rapidobject®
mehr als 3D-DRUCK

Konstruktionsrichtlinien für SLS- & MJF-Verfahren

Gültig für folgende Materialien: PA2200, PA12, PA12 GB, PA12S, PA12 ESD

Stand:16.03.2026 | Rev. 2

Inhaltsverzeichnis

rapidobject®
mehr als 3D-DRUCK

Zu den Verfahren……..3
Minimale Wandstärken……..4
Maximale Wandstärken……..7
Hohlräume und Gitterstrukturen……..8
Verzug……..9
Spaltmaße und bewegliche Verbindungen……..10
Löcher und Kanäle……..11
Schriftzüge, Gravuren und Details……..12
Oberflächenqualität und Ausrichtung im Bauraum……..13
Toleranzen und Passungen……..14
Gewinde und Gewindebuchsen……..15
Datenqualität – STL und Triangulierung……..16
Gleitschleifen……..18
Konstruktion für Nachbearbeitungsschritte……..19
Konstruktion für ESD-Anforderungen ……..20
Kontakt……..21

Zu den Verfahren

Kunststoff – funktional, präzise, serienreif

Beim Selektiven Lasersintern (SLS) und beim Multi Jet Fusion (MJF) wird Kunststoffpulver Schicht für Schicht verarbeitet, sodass stabile und funktionsfähige Bauteile entstehen. Beide Verfahren eignen sich ideal für technische Anwendungen, Funktionsprototypen und wirtschaftliche Kleinserien.
Beim **SLS** verschmilzt ein Laser das Pulver lokal zu robusten, belastbaren Strukturen.
MJF nutzt Fusing- und Detailing-Agenten sowie Wärme, um besonders gleichmäßige Oberflächen, isotrope Eigenschaften und feine Details zu erzeugen. Da das umgebende Pulver das Bauteil stützt, sind beide Verfahren stützfrei und ermöglichen hohe Gestaltungsfreiheit sowie komplexe Geometrien in einem einzigen Bauvorgang.
Das Ergebnis sind industrielle Kunststoffbauteile, die konventionelle Fertigungsverfahren ergänzen oder deutlich beschleunigen – ideal für funktionale Prototypen und belastbare Endbauteile.

Minimale Wandstärke

Die minimale prozesssichere Wandstärke für das Verfahren MJF & SLS ist in der nachfolgenden Tabelle für die jeweiligen Materialien aufgelistet:

Material	Process	Minimum Wall Thickness
PA2200	SLS	0,7mm
PA12, PA12S	MJF	0,7mm
PA12 GB	MJF	1,0mm
PA12ESD	MJF	0,7mm*

*darstellbare Wandstärke, für ESD Eigenschaften bitte den entsprechenden Abschnitt dieses Dokuments beachten.

Minimale Wandstärke

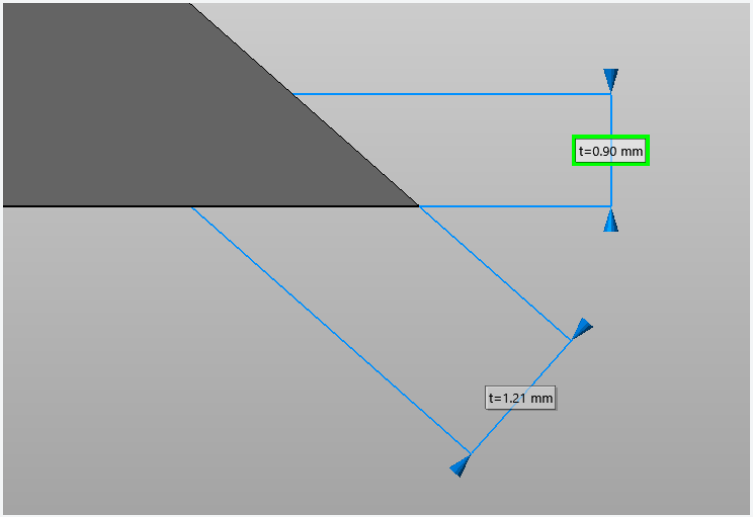
Bei MJF können Wandstärken von ca. 0,4 - 0,7 mm grundsätzlich gefertigt werden. In diesem Dickenbereich ist jedoch mit einer deutlich reduzierten mechanischen Stabilität zu rechnen, sodass Bauteilbereiche zu Aufbrechen, Ausbrechen oder zur Ausbildung von Porösitäten und Durchbrüchen neigen können.

