

RP-Verfahrenstechniken der Hawener 3D

•Lasersintern (SLS)	
- Metall	Seite 03
- Polyamid	Seite 04
- Flex	Seite 05
-Alumide	Seite 06
•Stereolithography (SLA)	Seite 07
•Fused Deposition Modelling (FDM)	Seite 08
•Rapid-Tooling	Seite 09
•Polyamidguss	Seite 10
•Vakuumgießen	Seite 11
•Gips Feinguss	Seite 12
•Tempoform / Tempocast	Seite 13
•Datenblätter	Seite 14
•Kontakt	Seite 29



Was bedeutet Rapid Prototyping

- ist ein Sammelbegriff für Verfahren zur schnellen Herstellung von Prototypen, Abgussvorlagen, industriellen Mustern ohne Verwendung von Formen oder Werkzeugmaschinen.
- Voraussetzung ist ein digitaler Datensatz der gewünschten Geometrie, der in einem dreidimensionalen CAD-System vorliegt.
- Ein Prozessrechner formatiert diese Daten zu einzelnen Schichten des Werkstücks und steuert damit z. B. einen Laserstrahl, der die Werkstückkonturen schichtweise aus einem flüssigen lichthärtenden Polymer aufbaut (Stereolithografie).
- Andere Verfahren bauen das Muster aus thermoplastischem Material auf, das über eine beheizte Düse extrudiert wird, oder schmelzen mit einem Laserstrahl schichtweise granuliertes Material auf.



Lasersintern Metall

Der Metallwerkstoff von 3D-Systems, LaserForm™ A6 wurde speziell für den Einsatz in den Sinterstation®-Systemen und den SLS® Selektiven Laser-Sinterprozess entwickelt. LaserForm ist ein Pulver auf Edelstahl 420-Basis, umhüllt mit einem Kunststoffbinder. Es handelt sich dabei um eine Lösung für die Herstellung funktionaler, widerstandsfähiger Metallteilen und -prototypen sowie für die Fertigung von Werkzeugen, die bis zu 100.000 und mehr Kunststoffteile produzieren können.

Die Vorteile

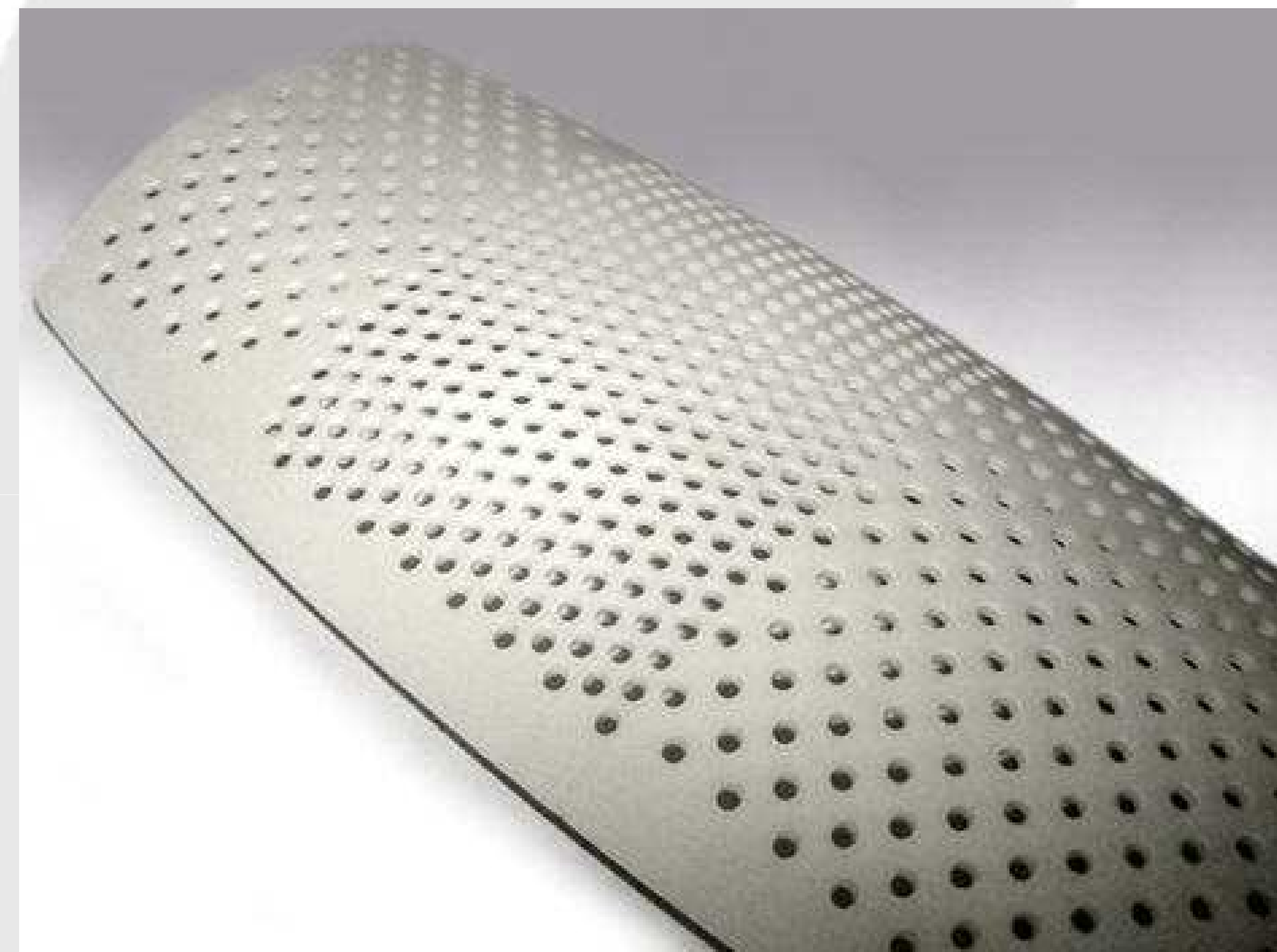
Die Fertigung von Teilen, Prototypen und Werkzeugen mittels LaserForm A6 in der Sinterstation ist schnell und reduziert die Kosten, die sonst für die Guss-, Bearbeitungs-, Facharbeiter-, und Programmierzeit aufgewendet werden müssen. Außerdem werden Nacharbeitungs- und andere Prozesse auf ein Minimum reduziert, weil komplexe Eigenschaften wie Überhänge, Kühlkanäle und Blenden in ihre CAD-Datei eingefügt und direkt während der Erstellung des Bauteils in der Sinterstation integriert werden können. Spritzgießer schätzen LaserForm A6-Werkzeuge insbesondere aufgrund ihrer hohen thermischen Leitfähigkeit, die zu schnelleren Zykluszeiten führt. Die Teile erfüllen oder überschreiten außerdem die Auflösungs- und Toleranzanforderungen von Metallteilen, die im herkömmlichen Feinguß-Verfahren erstellt werden. Darüber hinaus ist die Endbearbeitung und das Polieren von LaserForm A6-Teilen unter Einsatz konventioneller Bearbeitungsmethoden sehr einfach.

