

Konstruktionsrichtlinien für Multi Jet Fusion (MJF)



**FORMEN
BAU+** **RRHD**

A large industrial HP Multi Jet Fusion (MJF) printer is shown in a light grey, semi-transparent overlay. The printer has a control panel on the right side with a small screen. The HP logo is visible on the front panel. The background is a plain, light-colored wall.

RRHD GmbH
Industriestrasse 21
5314 Kleindöttingen
+41 (0)56 245 90 40
info@rrrhd.ch
www.rrhd.ch

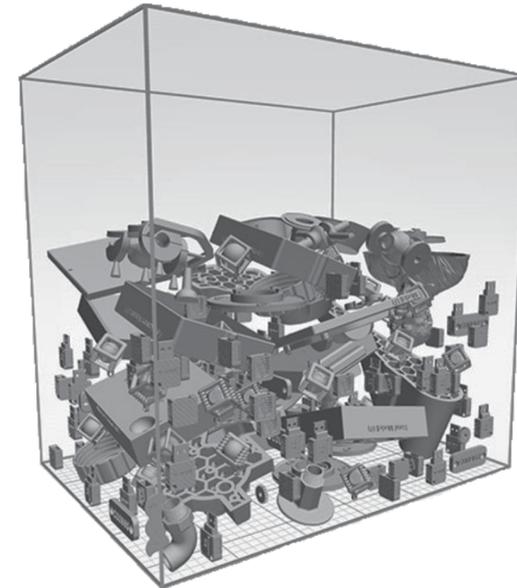
Das Multi Jet Fusion (MJF) Verfahren von HP ist ein additives Fertigungsverfahren auf Pulverbasis, dass für die Verschmelzung der Pulverpartikel eine wärmeleitende Flüssigkeit einsetzt anstelle eines Lasers (SLS).

Die wärmeleitende Flüssigkeit, der sogenannte Fusingagent, nimmt die notwendige Energie zum Verschmelzen der einzelnen Pulverschichten durch die Infrarotstrahlung der Fusinglamps auf, die sich über die Oberfläche des Pulverbettes bewegen.

Für scharfe Kanten und eine gute Oberflächenqualität wird zudem eine wärmehemmende Flüssigkeit, der sogenannte Detailingagent, um die Konturen gedruckt.

Die folgenden Konstruktionsrichtlinien sollen Hilfestellung bei der Konstruktion und der Bauteiloptimierung für das MJF-Verfahren (für das Material PA12) geben.

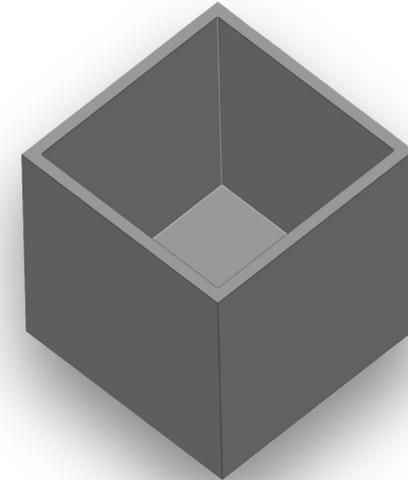
STANDARDGENAUIGKEIT	$\pm 0,3\%$ (mit dem unteren Grenzwert bei $\pm 0,3$ mm)
SCHICHTSTÄRKE	0,08 mm
MINDESTWANDSTÄRKE	1 mm, aber Scharniere sind mit 0,5 mm möglich
MAXIMALER BAURAUM	274 x 370 x 380 mm Größere Teile können durch Segmentierung erreicht werden.
OBERFLÄCHENSTRUKTUR	Unbearbeitete Teile haben normalerweise eine weich erscheinende Oberfläche ohne sichtbare Schichten und eine steingraue Farbe.



Für kleinere Bauteile < ca. 30 mm oder für Bauteilbereiche ohne Belastung beträgt die empfohlene **Mindestwandstärke 0,7 mm**.

