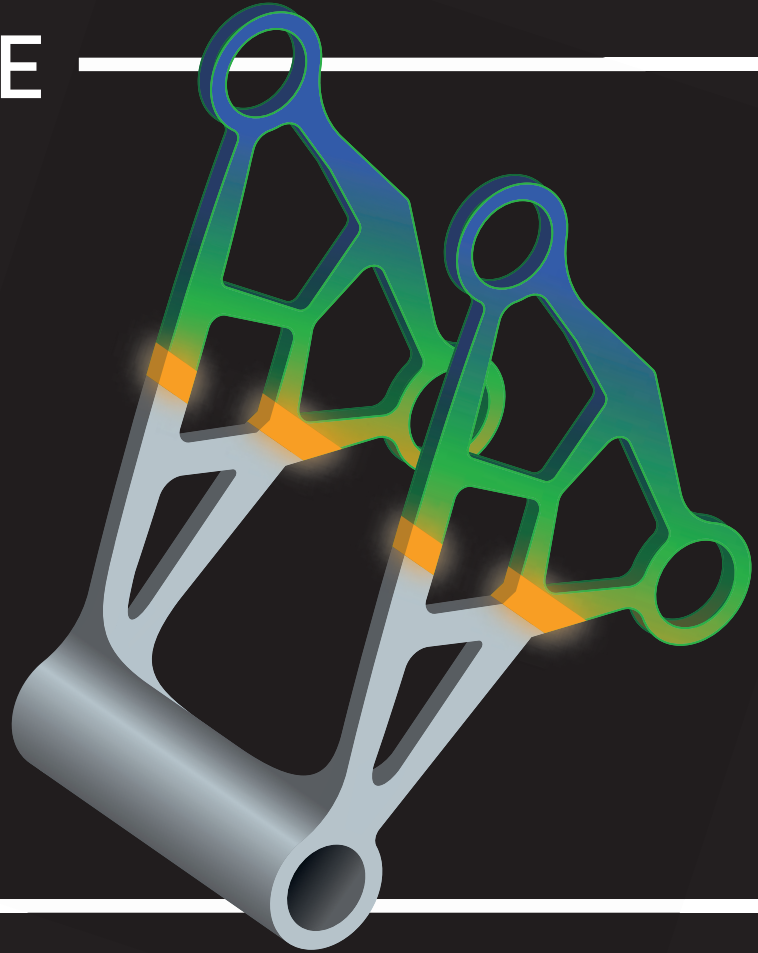


DESIGNGUIDE



INHALT

- + VERFAHREN IM VERGLEICH
- + IHR MODELL - SO FUNKTIONIERT'S
- + STEP ODER STL - WELCHES DATEIFORMAT SOLL ICH WÄHLEN?
- + MATERIALIEN IM VERGLEICH
- + MÖGLICHKEITEN DER GEWICHTSREDUKTION
- + OBERFLÄCHENBESCHAFFENHEIT UND -BEARBEITUNG

3D-DRUCK

mipart c/o BAM GmbH
Dr.-Müller-Str. 26
92637 Weiden
Deutschland

Phone: +49 961 6000-5000
Fax: +49 961 6000-7900
Mail: info@mipart.com
Web: www.mipart.com

mipart
on demand manufacturing

DAS PERFEKTE BAUTEIL

Für den 3D-Druck bzw. die Additive Fertigung gibt es **zahlreiche Einsatzbereiche**, beispielsweise im Bereich des Rapid Prototyping und für Kleinserien. In **zahlreichen Branchen**, wie der Luft- und Raumfahrt oder der Medizintechnik, ist 3D-Druck heute nicht mehr wegzudenken. Die Fortentwicklung dieser modernen Verfahren ist rasant, sodass heute für nahezu jeden Anwendungsfall eine passende Technologie zur Verfügung steht. Doch bei der Vielzahl an verschiedenen additiven Verfahren und passenden Materialien ist es nicht leicht, den Überblick zu bewahren. Um ein optimales Bauteil zu erhalten, ist es wichtig, das am besten geeignete Verfahren und Material zu wählen. Folgende Aspekte sollten Sie berücksichtigen:

+ die benötigten **Materialeigenschaften**:

z.B. Festigkeit/Steifigkeit, Hitzebeständigkeit, Stoßbeständigkeit.

