

# 3D-DRUCK VON PROTIQ PRÄZISE SCHNELL ZUVERLÄSSIG



WENN  
**ADDITIV**  
KEIN FREMDWORT IN DER  
**FERTIGUNG**  
IST.

**DAS IST POWER TO PRODUCE**

Immer einen PROTIQ **mehr**.

# DIE PARTNERSCHAFT FÜR DAS BESTE KNOW-HOW

SARTORIUS Werkzeuge und PROTIQ

Die Additive Fertigung ist ein Prozess, bei dem auf der Basis von digitalen 3D-Konstruktionsdaten durch Auftragen von Material schichtweise eine Form aufgebaut wird. Dieses auftragende Fertigungsverfahren unterscheidet sich maßgeblich von abtragenden Fertigungsverfahren. Anstatt zum Beispiel ein Werkstück aus einem festen Block herauszufräsen, baut die Additive Fertigung Bauteile Schicht für Schicht aus Werkstoffen auf. Unterschiedlichste Werkstoffe wie Metall, Kunststoffe und Verbundwerkstoffe stehen zur Verfügung. Vorteile bietet die Additive Fertigung vor Allem in der Produktion von Prototypen oder Kleinserien.

Um auch auf dem Gebiet der Additiven Fertigung das verlangte Know-How bieten zu können, ist SARTORIUS Werkzeuge eine Partnerschaft mit PROTIQ eingegangen. Verschiedene zur Verfügung stehende Fertigungsverfahren, ein breites Spektrum an druckbaren Werkstoffen, sowie ein entsprechendes konstruktives Know How machen PROTIQ zur ersten Adresse für die Additive Fertigung. Durch die Partnerschaft der beiden Unternehmen können alle Bedürfnisse am Markt erfüllt werden.

**PROTIQ**  
A Phoenix Contact Company

**SARTORIUS**  
Werkzeuge  
**POWER TO PRODUCE**

Immer einen PROTIQ **besser**.

# 3D-OBJEKTE FÜR DEN PROFESSIONELLEN EINSATZ

leicht konfiguriert, einfach bestellt, schnell geliefert

Welche Ansprüche stellst Du an einen Dienstleister, dem Du das Herzstück Deines Unternehmens anvertraust – Dein Produkt? Erwartest Du Ergebnisse mit hoher Präzision, die sofort nutzbar sind? Bevorzugst Du kompetente und fachmännische Beratung von einem zuverlässigen Partner?

Wir bieten das.

Gemeinsam mit unserem Partner für Additive Fertigung PROTIQ unterstützen wir Dich: von der Generierung der 3D-Daten bis zum gefertigten Prototyp, Modell oder Bauteil.







Immer einen PROTIQ **lösungsorientierter**.

# FÜR JEDE ANFORDERUNG UNSERER GESCHÄFTSKUNDEN BIETEN WIR DIE RICHTIGE LÖSUNG.

Die Basis dafür bildet unser vielfältiges Spektrum an Werkstoffen und Herstellungsverfahren, ergänzt um wichtige Dienstleistungen rund um die Additive Fertigung, wie beispielsweise Schulungen, Reverse Engineering und Finishing.

Unser Portal selbst wartet mit Funktionen auf, die Deine Geschäftsprozesse aktiv unterstützen. So verfügst Du beispielsweise über komfortable Freigabe- und Bestellprozesse und kannst im Konfigurator ganze Baugruppen hochladen.



	Selektives Laserschmelzen für Metalle	Lasersintern	PolyJet/MultiJet	Stereolithographie
				
<b>Werkstoffe</b>	insgesamt 11, darunter elektrisch hoch leitfähiges Kupfer, Werkzeugstahl und CobaltChrom	insgesamt 9, darunter PA11- und PA12-Varianten, TPU und PEK, PA6-like	insgesamt 10, darunter TangoBlack+, DM9840 bis DM9895 und Digital ABS	insgesamt 3; VisiJet Tough, VisiJet Clear, VisiJet HighTemp
<b>Wanddicken ab</b>	0,3 mm	0,45 mm	0,2 mm	0,1 mm
<b>verfügbarer Bauraum</b>	bis 250 mm x 250 mm x 300 mm*	340 mm x 340 mm x 600 mm*	bis 342 mm x 342 mm x 200 mm*	250 mm x 250 mm x 250 mm*
<b>Anlagen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 x EOS M280</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 x EOS P396</li> <li>• 2 x EOS P110</li> <li>• 1 x EOS P100</li> <li>• 1 x DTM Sinterstation 2000</li> <li>• 1 x hauseigene Anlagentechnik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 x Stratasys Connex 350</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 x 3D-Systems HD6000</li> </ul>
<b>Vorteile</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dichte Funktionsprototypen</li> <li>• aus Stahl, Edelstahl, Aluminium oder Kupfer</li> <li>• hohe mechanische Belastbarkeit</li> <li>• gute Eignung für Spritzgießwerkzeuge</li> <li>• konturnahe Kühlung, Wärmebehandlung / Härten möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• keine Stütz-Geometrien oder Stütz-Werkstoffe nötig</li> <li>• Funktionsmodelle aus verschiedenen technischen Kunststoffen, Eigenschaften ähneln spritzgegossenen Objekten, Lebensmittelechtheit</li> <li>• größtmögliche konstruktive Freiheit</li> <li>• Bauteile gut lackier- und färbbar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• große Materialvielfalt</li> <li>• hohe Genauigkeit und Oberflächenqualität</li> <li>• sehr schnelles Verfahren, da keine Aufheiz- und Abkühlzeiten benötigt werden</li> <li>• Schichtdicken ab 0,016 mm verringern den Treppenstufeneffekt</li> <li>• für einfache Konturen und niedrige Stückzahlen lassen sich Spritzgießwerkzeugeinsätze (Kavitäten) drucken</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• höchste Genauigkeit (<math>\pm 0,05</math> mm) und Detailabbildung</li> <li>• beste Oberflächengüte</li> <li>• gute Nacharbeitsmöglichkeiten</li> <li>• eignet sich gut als Urmodell für Gießverfahren</li> </ul>



Immer einen PROTIQ **innovativer**.

