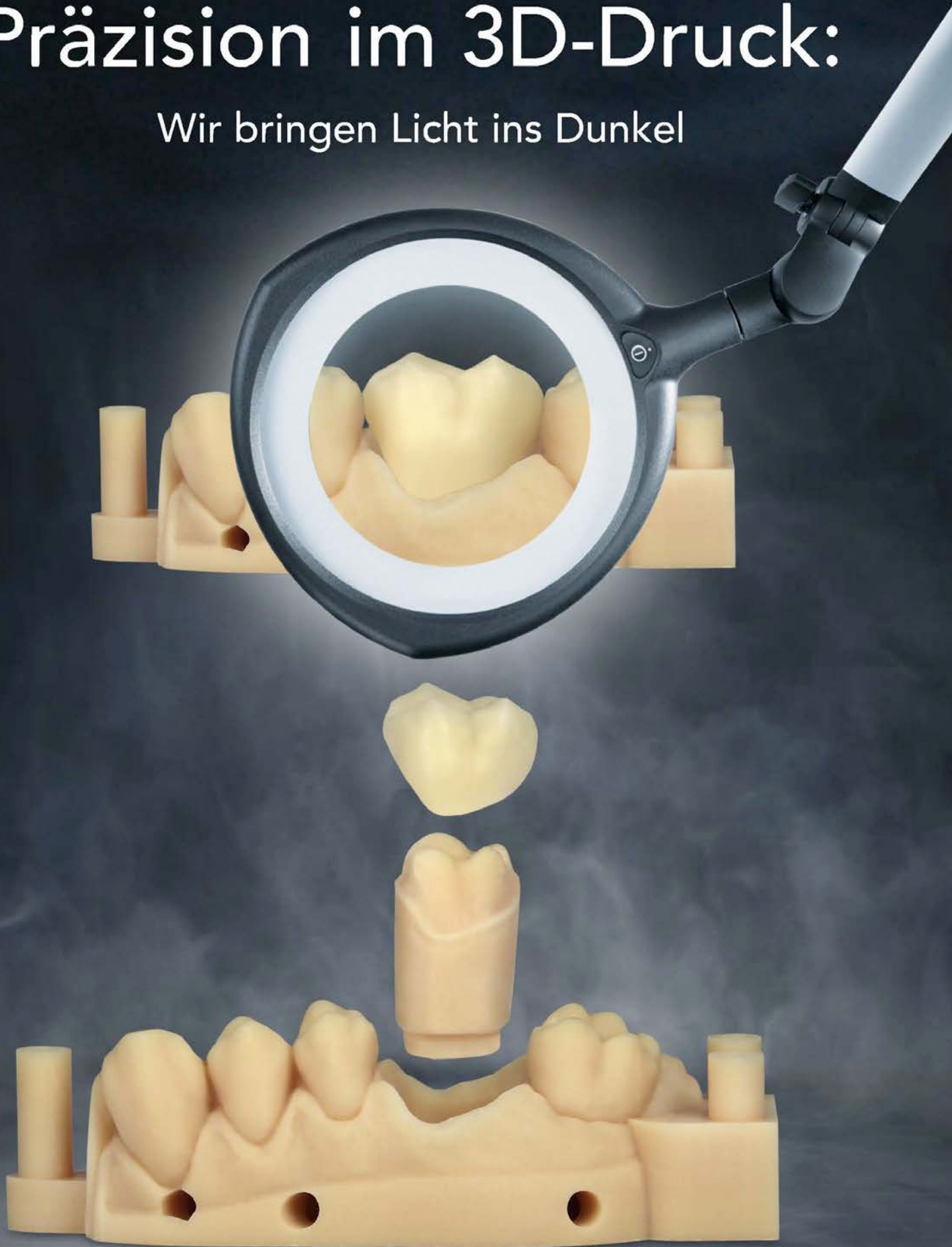


Verständnis für Präzision im 3D-Druck:

Wir bringen Licht ins Dunkel



Verständnis für Präzision im 3D-Druck:

Wir bringen Licht ins Dunkel

Wer verkauft den präzisesten 3D-Drucker? Sind Präzision und Auflösung das Gleiche? Was bedeutet der Begriff Auflösung im 3D Druck? Gibt es eine Verbindung zwischen Präzision und Auflösung? Bei Betrachtung finaler Teilepräzision, welcher Wert ist der Ausschlaggebende: X, Y oder Z?

Sichtlich verwirrend ist es mit der Präzision im 3D-Druck und sorgt bei Kunden stets für Diskussionsbedarf.

Als 3D-Drucker Hersteller seit 2002 – bekannt für höchste Präzision und Oberflächengüte, speziell bei passgenauen Kronen – ist uns wichtig, den Kunden angemessen zu beraten, um ihm eine leichtere Entscheidung zu ermöglichen. Nicht zuletzt, wenn es um Teile für den menschlichen Körper bzw. Technologien, welche hohe Sicherheitsanforderungen besitzen, geht.

Also, lasst uns Licht ins Dunkel bringen.