+ die gewünschte **Funktionalität** des Bauteils bzw. dessen Einsatzbereich:

z.B. Hitzebeständigkeit, Wasseraufnahme, Biokompatibilität.

+ das optischen **Erscheinungsbild**:

z.B. Oberflächenrauheit, Farbe, sichtbar entfernte Stützstrukturen.

+ die Möglichkeiten des jeweiligen **Verfahrens**:

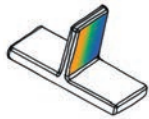
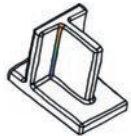
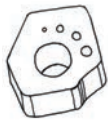


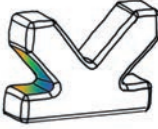
z.B. Bauteilgröße, Toleranz, Merkmaldetails


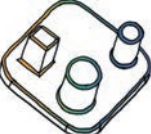


In unserem Designguide finden Sie Details und Besonderheiten und werden auf der Suche nach dem am besten geeigneten Verfahren und Material schnell fündig. **Sie haben noch Fragen? Kontaktieren Sie uns.**

VERFAHREN IM VERGLEICH (1)

	FDM (Fused Deposition Modeling)	Polyjet (Material Jetting)	Multi Jet Fusion (Polymer Powder Bed Fusion)	Metall (ADAM + BMD)
Oberflächenqualität	Ra 8,5 / Rz 87	Ra 5,5 / Rz 28	Ra 4 / Rz 24	Ra 8,5 / Rz 87
Oberflächenbearbeitung	Glasperlgestrahlt	Glasperlgestrahlt	Glasperlgestrahlt (Standard) Schwarz gefärbt	Glasperlgestrahlt
Verfahrensbeschreibung	<p>Das Bauteil wird aus einem Kunststoff-filament erstellt, welches erwärmt und extrudiert wird. Dieses wird schichtweise von unten nach oben auf eine Bauplattform aufgetragen.</p> <p>Für Überhänge werden Stützkonstruktionen angebracht, welche im Anschluss abgetrennt werden.</p>	<p>Schichten aus flüssigem Photopolymer, das unter UV-Licht aushärtet, werden schichtweise auf eine Bauplattform aufgebracht.</p> <p>Für Überhänge werden Stützkonstruktionen angebracht, welche im Anschluss im Wasserbad entfernt werden.</p>	<p>Polymerpulverteilchen werden in feinen Schichten auf eine Bauplattform aufgetragen. Das Pulverbett wird gleichmäßig erwärmt und Bauteilkonturen mittels flüssigem Bindemittel unter Infrarotwärme verschmolzen. Nach dem Abkühlungsprozess werden die Teile aus dem Pulver gehoben und anhaftende Pulverrückstände entfernt.</p>	<p>Das Metall wird mit einem Kunststoff-Wachsgemisch aufgeweicht, extrudiert und schichtweise als halbflüssiger Metallstrang auf eine Bauplattform aufgetragen. Im anschließenden Wasserbad wird das Wachs vollständig aus dem Bauteil gelöst. Der nachfolgende Sinterprozess gast den Kunststoff aus und verdichtet die Metallpartikel.</p>
Toleranzen	+/- 0,2 mm	+/- 0,1 mm	+/- 0,3 mm	+/- 0,2 mm
Minimale Bauteilgröße	5 x 5 x 5 mm	5 x 5 x 5 mm	5 x 5 x 5 mm	5 x 5 x 5 mm
Maximale Bauteilgröße	406 x 355 x 406 mm	480 x 380 x 190 mm	380 x 284 x 380 mm	235 x 68 x 65 mm
Merkmaldetails	0,5 - 2,0 mm	0,4 mm	0,5 mm	0,5 - 2,0 mm
Materialien	PC-ABS PC ABS-M30 Antero 800NA FDM Nylon 12 FDM Nylon 12CF ULTEM 1010 resin ULTEM 9085 resin	Digital-ABS PLUS Vero Clear Vero (7 Farben) Tango Plus	Polyamid PA12	17-4 Edelstahl Kupfer*