# WIR DENKEN ADDITIVE MANUFACTURING JEDEN TAG NEU.

Das bietet Dir mit neuen Werkstoffen und Eigenentwicklungen in den Bereichen Anlagen und Software bislang ungeahnte Möglichkeiten. Ein Beispiel dafür ist die Entwicklung elektrisch hochleitfähigen Kupfers, mit dem sich ab sofort die Anwendung des 3D-Drucks auf viele spannende Bereiche ausweiten lässt, beispielsweise in der Elektronikbranche.

Wir gestalten die Zukunft der Additiven Fertigung aktiv mit. Dazu entwickeln wir unsere Verfahren stetig weiter und arbeiten mit Partnern aus Forschung und Entwicklung eng zusammen.

Dein Vorteil dabei: Du kannst schon heute mit neuen Werkstoffen Dein Anwendungsspektrum erweitern und komfortable Portalfunktionen nutzen, die Deine Prozesse optimal unterstützen.



Immer einen PROTIQ **hochwertiger**.

# GLEICHBLEIBENDE QUALITÄT IN UNTERSCHIEDLICHEN ANWENDUNGSBEREICHEN.

Das gilt für den Herstellungsprozess, die professionelle Kommunikation – und natürlich für das Endprodukt. Grundlage dafür bilden gleichermaßen die Erfahrung und das tiefe Prozesswissen des Teams. Unsere Prozesse sind industrialisiert und standardisiert. Auf diese Weise bietet unser eingespieltes Team ein hohes Maß an Qualität.

Profitiere von innovativer Technologie!

Unsere Herstellungsverfahren und Dienstleistungen bieten für viele Branchen einen innovativen Produktionsansatz. Dies sind nur einige Anwendungsbereiche aus unterschiedlichen Branchen, die vom 3D-Druck profitieren.



3D gedruckte Spritzgießwerkzeugeinsätze aus Kunststoff



Funktionsprototypen, Muster und Serienteile aus technischen Kunststoffen



Multimaterial-Bauteile mit gummielastischen und harten Bereichen



hochpräzise Kunststoffprototypen und Urmodelle für Gießverfahren



metallische Bauteile jeglicher Art



3D gedruckte Spritzgießwerkzeugeinsätze aus Aluminium, Kupfer und Stahl



Generierung von Leichtbaustrukturen direkt aus dem CAM System durch selektives Laserschmelzen



3D Druck von Spritzgießwerkzeugen nach Topologieoptimierung

Immer einen PROTIQ **zuverlässiger**.

# DEIN ANSPRECHPARTNER BEI ALLEN FRAGEN RUND UM DIE ADDITIVE FERTIGUNG.

Wir sind jederzeit für Dich erreichbar und reagieren schnell auf Deine Anforderungen. Direkte Kundenkommunikation ist uns sehr wichtig. Daher beraten und schulen wir Dich persönlich.

Solltest Du Fragen zum Upload-, Konfigurations- und Bestellprozess auf haben, steht Dir unser Team gerne zur Verfügung.

Unsere Arbeit ist von Leidenschaft und Neugier geprägt.





Immer einen PROTIQ **schneller**.

# SO EINFACH FUNKTIONIERT DER PROZESS.

Unsere Leistungen sind nicht nur hochwertig, sie lassen sich auch leicht in Anspruch nehmen. Über **www.sartorius-werkzeuge.de** gelangst Du auf den PROTIQ-Market-Place. Hier konfigurierst Du einzelne Objekte oder ganze Baugruppen komfortabel und schnell. Das Portal erleichtert auch den Freigabeprozess: Jedes Kundenkonto kann mehrere Mitarbeiter mit unterschiedlichen Rollen enthalten.

So einfach konfigurierst und bestellst  
Du hochwertige 3D-Objekte  
in kürzester Zeit:



ERSTELLE EINE 3D-DATEI  
Wir verarbeiten alle gängigen Dateiformate.



LADE DIE DATEI HOCH  
Datei per Drag'n'Drop in das Upload-Feld ziehen – fertig!  
Deine Datei wird automatisch geprüft und bei Bedarf repariert.



KONFIGURIERE DEIN OBJEKT BZW. BAUGRUPPE  
Du kannst Größe, Farbe und Finish anpassen.  
Der jeweilige Preis wird direkt angezeigt.



WIR DRUCKEN DEINEN AUFTRAG  
Wir fertigen schnell, mit hoher Präzision und hochwertigen Werkstoffen.



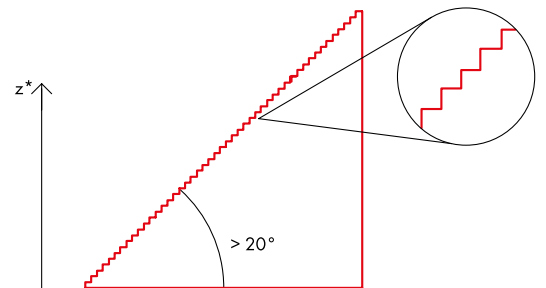
DEIN AUFTRAG WIRD VERSENDET  
Auf Wunsch liefern wir besonders schnell per Express.

# KONSTRUKTIONSEMPFEHLUNGEN FÜR DIE **ADDITIVE FERTIGUNG**

## Treppenstufeneffekt

Flächen, die in einem Winkel von  $< 20^\circ$  zur X/Y-Ebene gebaut werden, weisen einen deutlichen Treppenstufeneffekt auf.