Beim SLS werden Wandstärken unter 0,7 mm geometrieabhängig automatisch entweder auf 0,7mm verstärkt oder können im Fertigungsprozess nicht zuverlässig abgebildet werden, wodurch entsprechende Strukturen entfallen können

Freistehende Stifte oder Pins mit runder oder quadratischer Querschnittsfläche benötigen eine Mindeststärke von 1,0 mm. Zur Verbesserung der Stabilität und Vermeidung von Kerbwirkung wird ein Übergangsradius empfohlen.

Minimale Wandstärke

Als Wandstärke zählt die rechtwinklig zur Oberfläche gemessene Dicke einer Geometrie. Bei nicht parallel gegenüberliegenden Wänden zählt der geringere Wert (siehe Abbildung: die grün markierte Wandstärke ist relevant).



Alle Kanten mit einem Winkel < 90° stellen eine zu geringe Wandstärke dar. Besser ist es, einen größtmöglichen Radius (min. 0,7 mm) zu verwenden.

Spitze Innenkanten (konkave Kanten) sollten als **größtmögliche Radien** ausgelegt werden. Dies führt durch Vermeidung der Kerbwirkung zu **stabileren Bauteilen** und beugt Bauteilverzug vor.

Maximale Wandstärke

Die **maximale Wandstärke für MJF-Bauteile beträgt 30,0 mm**, d.h., dass kein Punkt im inneren der Geometrie darf weiter als 15,0 mm von der Bauteiloberfläche entfernt sein. Wird dieser Wert überschritten, kann es zu Maßhaltigkeitsproblemen und Materialanhaftungen kommen.

Alternativ kann mit Hohlräumen oder Gitterstrukturen gearbeitet werden (siehe nächster Abschnitt „Hohlräume und Gitterstrukturen“).
In der unmittelbaren Nähe von schmalen Schlitzen oder kleinen Löchern sollte stets eine möglichst geringe Wandstärke gewählt werden.

Beim **SLS-Verfahren gibt es keine maximale Wandstärke**, aber auch hier sollte - um Material, Gewicht und Kosten zu sparen - mit Hohlräumen und Gitterstrukturen gearbeitet werden.

Hohlräume und Gitterstrukturen

Das Verfahren erlaubt es, Geometrien mit vollständig geschlossenen Hohlräumen herzustellen. Diese sind jedoch technologiebedingt mit unverschmolzenem Pulver gefüllt. Das muss berücksichtigt werden, sollte das Bauteil z.B. mechanisch nachbearbeitet werden.

Alternativ können **Entpulverungsöffnungen** eingebracht werden, um das Pulver im Inneren zu entfernen. Dazu sind mindestens zwei gegenüberliegende Löcher mit einem Durchmesser von mindestens **8,0 mm** notwendig. Um das Pulver restlos entfernen zu können, müssen alle innenliegenden Oberflächen mechanisch erreichbar sein. Eine vollständige Pulverfreiheit - insbesondere in stark verwinkelten Bauteilen - kann häufig nicht gewährleistet werden.
Um Hohlräume zu verstärken, können auch Gitterstrukturen im Inneren des Bauteils eingebracht werden.

Falls Sie für die Erstellung von Hohlräumen und Gitterstrukturen Unterstützung benötigen, sprechen Sie uns gern an.

Verzug

Wandstärkensprünge und allgemein ungleichmäßige Masseverteilung im Bauteil begünstigen Verzug durch ungleichmäßige Abkühlung. **Wandstärken sollten möglichst graduell anwachsen**, beispielsweise durch den Einsatz von Radien. Verstärkungsrippen können diesen Effekt zusätzlich verstärken, da sie zu weiterer ungleichmäßiger Masseverteilung führen.

Generell sind große, flache Geometrien in diesem Verfahren anfällig für Verzug. Verzugsfreie Fertigung wird grundsätzlich angestrebt, kann aber nur bis zu einem **Dicke-/Länge-Verhältnis von 1:10** garantiert werden.

Spaltmaße und bewegliche Verbindungen

Das minimale Spaltmaß für eine offene Spalte oder bewegliche Verbindung wie in sogenannten „Print-in-Place“ Strukturen* beträgt 0,5 mm. Dies gilt jedoch nur bei geringer umgebender Bauteilmasse. Bei massiveren Bauteilen müssen Spalten größer gewählt werden.

* Print-in-Place-Strukturen sind Bauteile, bei denen bewegliche Elemente wie Scharniere, Gelenke oder Mechanismen direkt in einem einzigen Druckvorgang erstellt werden und sich nach dem Entfernen des Pulvers oder Stützmaterials sofort frei bewegen können.

Löcher und Kanäle

Löcher und Kanäle können ab einem Innenmaß von 1,0 mm dargestellt werden. Grundsätzlich neigen Lochdurchmesser dazu, eher untermaßig als übermaßig zu sein, bedingt durch die umgebende Bauteilmasse. Löcher und Kanäle sollten - um eine Maßhaltigkeit ohne mechanische Nacharbeit zu gewährleisten - daher eine **maximale Wandstärke gleich dem Lochdurchmesser** besitzen. Auch hier können Aushöhlungen und Gitterstrukturen helfen.