Und die Widerstandsfähigkeit? Mit Werkzeugen, die mit LaserForm A6 Sinterstationen erstellt wurden, können bis zu 100.000 Kunststoffteile im Spritzgussverfahren gefertigt werden. Außerdem sind aus den Metallwerkstoffen von 3D-Systems hergestellte Werkzeuge in extremen Umgebungen einsatzfähig, z.B. eine LötKolbenspitze zum Löten bei Temperaturen von 20 bis 260 °C.



Lasersintern Polyamid

Bei diesem Verfahren wird ein Pulver mittels eines Laser an den entsprechenden Stellen geschmolzen. Dafür muß der Bauraum vorher auf eine Temperatur kurz unterhalb der Schmelztemperatur des Materials vorgeheizt werden. Bei diesem Verfahren sind keinerlei Stützen erforderlich, da sich das Modell im Pulverbett abstützt. Nach dem Bauprozess kann das Modell entnommen und das restliche Pulver mit einem Pinsel entfernt werden. Weitere Nachbearbeitungen sind nicht notwendig. Das Pulver kann z.T. wiederverwendet werden, solange es mit einer gewissen Menge neuem Pulver aufgefrischt wird. Verbrauchtes Material kann problemlos entsorgt werden. Für Fotos eignen sich die Modelle nicht sehr gut, da die Oberfläche wie erodiert aussieht. Zum Herstellen von Funktionsmodellen eignet sich diese Verfahren sehr gut, da es sehr schnell ist und die Modelle belastbar sind.



MERKMALE

- Gummiähnliche Flexibilität und Funktionalität
- Haltbar und reißfest
- Widersteht harten Umgebungsbedingungen
- Langlebig
- Für dichte Verschlüsse, auch unter Druck
- Perfektes Oberflächenfinish und feinste Detailwiedergabe
- Zahlreiche Farboptionen durch Standard Infiltratoren
- Umfangreiche Bearbeitungsmöglichkeiten
- Vollkommen recycelbar

VORTEILE

- Schnelle Herstellung von Teilen mit einer gummiähnlichen Optik und der Eigenschaft von elastischem Kunststoff
- Kein zeit- und kostenintensives Abformen, keine aufwendige Werkzeug- und Nachbearbeitung
- Für ein breites Spektrum von Anwendungen, bei denen es besonders auf gummiähnliche Eigenschaften und Haltbarkeit ankommt
- Zur Erstellung von langlebigen einsatzbereiten Teilen
- Minimale Nachbearbeitung
- Reduzierte Kosten pro Modell

ANWENDUNGEN

Funktionelle Prototypen oder einsatzbereite Teile, bei denen es besonders auf gummiähnliche Eigenschaften wie Flexibilität und Widerstandskraft gegen Hitze und Chemikalien ankommt.

- Dichtungen und Verschlüsse
- Schläuche
- Sportschuhe
- Ohr-Formteile



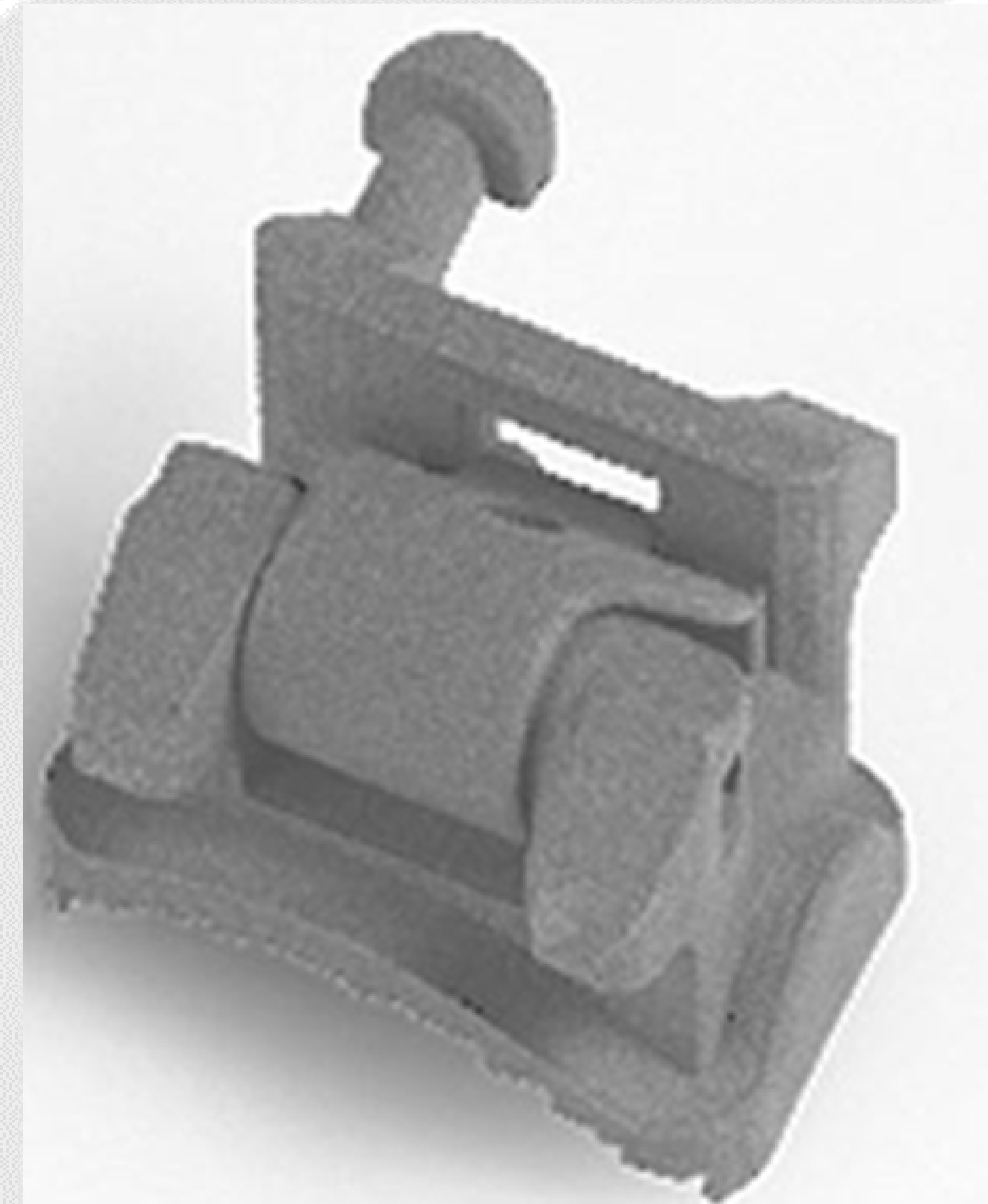
Lasersintern ALUMIDE

Ist ein mit Aluminium gefülltes Polyamid
Es zeichnet sich durch hohe Steifigkeit,
metallischen Glanz und gute
Polierbarkeit aus. Durch den Metallgehalt
sei das Material hervorragend beständig
gegen Verschleiß und Abrieb, so dass sich
ein sehr breites Anwendungsgebiet, z. B.
im Bereich des industriellen Lehren- und
Vorrichtungsbau abzeichnet.