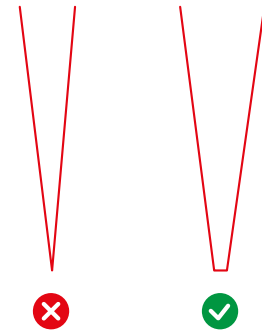
Je flacher die Steigung im 3D-Modell angelegt ist, desto deutlicher zeichnen sich einzelne Stufen auf der Oberfläche des Bauteils ab.



## Spitzwinklige Kanten

Flächen und spitzwinklige Kanten sollten nicht auf null zulaufen (z. B. bei der Schneide eines Messers).

Stattdessen können spitze Kanten mit einer minimalen Wandstärke versehen werden, um die Entstehung undefinierter Kanten zu verhindern.

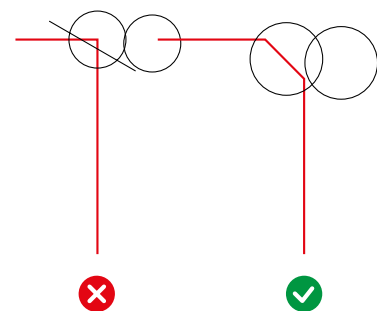


## Ecken

Eckpunkte sollten mit weichen Radien versehen werden. Ein exakter  $90^\circ$ -Winkel ist aufgrund des runden Laserstrahls nicht herstellbar.

Weiche Eckpunkte erleichtern die Pulverentfernung nach der Produktion.

Konstruktionsbeispiel:  
den Winkel eines  $90^\circ$ -Eckpunkts aufteilen in  $2 \times 45^\circ$

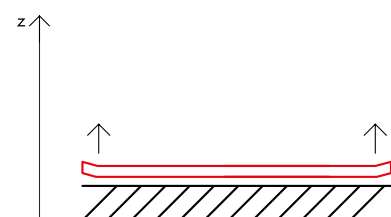


## Verzug

Die Verzugsgefahr steigt enorm bei der Fertigung von:

- großen Flächen
- massiven Elementen
- boxenförmigen Bauteilen

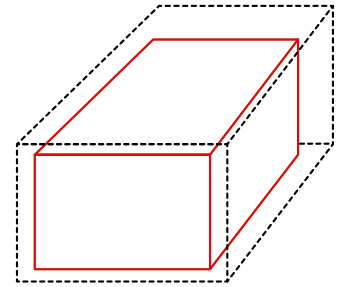
Das Verzugsrisiko ist abhängig von Maschine und Material.



## Spanende Nachbearbeitung

Spanflächen müssen in der Konstruktion berücksichtigt werden, wenn eine maschinelle Nachbearbeitung vorgesehen ist.

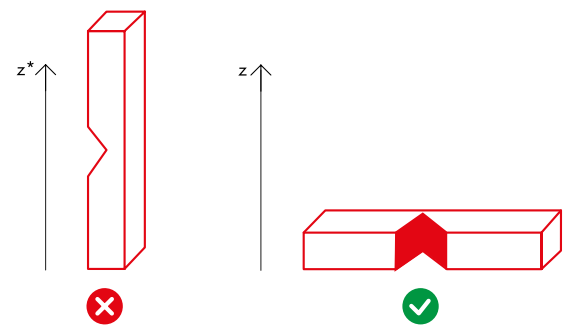
Das benötigte Übermaß sollte frühzeitig bedacht und der entsprechende Offset in der Konstruktion aufgeschlagen werden.



## Belastungsrichtung

Filigrane Elemente (wie z. B. Filmscharniere oder Rasthaken) sind so auszurichten, dass Belastungsflächen nicht in Z-Richtung gebaut werden.

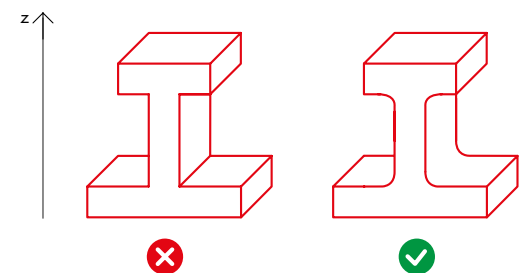
Die Festigkeit eines Bauteils erhöht sich, wenn der Laser die Geometrie abfahren kann.



## Querschnittsprünge

Querschnittsprünge sind zu vermeiden, da sich andernfalls die Gefahr einer Rissbildung erhöhen kann.

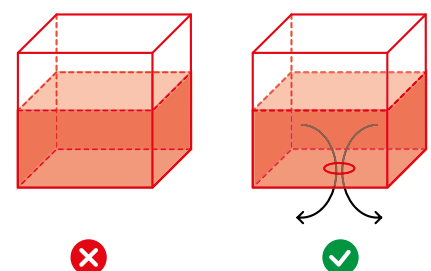
Weiche Übergänge reduzieren Rissbildungen durch leichte Verrundungen.



## Hohlräume

Geschlossene Hohlräume sind zu vermeiden, da innenliegendes Pulver nicht nachträglich entfernt werden kann.

Bei hohlen, geschlossenen Bauteilen sollten Löcher zur Pulverentfernung vorgesehen werden.



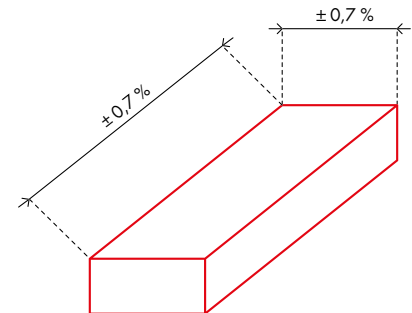
\*z = Richtung des Schichtaufbaus

# KONSTRUKTIONSEMPFEHLUNGEN FÜR DAS SELEKTIVE LASERSCHMELZEN

## Toleranzen

Schwindungsprozesse beim Abkühlen beeinflussen die Bauteilmaße in Abhängigkeit von der Bauteilgröße und dem verwendeten Material.

