

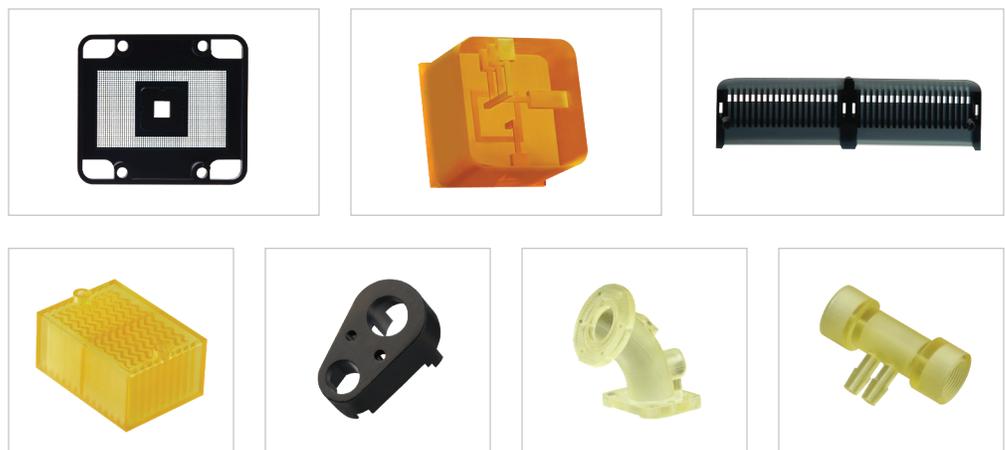


WHITEPAPER

# Einführung in den 3D-Druck mit P $\mu$ SL

Kleine Geräte, die hohe Präzision, hohe Auflösung und hohe Genauigkeit erfordern, sind überall um uns herum. Von den elektronischen Anschlüssen in Mobiltelefonen bis hin zu den winzigen Ventilen in medizinischen Pumpen – diese Geräte sind nicht von kleiner Größe, viele verfügen auch über kleine Funktionen mit erheblicher Komplexität. In der Vergangenheit waren Mikro-CNC-Bearbeitung und Mikro-Spritzguss die einzige Möglichkeit, präzise Teile wie dieses herzustellen. Beide Methoden setzen voraus, dass für Werkzeuge bezahlt und auf diese gewartet werden muss, was die Projektkosten erhöht und die Zeit bis zur Markteinführung verlängert.

Additive Fertigung oder 3D-Druck erfordern keine Gussformen oder Werkzeuge. Darüber hinaus kann die Zeit vom Konzept über die Herstellung von Prototypen bis hin zur Kleinserienfertigung verkürzt werden. Die meisten 3D-Drucker sind jedoch nicht in der Lage, kleine Teile mit hoher Präzision, Auflösung und Genauigkeit herzustellen. Das ändert sich jetzt alles. Dank der P $\mu$ SL-Technologie von Boston Micro Fabrication (BMF) können Sie kleine Teile mit einer Auflösung von 2  $\mu$ m und einer Maßstabs-Genauigkeit von +/- 10  $\mu$ m in 3D drucken.