Anwendungsbereiche

Die Bauteile eignen sich ideal als Funktionsmuster, Prototypen und
Urmodelle für Abformtechniken (Vakuumguss, Feinguss). Eine hohe
Bauteilkomplexität kann dargestellt werden. Blenden, Träger,
technische Bauteile (z.B. Filmscharniere, Schnappverbindungen) und
fluessigkeitsdichte Behälter sowie sonstige Hohlkörper können in
hoher Bauteilkomplexität hergestellt werden. Für die Darstellung
von metallischen Prototypen oder von steiferen Bauteilen ist
insbesondere die Materialoption Alumide zu empfehlen, die den
Bauteilen ein metallisches Aussehen gibt. Mit diesem Verfahren
können auch Serienbauteile hergestellt werden.



Vorteile

Die Bauteile erreichen eine Massgenauigkeit von $\pm 0,2\%$
und nach Veredelung (mechanische Nachbearbeitung
ohne/mit Lackierung) eine hohe Oberflächenqualität.
Details bis zu 0,7mm werden aufgelöst. Sie sind
mechanisch belastbar und temperaturbeständig. Sie
können mit Cyanacrylat-Klebstoffen oder schweißen
gefügt werden. Abhängig vom gewählten Material
ergeben sich unterschiedliche mechanische Eigenschaften
oder Farben. Stützkonstruktionen sind bei diesem
Verfahren nicht erforderlich, da das Bauteil von der
umgebenden Pulverschicht gehalten wird.



Bei diesem Verfahren wird flüssiges Kunststoff mittels eines UV-Lasers an den entsprechenden Stellen ausgehärtet. Als Material eignet sich nur photosensitives Material, welches gelblich ist. Nach dem eigentlichen Bauprozess wird das Modell gereinigt und in einem Nachvernetzungssofen ausgehärtet. Schließlich müssen noch die Stützen entfernt und die Oberfläche nachbearbeitet werden. Die Anlage muß in einem klimatisierten Raum stehen, um die gewünschte Genauigkeit auch realisieren zu können. Zudem ist der Nachbearbeitungsaufwand sehr hoch. Die Oberfläche muß teilweise mit sehr feinem Werkzeug und in Handarbeit nachbearbeitet werden. Allerdings ist es auch das genaueste Verfahren und eignet sich sehr gut für Fotomuster. In Verbindung mit dem Vakuumguß können auch sehr gute Funktionsmuster und höhere Stückzahlen in sehr kurzer Zeit entstehen.



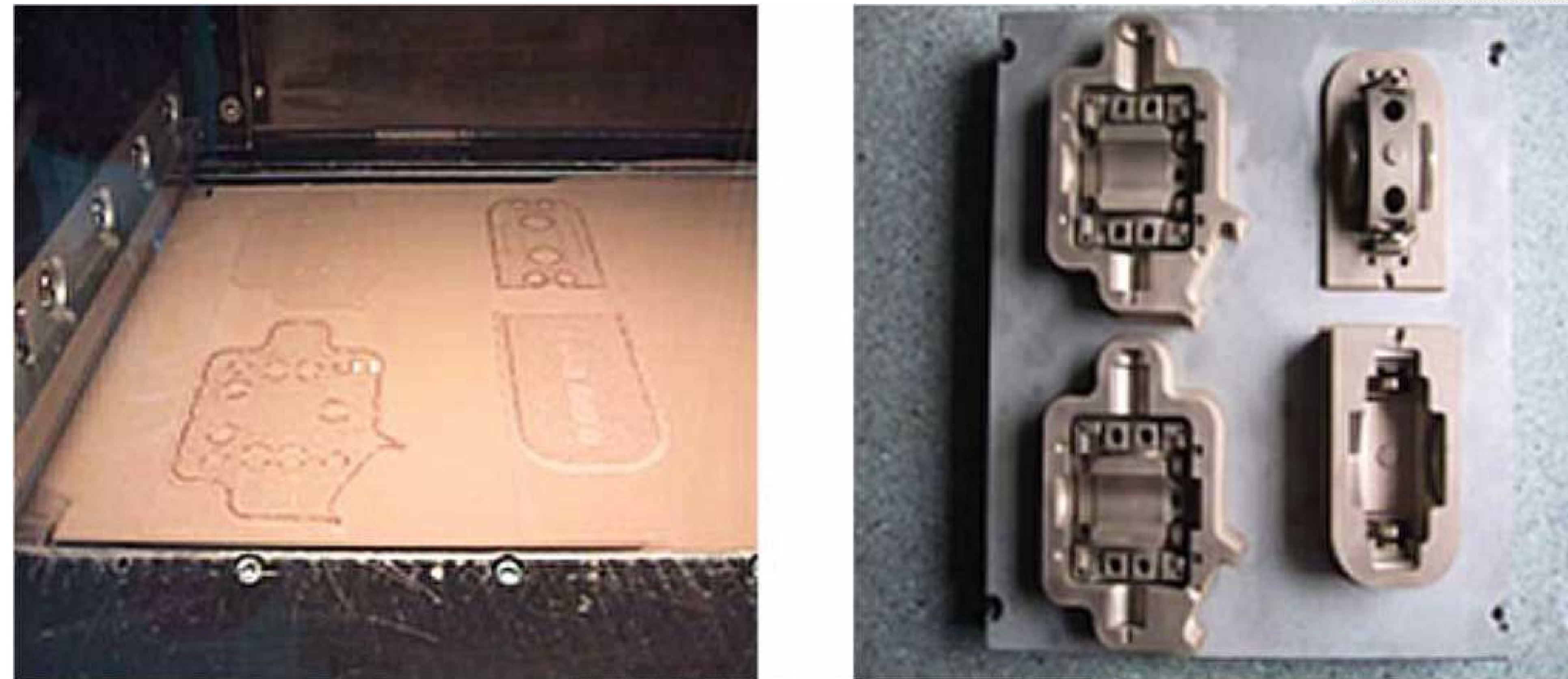
Fused Deposition Modelling (FDM)

Das Fused Deposition Modelling kann vereinfacht als spezielles Extrusionsverfahren angesehen werden. In einer beheizten Düse wird das Baumaterial als drahtförmiger Kunststoff aufgeschmolzen und mittels eines Plottermechanismus an definierten Koordinaten aufgetragen. Analog zum STL-Verfahren müssen auskragende Bauteilbereiche abgestützt werden. Dazu wird beim FDM-Verfahren ein spezielles Stützmaterial verarbeitet, das in der gleichen Weise wie das Baumaterial mittels einer zusätzlichen Extrusionsdüse verteilt wird. Die einsetzbaren Baumaterialien reichen vom Feingusswachs bis zum ABS-Kunststoff. Als Stützmaterial wird ein sprödbrechender Kunststoff verwendet.