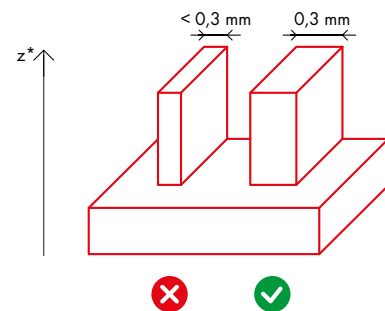
Fertigungsgenauigkeit  $\pm 0,7\%$  des Längenmaßes (Mindesttoleranz  $\pm 0,1$  mm).



## Wandstärke

Es ist möglich, Wände mit Stärken  $> 0,3$  mm zu realisieren.

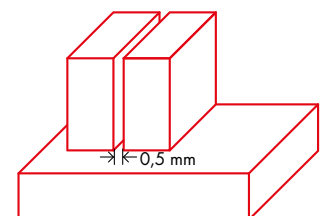
Die minimale Wandstärke in der X/Y-Ebene wird durch den Laserdurchmesser begrenzt.



## Mindestabstand

Ist der Abstand zwischen Konturen kleiner als 0,5 mm, besteht die Gefahr, dass Aussparungen durch das Material verschlossen oder teilweise verschmolzen werden.

Beim selektiven Laserschmelzen mit Kupfer sollte der Abstand zwischen den Konturen mindestens 1 mm betragen.

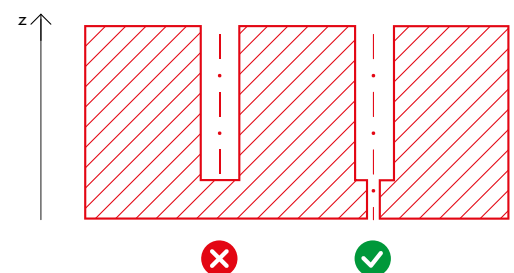


## Bohrungen

Bauteile können mit Sacklöchern produziert werden, Durchgangsbohrungen eignen sich jedoch besser.

Für einen minimalen Treppenstufeneffekt und eine maximale Genauigkeit sind zylindrische Bauteile und Bohrungen in Z-Richtung auszurichten.

Das Mindestmaß für Bohrungen beträgt 1 mm und kann im Einzelfall geprüft werden.

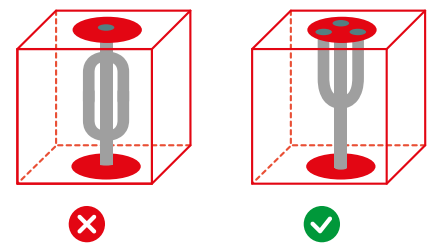


## Kanäle (z. B. Kühlbohrungen)

Parallelsysteme sollten stets wieder zusammengeführt werden und von einer Seite zugänglich sein, um „Totecken“ zu vermeiden.

Weiche Übergänge können den Widerstand reduzieren und die Pulverentfernung erleichtern.

Bei Kanaldurchmessern von  $d > 8,0$  mm sind die Kanäle tropfenförmig vorzusehen, um Stützstrukturen zu vermeiden.

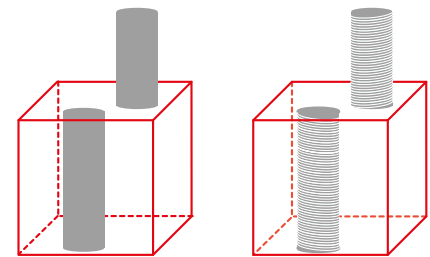


## Gewinde

Im 3D-Druck werden Bauteile direkt aus CAD-Daten produziert. Da die meisten CAD-Programme Gewinde nur schematisch darstellen, müssen diese bereits in der Konstruktion erstellt werden.

Die kleinste druckbare Gewindegröße ist M6.

Kleinere Gewinde bis M3 können im Anschluss an die Fertigung händisch eingebracht werden. Hierzu ist der Kerndurchmesser vorzusehen.

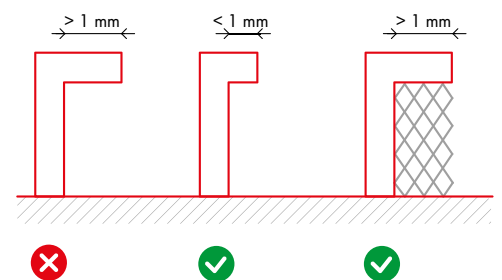


## Freie Überhänge

Freie Überhänge bis zu 1 mm können ohne Support gefertigt werden.

Größere Überhänge erfordern eine Stützstruktur oder abgerundete Winkel, um die Stabilität des Bauteils während der Produktion zu gewährleisten.

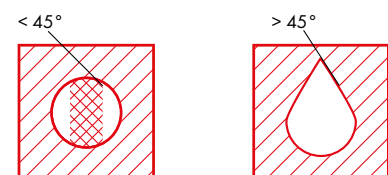
Stützstrukturen werden nach dem Fertigungsprozess entfernt.



## Stützstruktur

Bei Winkeln  $< 45^\circ$  zur Bauplattform werden Stützstrukturen benötigt.

Auch bei Kanälen, deren Durchmesser  $> 8$  mm bemisst, sind Stützstrukturen erforderlich.

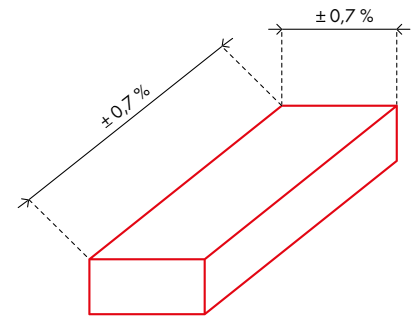


# KONSTRUKTIONSEMPFEHLUNGEN FÜR DAS SELEKTIVE LASERSINTERN

## Toleranzen

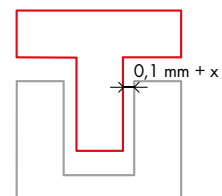
Schwindungsprozesse beim Abkühlen beeinflussen die Bauteilmaße in Abhängigkeit von der Bauteilgröße und dem verwendeten Material.