Für grössere Bauteile sowie stark belastete Bauteilbereiche und Bauteile, die gestrahlt werden müssen, liegt die Wandstärke bei 1 mm oder mehr. Ausserdem können hier zusätzliche Rippen oder Füllungen zur Verstärkung sinnvoll sein.

Flexible Elemente und elastische Bereiche, wie Rastnasen oder Federn, sind dank der isotropen Werkstoffeigenschaften und der recht hohen Bruchdehnung von ca. 20 % abbildbar. Hierbei ist jedoch ein Probedruck sinnvoll um die Eignung der konstruktiven Lösung für das Druckverfahren, die Oberflächenveredelung und ihre Anwendung zu prüfen.

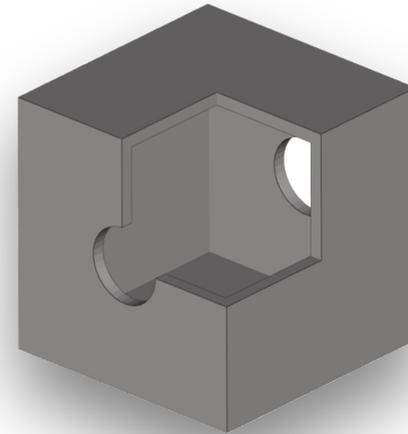


Bei einem soliden Modell mit einer **Wandstärke von mehr als 10 mm**, wird empfohlen, das Modell gleichmässig und so stark wie möglich auszuhöhlen. Empfohlen wird eine **Wandstärke von 2-3 mm**. Das spart Material und Gewicht, reduziert in der Regel die Druckkosten und wirkt sich positiv auf die Bauteiloberfläche aus, da Einfallstellen durch Materialanhäufungen vermieden werden.

Das entstehende Hohlmodell ist fertigungsbedingt bei diesem Druckverfahren mit Pulver gefüllt. Um das Entfernen des Pulvers zu ermöglichen ist das konstruktive Öffnen der Geometrie nötig. Dafür sind mindestens zwei gegenüberliegende Löcher mit einem **Minstdurchmesser von 4 mm** zum Entfernen des Pulvers erforderlich.

Idealerweise wird der Körper von einer Seite komplett geöffnet. Hierbei gilt: Um Pulverrückstände zu vermeiden ist eine maximale Zugänglichkeit des Hohlraums zielführend.

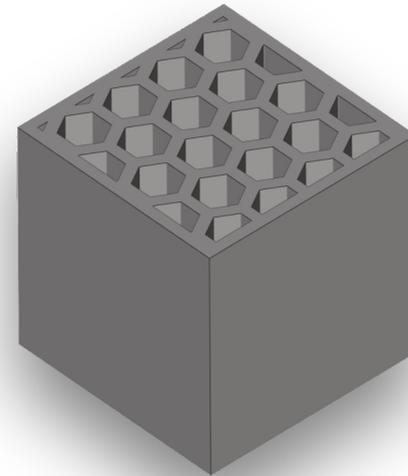
Hinweis: Die Datei eines nicht offenen Hohlmodelles besteht aus mind. 2 Shells (Einzelkörpern).



In **Hohlmodellen** kann es sinnvoll sein, das Volumen mit Gitterstrukturen zu füllen. Diese können je nach Bauteilgröße und Anforderungen an das Bauteil unterschiedlich dimensioniert sein.

Um loses Pulver entfernen zu können sollte der Spalt zwischen den Streben mindestens **5 mm** und die Materialstärke innerhalb des Gitters mindestens **2 mm** betragen.