Geometrische Abweichungen ergeben sich aufgrund der minimalen Strangbreite und der minimalen Schichtdicke. Die Strangbreite in x-y-Richtung ist abhängig vom Abstand zwischen dem Extrudierkopf und der vorangegangenen Schicht und dem Volumenstrom des zugeführten Baumaterials. Für Schichtabstände zwischen 0,05 und 0,762 mm werden Strangbreiten von 0,254 bis 2,54 mm angegeben. Damit treten bei der Fertigung von Bauteilen mit filigranen Bereichen Schwierigkeiten auf.



DMLS-Direct Metal LaserSintering (Rapid Tooling)



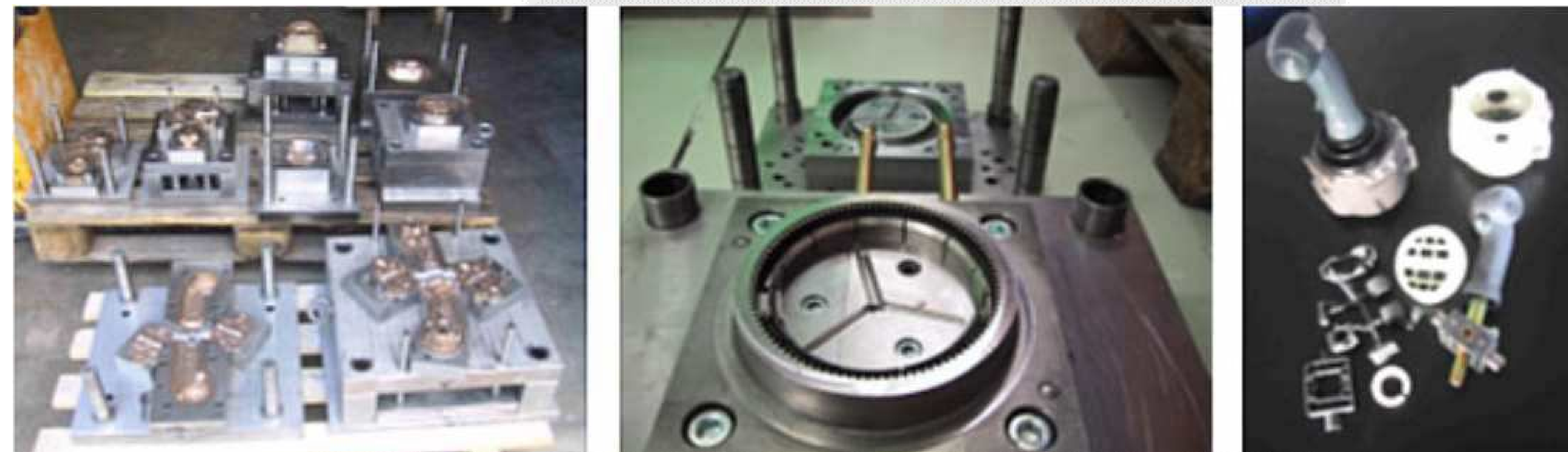
Die direkte Herstellung von Spritzgusswerkzeugen über RP Verfahren bringt erhebliche Vorteile mit sich. Durch DMLS und hierfür angepasster Prozessabläufe können die Werkzeuge ohne Einschränkung an Größe und Temperaturfestigkeit für Prototypen - und Kleinserienwerkzeuge verwendet werden. Auch hoch gefüllte Thermoplaste bis zu 70% GF können noch zu mehreren tausend Spritzlingen auf Standardspritzgussanlagen hergestellt werden. Die so hergestellten Werkzeuge lassen sich einfach und schnell ändern und können auch mit klassischen Verfahren weiterbearbeitet werden.

Vorteile DMLS:

- schnell zu Bauteilen aus Serienwerkstoffen
- ausreichende Genauigkeit für Werkzeuge
- änderungsfreundlich
- Ergebnisse auf Serienwerkzeuge übertragbar
- prozesssicher da Reserven bei Belastbarkeit und Temperaturbeständigkeit

An Materialien für die Werkzeuge stehen speziell an das Verfahren angepasste Stahl und Nickelpulver zur Verfügung um unterschiedliche Anforderungen an Werkzeuge gerecht zu werden.

- Nickel Bronze Legierung
geringe Bauzeit
leicht bearbeitbar
- Stahlwerkstoff mit einer Härte von 42 HRC
ähnlich Werkzeugstahl
sehr gute mechanische Eigenschaften
hohes Aspektverhältnis möglich
hohe Standzeiten bei Werkzeugen



Der 3D Datensatz wird in einzelne Höhengsnitte zerlegt und dann Schicht für Schicht in einer DMLS Anlage aufeinander gesintert. Dies erfolgt durch das bestrahlen mit einem Hitzelaser (CO₂). Als Ergebnis entsteht eine 3dimensionale Werkzeugkavität. Das Verfahren ist sehr präzise und damit sind die Werkzeuge ohne maschinelle Nacharbeit benutzbar. Die DMLS Anlage arbeitet vollautomatisch mannlos und außerordentlich zuverlässig.

Die Fertigung von Bauteilen aus Gusspolyamid (PA6 G; PA6.12 G) erfolgt mit dem Verfahren der anionischen Polymerisation von Caprolactam. Eine monomere Ausgangskomponente (Caprolactam, Laurilactam) wird mit Katalysatoren versetzt.

Diese Getrennten Materialsysteme werden gemischt und in einer drucklosen, chemischen Reaktion erfolgt die Polymerisation zu Polyamid innerhalb von wenigen Minuten.

Die Materialeigenschaften können durch die Zugabe von Füllstoffen, Additiven (z.B. Gleiteigenschaften, Hitzestabilisatoren) entsprechend modifiziert werden. Das Material kann eingefärbt werden, so dass ein nachträgliches Lackieren nicht notwendig ist. Im Bedarfsfall ist dieses aber problemlos möglich.

Fertigungsprozess-Werkzeuge

Überwiegend kommen im Bereich der Prototypenfertigung Silikonformen zum Einsatz. Hierfür wird ein Urmodell benötigt, das direkt auf Basis der CAD Daten gefertigt wird (z.B. Lasersintern, Stereolithographie). Silikonformen zeichnen sich durch eine schnelle Verfügbarkeit aus. Die Standzeit der Werkzeuge beträgt ca. 20 Bauteile.



Zur Vervielfältigung in Kleinserien und für Prototypen, bei denen es auf eine perfekte Oberfläche ankommt, wird die Vakuumgießtechnik eingesetzt. Zudem lassen sich durch die Auswahl des Gießharzes die Einsatzanforderungen des Prototyps sehr genau verwirklichen.