Fertigungsgenauigkeit  $\pm 0,7\%$  des Längenmaßes  
(Mindesttoleranz  $\pm 0,1$  mm)



## Fügeteile

Bei der Konstruktion von Fügeteilen sollte grundsätzlich ein Spaltmaß von 0,1 mm vorgesehen werden.



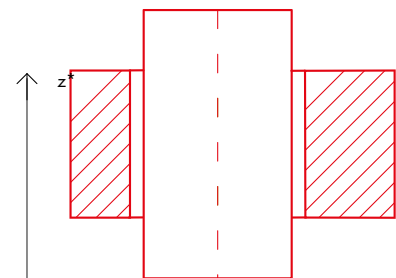
## Gelenke

Drehachsen sollten in Z-Richtung ausgerichtet werden und massiv sein, damit sie bei der Entpulverung nicht brechen.

Hohlräume müssen für die Pulverentfernung zugänglich sein, ohne das Bauteil zu beschädigen.

Der Abstand zwischen zwei Wänden sollte mindestens 0,6 - 0,8 mm betragen.

Für höchste Präzision können Gelenke als zweiteilige Baugruppe konstruiert werden.

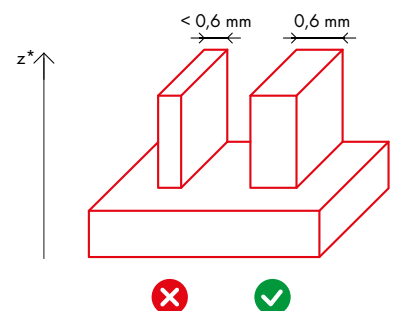


## Wandstärke

Die mindestens erforderliche Wandstärke hängt von den Relationen des gesamten Bauteils ab.

Für filigrane Elemente gilt: Wände sind ab einer Stärke von 0,6 - 0,7 mm realisierbar.

Ob ein Bauteil mit einer Wandstärke  $< 0,6$  mm herstellbar ist, kann im Einzelfall geprüft werden.



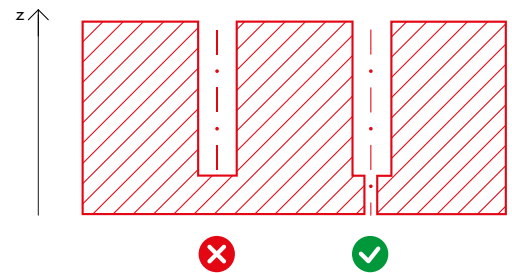
\*z = Richtung des Schichtaufbaus

## Bohrungen

Bauteile können mit Sacklöchern produziert werden, Durchgangsbohrungen eignen sich jedoch besser.

Um den Treppenstufeneffekt zu minimieren und eine hohe Genauigkeit zu erreichen, sind zylindrische Bauteile und Bohrungen in Z-Richtung auszurichten.

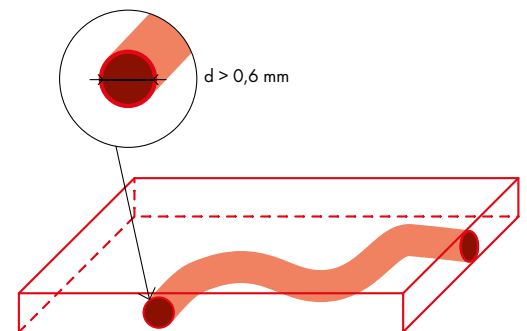
Mindestmaße für Bohrungen können im Einzelfall geprüft werden.



## Kanäle

Kanäle sollten einen Mindestdurchmesser von 0,6 mm haben und beidseitig zugänglich sein.

Merke: Je länger und komplexer ein Kanal ausgelegt wird, desto größer sollte der Durchmesser gewählt werden.

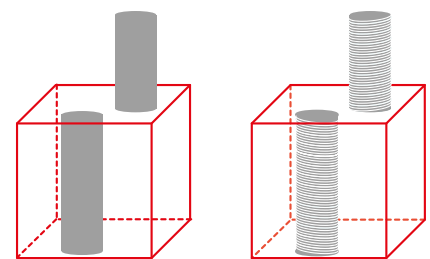


## Gewinde

Im 3D-Druck werden Bauteile direkt aus CAD-Daten produziert. Da die meisten CAD-Programme Gewinde nur schematisch darstellen, müssen diese bereits in der Konstruktion erstellt werden.

Die kleinste druckbare Gewindegröße ist M6.

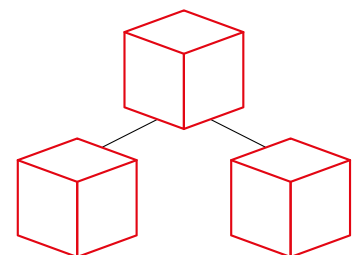
Kleinere Gewinde bis M2 können im Anschluss an die Fertigung händisch eingebracht werden. Hierzu ist der Kerndurchmesser vorzusehen.



## Zusammenhängende Baugruppen

Für mehrteilige Baugruppen sollte das gleiche Material verwendet werden, damit für jedes Element dieselben Toleranzen und Abweichungen gelten.

Einzelne Elemente sollten als Baugruppen abgespeichert werden. Zwischen den montierbaren Bauteilen wird genügend Spielraum benötigt, um eine Beschädigung zu vermeiden.









Immer einen PROTIQ **stabiler**.