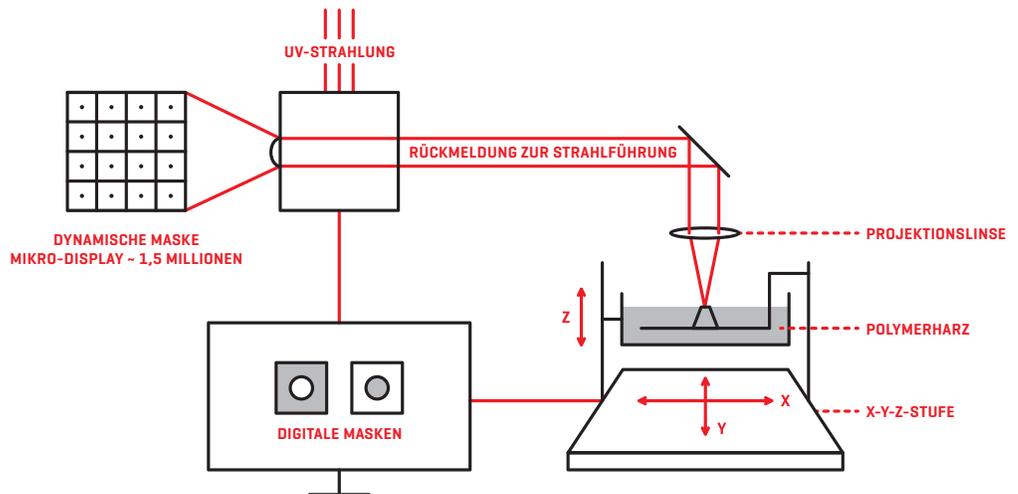


Mit einem P $\mu$ SL-basierten 3D-Drucksystem gedruckte Teile

## Was ist P $\mu$ SL?

Die 3D-Drucker von BMF verwenden die Projektions-Mikro-Stereolithographie (P $\mu$ SL), eine Form der Stereolithographie (SLA), die eine DLP<sup>®</sup> Light Engine, Präzisionsoptik, Bewegungssteuerung und fortschrittliche Software umfasst. SLA produziert Teile in Schichten mittels eines photochemischen Prozesses. Ein photosensitives flüssiges Harz wird Licht ausgesetzt, so dass eine polymere Vernetzung und Verfestigung stattfindet. Bei der P $\mu$ SL-Technologie bewirkt ein ultravioletter (UV) Lichtblitz die schnelle Photopolymerisation einer ganzen Harzschicht. Die P $\mu$ SL-Technologie unterstützt auch die kontinuierliche Exposition für eine schnellere Verarbeitung.

### WIE P $\mu$ SL FUNKTIONIERT



Wie andere 3D-Druckverfahren beginnt P $\mu$ SL mit einer CAD-Datei. Diese Datei wird dann in eine Reihe von 2D-Bildern geschnitten, die als digitale Masken bezeichnet werden und bestimmte Bereiche einer Ebene ein- oder ausblenden. Jede Schicht verfügt über eine Maske, wobei jede Schicht so lange hinzugefügt wird, bis die gesamte 3DP-Struktur vollständig ist. Zur Herstellung einzelner Schichten werden die Schnittdaten an das 3D-Drucksystem microArch<sup>™</sup> von BMF gesendet. Es sind verschiedene Druckermodelle erhältlich, wobei jede BMF-Plattform über einen digitalen Lichtverarbeitungschip (DLP), eine Projektionslinse, Bewegungssteuerungsstufen und ein Reservoir für das UV-härtbare Harz verfügt.

In einem BMF microArch<sup>™</sup> 3D-Drucksystem wird UV-Licht gemäß dem Maskenmuster der Schicht auf einen DLP-Chip projiziert. Durch die Steuerung der Projektionslinse können mit der P $\mu$ SL-Technologie Auflösungen von mehreren Mikrometern oder Hunderten von Nanometern erreicht werden. Zu den UV-härtbaren Materialien zählen Kunststoffharze, die steif, zäh, hochtemperaturbeständig, biokompatibel, flexibel oder transparent sind. Neben technischen und biomedizinischen Kunststoffen unterstützt die P $\mu$ SL-Technologie auch die Verwendung von Hydrogelen und Verbundharzen, die Keramik- oder Metallpartikel enthalten.

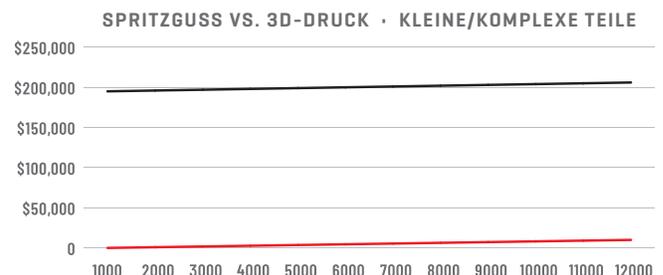
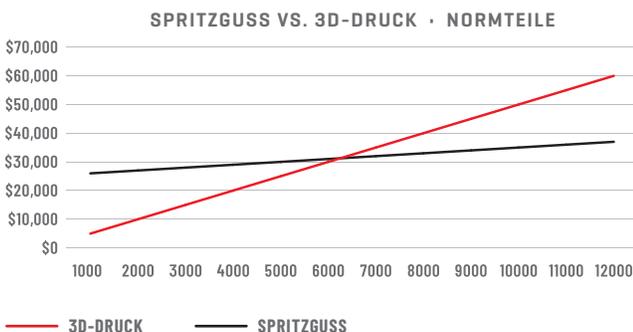
## PμSL im Vergleich zu konkurrierenden Technologien

Die PμSL-Technologie stellt die Verbindung zweier wichtiger Technologietrends dar: 3D-Druck und Miniaturisierung. Ein Teil dessen, was die Miniaturisierung einschränkt, ist jedoch die Schwierigkeit, Prototypen herzustellen und schließlich kleine Teile kostengünstig zu produzieren. In der Vergangenheit lagen die Anforderungen für die Herstellung dieser Teile jenseits der Möglichkeiten von 3D-Druckern. Heute ist das BMF weltweit das einzige Unternehmen, das eine 3D-Drucklösung anbietet, die in Bezug auf Auflösung, Größe und Toleranz dem Präzisionsspritzguss entspricht.