Ideal für Kleinserien

Seriennahe Qualität

Hohe Oberflächengüte

Mehrkomponenten- Teile, Eiussteile

(Elektronik, Gewindebuchsen, Mech. Komponenten)

Elastomere, Silikonteile

Hochtransparente Teile (Optische Eigenschaften,
UV Stabilität)

Technische Funktionen (Schnapper, Filmscharniere)

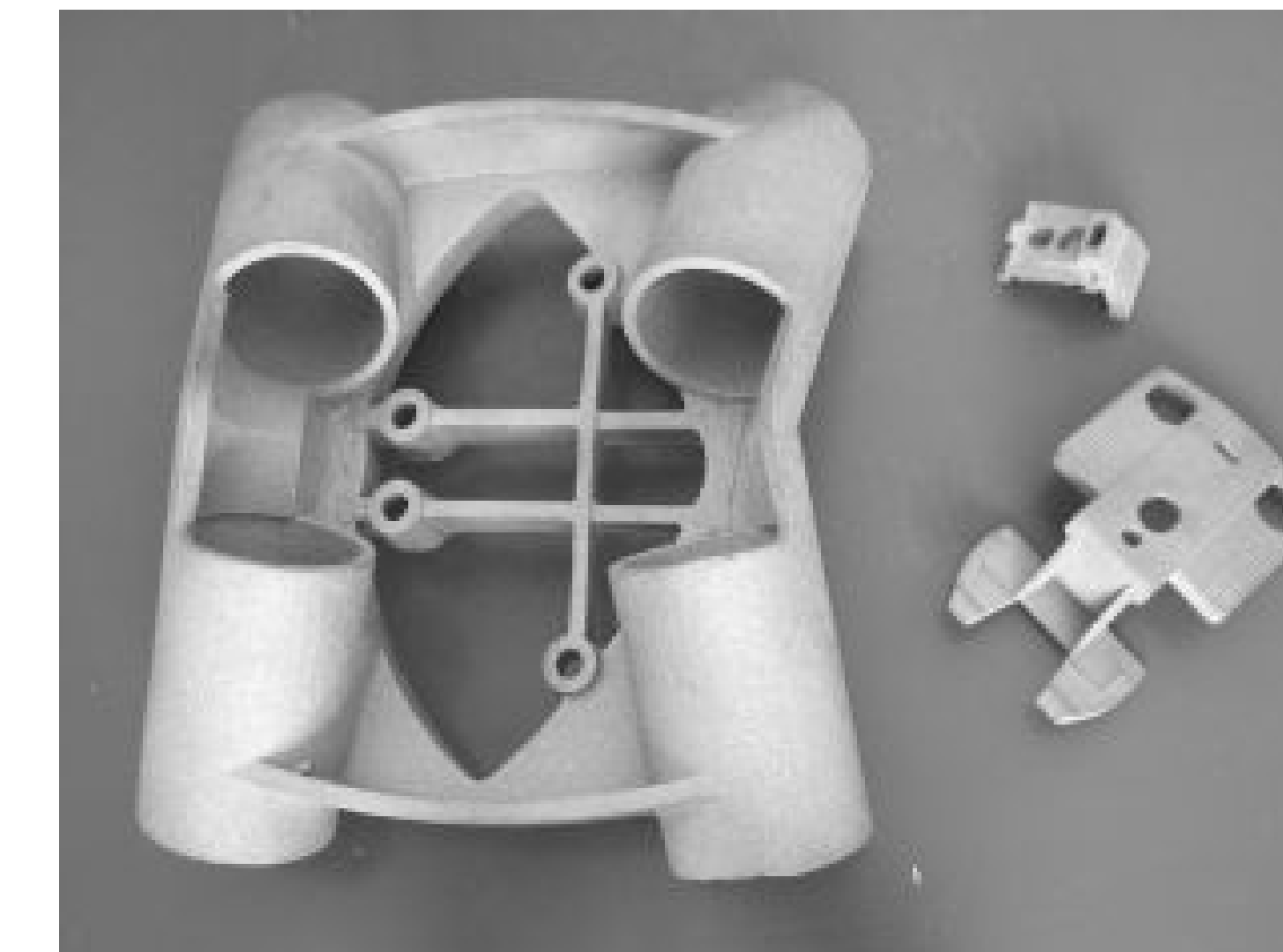
Bei diesem Verfahren werden anhand von SLA Prototypen
Silikonwerkzeuge abgegossen, mit den lassen sich fast alle
gängigen Kunststoffe in Gusspolyamiden darstellen. Deren
Seriennahe Eigenschaften, wie mechanische Festigkeit,
Thermostabilität und Chemikalienbeständigkeit ermöglichen
Einsatzbereiche, die bisher nur durch die konventionelle
Spritzgusstechnik realisiert werden konnten.



Das RP-Bauteil wird beim Gipsguß als Dauermodell verwendet. Gipsguß besitzt eine sehr hohe Abbildungsqualität. Das RP-Teil muß entweder in zwei Hälften gefertigt oder später geteilt werden. Die einzelnen Formhälften werden dann durch Abformen der RP-Hälften mit Gips erzeugt. Vor der Abformung müssen noch entsprechende Guß- und Entlüftungskanäle dem RP-Modell mit den üblichen konventionellen Methoden hinzugefügt werden. Zum Abguß werden die beiden Gipshälften zusammengefügt. Die Gipsform wird als verlorene Form verwendet und nach dem Abguß zerstört. Für den Abguß können Gießharze und Wachse eingesetzt werden. Da Gips nur eine Temperaturbeständigkeit von 1200 Grad Celsius aufweist, ist nur die Verarbeitung niedrig schmelzender Metalle möglich. Die Fertigung von Hinterschneidungen ist nicht durchführbar, da das Bauteil nicht mehr entformt werden kann.



Feingussbauteile werden über ein Ausschmelzmodell (meist Lasersinterbauteile) hergestellt. Dabei wird das Ausschmelzmodell über ein Angusssystem angebunden, mit Gips umgossen und nach dem Aushärten ausgeschmolzen. Der dadurch entstandene Hohlraum wird unter Vakuum oder Atmosphäre mit flüssigem Metall ausgegossen. Bauräume von 600mm x 300mm oder mehr sind möglich. Als Materialien werden Aluminium, Aluminiumlegierungen, Magnesium, Stahl, Bronze, und Messing eingesetzt.



Tempoform Gießverfahren

Das Tempoformverfahren ist geeignet, um extrem schnell Prototypen aus Aluminium, Magnesium und Zink herzustellen.

Es ist möglich Prototypenteile innerhalb einer Woche herzustellen.

Beim Tempoformverfahren werden keine Werkzeugkosten fällig, da das Verfahren auf verlorenen Modellen basiert. Es kann somit kostengünstig produziert werden, wenn nur wenige Teile notwendig sind.

Die Bauteile können ohne Entformungsschrägen und ohne Bauteiltrennung modelliert werden. Das bedeutet eine hohe Zeitersparnis in einer frühen Konstruktionsphase.

Wandstärken von bis zu 1.5mm können ohne weiteres dargestellt werden.

Bauteilgrößen von 10 x 10 x 10mm bis 600 x 600 x 600 lassen sich realisieren.

Größere Bauteilabmaße nach Absprache.

Tempocast Gießverfahren

Das Tempocastverfahren eignet sich hervorragend für Prototypen und Kleinserien aus Aluminium, Magnesium und Zink bei einer Stückzahl von 1 - 1500 Stück.

Dem Verfahren zu Grunde liegt entweder ein gesintertes Urmodell, davon abgeleitet eine gehärtete Negativform, aus der die Silikonformhälften erstellt werden. Für jeden nun folgenden Gießvorgang werden aus diesen Silikonhälften die Gipsformen zum gießen erstellt. Sollte kein Sinterteil vorliegen, kann die Negativform auch durch NC - Fräsen hergestellt werden. Die weiteren Abläufe sind identisch wie oben beschrieben.