Gewundene und verzweigte Kanäle müssen mit **größtmöglichem Kurvenradius** konstruiert sein, um das Entpulvern der Bauteile zu ermöglichen.

Schriftzüge, Gravuren und Details

Ab 0,25 mm sind geprägte und gravierte Strukturen darstellbar. Ein lesbarer Text sollte eine minimale Linienstärke von 0,5 mm und eine Gesamthöhe von mindestens 2,5 mm (ca. 7 Pt) haben. Empfohlen werden mindestens 4,0 mm (ca. 11 Pt). Details und Schrift funktionieren sowohl als von der Oberfläche erhabenes Volumen (aufprägen) als auch in die Oberfläche eingeprägte Struktur. In beiden Fällen wird ein Höhenunterschied (Tiefe) von mindestens 0,7 mm empfohlen.

Bei schwer unterscheidbaren Bauteilen sind Markierungen oder Beschriftungen empfehlenswert, um Logistik und Montage zu vereinfachen.

Oberflächenqualität & Ausrichtung im Bauraum

Im Bauraum nach unten zeigende Flächen sind immer etwas glatter als nach oben zeigende. Insbesondere nach dem chemischen Glätten kann dies auffallen.

Flache Winkel zur Horizontalen können zu einem **Treppenstufeneffekt** führen. Grundsätzlich werden Bauteile bei Rapidobject qualitätsoptimiert ausgerichtet.

Kontaktieren Sie uns gern, um gemeinsam die optimale Druckausrichtung für Ihr Bauteil zu bestimmen. Sollten Sie bereits mit dem MJF/SLS-Prozess vertraut sein und selbst eine Ausrichtung für ihr Bauteil wählen wollen, senden Sie uns das Bauteil bereits in der gewünschten Ausrichtung im Bestellprozess und vermerken Sie im Notizfeld „Ausrichtung beibehalten“.

Toleranzen und Passungen

Beim MJF- und SLS-Verfahren können - abhängig von Bauteilgröße, Geometrie und Nachbearbeitung - **folgende Toleranzen** erzielt werden:

- **Allgemeintoleranz:** ±0,3 mm bis 100mm, 0,3% über 100mm
- **Engere Toleranzen** können **durch gezielte mechanische Nacharbeit** wie z.B. durch CNC-Fräsen erreicht werden. Dies muss vorher angefragt werden und erfordert eine technische Zeichnung.

Gewinde und Gewindebuchsen

Gedruckte Gewinde sind **ab einer Größe von M5 darstellbar**, neigen aber zu Schwergängigkeit. Geschnittene Gewinde sind grundsätzlich genauer.

Gewindeschneiden: Im Bauteil muss das für das Gewinde notwendige Kernloch bzw. der Kerndurchmesser sowie mindestens die notwendigen Freistiche gemäß den jeweiligen Normen konstruiert werden.
Beispiele:

- **DIN 13-1** für den Kernlochdurchmesser von metrischen ISO-Gewinden
- **DIN 76-1** für den Freistich von metrischen ISO-Gewinden – mindestens 3,5x Gewindesteigung

Es muss außerdem dafür gesorgt werden, dass das Bauteil geeignet eingespannt werden kann und **ausreichend Platz für die Bewegungen** von Werkzeugen vorhanden ist.
Ein **Nachschneiden** von gedruckten Gewinden **kann nicht durchgeführt** werden. Ebenso kann ein „Aufbohren“ von zu klein konstruierten Kernlöchern nicht durchgeführt werden.

Für Bauteile aus dem MJF- und SLS-Verfahren können Gewindebuchsen eingeschraubt oder eingeschmolzen werden. Bitte kontaktieren Sie uns für die speziellen Konstruktionsvorgaben für Gewindebuchsen.