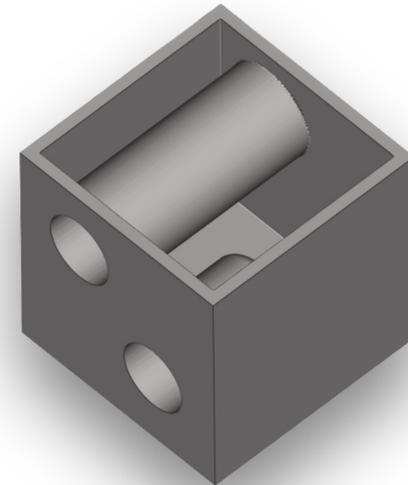
Gerne beraten wir Sie hierzu.



Löcher und Bohrungen können ab einem Durchmesser von 1 mm dargestellt werden, empfohlen sind jedoch **2 mm** oder mehr, abhängig von der Wandstärke. Um überschüssiges Pulver zu entfernen ist ein gewisses Mass an Nachbearbeitung erforderlich. So kann an den Innenseiten komplexer Kanäle Restpulver anhaften.

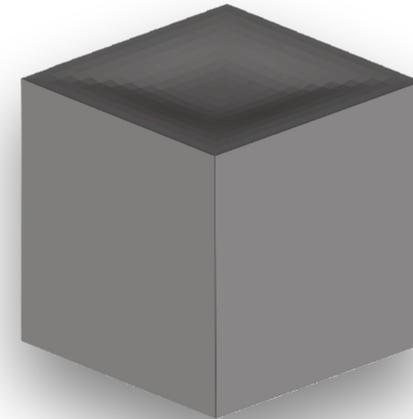
Es empfiehlt sich hier ein Band oder eine Kette mit Abstand durch den Kanal zu konstruieren, um das Entfernen des Pulvers nach dem Drucken des Bauteils zu unterstützen.

Für komplexe Kanäle sind grössere Durchmesser erforderlich, damit das lose Pulver entfernt werden kann. Hier bietet sich ein Probedruck an, um zu prüfen, ob das Pulver entfernt werden kann.



Die **Ausrichtung** im Bauraum hat prozessbedingt Einfluss auf das finale Bauteil. Die Oberseite des Bauteils kann, je nach Volumen und Wandstärke, in der Mitte leichte **Einfallstellen** aufweisen. Bedingt durch den schichtweisen Aufbau der Teile kann, je nach Neigung der Oberfläche, ein **Stufeneffekt** sichtbar sein. Feine Details sind auf der Oberseite detaillierter und scharfkantiger darstellbar, allerdings ist auch der Stufeneffekt auf flachen Flächen der Oberseite deutlicher erkennbar. Die Unterseite des Bauteils ist deutlich weniger von Einfallstellen und Stufeneffekt betroffen, dafür werden Details nicht so scharfkantig abgebildet und wirken leicht abgerundet.

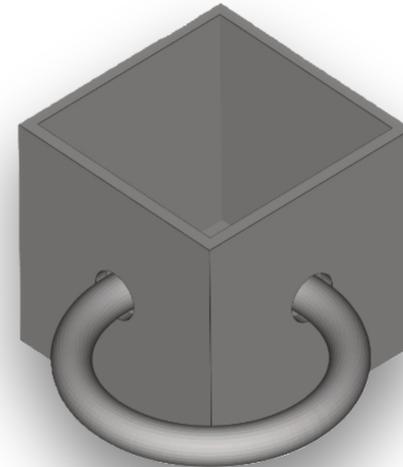
Sollten Sie eine spezielle Ausrichtung wünschen, richten Sie Ihr Bauteil beim Daten-Export bitte wie gewünscht aus und vermerken Sie dies bitte bei Ihrer Bestellung. Unser Team wählt andernfalls die optimale Ausrichtung entsprechend der Geometrie Ihres Teils für Sie aus.



Das 3D Druck Verfahren MJF ermöglicht das Drucken mehrteiliger **Baugruppen** und beweglicher Strukturen.