# 3D-DRUCK MIT METALLEN.

Bei diesem Verfahren wird Metallpulver zu einem festen Gegenstand verschmolzen. Unsere Anlagen erreichen eine sehr hohe Detailgenauigkeit. Wir bieten die Produktion von Objekten aus Edelstahl, Werkzeugstahl, Aluminium, Inconel, CobaldCrom, Messing und

Kupfer an. Dieses Kupfer ist elektrisch hochleitfähig und ermöglicht so neue Einsatzgebiete. Alle Produkte sind mediendicht und weisen eine hohe Stabilität auf. Abhängig vom Material kann bei PROTIQ eine Wanddicken ab 0,3 mm realisiert werden.

Werkstoff				MS1 - 1.2709	PH - 1.4540	1.4542	316L - 1.4404	AlSi9Cu3	AlSi10Mg
				Werkzeugstahl	Edelstahl			Aluminium	
									
	Eigenschaften	Zustand	Einheit						
<b>Allgemeine Eigenschaften</b>	Dichte Lasergeschmolzen	-	g/cm <sup>3</sup>	8 - 8,1	7,8	7,8	7,8	2,7	2,67
	<b>Mechanische Kennwerte</b> **	Zugfestigkeit	„wie gebaut“	Mpa	1.100 ± 100	1.050 ± 50	min. 850	570	380 ± 40
„nach Wärmebehandlung“			Mpa	min. 1930	min. 1.310	850	-	-	325 ± 20
Streckgrenze (Rp 0,2%)		„wie gebaut“	Mpa	1.050 ± 100	1.000 ± 50	530 ± 50	470	200 ± 40	230 ± 10
		„nach Wärmebehandlung“	Mpa	min. 1862	min. 1.170	550	-	-	220 ± 10
Bruchdehnung		„wie gebaut“	%	9 ± 4	16 ± 4	min. 25	> 15	2,5 ± 1	3,5 ± 2
		„nach Wärmebehandlung“	%	4 ± 2	min. 10	29	-	-	7 ± 2
Elastizitätsmodul		„wie gebaut“	Gpa	150 ± 20	-	170 ± 30	200	62 ± 10	65 ± 5
		„nach Wärmebehandlung“	Gpa	180 ± 20	-	180	-	62 ± 10	65 ± 5
Härte	„wie gebaut“	HRC	33 - 37	30 - 35	-	20	-	120 HBW	
	„nach Wärmebehandlung“	HRC	50 - 52	40 - 45	-	-	-	-	
Charpy-Kerbschlagzähigkeit	„wie gebaut“	J	45 ± 10	-	-	-	-	-	
	„nach Wärmebehandlung“	J	11 ± 4	-	-	-	-	-	
<b>Thermische Kennwerte</b>	Wärmeleitfähigkeit	„wie gebaut“	W/(m*K)	15 ± 0,8	13,7 ± 0,8	13	-	-	103 ± 5
		„nach Wärmebehandlung“	W/(m*K)	20 ± 1	15,7 ± 0,8	-	-	-	-
	Spezifische Wärmekapazität	„wie gebaut“	J/K	450 ± 20	460 ± 20	-	-	-	-
		„nach Wärmebehandlung“	J/K	450 ± 20	470 ± 20	-	-	-	-
<b>„Elektrische Kennwerte“</b>	elektrische Leitfähigkeit (Rand/Kern)	„wie gebaut“	MS/m	-	-	-	-	-	-
		„nach Wärmebehandlung“	MS/m	-	-	-	-	-	-
<b>Typische prozessbedingte Kennwerte</b> *	Max. Betriebstemperatur	-	°C	ca. 400	-	550	-	-	-
	Oxidationsresistent bis zu	-	°C	-	-	-	-	-	-
	Rauheit nach Sandstrahlen (Ra/Rz)	-	µm	4 - 6,5/ 20 - 50	2,5 - 4,5/ 15 - 40	2,5 - 4,5/ 15 - 40	3 - 7/ 20 - 40	-	7 - 10/ 50 - 60
	Genauigkeit	-	µm	50	50	50	50	-	100
	Minimale Wandstärke	-	µm	0,3 - 0,4	0,3 - 0,4	0,3 - 0,4	0,3 - 0,4	-	0,4



Werkstoff				IN625	IN718	CaCrW	RS-Kupfer	CuNi2SiCr	RS-Messing
				Inconel		CobaltChrom	Kupfer		Messing
									