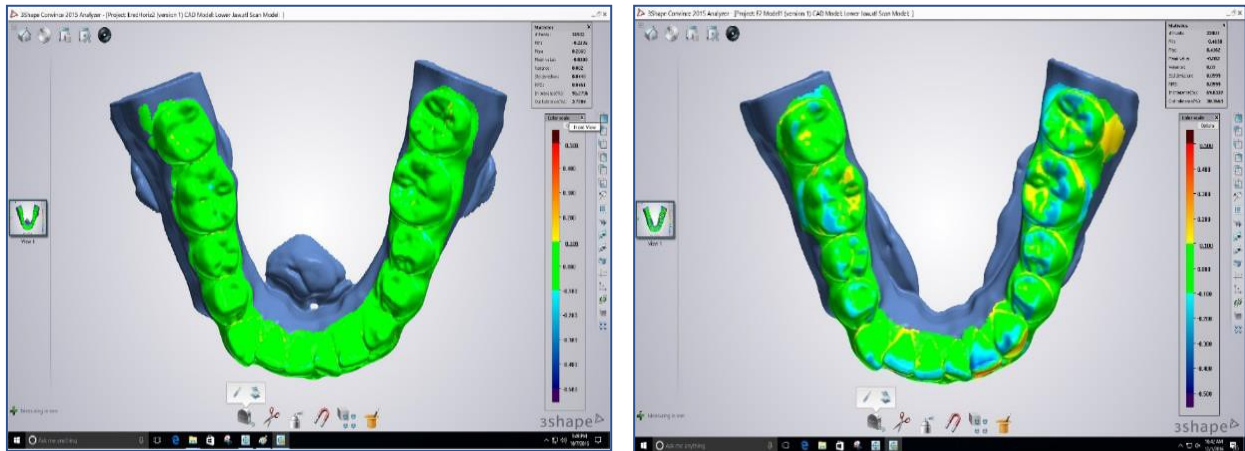
Präzision = Auflösung

Nein, es handelt sich hierbei nicht um das Gleiche.

Präzision ist, einfach erklärt, die Gleichung eines final 3D gedruckten Teiles zu seinem digitalen Modell. In der Regel wird die Maßhaltigkeit, innerhalb einer gewissen XY Toleranz z. B. +/- 42 µm, gemessen. Optional wird ein gewisser Gesamtprozentsatz zur Scangenaugkeit des Modells inkludiert.

Der einzige Weg Präzision, welcher ein 3D Drucker erreicht, zu bestimmen





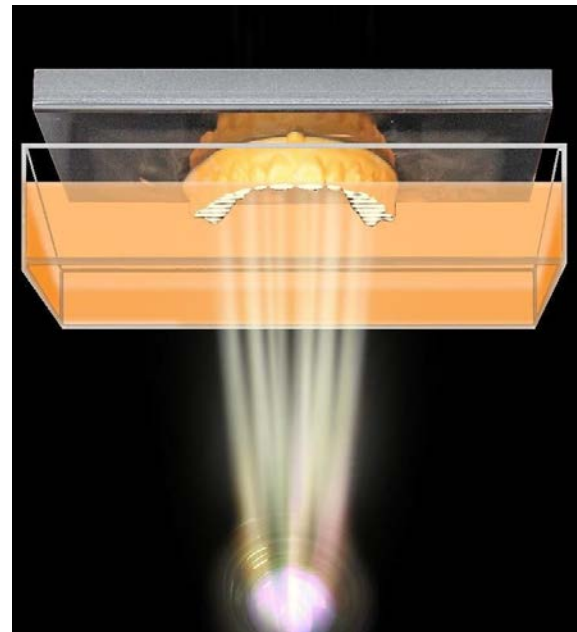
Das links gezeigte Dental Model wurde horizontal auf EnvisionTEC's Vida gedruckt. Dieses weist eine Übereinstimmung von 96,3 % bei 100µm Schichtdicke auf. Das rechte Model wurde auf einem günstigen SLA Drucker produziert und mit einer Übereinstimmung von ausschließlich 69,8 % beläuft sich die Abweichung auf über 30%.

ist es, das Teil zu drucken, es zu scannen und dieses mit dem digitalen Model zu vergleichen.

Tatsächlich ist es sehr schwierig, eine stets gleiche Präzision bei jedem 3D Model zu erreichen. Wie Sie in diesem Artikel lernen werden, hängt dieser Wert von vielen Faktoren ab, wie bspw. Bauteilausrichtung, der Farbe des Materials etc.

Auflösung stellt eine festgelegte Zahl an Pixeln durch den Projektor mithilfe der DLP-Technologie (Digital Light Processing) dar.

EnvisionTEC bietet z. Z. den höchstaflösenden Projektor, welcher im DLP Druck eingesetzt wird, an. Dieser bemisst sich auf eine Auflösung von 1920x1200, verbaut in unserer Perfactory 4 Standard XL LED.



Beim DLP Druck belichtet ein Projektor eine, mit lichtsensitivem Material gefüllte, Glas- oder Kunststoffwanne. Dies wird Schicht für Schicht wiederholt.

Somit liefert dieser Projektor 2.304 Millionen Pixel, auf der größten erhältlichen DLP Baufeldgröße der Industrie (192 x 120 x 230 mm).

Jeder Pixel in dieser Konfiguration hat eine native oder tatsächliche Größe von 100 μm in XY. Dies wird bestimmt durch, Teilung des X oder Y Wertes des Baufeldes mit der Anzahl an Pixeln, welche X oder Y liefern. Also beläuft sich die native Pixelgröße von X in diesem Fall auf 192 mm durch 1920 Pixel.

Ein ebenfalls wichtiger Gesichtspunkt ist, die Anzahl an Pixeln ist festgelegt. Dessen Größe und Form jedoch nicht. Nehmen wir an, man würde den gleichen Projektor bei kleinerer Baufeldgröße verwenden, verkleinern sich automatisch die Pixel – wie beispielsweise mit einer Taschenlampe an eine Wand zu leuchten und das Licht stärker gebündelt wird, desto näher man ist.

