

# Fertigungsrichtlinien FDM

## Bauteilgrößen

Die maximale Bauteilgröße beträgt unterscheidet sich je nach Material und reicht aktuell bis 250 x 250 x 250 mm. Modelle die nicht am Stück gefertigt werden können, lassen sich womöglich mehrteilig fertigen und anschließend verkleben.

## Materialien

Im FDM-Verfahren bieten wir eine breite Palette an Materialien an, die für verschiedene Anwendungen geeignet sind. Unser Angebot reicht von kostengünstigem PLA über hochbelastbare Kunststoffe wie Polycarbonat bis hin zu Kompositmaterialien. Die aktuell verfügbaren Materialien finden Sie im Bestellprozess.

Bitte beachten Sie, dass die Druckfarben vom jeweiligen RAL-Wert abweichen können. Eine exakte Farbübereinstimmung mit dem RAL-Farbsystem kann nicht garantiert werden.

## Schichthöhen

Die Schichthöhe beim Druck liegt bei 0.2 mm. Beachten Sie jedoch, dass die Orientierung der Bauteile im Druckraum großen Einfluss auf die Oberflächenqualität hat. Eine horizontale Ausrichtung führt in der Regel zu einer besseren Oberflächenstruktur, während vertikale Ausrichtungen tendenziell mehr Schichtspuren hinterlassen können.

## Toleranzen

Für den FDM-Druck halten wir uns an die Toleranzen nach DIN 16742, Kategorie c (grob). Dies bedeutet:

- $\pm 0.5$  mm bei Bauteilen mit einer Größe  $<100$  mm
- $\pm 0.5$  % bei Bauteilen  $>100$  mm

Diese Toleranzen können je nach Modellgeometrie, Material und Druckausrichtung variieren.

## Düsendurchmesser und Wandstärken

Wir drucken mit einer Standarddüse von 0.4 mm. Für optimale Druckergebnisse sollten Wandstärken ein Vielfaches dieses Werts betragen, z. B.:

- 0.8 mm, 1.2 mm, 1.6 mm usw. – dadurch lassen sich Wände exakt und ohne unnötige Lücken drucken.
- Vermeide Wandstärken wie 1 mm, da diese mit 0.4 mm nicht gleichmäßig aufgeteilt werden können.

## Minimale Wandstärke

Ist die Materialstärke zu dünn, können die Modelle zerbrechen. Die minimale Wandstärke ist allerdings auch abhängig von der Modellgeometrie und auch -größe. Die Untergrenze für Wandstärken liegt bei 0.5 mm. Standardmäßig arbeiten wir mit Wandstärken von 0.8 mm. Am besten ist eine kurze Absprache mit uns in Bezug auf das entsprechende Modell. Wir empfehlen besonders bei spitz zulaufenden Geometrien eine Verrundung anzubringen, also diese nicht auf null auslaufen zu lassen.

### **Minimale Detailgrößen**

- Erhabene Details: Diese sollten eine Mindestwandstärke von 1.6 mm aufweisen, um ausreichend stabil und robust zu sein. Besonders bei filigranen Erhebungen ist es ratsam, größere Dimensionen zu wählen, um Bruchgefahr zu minimieren.
- Eingelassene Details: Für Text oder Details, die in die Oberfläche eingelassen sind, empfehlen wir eine Mindeststrichstärke von 1.2 mm und eine Tiefe von mindestens 0.6 mm, um sicherzustellen, dass sie im Druckprozess gut wiedergegeben werden.

Für Beschriftungen und Texte auf der Oberfläche sollten serifenlose Schriftarten bevorzugt werden, um bessere Lesbarkeit und Detailtreue zu erreichen.

### **Stützmaterial und Überhänge**

Beim FDM-Druck benötigen Überhänge ab ca. 45° in der Regel Stützmaterial. Diese Stützen sind notwendig, um durchhängende Geometrien zu stabilisieren, hinterlassen jedoch oft raue oder unsaubere Oberflächen an den Kontaktstellen. Um die Notwendigkeit von Stützmaterial zu vermeiden und die Qualität zu verbessern, empfehlen wir:

- Überhänge möglichst mit einer Schräge unter 45° gestalten. Tropfen- oder Tränenformen helfen bei Aussparungen.
- Abrundungen an der Unterseite vermeiden – dort funktionieren abgeschrägte Kanten (Fasen) besser.
- Geometrieoptimierung durch Hinzufügen von Stützrippen oder temporären Brückenstrukturen kann sinnvoll sein.