Datenqualität (STL, Triangulierung)

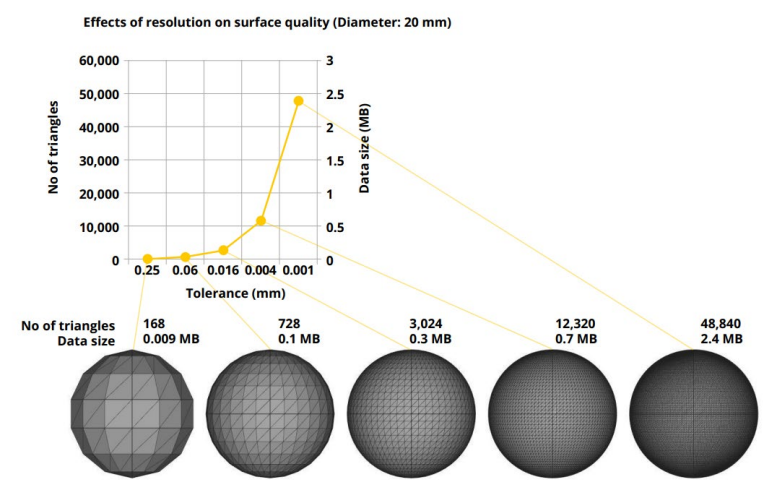
Typischerweise liegen STL-Dateien je nach Komplexität des Bauteils zwischen 1 MB und 30 MB. Die Größe sowie die Anzahl der Dreiecke und des Detaillierungsgrads sind softwareabhängig. Für die meisten Modelle reicht eine **STL-Dateigröße von unter 5 MB** völlig aus. Bei sehr komplexen Geometrien mit Gittern, Freiformflächen oder 3D-Scans sind **weniger als 50 MB** in der Regel ausreichend.

Beim Exportieren nach STL in einem CAD-Paket müssen Sie häufig einige Parameter wie Winkeltoleranz und Abweichungssehnenhöhe eingeben. Diese Parameter definieren die Auflösung und die Dateigröße des Bauteils.

Datenqualität (STL, Triangulierung)

Die folgenden Tipps helfen Ihnen, mit dem besten Verhältnis von Oberfläche zu Dateigröße zu exportieren.

- **Zu viele Dreiecke sind schwer zu verarbeiten.** Wenn eine bestimmte Datenmenge erreicht ist, bieten die zusätzlichen Dreiecke keinen weiteren Qualitäts- oder Genauigkeitsvorteil.
- Empfohlene Export-Einstellungen:
  - Ausgabeformat: Binary
  - Abweichungstoleranz (Chordale): 0,05 mm
  - Winkelabweichung: 2°



Faustregel: Wenn bei einem Zoom von 1:1 am Bildschirm Facetten sichtbar sind, werden diese auch am gedruckten Bauteil erkennbar sein.

Gleitschleifen

Soll das Bauteil mit dem Finish „Gleitschleifen“ produziert werden, ist zu beachten, dass es dabei **mechanisch stark beansprucht wird**. Dünne Wandstärken, Pins und scharfe Kanten können ggf. beschädigt werden.

Sacklöcher mit einem Durchmesser **unter 20,0 mm sollten vermieden werden**, da sich hier Schleifsteine verfangen können, die sich unter Umständen nicht zuverlässig entfernen lassen.

Konstruktion für Nachbearbeitungsschritte

Aufmaß/Materialzugabe: Aufgrund der Toleranzen sollten **ca. 1,0 mm Materialzugabe** an kritischen Flächen eingeplant werden, um eine anschließende spanende Nachbearbeitung zu ermöglichen.

Konstruktion für ESD-Anforderungen – nur PA12 ESD

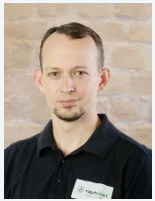
Bei PA12 ESD können nur Wandstärken **≥ 1,9 mm ESD fähig sein**. Nur für **Wandstärken ≥ 3 mm kann die ESD-Fähigkeit garantiert** werden. Damit ein Bauteil ESD-sicher ist, muss ein geeigneter leitfähiger Pfad von der kritischen Kontaktfläche zum Erdungspunkt vorgesehen werden.

Aufgrund der besonderen Verarbeitung von PA12 ESD besteht ein gewisses **Risiko für Oberflächenporosität und Einsinkungen**. Dies stellt keinen Mangel dar und ist bei diesem Material nicht vermeidbar. PA12 ESD ist daher nur bedingt für Sichtbauteile geeignet.

Wir freuen uns auf Sie!

rapidobject®
mehr als 3D-DRUCK

Ihre 3D-Druck-Experten



Rapidobject GmbH

Weißenfelser Str. 84, 04229 Leipzig

www.rapidobject.com

info@rapidobject.com

+49 341 23 18 37 50

Sie haben noch Fragen?

- Welches Material ist für mein Fertigungsvorhaben empfehlenswert?
- Welche Oberflächenveredelungen sind machbar und sinnvoll?
- Wie kann ich die Kosten reduzieren und die Qualität meines Produkts erhöhen?
- Was muss ich bei der Datenaufbereitung beachten?

ISO 27001 | ISO 9001 | ESG-Rating 2023 A Gold | ISO 14001 | ISO 52920

KOMPETENZ | INNOVATION | QUALITÄT | NACHHALTIGKEIT