Die Perfactory 4 Standard verwendet einen Projektor mit 1920 x 1200 Auflösung, jedoch eine Baufeldgröße von 160 x 100 x 230 mm. Daraus resultieren feinere native XY Pixelgrößen von 83 μm .

Ebenfalls zu betrachten ist, dass nicht alle Pixel ausschließlich quadratisch sind. Einige Projektoren, aus dem 3D-Druck, produzieren diamantförmige Pixel. Dadurch resultieren unterschiedliche Größen, in X und Y.

Es ist nicht immer der Fall, dass mehr Pixel und feinere Pixel höhere Präzision liefern. Mehr dazu weiter unten.

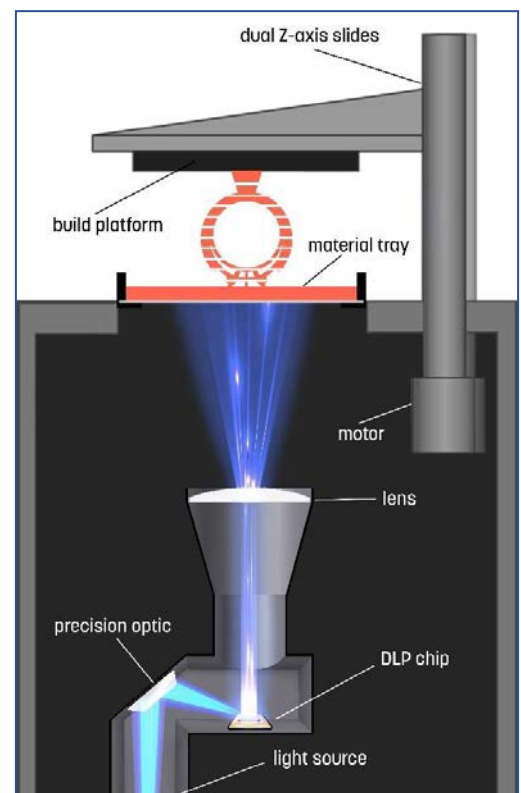
Eine Verbindung zu schaffen ist nicht ganz einfach.

Es ist deutlich komplexer, als es im ersten Moment scheint, wenn es um die Verbindung zwischen Präzision und Auflösung geht.

Zur Erklärung für Einsteiger. Nicht jeder Projektor erzielt die gleichhohe Qualität, selbst wenn selbe Anzahl und Größe von Pixeln erreicht wird.

Sie brauchen nur in einen Elektronikfachmarkt zu gehen, um festzustellen, dass technisch wertgleiche Fernseher oder Monitore nicht automatisch gleiche Bildschirmqualität liefern

Die Qualität des Projektors ist nicht zuletzt eine entscheidende Variabel, die Präzision eines 3D-Druckers zu ermitteln.

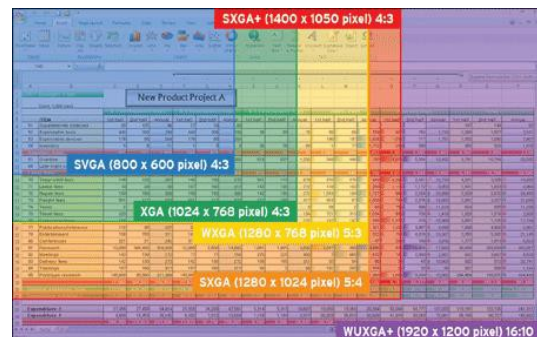




Um die projizierte Fläche besser zu betrachten, nutzen Sie ein Stück schwarzes Papier. Hiermit können Sie einfach feststellen, wie präzise und mit welcher Streuung der verbaute Projektor arbeitet. Mitunter kann es im Zentrum zu beeindruckenden Werten kommen, welche jedoch an den Ecken nicht einmal annähernd erreicht werden.

Um bestmögliche und präziseste Qualität zu erzielen, sollte man auf scharfe Kanten, entlang der gesamten Baufeldgröße, achten.

Wie eingangs bereits erwähnt, ist die Qualität des Projektors nicht der einzige Faktor auf dem Weg zur Präzision eines 3D-Druckers. Dahinter verbergen sich ebenfalls andere mechanische und systemspezifische Komponenten, welche hohen Einfluss darauf nehmen.



In dieser Grafik sind einige, der heute am Markt etablierten, Projektoren aufgeführt. Es gibt große Qualitätsunterschiede je nach Hersteller und verwendeter Linse. Bei EnvisionTEC finden ausschließlich individuell und kundenspezifisch hergestellte Linsen Verwendung.



Mechanische Komponenten sind wichtig.

Betrachten wir nur einen beweglichen Teil: die Bauplattform.