VERGLEICH VON PμSL UND ANDEREN 3D-DRUCKTECHNOLOGIEN			
TECHNOLOGIE	HÖCHSTE XY-AUFLÖSUNG	PRODUKTIONSGESCHWINDIGKEIT	FUNKTION
PμSL	2 μm	Schnell	Hohe Präzision, schnelle Geschwindigkeit
SLA	~50 μm	Langsam	Mittlere Präzision, langsam
TPP-DLW	<50 nm	Extrem langsam	Ultrahohe Präzision, geringe Baugröße, geringe Geschwindigkeit
FDM	~200 μm	Langsam	Raue Oberfläche, geringe Präzision
PolyJet	600 dpi (42 μm)	Schnell	Geringe Präzision, hohe Geschwindigkeit, große Baugröße

PμSL ist anderen 3D-Drucktechnologien für kleine Teile überlegen, die hohe Präzision, Auflösung und Genauigkeit bei hohen Geschwindigkeiten erfordern. Herkömmliche SLA-Systeme können nur mittelgenaue Teile bei niedrigeren Geschwindigkeiten herstellen. Fused Deposition Modeling (FDM), eine weitere verbreitete 3D-Drucktechnologie, ist auf Teile mit geringer Präzision und rauen Oberflächen beschränkt. Die Tintenstrahltechnologie bietet hohe Geschwindigkeiten, jedoch mit begrenzten Materialien. Auf Zwei-Photonen-Polymerisation basierendes direktes Laserschreiben (TPP-DLW) kann kleine Teile mit ultrahoher Präzision herstellen, wobei es sich jedoch um einen langsamen Prozess mit größerer Präzision handelt, als viele Anwendungen benötigen. ; ;

Mikro-Spritzguss und Mikro-CNC-Bearbeitung sind natürlich immer noch Optionen, erfordern jedoch eine teure und zeitaufwändige Werkzeugausrüstung und -einrichtung. Sie sind für die Herstellung von Prototypen und Kleinserien nicht kosteneffizient. Das Cross-over-Volumen, der Punkt, an dem diese Prozesse wirtschaftlich werden, liegt bei den meisten Teiletypen im niedrigen Tausenderbereich. Bei kleinen, hochpräzisen Teilen ist das Cross-Over-Volumen aufgrund der hohen Werkzeugkosten deutlich größer. In der Regel verursachen Mikro-Spritzguss- oder Mikro-CNC-bearbeitete Teile Werkzeugkosten in Höhe von Hunderttausenden von Dollar. Die Vorlaufzeiten für diese Werkzeuge werden in Monaten oder vielen Wochen gemessen.



## PμSL-Anwendungen

Die PμSL-Technologie ist ideal für Elektronik, medizinische Geräte, Mikrofluidik, Filtration und mikro-elektromechanische Systeme (MEMS). In der Elektronikindustrie werden unter anderem Steckverbindersockel und Chipssockel verwendet. Medizinische Anwendungen umfassen kardiovaskuläre Stents und Blutwärmetauscher. Die PμSL-Technologie wurde für den 3D-Druck einer Spiralspritzenadel für die minimal-invasive Chirurgie verwendet. Mit Mikrofluidik hat die Plattform microArch™ von BMF ein Ventil für einen Gensequenzler gedruckt. Zu den verwandten Anwendungen gehören Lab-on-a-Chip (LOC)-Geräte, die mehrere Laborfunktionen integrieren und extrem kleine Flüssigkeitsvolumen filtern können.

MEMS-Anwendungen für PμSL erstrecken sich über mehrere Branchen und können Mikroschalter, Zahnräder, Verriegelungen, Sensoren, Motoren, Ventile und Stellantriebe umfassen. In der Unterhaltungselektronik werden MEMS-Mikrofone in Smartphones, Headsets und Laptops eingesetzt. In Kraftfahrzeugen werden MEMS-Bauteile in Beschleunigungsmessern für die Airbagauslösung und die elektronische Stabilitätskontrolle eingesetzt. Biomedizinische MEMS, oder Bio-MEMS, umfassen Stents, Mikronadeln und LOC-Geräte. Die PμSL-Technologie findet auch in optischen Anwendungen wie optischen Sensoren, Optokopplern und Glasfaserleitern Anwendung.

An führenden Universitäten unterstützt die PμSL-Technologie jetzt Forschungs- und Entwicklungsvorhaben, die das Produktdesign, die Arzneimittelforschung und die Mikrofiltration revolutionieren werden. Darüber hinaus kann PμSL anisotrope Strukturen erzeugen, wobei ein 3D-gedrucktes Modell in verschiedenen Richtungen unterschiedliche mechanische Eigenschaften aufweisen kann. In einer Richtung kann eine Struktur kompressibel sein und Energie absorbierend und dämpfend wirken. In der anderen Richtung kann die Struktur Steifigkeit für die Lastaufnahme bieten.

## Mehr über PμSL und BMF erfahren

BMF stellt verschiedene microArch™ Plattformen zur Verfügung und bietet auch 3D-Druckdienste an. Je nach Ihren Anwendungsanforderungen kombinieren die Drucker der microArch™ 10 μm-Serie oder der microArch™ 2 μm-Serie die Präzision, Genauigkeit und Auflösung, die Sie benötigen, mit der Geschwindigkeit, die Sie benötigen.

Um mehr über die PμSL- und BMF-Technologie zu erfahren, [kontaktieren Sie uns](#).