	FDM (Fused Deposition Modeling)	Polyjet (Material Jetting)	Multi Jet Fusion (Polymer Powder Bed Fusion)	Metall (ADAM + BMD)
Besonderheiten	<p>Hohe Festigkeit und Steifigkeit durch Verstärkung der Verbundfasern.</p> <p>Große Materialvielfalt, u.a. FDM-Thermoplaste, welche Transparenz, Biokompatibilität, Brandschutzklassen oder Entflammbarkeits-, Rauch- und Toxizitätsklassen erfüllen.</p> <p>Weniger geeignet für bewegliche Bauteile oder Bauteile mit komplexen Geometrien.</p> <p>Rauere Oberflächengüte aufgrund geringerer minimaler Schichtdicke im Vergleich zu anderen Verfahren sowie mögliche optische Beeinflussung durch entfernte Stützstrukturen.</p>	<p>Herausragende Detailtreue, Oberflächenglätte und Präzision. Große Farbvielfalt.</p> <p>Ideal geeignet zur Erstellung von komplexen Formen, aufwändigen Details und feinen Oberflächen.</p>	<p>Hohe Dichte und geringe Porosität im Vergleich zu lasergesinterten Bauteilen. Fertigung von Bauteile mit isotropen Eigenschaften sowie sehr guter Detailtreue.</p> <p>Extrem dünne Schichten bei hervorragender Oberflächenqualität. Weniger für großflächige und flache Bauteile geeignet.</p>	<p>Design- und Produktionsvorteile, die herkömmliche pulverbasierte Prozesse (SLM) nicht bieten können.</p> <p>Vorteile des 3D Drucks werden mit den mechanischen Eigenschaften von Metall kombiniert.</p> <p>SEO: im Vergleich zum selektiven Lasersintern (SLS) wird hier eine bessere Steifigkeit und Stabilität der Bauteile erreicht.</p>
Klassische Einsatzbereiche	<ul style="list-style-type: none"> + Konzeptstudien + Funktionale Prototypen + Fertigungswerkzeuge + Endanwendungen 	<ul style="list-style-type: none"> + Herstellung glatter, detaillierter Prototypen, die das Aussehen des Endprodukts vermitteln + Präzise Formwerkzeuge, Schablonen, Urformen und Montagevorrichtungen + Miniaturen + Fertigungswerkzeuge 	<ul style="list-style-type: none"> + Funktionale Prototypen & Kleinserien + Herstellung von komplexen Geometrien + Produktion komplexer Funktionsteile in geringer Stückzahl + Kostengünstige Alternative zu Spritzguss 	<ul style="list-style-type: none"> + Konzeptstudien + Funktionale Prototypen + Fertigungswerkzeuge + Endanwendungen

		FDM (Fused Deposition Modeling)	Polyjet	Multi Jet Fusion	Metall (ADAM + BDM)
Wandstärke nicht gestützt		0,8 mm	1 mm	0,6 mm	2 mm
Wandstärken gestützt		0,8 mm	0,5 mm	0,6 mm	2 mm
Löcher		>1,5 mm	>0,5 mm	>1,5 mm	XY: 1,5 mm Z: 1 mm
Bewegliche Teile		>0,4 mm radial Bei ULTEM und ANTERO nicht möglich, da Breakaway-Support notwendig.	>0,2 mm	>0,2 mm	>0,4 mm
Merkmaldetails (z.B. Beschriftungen)		graviert: Linienstärke 1,5 mm / Tiefe 0,5 mm geprägt: Linienstärke 2,0 mm / Tiefe 0,5 mm	0,4 mm in Höhe und Tiefe	0,5 mm in Höhe und Tiefe	graviert: Linienstärke 1,5 mm / Tiefe 0,5 mm geprägt: Linienstärke 2,0 mm / Tiefe 0,5 mm
Überhänge		Nicht geringer als 45°, um Support zu vermeiden. Stützstrukturen werden nach der Fertigstellung entfernt, verschlechtern aber in diesem Bereich die Oberflächengüte.	Überhänge werden grundsätzlich immer gestützt. Stützstrukturen werden nach der Fertigstellung entfernt, verschlechtern aber in diesem Bereich die Oberflächengüte.	Alle Überhänge sind ohne Support herstellbar.	Nicht geringer als 45°, um Support zu vermeiden. Stützstrukturen werden nach der Fertigstellung entfernt, verschlechtern aber in diesem Bereich die Oberflächengüte.