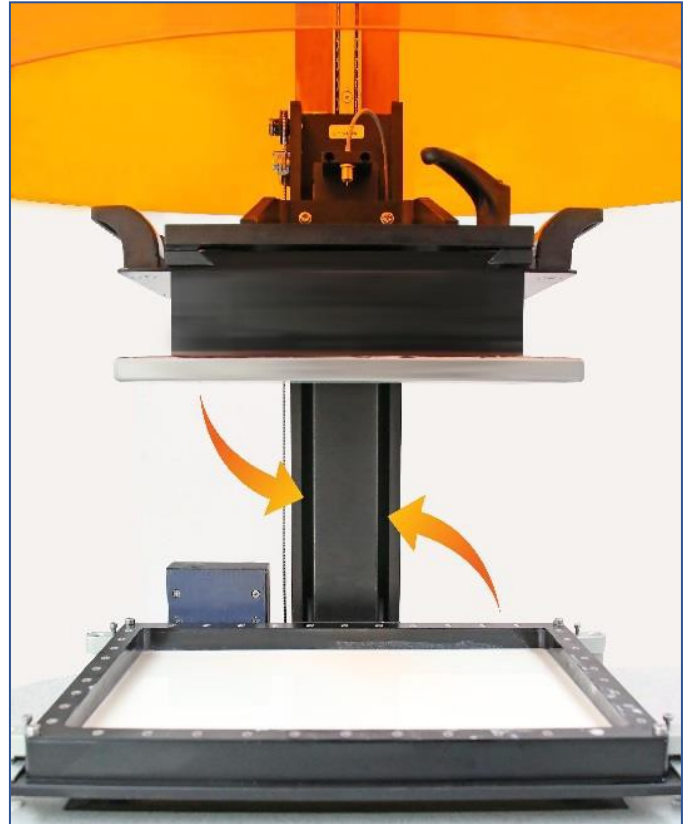
Nach jeder schichtweisen Beleuchtung des Materials, hebt und senkt sich die Bauplattform um eine neue Belichtungsschicht zu erhalten. Ein unpräzises Bewegungssteuersystem hat zeitgleich inakkurate Ergebnisse zur Folge.

Sobald keine Parallelität zwischen Baufeld und Bauplattform vorhanden ist, entsteht ein schiefes, inkorrekt produziertes Bauteil.

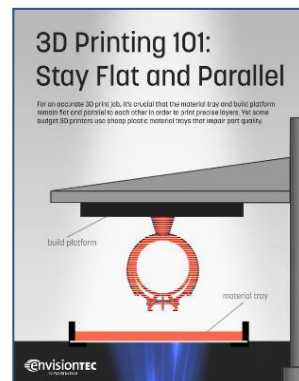
Aus diesem Grund verbaut EnvisionTEC ein, in Deutschland entwickeltes Doppelschienensystem, wie hier gezeigt, um stets eine absolut präzise Auf- und Abwärtsbewegung der Bauplattform zu gewährleisten.

Viele günstige 3D-Drucker setzen auf ein Einzelschienensystem. Dies ist eine Entscheidung auf Kosten der Qualität.

Tatsächlich kann jedes bewegende Maschinenteil negativen Einfluss auf das Endergebnis nehmen. EnvisionTEC bietet daher professionelle Installationen inkl. Kalibration, um die höchstmögliche Qualität Ihres Produktes zu gewährleisten.



Erfahren Sie mehr



EnvisionTEC.com/101

Software (und Firmware) sind unerlässlich

Da 3D-Druck auf digitalen Grundsteinen steht, sind Software und Firmware – Software, welche die Hardware kontrolliert – absolut entscheidend.

EnvisionTEC verwendet eigens programmierte Software zur Steuerung des Projektors und mechanischen Bestandteile, wodurch die Qualität des finalen Druckes angehoben wird.

Unsere Software kontrolliert volumetrische Tiefen eines jeden Pixels, bzw. Voxels, bessert diese aus und ermöglicht individuelle Belichtungsprozesse für individuelle Anwendungen und geometrische Formen, wie bspw. Dentalmodellen.

Eine unserer wichtigsten Softwaretechnologien, das sogenannte Grayscale, ermöglicht es 255 Schattierungen von Weiß über Grau bis Schwarz, während des Druckprozesses, zu verwenden und in eine glatte Oberfläche umzuwandeln.

Dank des “Enhanced Resolution Module” (ERM), einer elektromechanischen Komponente, ist es unserer Software möglich, eine doppelt so hohe Auflösung als vergleichbare Konkurrenzprodukte, mit dem exakt selben Projektor zu erzielen.

Durch den Einsatz von “Grayscale” und der „ERM-Technologie“, wird durch das Verschieben in X und Y, um je ein halbes Pixel bei jeder zweiten Belichtung, ein eindrucksvoll glattes Endergebnis erschaffen.



Diese Abbildung zeigt Envisiontec's „Enhanced Resolution Modul“, womit eine Verbesserung der Auflösung erreicht wird. Dies geschieht, indem der Projektor in X und Y, je um einen halben Pixel, bewegt wird, sodass bei jeder zweiten Belichtung eine eindrucksvolle 3D Kantenglättung erzielt wird.

Multiple Choice: X, Y oder Z?

Die, am häufigsten gestellte Frage an unser Team lautet „Welche Druckschichtdicke erreichen Sie?“

Da die Dicke jeder einzelnen Schicht keinen tatsächlichen Bezug auf das finale dreidimensionale Endprodukt hat, insbesondere in Bereichen unter 100µm, irritiert diese Frage durchaus die Meinungen bezüglich der Präzision.

Die Schichtdicke ist tatsächlich ein deutlich besserer Indikator für die Oberflächengüte. Niemand sieht gerne stufenweise Linien an seinem Bauteil. Das macht eine Nachbearbeitung des Teiles unabdingbar.



Während EnvisionTEC für exzellente Oberflächengüte bekannt ist – resultierend aus eigener Hardware-, Software- und Materialentwicklung – ist hervorragende Oberflächengüte nicht gleichzusetzen mit hervorragender Präzision.

Tatsächlich haben unabhängige Studien ergeben, dass es eine gegensätzliche Verbindung zwischen extrem dünnen Lagen in Z und Präzision gibt.

[Ortho Cosmos](https://tinyurl.com/orthocosmos), ein Internetblog, welcher sich mit dem Thema Kieferorthopädie beschäftigt, hat einige 3D-Drucker getestet und nachfolgende Erkenntnisse gewonnen:

“Eine ebenfalls interessante Erkenntnis ist, dass die präzisesten Ergebnisse eines Bauteiles bei 100µm Schichtdicke erreicht wurden. Als die Schichtdicke von 100µm auf 50µm herabgesetzt wurde, konnte die Präzision des Endproduktes nicht verbessert werden.”