Es können extrem kurze Durchlaufzeiten, je nach Komplexität des Bauteils von 2 - 6 Wochen realisiert werden.

Die Beschaffenheit der Gussteile erreicht nahezu die Qualität von Seriengussteilen.

Wandstärken von bis zu 1mm können ohne weiteres dargestellt werden.

Bauteilgrößen von 10 x 10 x 10mm bis 1.500 x 1.500 x 1.000 lassen sich realisieren.

Datenblätter Rapid Prototyping

- Lasersintern (SLS)

- Metall
- Polyamid
- Flex
- Alumide

Seite 15

Seite 16

Seite 17

Seite 18

- Stereolithography (SLA)

Seite 19

- Fused Deposition Modelling (FDM)

Seite 20

- Rapid-Tooling

Seite 21-22

- Polyamidguss

Seite 23

- Vakuumgießen

Seite 24-25

- Gips Feinguss

Seite 26

- Tempoform / Tempocast

Seite 27-28



		SI-Einheiten	Testmethode	Wert
Physikalische Eigenschaften				
spez. Dichte	23 °C	g/cm³	ASTM D792	7,8
Thermische Eigenschaften				
Thermische Leitfähigkeit	215 °C	w/m °C	ASTM E457	23
Thermischer Ausdehnungskoeffizient x 10 ⁻⁶	51 bis 150 °C	µm/m/ °C	ASTM E831	7,45
Mechanische Eigenschaften				
Zugfestigkeit (0,2%)		MPa	ASTM E8	470
Festigkeit		MPa	ASTM E8	610
Bruchdehnung		%	ASTM E8	2,0-4,0
E-Modul		GPa	ASTM E8	138
Druckfestigkeit		MPa	ASTM E8	480
Rockwellhärte C poliert		HRC	ASTM E18	10-20
thermisch gehärtet			ASTM E18	39

Neu: Fasergefülltes Duraform PA (ASTM D792) ist Formstabil bis ca. 180°C

	SI-Einheiten	Testmethode	Wert
Physikalische Eigenschaften			
Spez. Dichte 20 °C	g/cm ³	ASTM D792	1,00
Feuchtigkeitsabsorption 23 °C	%	ASTM D570	0,07
Thermische Eigenschaften			
Schmelzpunkt: T _m	°C	DSC	184
DTUL 0,45 MPa	°C	ASTM D648	180
DTUL 1,82 MPa	°C	ASTM D648	95
Mechanische Eigenschaften			
Zugfestigkeit max.	MPa	ASTM D638	43
Biegemodul	MPa	ASTM D790	1387
Bruchdehnung	%	ASTM D638	22
E-Modul	N/mm ²	ASTM D638	1600
Kerbschlagzähigkeit gekerbt	J/m	ASTM D256	32
ungekerbt	J/m	ASTM D256	336
Formstabilität	Einsatzabhängig (bis + 100 °C sicher)		
Elektrische Eigenschaften			
Ohmscher Durchgangswiderstand	ohm x cm	ASTM D257	5,9 x 10 ¹³
Oberflächenwiderstand	ohm	ASTM D257	7,0 x 10 ¹³
Dielektrische Konstante 1 KHz		ASTM D150	2,73
Dielektrische Durchschlagsfestigkeit	kV/mm	ASTM D149	17,3
Oberflächenrauheit (nach obenweisend)			
Ohne Nacharbeit RA	µm		8,5
Mit Nacharbeit RA	µm		0,13
Chemische Beständigkeit			
Basen, Kohlenwasserstoffe, Benzin und Lösungsmittel			

General Properties			
Measurement	Condition	Metric	
Specific Gravity	ASTM D792	1.20 g/cm ³	

Mechanical Properties			
Measurement	Condition	Metric	
		X-direction	Z-direction
Tensile Strength, Yield	ASTM D638	N/A*	
Tensile Strength, Ultimate	ASTM D638	48-51 MPa	31-34 MPa
Tensile Modulus	ASTM D638	5475-5725 MPa	2900-3000 MPa
Elongation at Yield	ASTM D638	N/A	
Elongation at Break	ASTM D638	4.5 %	2.7 %
Flexural Strength, Yield	ASTM D790	N/A	
Flexural Strength, Ultimate	ASTM D790	83-89 MPa	64-68 MPa
Flexural Modulus	ASTM D790	4400-4550 MPa	2625-2825 MPa
Hardness, Shore D	ASTM D2240	75	
Impact Strength (notched Izod, 23 °C)	ASTM D256	37.4 J/m	
Impact Strength (unnotched Izod, 23 °C)	ASTM D256	310 J/m	
Gardner Impact	ASTM D5420	5 J	

Thermal Properties			
Measurement	Condition	Metric	
		X-direction	Z-direction
Heat Deflection Temperature (HDT)	ASTM D648 @ 0.45 MPa @ 1.82 MPa	184 °C 179 °C	178.8 °C 135 °C
Coefficient of Thermal Expansion	ASTM E831 @ 0 - 50 °C @ 85 - 145 °C	138.3 µm/m-°C 267.2 µm/m-°C	102.7 µm/m-°C 184.2 µm/m-°C
Specific Heat Capacity	ASTM E1269	1.503 J/g-°C	
Flammability (3 mm)	UL 94	HB	

Electrical Properties			
Measurement	Condition	Metric	
Volume Resistivity	ASTM D257	6.7 x 10 ¹⁵ ohm-cm	
Surface Resistivity	ASTM D257	5.2 x 10 ¹⁵ ohm	
Dissipation Factor, 1 KHz	ASTM D150	0.028	
Dielectric Constant, 1 KHz	ASTM D150	3.14	
Dielectric Strength	ASTM D149	18.5 kV/mm	

* N/A = Not Applicable

Datenblatt Lasersintern FLEX



	SI-Einheiten	Testmethode	Wert	Wert (infiltriert)*
Physikalische Eigenschaften				
Spez. Dichte 20 °C	g/cm³	ASTM D4164	0,44	
Thermische Eigenschaften				
Schmelzpunkt: T _m	°C	DSC	192	
Formstabilität		Einsatzabhängig (bis+100 °C sicher)		
Mechanische Eigenschaften				
Zugfestigkeit max.	MPa	ASTM D638	1,8	2,3
Zugmodul	MPa	ASTM D638	7,4	9,2
Bruchdehnung	%	ASTM D638	110	151
Biegemodul bei 23 °C	MPa	ASTM D790	5,9	7,8
Anfangsreißwiderstand	kN/m	ASTM D624	15,1	15,4
Matritzenspannung bei 23 °C				
Abriebwiderstand	J/m	ASTM D4060	Pro 100 Zyklen	
Taber, CS-17 Rad, 1kg Belastung			83,5 mg	siehe Unterpunkt ¹
Berstfestigkeit (gerade)bei 23 °C (Schlauch mit 25 mm Ø Innen x2 mm Dicke x 300 mm Länge)	PSI		0	11 PSI (mit FlexSeal) >30 PSI (mit zweiteiliger Polyuretaninfiltration)
Shore-A-Härte bei 23 °C		ASTM D2240	60	67
Chemische Beständigkeit				
Basen, Kohlenwasserstoffe, Benzin und >Lösungsmittel, bei einigen Lösungsmitteln ist ein Aufquellen möglich				

* Wersangaben 3D System für das Material Dura Form™ FLEX

** 8 Tauch Bearbeitungsverfahren

¹Abgenutzungswiderstand ist erheblich geringer bei infiltrierten Modellen.
Für optimalen Abnutzungswiderstand bitte keine Infiltration einsetzen.