	Eigenschaften	Zustand	Einheit						
<b>Allgemeine Eigenschaften</b>	Dichte Lasergeschmolzen	-	g/cm <sup>3</sup>	8,4	8,15	8,6	8,92	8,84	8,20 ± 0,6
	Zugfestigkeit	„wie gebaut“	Mpa	900 ± 50	980 ± 50	-	167 ± 10	251 ± 10	250 ± 50
„nach Wärmebehandlung“		Mpa	min. 827	min. 1.241	1030	219 ± 10	595 ± 10	-	
Streckgrenze (Rp 0,2%)	„wie gebaut“	Mpa	615 ± 50	634 ± 50	-	80 ± 10	190 ± 10	-	
	„nach Wärmebehandlung“	Mpa	min. 414	min. 1.034	635	139 ± 10	508 ± 10	-	
Bruchdehnung	„wie gebaut“	%	35 ± 5	27 ± 5	-	-	34 ± 5	2 ± 1,25	
	„nach Wärmebehandlung“	%	min. 30	min. 12	10	-	15 ± 5	-	
Elastizitätsmodul	„wie gebaut“	Gpa	140 ± 20	160 ± 20	-	94 ± 10	89 ± 5	-	
	„nach Wärmebehandlung“	Gpa	160 ± 20	170 ± 20	230	70 ± 10	97 ± 5	-	
Härte	„wie gebaut“	HRC	-	ca. 30	-	-	-	-	
	„nach Wärmebehandlung“	HRC	-	ca. 43 - 47	-	-	-	-	
Charpy-Kerbschlagzähigkeit	„wie gebaut“	J	-	-	-	-	-	-	
	„nach Wärmebehandlung“	J	-	-	-	-	-	-	
<b>Thermische Kennwerte</b>	Wärmeleitfähigkeit	„wie gebaut“	W/(m*K)	-	-	-	-	-	
		„nach Wärmebehandlung“	W/(m*K)	-	12	-	-	-	
Spezifische Wärmekapazität	„wie gebaut“	J/K	-	-	-	-	-	-	
	„nach Wärmebehandlung“	J/K	-	-	-	-	-	-	
<b>„Elektrische Kennwerte“</b>	elektrische Leitfähigkeit (Rand/Kern)	„wie gebaut“	MS/m	-	-	-	13/13	-	8/8
		„nach Wärmebehandlung“	MS/m	-	-	-	50/32	-	-
<b>Typische prozessbedingte Kennwerte*</b>	Max. Betriebstemperatur	-	°C	ca. 650	ca. 650	-	-	-	-
	Oxidationsresistent bis zu	-	°C	ca. 980	ca. 980	-	-	-	-
	Rauheit nach Sandstrahlen (Ra/Rz)	-	µm	4 - 6,5/ 20 - 50	4 - 6,5/ 20 - 50	-	8 - 9/ 40 - 50	-	6,6/41
	Genauigkeit	-	µm	min. ± 60	min. ± 60	-	-	-	-
Minimale Wandstärke	-	µm	0,3 - 0,4	0,3 - 0,4	-	0,6	-	0,6	

\* Je nach Bauteilgeometrie und Abmaßen können diese Werte variieren

\*\* Die mechanischen Eigenschaften können in Abhängigkeit von der X-, Y-, Z-Lage der Prüfkörper und den Belichtungsparametern variieren.

Immer einen PROTIQ **qualitativer**.

# INNOVATIVE KUNSTSTOFFE FÜR DEN INDUSTRIELLEN 3D-DRUCK.

Das Leistungsspektrum von PROTIQ geht weit über die additive Fertigung von Prototypen hinaus. Unser Ziel ist es, auch in Zukunft für jede Anforderung unserer Kunden optimale Lösungen zu finden und zu realisieren. Deshalb investieren wir viel Zeit in Forschungs- und Entwicklungsarbeit. Mit unseren neuen Kunststoffen PA6X und Polypropylen haben wir zwei außergewöhnliche Materialien für den Lasersinterprozess qualifiziert, mit denen wir unser Werkstoffangebot weiter ausbauen.

## PA6X – Kunststoff für höchste Ansprüche

Strahlend weiß und filigran – so sehen die 3D-Objekte aus dem neuen Kunststoff PA6X von PROTIQ aus. Aber der Werkstoff ist nicht nur optisch ansprechend. Seine besonderen mechanischen Eigenschaften machen das Polyamid zu einem vielseitigen Material für höchste Ansprüche: „PA6X bietet eine qualitativ hochwertige Detailauflösung, wie man sie auch von PA12 kennt. Allerdings erreichen wir mit PA6X eine deutlich verbesserte Materialperformance“, berichtet Johannes Lohn, Technologiemanager Additive Fertigung bei PROTIQ. „Von unserem Standardmaterial PA12 unterscheidet es sich vor allem durch seine überdurchschnittliche Steifigkeit, eine hohe Bruchdehnung, geringe Anisotropie und die hohe Temperaturbeständigkeit.“ Mit einem Schmelzpunkt von 212 Grad Celsius eignet sich PA6X hervorragend zur Herstellung von Bauteilen, die einer ständigen Belastung durch Hitze ausgesetzt sind, wie zum Beispiel Motorkomponenten oder Motorabdeckungen für den Rennsport. In der glaskugelgefüllten Variante PA6X-GF40 erreicht der Kunststoff außerdem ein Zug-E-Modul von mehr als 4.000 MPa bei einer Bruchdehnung von etwa 3 Prozent.



Hohe Detailauflösung: Aus PA6X entstehen feinste Geometrien.

Werkstoffeigenschaften PA6X

Eigenschaft	PA12	PA6X	PA6X-GF40
E-Modul	1.650 MPa	2.500 MPa	> 4.000 MPa
Zugfestigkeit	45 MPa	58 MPa	60 MPa
Bruchdehnung	14 %	28 %	ca. 3 %
Schmelzpunkt	186 °C	212 °C	212 °C



Universell einsetzbar: Produkte aus PP wie diese Ausgleichskupplung werden für viele Anwendungsbereiche benötigt.

#### **Vorteile von PA6X:**

- hohe Detailauflösung
- außergewöhnliche Temperaturbeständigkeit
- starke mechanische Belastbarkeit
- geringe Anisotropie

#### **Vorteile von PP:**

- hohe Widerstandsfähigkeit und lange Haltbarkeit
- Beständigkeit gegen viele Chemikalien
- Lebensmittelechtheit
- sehr geringe Wasseraufnahme

### **Polypropylen – Vielseitig im Gebrauch**

Polypropylen (PP) ist ein Standardkunststoff, der für die Herstellung vieler Alltagsgegenstände verwendet wird. Aufgrund seiner äußerst langen Haltbarkeit und der hervorragenden chemischen Beständigkeit wird PP bevorzugt für die Fertigung von Formteilen für Fahrzeugkarosserien und -innenräume verwendet. Auch Verpackungen aller Art, medizinische Geräte oder Haushaltsgegenstände werden aus dem Thermoplast produziert. Herkömmlich wird das Material unter anderem durch Spritzgießen, Extrudieren, Warmumformen oder Schweißen verarbeitet.