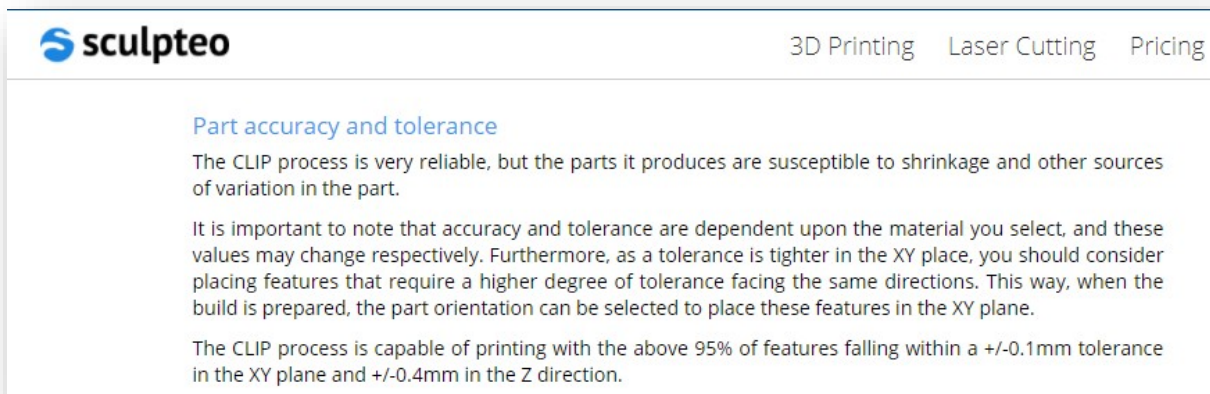
<https://tinyurl.com/orthocosmos>

Eigentlich zeigt diese Studie nachfolgendes über die durchschnittliche dimensionale Präzision. In diesem Beispiel erreichte diese bei 50µm Auflösung in Z 73µm. Wo hingegen bei 100µm ein Wert von 67µm erzielt wurde.

Warum nimmt die Präzision der Teile, bei Verwendung einer höheren Auflösung in Z, ab? Hierfür gibt es einige Gründe. Aufgrund der feineren Belichtungsschichten, verdoppeln sich diese hier. Dadurch erhöht sich ebenfalls dementsprechend die Menge der Neupositionierungen der Bauplatte in Z. Dies erhöht die Gefahr für Positionierungsfehler der Bauplattform.

In Anbetracht der Maschinenpräzision lauten die entscheidenden Werte X und Y – speziell bei Individualmodellen, wie bspw. kieferorthopädische Anwendungen oder welche in der Hörgeräteindustrie ihren Einsatz finden.

Aber schlussendlich hängt es vom Verwendungszweck und der Qualität der Maschine ab.



The screenshot shows the Sculpteo website header with navigation links for 3D Printing, Laser Cutting, and Pricing. The main content area is titled "Part accuracy and tolerance" and contains the following text:

The CLIP process is very reliable, but the parts it produces are susceptible to shrinkage and other sources of variation in the part.

It is important to note that accuracy and tolerance are dependent upon the material you select, and these values may change respectively. Furthermore, as a tolerance is tighter in the XY plane, you should consider placing features that require a higher degree of tolerance facing the same directions. This way, when the build is prepared, the part orientation can be selected to place these features in the XY plane.

The CLIP process is capable of printing with the above 95% of features falling within a +/-0.1mm tolerance in the XY plane and +/-0.4mm in the Z direction.

Wie oben zu sehen, berichtete das französische Servicebüro "Sculpteo" auf seiner Homepage über Toleranzlevel des Carbon CLIP Prozesses. Bei einer XY Toleranz von 0,1 mm bei 100µm. Für passgenaue Dentalkronen werden jedoch Toleranzen von 50µm benötigt.

Ebenfalls berichtete „Sculpteo“ CLIP Prozess erzielte eine Toleranz von +/- 0,4 mm (400µm) in Z. Diese führt zu Beeinflussung finaler Teilepräzision in XY.