		FDM (Fused Deposition Modeling)	Polyjet	Multi Jet Fusion	Metall (ADAM + BDM)
Einzelemente		Geringste Elementgröße 2,8 mm	Geringste Elementgröße 0,5 mm (1,5 mm wenn dem Element eine Funktion zugeordnet ist)	Geringste Elementgröße 0,7 mm	Geringste Elementgröße 2,8 mm
Minimale Radien		0,5 mm	0,1 mm	0,2 mm	0,5 mm
Toleranzen		+/- 0,15% (mit einem unteren Grenzwert von +/-0,2 mm)	+/- 0,1% (mit einem unteren Grenzwert von +/-0,1 mm)	+/- 0,3% (mit einem unteren Grenzwert von +/-0,3 mm)	+/- 0,5% (mit einem unteren Grenzwert von +/-0,2 mm)
Entpulverung				<p>Damit das Pulver, welches als Stützstruktur dient, im Anschluss entfernt werden kann, integrieren Sie bei der Konstruktion bitte Entpulverungslöcher.</p> <p>1x Durchmesser 8 mm oder 2x Durchmesser 4 mm</p> <p>Für eine gewünschte Schwingungsreduktion kann das Pulver auch im Bauteil verbleiben.</p>	

STEP ODER STL

STL

Dieses Dateiformat **beschreibt lediglich die Oberfläche des Modells mittels aneinandergereihter Dreiecke**, d.h. es wird z.B. keine Kugel beschrieben, sondern ein Netz aus Einzel-Dreiecken mit Koordinaten.

Bedarf es, für ein besseres Druckergebnis, einer Optimierung Ihres Modells (z.B. der Triangulation) seitens mipart, ist das nicht möglich.

Eine Umwandlung einer STL-Datei in eine STEP-Datei ist nicht ohne weiteres möglich und bringt einen Informationsverlust mit sich.

STEP

Im Vergleich zu .STL wird das erstellte Modell als Element ausgegeben. Mit .STEP ist eine komplexere Übertragung von Produktdaten im Vergleich zu .STL möglich, wie z.B. Topologie. Bedarf es für ein besseres Druckergebnis einer Optimierung Ihres Modells (z.B. der Triangulation) seitens mipart, ist das ohne Probleme möglich.

Eine Umwandlung einer STEP-Datei in eine STL-Datei bringt keinen Informationsverlust mit sich.

WELCHES DATEI-FORMAT WIRD EMPFOHLEN

mipart akzeptiert für alle 3D-Druck-Verfahren die Dateiformate .STL und .STEP. Aufgrund der genannten **Möglichkeit einer nachträglichen Optimierung des Modells empfehlen wir die Verwendung des STEP-Formats.**

MATERIALIEN IM VERGLEICH (1)

Kunststoff	Farben	Charakteristik	Zugfestigkeit*	Bruchdehnung*	Biegefestigkeit*	Hitzebeständigkeit (bei 264psi)*	Wasser-/Feuchtigkeitsaufnahme	Schichtstärke	Verfahren
ABS M30	elfenbein weiß schwarz grau rot blau	+ hohe Genauigkeit + gute Langlebigkeit + gute Stoßbeständigkeit + ideal für Bauteile mit moderaten Anforderungen	XZ: 31 MPa ZX: 26 MPa	XZ: 7,0% ZX: 2,0%	XZ: 60 MPa ZX: 48 MPa	96°C	gering	0,254 mm (0,127 mm- 0,330 mm)	FDM
Antero 800NA	natürlich	+ PEKK-basierter Thermoplast + hervorragende mechanische Eigenschaften + hohe Festigkeit + hohe Hitzebeständigkeit + hohe Verschleißfestigkeit leichtere Alternative zu Aluminium und Stahl + hohe chemische Beständigkeit + Kraftstoffbeständigkeit + geringe Ausgasung + Eignung für Luft- und Raumfahrtanwendungen	XZ: 93 MPa ZX: 46 MPa	XZ: 6,4% ZX: 1,22%	XZ: 142 MPa ZX: 64 MPa	153°C	sehr gering	0,254 mm	FDM
Digital ABS	grau	+ gute Langlebigkeit + hohe Schlagfestigkeit + hohe Temperaturbeständigkeit + herausragende Oberflächenbeschaffenheit	55-60 MPa	25-40%	65-75 MPa	58-68°C	mittel	0,027 mm	Polyjet
Nylon 12	schwarz	+ hohe Robustheit + gute Schlagfestigkeit + gute Gleiteigenschaften + hohe Dauerfestigkeit, daher ideal für Schnappverbindungen + gute Chemikalienbeständigkeit	XZ: 32 MPa ZX: 28 MPa	XZ: 30,0% ZX: 5,4%	XZ: 67 MPa ZX: 61 MPa	97°C	gering	0,254 mm (0,178 mm- 0,330 mm)	FDM