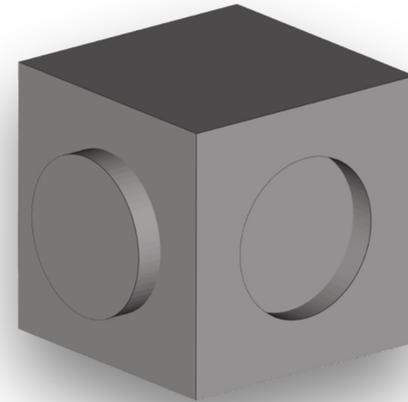
Empfohlen wird ein Mindestabstand von **0,5 mm**. Engere Passungen sind möglich, wenn die sich berührenden Flächen minimiert werden und die verbleibenden Bereiche für eine Pulverentfernung gut zugänglich sind. Auch hier ist ein **Probedruck** sinnvoll, um die Eignung der konstruktiven Lösung für das Druckverfahren und Ihre Anwendung zu prüfen.

Gern beraten wir Sie hierzu.



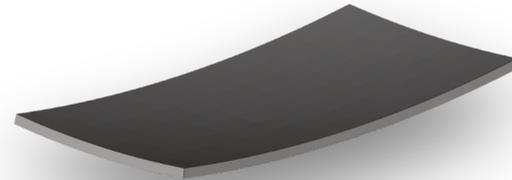
Ab 0,25 mm sind geprägte und gravierte Strukturen darstellbar. Ein lesbarer Text sollte eine minimale Linienstärke von **0,5 mm** und eine Gesamthöhe von mindestens 2,5 mm haben. Empfohlen werden **4 mm**.

Details und Schrift funktionieren sowohl als ein von einer Oberfläche erhabenes Volumen (aufprägen) als auch in eine Oberfläche eingravierte Struktur. In beiden Fällen wird ein Höhenunterschied (Tiefe) von mindestens **0,7 mm** empfohlen.



Bei **grossen flachen Bauteilen** kann es prozessbedingt zu Verformungen oder Verzug kommen. Diesen Vorgang nennt man „**Verziehen**“. Der Effekt tritt gehäuft auf, wenn das Verhältnis von Wandstärke zu Bauteillänge grösser als 1:20 ist und/oder sich Querschnitte im Bauteil sprunghaft ändern.

Hierbei helfen auch keine Supportstegen unter einem flachen Bauteil. Sinnvoll ist es daher im MJF-Verfahren grosse flache Bauteile zu vermeiden.



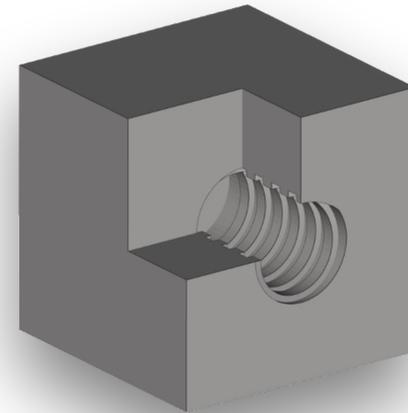
Das 3D Druck Verfahren MJF ermöglicht das Drucken von Gewinden, wenn diese im CAD-Modell geometrisch mit konstruiert wurden. Hierbei sind unsere Fertigungstoleranzen zu beachten.

Erfahrungsgemäss funktionieren metrische Standard-Gewinde mit einem Durchmesser M4 und grösser. Für gut gängige Gewinde empfehlen wir das Innengewinde am äusseren Rand des Toleranzfeldes zu konstruieren. Bei Aussengewinden entsprechend am inneren Rand des Toleranzfeldes.

Belastbarere Gewinde werden durch **Gewindeschneiden** erzeugt. Hierfür ist bei Innengewinden lediglich das Kernloch im CAD-Modell mit abzubilden.

Die langlebigsten Gewinde werden durch das Einbringen von **Gewindehülsen** erzeugt.