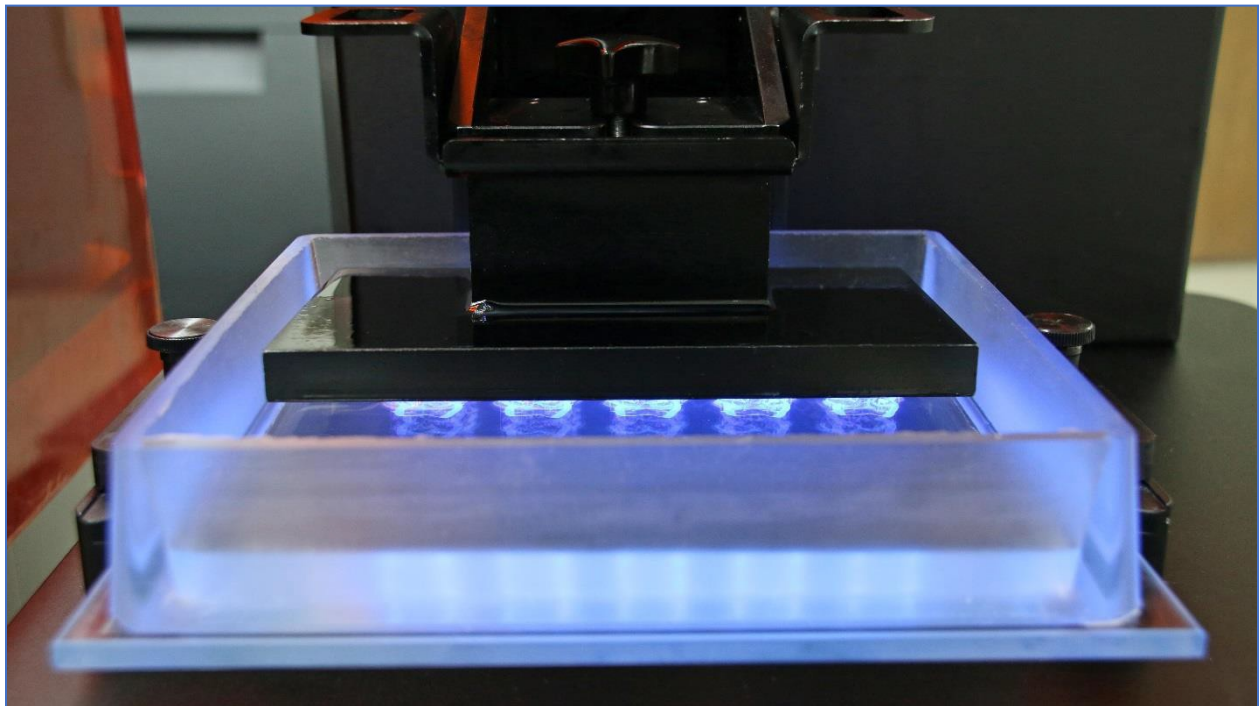
Druckrichtung entscheidet ebenfalls.

EnvisionTEC führte über die Jahre eine Menge Studien durch, welche sich mit der Thematik der Baurichtung und der daraus resultierenden Druckqualität befaste. Es ist unwiderlegbar, dass einige geometrische Formen präziser im horizontalen, andere wiederum im vertikalen Prozess herzustellen sind. Dies ist absolut unabhängig in Anbetracht der Projektorauflösung.



Diese Knirscherschiene wurde aus EnvisionTEC's klarem Material E-Guard hergestellt. In Schräglage gedruckt, gewinnt das Bauteil deutlich an Präzision.

Je nach Technologie und Material können bessere Druckergebnisse auf Neigungen erzielt werden. Begründung der Präzision, in Bezug auf die Baurichtung, sind bestimmte Belichtungswege auf geometrischen Formen und die Farbe des genutzten Materials.



Wenn man bspw. ein Teil mit klarem bzw. transparentem Material druckt, kann es hierbei zu einer Überbelichtung bereits zuvor belichteter Schichten kommen, da das projizierte Licht noch in die darunterliegenden Ebenen eindringen kann. Dies ist bei anderen lichtabsorbierenden Farben, wie Gelb, Blau oder Grün, nicht der Fall. Die Geometrie und Ausrichtung des Druckes kann zu ähnlichen Ergebnissen führen.

Also sollte es gewisse Strategien zur Minimierung von Überbelichtung, bei Verwendung bestimmter Materialien oder geometrischen Formen, geben.

Bei einigen 3D-Druckern ist es nicht nur die Druckausrichtung. Ebenfalls die Platzierung, auf der Bauplattform, spielt eine erhebliche Rolle.

An günstigen SLA Druckern kann man das abnehmen der Präzision beobachten, desto weiter entfernt vom Zentrum des Baufeldes gedruckt wird. Dies wird durch die weitere Entfernung zum äußersten Punkt des Baufeldes erklärt.



EnvisionTEC Harze werden mit einem RFID Material Tag versandt. Dieser übermittelt spezielle Informationen über den „Build Style“ an den 3D-Drucker, um optimalen Nutzen aus dem entsprechenden Material zu ziehen. Es benötigen unterschiedliche Harze, verschiedene Schichtdicken in Z.

Der finale Druck ist nicht das Ende der Geschichte

Wussten Sie, dass sich die Präzision eines finalen Bauteiles nach einer Zeit ändern kann? Wenn Sie sich schon längere Zeit mit dem Thema 3D-Druck beschäftigen, haben Sie sicherlich schon davon gehört, dass sich Teile kräuseln, verziehen, schrumpfen, sich ausdehnen oder klebrig werden können, wenn sie hoher Feuchtigkeit oder Wasser ausgesetzt sind.

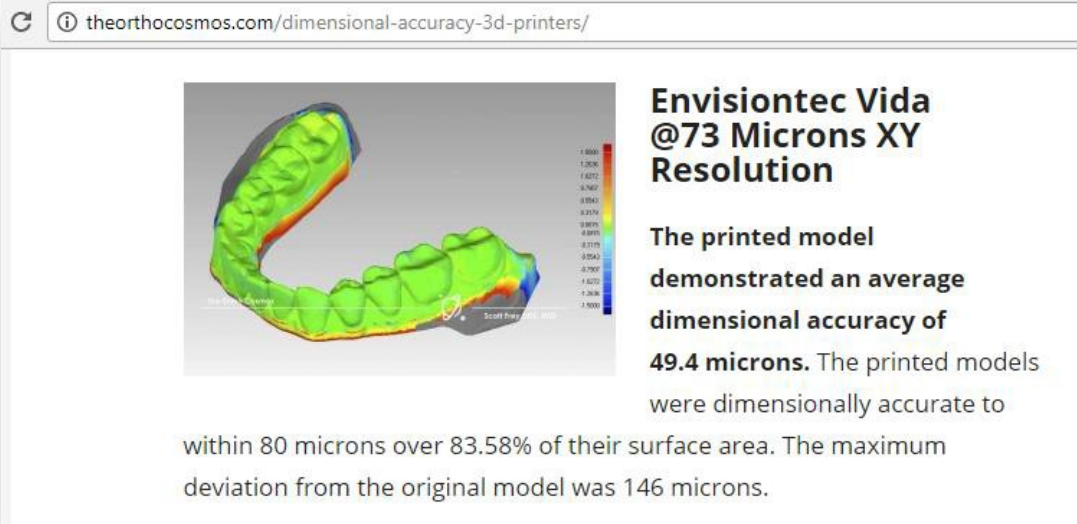
Das ist der Moment, an dem der Prozess des Aushärtens ins Spiel kommt. Manche Materialien erzielen höhere Präzision, mithilfe höherer Stabilität. Beim Kauf eines 3D-Druckers ist es daher ratsam, nach einem Musterteil zu fragen. Dieses kann direkt mit dem digitalen Modell verglichen werden. Nach einer Weile, dann ebenfalls nochmals mit den ursprünglich ermittelten Werten des erhaltenen Musters.