### **Mindestabstand**

Für die Fertigung von beweglichen Bauteilen, die aus mehreren Einzelkörpern bestehen, muss ein Abstand von mindestens 0.5 mm zwischen den einzelnen Teilen eingehalten werden. Um eine gute Beweglichkeit und minimale Reibung zu gewährleisten, sollte der Abstand so groß wie nötig gewählt werden.

### **Baugruppen**

Baugruppen, die mehrere Einzelteile beinhalten, können im FDM-Verfahren gedruckt werden. Dabei ist es wichtig, dass zwischen den einzelnen Bauteilen ein Spalt von mindestens 0.5 mm vorgesehen wird, um eine problemlose Montage und Beweglichkeit der Teile zu ermöglichen.

### **Ausgehöhlte Modelle und Hohlkörper**

Standardmäßig werden alle Modelle im FDM-Verfahren mit einer Gitterstruktur gefüllt, die eine hohe Stabilität bei gleichzeitig niedrigem Gewicht ermöglicht. Auf Anfrage können Modelle jedoch auch hohl gefertigt werden, je nach Bauteilgeometrie.

Beachten Sie, dass für das Entfernen von Innenmaterial Entnahmелöcher vorgesehen werden müssen. Diese sollten mindestens einen Durchmesser von 10 mm haben und idealerweise an mindestens zwei Stellen angebracht werden. Das Entfernen des Stützmaterials aus komplexen Hohlräumen, insbesondere in kleinen, engen Röhren, kann herausfordernd sein.

### **Löcher und Spalten**

Löcher sollten einen Minstdurchmesser von 2 mm aufweisen, um eine präzise Fertigung zu ermöglichen. Spalten oder Schlitze sollten ebenfalls mindestens 2 mm breit sein. Je kleiner die Öffnung, desto schwieriger kann es sein, eine saubere und genaue Druckqualität zu erzielen.

### **Qualität der Oberfläche in Abhängigkeit der Bauausrichtung**

Die Druckausrichtung hat einen direkten Einfluss auf die Oberflächenqualität eines Modells. Wenn die Schichtausrichtung nicht optimiert ist, können sichtbare Schichtlinien oder unregelmäßige Oberflächenstrukturen auftreten. Eine horizontale Ausrichtung kann bei Modellen mit ebenen Flächen für eine bessere Oberfläche sorgen, während vertikale Bauteile tendenziell weniger Detailtreue aufweisen.

### **Haltbarkeit in Abhängigkeit der Bauausrichtung**

Wir versuchen Ihre Modelle in der jeweils optimalen Ausrichtung zu fertigen um Schwachstellen zu minimieren. Trotzdem kann der schichtweise Aufbau im FDM-Verfahren dazu führen, dass nicht alle Elemente gleich stark belastet werden können. Die Druckrichtung beeinflusst auch die mechanischen Eigenschaften des Modells sowie der Qualität von beispielsweise Bohrlöchern. Diese sollten im Idealfall stets parallel zu X-Y-Fläche gefertigt werden um eine möglichst runde Wiedergabe zu ermöglichen. Wenn Modelle Bohrungen in verschiedenen Richtungen besitzen, wird es nicht möglich jedes Bohrloch ideal auszurichten.

Die Zugfestigkeit in der Z-Achse ist deutlich geringer als in der X-Y-Ebene, da die Schichten im FDM-Verfahren tendenziell weniger stark miteinander verbunden sind

### **Mehrere Bauteile in einer Druckdatei**

Es ist möglich, mehrere Bauteile in einer einzigen Druckdatei zu kombinieren, was besonders bei der Fertigung von beweglichen Baugruppen wie Scharnieren oder Ketten praktisch ist. Beachten Sie jedoch, dass die Bauteile optimal ausgerichtet werden müssen, um die Druckqualität und Effizienz zu maximieren. Eine ungünstige Positionierung kann zu Qualitätsverlusten führen.

### **Auflösung von Druckdaten**

Wenn Sie uns STL-Dateien für den FDM-Druck übermitteln, achten Sie darauf, dass die Auflösung ausreichend hoch ist, um feine Details wiederzugeben. Eine hohe Anzahl an Dreiecken ist besonders bei Rundungen erforderlich, um ein sauberes und präzises Druckergebnis zu erzielen. Der Detailgrad des Modells sollte eine Abweichung von maximal 0.1 mm mit einer Winkeltoleranz von 3° aufweisen, um eine präzise Fertigung zu gewährleisten.

### **Sonderhinweis zum Material TPU:**

Da das Material TPU sehr anspruchsvoll zu drucken ist, sind unsere Standardeinstellungen hier:

Düsendurchmesser von 0.6 mm und schichhöhe von 0.2 - 0.42 mm (je nach Modellgeometrie),