MATERIALIEN IM VERGLEICH (2)

Kunststoff	Farben	Charakteristik	Zugfestigkeit*	Bruchdehnung*	Biegefestigkeit*	Hitzebeständigkeit (bei 264psi)*	Wasser-/Feuchtigkeitsaufnahme	Schichtstärke	Verfahren
Nylon 12CF	schwarz	+ Karbonfaserverstärkt mit sehr guten strukturellen Merkmalen + hohe Reißlänge + hohe Steifigkeit + optimal für starke, stabile und gleichzeitig leichte Bauteile	XZ: 63,4 MPa ZX: 28,9 MPa	XZ: 1,9% ZX: 1,2%	XZ: 142 MPa ZX: 58 MPa	143°C	gering	0,254 mm	FDM
Polyamid PA12	grau	+ hohe Robustheit + gute Schlagfestigkeit + gute Gleiteigenschaften + hohe Dauerfestigkeit, daher + ideal für Schnappverbindungen + gute Chemikalienbeständigkeit	XZ: 48 MPa ZX: 48 MPa	XZ: 20% ZX: 15%	XZ: 70 MPa ZX: 70 MPa	95°C	gering	0,08 mm	Multi Jet Fusion
PC	weiß	+ hervorragende Dimensionsstabilität + gute Haltbarkeit + hohe Steifigkeit + Sehr gut geeignet für die Produktion robuster Teile wie z.B. langlebiger Werkzeuge	XZ: 40 MPa ZX: 30 MPa	XZ: 4,8% ZX: 2,5%	XZ: 89 MPa ZX: 68 MPa	138°C	sehr gering	0,254 mm (0,178 mm- 0,330 mm)	FDM
PC-ABS	schwarz	+ herausragende mechanische Eigenschaften + hohe Festigkeit und Temperaturbeständigkeit von PC und Flexibilität von ABS hervorragende Oberflächenstruktur	41 MPa	6,0%	68 MPa	110°C	gering	0,254 mm (0,127 mm- 0,330 mm)	FDM

MATERIALIEN IM VERGLEICH (3)

Kunststoff	Farben	Charakteristik	Zugfestigkeit*	Bruchdehnung*	Biegefestigkeit*	Hitzebeständigkeit (bei 264psi)*	Wasser-/Feuchtigkeitsaufnahme	Schichtstärke	Verfahren
Tango Plus		+ hohe Schwingungs- und Vibrationsdämpfung + gummiartig, daher ideal für Dichtungen, flexible Komponenten und zum Erzeugen rutschfester Oberflächen	0,8-1,5 MPa	170-220%	mipart Drucke mit Shore Härte 65	40-45°C	mittel	0,027 mm	Polyjet
ULTEM 1010 resin	natürlich	+ Für Kontakt mit Lebensmitteln zertifiziert (NSF 51 und ISO 10993 / USP Class VI) + hohe Temperaturbeständigkeit und chemische Beständigkeit Biokompatibel + Für Einsatz im Autoklaven geeignet	XZ: 62 MPa ZX: 42 MPa	XZ: 3,3% ZX: 2,0%	XZ: 144 MPa ZX: 77 MPa	216°C	gering	0,254 mm (0,254 mm- 0,330 mm)	FDM
ULTEM 9085 resin	hellbraun, schwarz	+ FST-Zertifikat aufgrund hoher Flamm-, Rauch- und Toxizitätswerte + hohe thermische und chemische Beständigkeit + hohe Reißlänge	XZ: 47 MPa ZX: 33 MPa	XZ: 5,8% ZX: 2,2%	XZ: 112 MPa ZX: 68 MPa	153°C	gering	0,254 mm (0,254 mm- 0,330 mm)	FDM
Vero Familie	schwarz weiß magenta gelb cyan clear	+ gute Widerstandsfähigkeit hohe Steifigkeit + Herstellung glatter, exakter Teile für Tests, chirurgische Planung oder Werkzeugbau	50-65 MPa	10-25%	75-110 MPa	45-50°C	mittel	0,027 mm	Polyjet