Seit nun schon mehr als 15 Jahren entwickelt EnvisionTEC spezielle „Build Styles“ für seine Materialien. Diese übermitteln individuelle Software Einstellungen, um die höchstmöglichen Qualitätsergebnisse jedes Druckers und Materiales zu gewährleisten.



Um höchstmögliche Stabilität nach dem 3D-Druck zu garantieren, bietet EnvisionTEC exakte Instruktionen zu seinen Materialien, auch spezielle Nachhärtegeräte wie bspw. dieser oben gezeigte Otoflash. Mithilfe äußerst intensiver Belichtung, in Bereichen von 300 bis 700 nm, wird eine optimale Aushärtung ermöglicht.

Unsere Maschinen und Materialien werden stetig von uns optimiert, um höchstmögliche Ergebnisse zu erreichen und Nachbearbeitung und Schwindung während des Nachhärteprozesses gewinnbringend einzusetzen. Ebenfalls bieten wir individuelle Instruktionen und Werkzeug für den Nachhärteprozess an, um Präzision und Stabilität zu erhalten.



Die Quintessenz

Die Bestimmung dimensionaler Präzision, von 3D-Druckern, ist nicht so leicht wie gedacht. Auch gibt es keine einheitlichen Industriestandards zur Bewertung von Präzision.

Aus diesem Grund nennt EnvisionTEC ausschließlich festgelegte und unbestreitbare Kennzahlen wie Auflösung und native Voxel Größe. Weil diese Wahrheit aus vielen Faktoren zusammengesetzt wird. Darunter sind mechanische Komponenten, die Baurichtung und Materialwahl welche eine Rolle in der finalen Teilepräzision spielen.

Der beste Weg zur Bestimmung, ob Ihr 3D-Drucker Ihren Präzisionsansprüchen genügt, ist es ein Musterbauteil zu erhalten. Dieses ermöglicht einen direkten Vergleich.

Es gibt zudem Organisationen, welche unabhängige Tests zu bestimmten Teilen durchführen. Wie bereits erwähnt, berichtete [Ortho Cosmos](#) im Frühjahr 2017, über durchgeführte Präzisionstests von 4 populären 3D Druckern des Dentalbereiches.

“Bei den getesteten Druckern erwies sich die EnvisionTEC Vida als die Präziseste; der Stratasys Objet Eden 260vs erreichte bei 30µm Schichtdicke die niedrigste Druckpräzision der Testreihe.

“Das Ergebnis von Gesamtpräzision ergibt, dass hohe Auflösung nicht mit hoher Präzision gleichzusetzen ist. Von Herstellern angegebene Druckerauflösung ist kein Garant für Präzision. Daher sollte vor Anschaffung eines neuen 3D-Druckers, stets andere angebotene Herstellergeräte, mithilfe von Testdrucken, verglichen werden.”

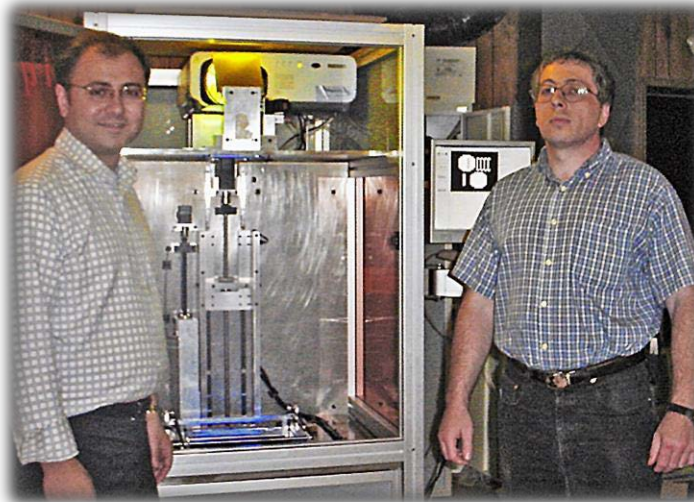
Über EnvisionTEC's Vida Desktop 3D-Drucker, welche 73µm native Pixelauflösung in XY garantiert, berichtete Ortho Cosmos: „Das gedruckte Modell demonstriert eine durchschnittliche Präzision von 49,4 µm. Die Teile wiesen eine dimensionale Präzision bei 80µm von 83,58% auf dessen Oberfläche auf.“

Abschließend ist zu sagen, dass sich 3D Druckerpräzision aus einer komplexen Kombination vieler Faktoren zusammensetzt. Der beste Weg zur Ermittlung der Präzision ist es, einen Testdruck anzufordern, diesen zu scannen und mit dem digitalen Model zu vergleichen.