„In der additiven Fertigung kommt PP bisher selten zum Einsatz, da sich der teilkristalline Kunststoff beim Abkühlen sehr schnell verzieht. Eine präzise Verarbeitung beim Lasersintern wird dadurch deutlich erschwert“, erklärt Johannes Lohn. Auf Polypropylen als Werkstoff zu verzichten, war jedoch keine Option.

Immer einen PROTIQ **Überblick**.

# DER PROTIQ MARKETPLACE IM ÜBERBLICK.

## Online Engineering & Configuration

Einfach Datei hochladen und loslegen: Konfiguriere Dein 3D-Objekt ganz nach Deinen persönlichen Anforderungen. Mit nur wenigen Klicks bestimmst Du Maßstäbe, Material und Finishing Deinen individuellen Bauteils.

## Data Repair

Sollte das 3D-Modell fehlerhafte Konstruktionselemente aufweisen, wird es von PROTIQ automatisch repariert. Häufige Fehler sind ungewollte Löcher in der Modelloberfläche oder invertierte Normalenvektoren. Wenn Du dir nicht sicher bist, ob Dein Modell optimal gedruckt werden kann, kannst Du uns gerne persönlich kontaktieren.

## Data Check

Die Überprüfung Deines 3D-Modells erfolgt direkt im Anschluss an den Datei-Upload. Eine 3D-Modellansicht wird automatisch generiert, sodass das Objekt von allen Seiten betrachtet werden kann.

## Online Calculation

Sofort wissen, was es kostet: Im Anschluss an die Konfiguration erfolgt eine Auflistung der verfügbaren 3D-Druck-Anbieter sowie eine Preiskalkulation. Speicher mehrere Warenkörbe als Projekte ab und behalte auch bei mehrteiligen Baugruppen stets den Überblick.

## 3D Printing Partner

Wähle denjenigen Partner aus, der Dein 3D-Objekt produzieren soll. Eine Auftragsübersicht wird direkt nach dem Eingang der Bestellung an den entsprechenden 3D-Druck-Dienstleister weitergeleitet. Die Produktion kann starten!





### Secure Payment

Nutze unseren Online-Bezahl-Service für einen schnellen und sicheren Abschluss der Bestellung.

### Digital Administration

Der PROTIQ Marketplace übernimmt für seine Partner alle E-Commerce-Funktionen von der Produktionsauswahl und -konfiguration über die automatische Preiskalkulation bis hin zum Eingang der Bestellung. Die Geschäftsabwicklung wird anschließend vom jeweiligen Partner selbstständig durchgeführt.

### Worldwide Logistics

Profitiere von unseren weltweiten Versandoptionen, wenn Du die 3D-Objekte direkt von PROTIQ herstellen lässt.

Immer einen PROTIQ **präziser**.

# WILLKOMMEN AUF DEM PROTIQ MARKETPLACE.

Wer im industriellen Umfeld nach einem 3D-Druck-Anbieter sucht, hat die Qual der Wahl. Das enorme Wachstum der Branche sorgt für ständigen Zufluss auf dem Markt. Der einzige Weg, den besten Dienstleister für die eigenen Anforderungen zu finden, war bislang eine zeitaufwändige Online-Recherche, bei der Nutzer das Leistungsangebot Webseite für Webseite miteinander vergleichen mussten.

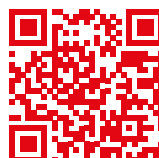
Mit dem PROTIQ Marketplace wird die Suche jetzt maßgeblich erleichtert. Auf unserer neuen Plattform kann man das Angebot von PROTIQ und weiteren Partnern direkt miteinander vergleichen und den besten Anbieter zur Umsetzung des Projektes auswählen. Der vollständig digitalisierte Bestellvorgang sorgt für ein komfortables Einkaufserlebnis: Alle Anwenderfunktionen des Portals wurden auf Basis unserer langjährigen Erfahrung mit Industriekunden entwickelt. Wir bieten die Möglichkeit, ganze Baugruppen in den Konfigurator hochzuladen und gleich mehrere Warenkörbe als Projekte abzuspeichern. Alle Daten werden zur Sicherheit auf unseren eigenen Servern abgelegt.

Entdecke das umfangreiche Angebot des PROTIQ Marketplace mit seinen vielen Vorteilen für Geschäftskunden aus der Industrie. Wir freuen uns auf den Besuch.

Ihr PROTIQ Marketplace-Team



Besuch uns auf dem  
PROTIQ Marketplace!  
[www.protiq.com](http://www.protiq.com)



Besuch uns in unserem Onlineshop!  
[www.sartorius-werkzeuge.de](http://www.sartorius-werkzeuge.de)

Immer einen PROTIQ **besser.**

# DEIN KONTAKT ZU PROTIQ.



## **PROTIQ GmbH**

A Phoenix Contact Company  
Flachmarktstraße 54  
32825 Blomberg

Tel.: +49 (0) 5235 3-43800  
Fax: +49 (0) 5235 3-441154  
E-Mail: [service@protiq.com](mailto:service@protiq.com)

Dr. Ralf Gärtner Geschäftsführer

**SARTORIUS Werkzeuge GmbH & Co. KG**

Postfach 1701 • 40837 Ratingen  
Harkortstraße 54 • 40880 Ratingen  
T +49 2102 4400-0  
F +49 2102 4400-24  
info@sartorius-werkzeuge.de

**Niederlassung Velbert**

Siemensstraße 11-13  
42551 Velbert  
T +49 2051 9503-0  
F +49 2051 9503-30  
velbert@sartorius-werkzeuge.de

**Vertriebsbüro Kirchheim**

Klausnerring 17  
85551 Kirchheim bei München  
T +49 89 9394889-0  
F +49 89 9394889-24  
muenchen@sartorius-werkzeuge.de

[www.sartorius-werkzeuge.de](http://www.sartorius-werkzeuge.de)