproben Sie den Arbeitsprozess einige Wochen lang, bevor Sie auf die komplette Produktion umsteigen. So bleibt Zeit, um jeden Schritt zu erlernen und für einen reibungslosen Ablauf zu sorgen. Wenn Sie mit den Ergebnissen zufrieden sind, ist es Zeit, den Arbeitsprozess vollständig auf digital umzustellen und nach oben zu skalieren.

Bei digitalen Workflows ist dies nur eine Frage der zusätzlichen Scan-, Design- oder Produktionskapazität, abhängig davon, wo es zu Engpässen kommt. Desktop 3D-Drucker bieten mehr Produktionskapazität als je zuvor und günstige Geräte erlauben es Ihnen, zusätzliche Kapazitäten hinzuzufügen. Mit mehreren Geräten haben Sie außerdem den Vorteil der Fehlerredundanz, was ein wichtiger Vorteil gegenüber größeren, teureren Systemen ist.

Bei einem langfristigen ROI muss das Angebot eines neuen Produkts oder einer neuen Dienstleistung keine schwierige Entscheidung sein. Mit digitalen Workflows können Dentallabore klein anfangen, schneller ROI erzielen und mit der Zeit nach oben skalieren.

## Tauchen Sie in die Welt des digital-zahnmedizinischen 3D-Drucks ein

Angesichts von Tausenden Dentallaboren, die bereits digitale Workflows einsetzen, gab es noch nie eine bessere Zeit, um zu erproben, wie Sie mit Ihrem Geschäft von neuen Technologien profitieren können. Vor einigen Jahren konnten sich nur die größten Dentallabore und Dienstleister 3D-Drucker leisten. Heute sind sie in Dentallaboren jeder Größe ein gewohnter Anblick.

Bedenken Sie die oben beschriebenen Faktoren und die Bedürfnisse Ihres Labors – bestimmte Lösungen eignen sich für manche Unternehmen besser als für andere. Die digitale Zahntechnik entwickelt sich schnell und neue Desktoplösungen können Dentalprodukte produzieren, die eine ähnliche oder gar bessere Qualität und Genauigkeit haben als herkömmliche großformatige 3D-Drucker. Forschen Sie nach, sehen Sie sich echte Druckteile an und vermeiden Sie es, ordentlich draufzuzahlen.