„Die Gesamtpräzision der Vida ist besser“, sagte Matt Shafer von Bay View Dental, welcher Eigentümer verschiedener 3D-Drucker ist.

Für mehr Informationen über den Erhalt eines Testdruckes besuchen Sie bitte EnvisionTEC.com/printmypart.

Experience Matters



Wir bei EnvisionTEC sind nicht neu im 3D-Druck. Unsere 3D-Drucker zeichnen sich durch mehr als 15 Jahren stetiger Entwicklung und exklusiver patentgeschützter Prozesse aus. Das Ergebnis daraus ist, bessere Bauteile mit exzellenter Präzision und Auflösung, kürzere Nachbearbeitung und Geschwindigkeit

Dental Desktops

Alle Dentaldrucker der Firma EnvisionTEC zeichnen sich durch einfache Handhabung, höchster Präzision, Oberflächengüte und Geschwindigkeit aus. Jedoch variiert die Baufläche, die Auflösung und Materialien je nach spezifischen Anforderungen von Dentallaboren, Zahnärzten und Kieferorthopäden.

Micro



- Erschwingliche Preise ideal für den Einstieg
- Zuverlässig und einfach zu bedienen
- Effiziente Baufläche
- Präzise und glatte Oberflächen

Starter Advantage Model Build

Baufeldgröße:
65 x 40 x 100 mm
2.36 x 1.77 x 3.94 in

Auflösung:
XY: 60 µm (0.0024 in)

Upgrade: Micro HD+ für höchste Präzision und Micro Plus XL für größere Baufelder

Vida



- Unser meistverkauftes Modell
- Präzise und glatte Endergebnisse
- Einsatz von mehr als 9 Materialien
- Gutes Preis-, Leistungsverhältnis

Baufeldgröße:
140 x 79 x 100 mm
5.5 x 3.1 x 3.95 in

Auflösung:
XY: 73 µm (0.0029 in)

Upgrade: Vida HD mit Auflösungen anwendbar für Kronen und Brücken

DDDP



- Der originale Desktop Digital Dental Drucker
 - Premium DLP Technologie
 - Präzision und glatte Endergebnisse
 - zuverlässige Maschinen mit einfacher Bedienung

Baufeldgröße:
100 x 75 x 80 mm
3.94 x 2.95 x 3.15 in

Auflösung:
XY: 71 µm (0.003 in.)

Micro cDLM



- durchgehender 3D-Druck in Höchstgeschwindigkeit
- Präzise und glatte Endergebnisse
- Innovative Funktionen
- Ideal für Kronen und Modelle

Baufeldgröße:
45 x 28 x 75 mm
1.8 x 1.1 x 2.95 in

Auflösung:
X: 39.8 µm (0.002 in.)
Y: 31.25 µm (0.001 in.)

Upgrade: Vida cDLM mit größerem Baufeld und einer Auflösung von 50µm.

Production Printers

EnvisionTEC's produktivste Druckerserien finden sowohl in Laboren, als auch in der Kieferorthopädie Anwendung. Gleichbleibende Qualität und exzellente Oberflächengüte mit kurzer, bis gar keiner Nachbearbeitung. Diese Arbeitstiere sind essentielle Werkzeuge für eine Vielzahl von Anwendungsbereichen.

3Dent 3SP



- Schnelle Produktion durch 3SP Technologie
- Ausgeglichenes Preisverhältnis, dank großem Volumen
- Erfüllt Präzisionsanforderungen von Dentalanwendungen
- Bedienung durch Touchscreen

Baufeldgröße:
266 x 175 x 76 mm
10.5 x 6.9 x 3 in

Auflösung:
XY: 50 µm (0.002 in)

Vector 3SP



- Größerer Bauraum als unsere 3Dent Serie
- Präzise und glatte Endergebnisse
- Niedrige Betriebskosten

Baufeldgröße:
300 x 200 x 275 mm
11.8 x 7.9 x 10.8 in

Auflösung:
XY: 100 µm (0.004 in.)

Upgrades: HD Version der Vector 3SP mit XY Präzision bis zu 50µm. Die Ortho Version ist ideal für kieferorthopädische Anwendungen. Für deutlich größere Baufeldgrößen empfehlen wir die Xtreme 3SPs und Xede 3SP

ULTRA 3SP Ortho



- Erhältlich zur Hälfte des Preises, als vergleichbare Baufeldgrößen
- Hohe Produktivität, dank 3SP Technologie
- Ausgeglichenes Preisverhältnis dank großem Volumen
- Erfüllt Präzisionsanforderungen von Dentalanwendungen

Baufeldgröße:
266 x 175 x 76.2 mm
10.5 x 6.9 x 3 in

Auflösung:
XY: 100 µm (0.004 in.)

P4 DDP



- Superlative in Bezug auf Präzision, Oberflächengüte und Geschwindigkeit
- Premium DLP Technologie
 - Vielseitiger 3D-Druck, durch mehr als 9 verschiedenen Materialien.

Baufeldgröße:
115 x 72 x 180 or 230 mm
4.5 x 2.8 x 8.66 or 9.06 in

Auflösung:
XY: 30 µm (0.0024 in.)
with ERM

Upgrades: Mittel (M) und Große (XL) Versionen der P4 DDP Baufeldgröße ermöglichen, das nächste Level der Produktion zu erreichen.

Erfahren Sie mehr: [EnvisionTEC.com/Learn3SP](https://www.envisiontec.com/Learn3SP)