	Einheit	DIN	Alumide
Mechanische Kennwerte			
Zug-E-Modul	N/mm ²	DIN EN ISO 527	3800+/-150
Zugfestigkeit	N/mm ²	DIN EN ISO 527	46+/-3
Reißdehnung	%	DIN EN ISO 527	3,5+/-1
Biege-E-Modul	N/mm ²	DIN EN ISO 178	3000+/-150
Biegefestigkeit	N/mm ²	DIN EN ISO 178	74+/-2
Charpy-Schlagzähigkeit	kJ/m ²	DIN EN ISO 179	29+/-2
Charpy-Kerbschlagzähigkeit	kJ/m ²	DIN EN ISO 179	4,6+/-0,3
Shore D-Härte		DIN 53505	76+/-2
Thermische Eigenschaften			
Schmelzpunkt	°C	DIN 53736	172-180
Formbeständigkeitstemperatur	°C	ASTMD648 (0,45 MPa)	177,1
Vicaterweichungstemperatur B/50	°C	DIN EN ISO 306	169
Wärmeleitfähigkeit	W(mK) ⁻¹	Hitzedrahtverfahren	0,5-0,8

	SL-white	SL-flex
Härte in Shore D	84 D	82D
Dichte (g/cm3)	1.22	1.12
Elastizitätsmodul (MPa)	2300	1400
Biegemodul (MPa)	2300	1200
Zugfestigkeit (MPa)	53	34
Kerbschlagzähigkeit (kJ/m2)	3.4	3.5
Reissdehnung (%)	11	20
Wärmeformbeständigkeit	60 (97*)	58
Glasübergangstemperatur (°C)	72	39
Aussehen, Farbe	weiß	weiß, transparent
* zusätzlich wärmebehandelt		

Datenblatt Fused Deposition Modelling (FDM)

	ABS	ABSI	Elastomer E20	ICW	PC	PPSU
Zugfestigkeit in N/mm ²	35	38	6	3.6	64.5	70.6
Biegefestigkeit in N/mm ²	66	59	5	4.3	100	92
Elastizitätsmodul in N/mm ²	2517	1993	68	280	2448	2378
Biegemodul in N/mm ²	2657	1797	137	280	2250	2448
Dehnung in %	> 10	> 10	> 10	< 10		
Dichte in g/cm ³	1.05	1.09	1.26	0.96	1.2	1.25
IZOD- Kerbschlag zähigkeit in J/m	107	176	347	17		
Schlagzähigkeit	1282	1068	377	49		
Härte (Shore D)	78	76	40	33		
Härte (Shore A)			96			
Formbeständigkeit in der Wärme ASTM D648	95	95	125		125	207
Entflammbarkeit UL 94, Angabe in mm					V-0 6	V-0 0.75

Datenblatt DMLS-Direct Metal LaserSintering (Rapid Tooling)

	WS 1.2709	Edelstahl	Aluminium	
Werkstoffnummer	1.2709; MS1	17 - 4PH; 1.4543	AlSi10Mg, 239	
Schichtstärken	20; 40	20; 40	30; 50	µm
Erreichbare Bauteilgenauigkeit für kleine Bauteile	± 40 - 60	± 20 - 50	± 20 - 50	µm
Erreichbare Bauteilgenauigkeit für größere Bauteile	± 0,2	± 0,2	± 0,2	%
Oberflächenrauigkeit nach Mikrostrahlen	Ra 4 – 6,5; Rz 20-50	Ra 2,5 – 4,5; Rz 15 - 40	Ra 4 – 5,5; Rz 25 – 35	µm
Oberflächengenauigkeit nach Polieren	Rz bis zu < 0,5	Rz bis zu < 0,5	Rz bis zu < 2,0	µm
Relative Dichte bei Standardparametern	ca. 100	ca. 100	ca. 100	%
Dichte	8 - 8,1	7,8	2,7	g/cm³
E-Modul	180 ± 20	170 ± 20	75 ± 15	GPa
E-Modul nach Tempern bei 650°C für 1 Std.	-	ca. 195	-	GPa
Zugfestigkeit in horizontaler Richtung (XY)	-	1050 ± 50	315 ± 35	MPa
Zugfestigkeit in vertikaler Richtung (Z)	-	980 ± 50	280 ± 35	MPa
Zugfestigkeit nach Tempern bei 650°C für 1 Std.	-	ca. 1200	-	MPa
Zugfestigkeit im gebauten Zustand	1100 ± 100	-	-	MPa
Zugfestigkeit im nachgehärteten Zustand	1950 ± 100	-	-	MPa
Streckgrenze (Rp 0,2%) in horizontaler Richtung (XY)	-	540 ± 50	195 ± 25	MPa
Streckgrenze (Rp 0,2%) in vertikaler Richtung (Z)	-	500 ± 50	-	MPa
Streckgrenze (Rp 0,2%) im gebauten Zustand	1000 ± 100	-	-	MPa
Streckgrenze (Rp 0,2%) im nachgehärteten Zustand	1900 ± 100	-	-	MPa
Bruchdehnung im gebauten Zustand	8 ± 3	25 ± 5	2	%

Materialeigenschaften Stahl

Minimale Schichtdicke	0,02 mm
Typische erreichbare Bauteilgenauigkeit	(+/- 0,05 mm)
Kleinste Wandstärke	0,6 mm
Dichte in Hülle	7,6 g/cm ³
Dichte im Kern	6,3 g/cm ³
Zugfestigkeit	MPa, MPIF 10 :400
E-Modul	Gpa : 80
Biegebruchfestigkeit	MPa, MPIF 41 :700
Härte	110
Oberflächenrauigkeit (ohne Nachbearbeitung)	Ra9 Rz 40-50
Oberflächenrauigkeit (ohne Mikrostrahlen)	Ra3 Rz 15
Oberflächenrauigkeit (nach Polieren)	Rz bis < 1
Wärmeausdehnungskoeffizient	10-6/K :18
Wärmeleitfähigkeit (W/mK)	:25 (5) 35 (6)
Max. Betriebstemperatur	400 °C

NEU: PA6 kann durch Tempern auf eine Warmformbeständigkeit von bis zu 280° C erreicht werden

Materialeigenschaft	Methode	Einheit	PA6-G	PA6-G GK	PA 6.12-G
Zug-E-Modul	ISO 527	N/mm ²	2100	4200	750
Bruchdehnung	DIN 53455	%	25	5	80
Zugfestigkeit	DIN 53455	N/mm ²	55	60	40
Härte Shore D	DIN 53505		78		-
max. Temperatur kurzzeitig		°C	170	170	150
Wärmeformbeständigkeit A	ISO 75 HDT/A (1.8 Mpa)	°C	120	160	-
Wärmeformbeständigkeit B	ISO 75 HDT/A (0.45 Mpa)	°C	185	200	-