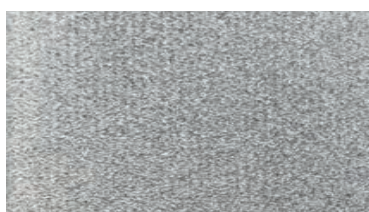

Metall	Farben	Charakteristik	Zugfestigkeit*	Bruchdehnung*	Biegefestigkeit*	Hitzebeständigkeit (bei 264psi)*	Wasser-/Feuchtigkeitsaufnahme	Schichtstärke	Verfahren
17-4 Edelstahl		+ hohe Festigkeit und Härte + gute Korrosionsbeständigkeit + Eignung in Luft- und Raumfahrtanwendungen sowie + Medizin- und Lebensmittelanwendungen	1050 MPa	4-6%	Streckgrenze (0,2% Tensile Yield Strength): 1100 MPa	450°C	keine	0,125 mm	3D-Druck Metall
Kupfer*		+ hohe thermische und elektrische Leitfähigkeit + Anwendung in Wärmetauschern, sowie in Elektrobereichen	193 MPa	45%	Streckgrenze (0,2% Tensile Yield Strength): 26 MPa	200°C	keine	0,129 mm	3D-Druck Metall

*coming soon

GEWICHTSREDUKTION

Mit folgenden konstruktiven Anpassungen erreichen Sie eine Material- und damit Gewichtsreduktion.

- **Lattice-Strukturen** (Waben- oder Gitterstruktur)
- Mithilfe einer **Topologieoptimierung** wird Volumen dort abgenommen, wo es nicht zwingend benötigt wird. Damit erreichen Sie ein optimales Verhältnis zwischen Materialeinsatz und benötigter Festigkeit/Steifigkeit für die vorgesehene Belastung.
- Enthält Ihr Modell eine **definierte Wandstärke, wird der Innenraum des Bauteils nicht mit einem Infill versehen und bleibt hohl** (bei Verfahren mit Stützstruktur verbleibt diese nach dem Druck im Bauteil). Bitte beachten Sie dafür die definierten minimalen Wandstärken pro Fertigungsverfahren.

	<p>FDM (Fused Deposition Modeling)</p> <p>Unbearbeitete Bauteile haben eine raue Oberfläche, welche die Druckbahnen erkennen lässt. Aufgrund des Druckverfahrens ist auf der Ober- und Unterseite der Materialeinschluss in einer Art Rahmen zu erkennen. Steigt die Oberfläche leicht an, bildet sich ein sogenannter Treppenstufeneffekt.</p> <p>Mit Ausnahme des Materials "Ultem" lässt sich bei allen anderen Materialien wasserlösliche Stützstruktur verwenden, welche keine Rückstände hinterlässt. Bei Ultem wird das Material weggebrochen, was teilweise sichtbare Stellen hinterlassen kann.</p>
	<p>Polyjet (Material Jetting)</p> <p>Unbehandelte Bauteile haben eine feine, glatte Oberfläche. Bei genauer Betrachtung lassen sich die Druckbahnen erkennen. Da die Bauteile komplett von einer Stützstruktur umschlossen werden, ist kein Außenrahmen zu erkennen.</p> <p>Stützstrukturen werden im Wasser-Laugebad entfernt und hinterlassen keine Rückstände.</p>
	<p>Für einen noch feineren Oberflächeneffekt und eine realistischere Optik empfehlen wir Ihnen eine Politur. Kontaktieren Sie hierfür bitte unseren Kundenservice.</p> <p>Wünschen Sie eine Teilmattierung der glatten, teils glänzenden Oberfläche, empfehlen wir Ihnen Glasperlstrahlen.</p>
	<p>Multi Jet Fusion (Polymer Powder Bed Fusion)</p> <p>Mit Multi Jet Fusion gefertigte Bauteile zeichnet eine durchgängige, einheitliche und feine Oberfläche ohne sichtbare Schichten aus. Unbearbeitete Teile weisen eine steingraue Farbe auf.</p> <p>Multi Jet Fusion Bauteile können gestrahlt oder gefärbt werden.</p>
	<p>Metall (ADAM + BMD)</p> <p>Unbearbeitete Bauteile haben eine raue Oberfläche, welche die Druckbahnen erkennen lässt. Aufgrund des Druckverfahrens ist auf der Ober- und Unterseite der Materialeinschluss in einer Art Rahmen zu erkennen.</p> <p>Stützstrukturen lassen sich rückstandslos entfernen. Durch Glasperlstrahlen und/oder Trowalisieren wird ein feineres Oberflächenbild erzeugt.</p>