Datenblatt Vakuumguss

Material	AFV 100	AF V 150	PX 205	PX 226	PX 245 GF
Werkstoff	Vakuumguss PU Harz	Vakuumguss PU Harz	Vakuumguss PU Harz	Vakuumguss PU Harz	Vakuumguss PU Harz
Biegemodul	-	-	500 MPa	2.500 MPa	4.500 MPa
Zugmodul	-	-	530 MPa	-	-
Zugfestigkeit	3-6 Mpa	3-22 MPa%	25 MPa	70 MPa%	85 MPa
Bruchdehnung	> 1.000 - 850%	> 1.000 - 300%	100%	15%	3%
Shore Härte	A25 - 50	A50-95	D/170	D/182	D/ 185
Temperaturbeständigkeit	-	-	55 °C (HDT)	92 °C (HDT)	92 °C (HDT)
Bemerkung	sehr hohe Bruchdehnung	gute Weiterreißfestigkeit, gute Alterungsbeständigkeit	hohe Schlagzähigkeit, ähnlich PP /EPDM und PE	hohe Schlagzähigkeit und Biegefestigkeit, gute Einfärbbarkeit	sehr hohes E-Modul, deckend in allen Farbtönen einfärbbar
Material	PX 521 HT	PX 223 HT	5286	5289	
Werkstoff	Vakuumguss PU Harz	Vakuumguss PU Harz	Vakuumguss PU Harz	Vakuumguss PU Harz	
Biegemodul	2.100 MPa	2.300 Mpa	1.990 MPa	1.700 MPa	
Zugmodul	2.700 MPa	-	1.760 MPa	-	
Zugfestigkeit	75 MPa	60 MPa	70 MPa	64 MPa	
Bruchdehnung	9%	11%	14%	3%	
Shore Härte	D/1 87	D/ 180	D 80	D/178	
Temperaturbeständigkeit	100 °C (HDT)	>120 °C (Tg)	110 - 140 °C (HDT)	87 °C (TG)	
Bemerkung	Hochtransparent, wie PMMA, gute UV -Beständigkeit	gute Schlagzähigkeit und Biegefestigkeit, ABS ähnliche Eigenschaften	temeratrubeständiges Material, ähnlich ABS und PC	flammgeschützt nach UL 94-VO	

	Warmhochfest 1		Warmhochfest 2	
Mechanische und Termische Spezifikationen				
Shore D1 Härte	ISO 868	87	ISO 868	80
Wärmeformbeständigkeit: Hdt(1)	ISO 75	150 °C	ISO 75	120 °C
Bruchdehnung	ISO 527-1993	11%	ISO 527-1993	30%
Zugfestigkeit	ISO 527-1993	60 Mpa	ISO 527-1993	42 Mpa
Zug-E-Modul	ISO 527-1993	1800 MPa	ISO 527-1993	1450 Mpa
Biege-E_Modul	ISO 178-2001	2000 Mpa	ISO 178-2001	
Biegefestigkeit	ISO 178-2001	84 Mpa	ISO 178-2001	62 Mpa
Schwund (4mm Wandstärke) (mm/m)	ISO 2575	3	ISO 2575	
Maximale Giesstärke (mm)		10		

Aluminium (239 D)	GD - Al Si 10 Mg (3.2381.01)	
<u>Eigenschaften</u>	<u>Einheiten</u>	<u>Wert</u>
E-Modul	GPa (kN/mm ²)	74
Zugfestigkeit	Rm (N/mm ²)	220-300
Druckfestigkeit	N/mm ²	270-360
Biegewechselfestigkeit (n = 20 · 10 ⁶)	N/mm ²	60-90
Härte	HB 5/250	65-100
Bruchdehnung	A5 in %	1,0-3,0
Streckgrenze	Rp 0,2 (N/mm ²)	140-240
Dichte	kg/dm ³	2,65
Wärmeausdehnungskoeffizient 20 - 200 °C	1/K	22· 10 ⁶
Schwund	%	0,6-0,9
Schmelzpunkt	°C	560-595
Gießtemperatur	°C	680-720
elektr. Leitfähigkeit	m/Ohm · mm"	17-26
Wärmekapazität	kJ/kg	910
Wärmeleitfähigkeit bei 20°C	W/(cm · K)	1,3-1,9

Technische Spezifikation

Toleranzen (± 0.25 mm auf Distanzen bis zu 200 mm. Weitere 0.025 mm je 25 mm)

Distance	100	200	300	400	500	600
Tolerance	± 0.25 mm	± 0.25 mm	± 0.35 mm	± 0.45 mm	± 0.55 mm	± 0.65 mm

Distance	700	800	900	1.000	1.100	1.200
----------	-----	-----	-----	-------	-------	-------

Ebenheit (0.025 mm per 25 mm)

Distance	100	200	300	400	500	600
Tolerance	± 0.1 mm	± 0.2 mm	± 0.3 mm	± 0.4 mm	± 0.5 mm	± 0.6 mm

Distance	700	800	900	1.000	1.100	1.200
Tolerance	± 0.7 mm	± 0.8 mm	± 0.9 mm	$\pm 1,0$ mm	$\pm 1,1$ mm	$\pm 1,2$ mm

Die erreichbare Ebenheit variiert mit den Einstellungen beim Abformen.

Oberflächengüte	3.2 μm . oder besser
Wandstärken	1.0 mm und mehr Porosität kann bei extremen Materialanhäufungen auftreten
Löcher	Kleine Löcher (unter 5mm) können nicht tiefer als der Durchmesser ausgebildet werden Größere Durchmesser können tiefer dargestellt werden.
Entformungswinkel	1 Grad ist ideal. Je größer der Entformungswinkel, desto einfacher die Entformung
Legierungen	Aluminium AlSi7Mg Magnesium AZ 91, AM50, AM60 Zinc ZA 8
Wärmebehandlung	T4, T5, T6

Technische Spezifikation	
Toleranzen	±0.40 mm auf Distanzen bis zu 200 mm
Ebenheit	0.025 mm. per 25 mm
Oberflächengüte	4-5 µm
Wandstärken	1.0 mm – 1.5mm und mehr. Porosität kann bei extremen Materialanhäufungen auftreten
Entformungswinkel	Keine Entformungsschrägen notwendig
Legierungen	Aluminium AlSi7Mg Magnesium AZ91, AM50, AM60 Zinc ZA8
Wärmebehandlung	T4, T5, T6
Bemerkung	Wandstärken von bis zu 1.5mm können ohne weiteres dargestellt werden. Bauteilgrößen von 10x10x10mm bis 600x600x600 lassen sich realisieren. Größere Bauteilabnahme nach Absprache.

Hawener 3D GmbH

**Hanfstrasse 1
66806 Ens Dorf**

**Mobil: 0173 65 66 77 6
Mail: info@hawener.de**