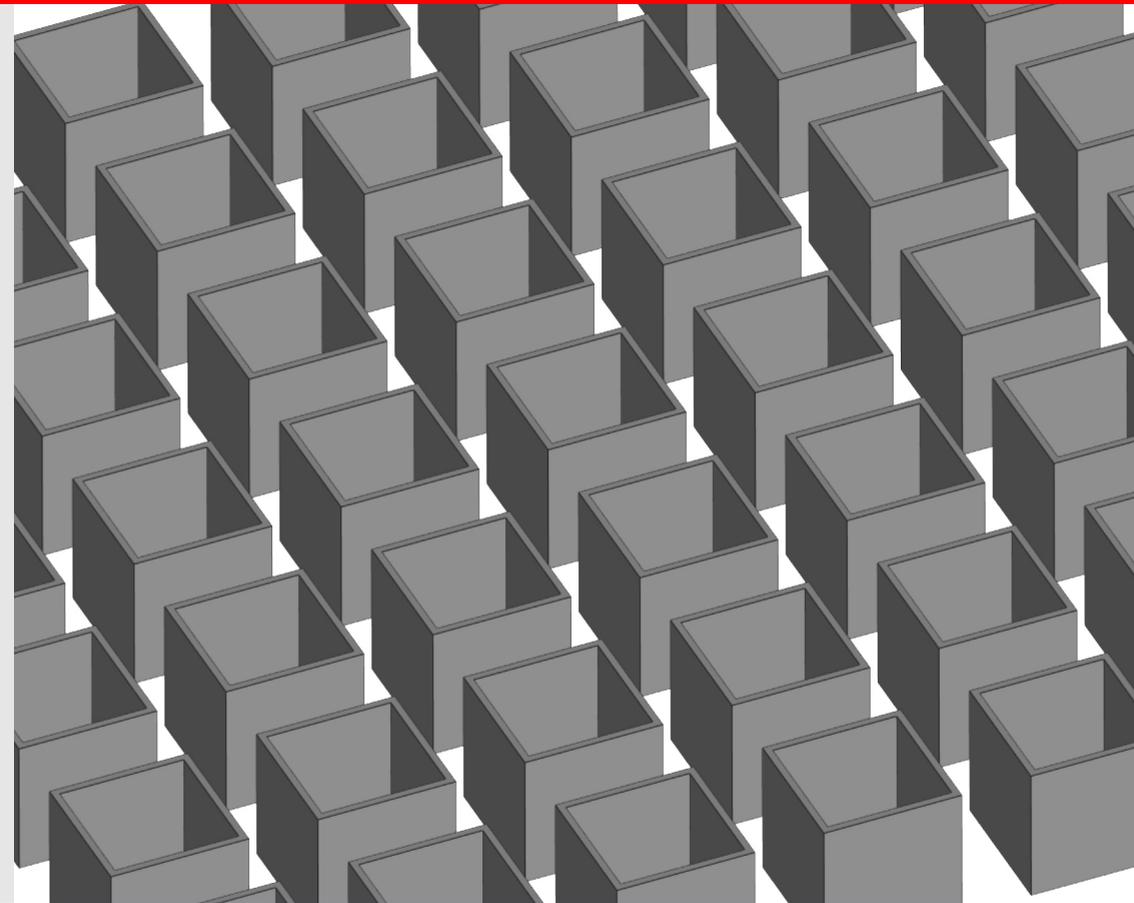
Gern beraten wir Sie hierzu und bieten Ihnen das Gewindeschneiden oder das Einbringen von Gewindehülsen bei uns im Hause an.



Das 3D Druck Verfahren von HP, MJF, ermöglicht die Produktion von Prototypen bis hin zu Serien von 1.000 Stück und mehr.

Um optimale Ergebnisse auch über grössere Stückzahlen zu gewährleisten, empfehlen wir eine **Bemusterung** der entsprechenden Bauteile. In diesem Prozess werden alle kritischen Bauteilstellen identifiziert und die ideale Bauteilausrichtung, nach Ihren Anforderungen, festgelegt. Dieser Prozess ist für eine gute Wiederholgenauigkeit der Bauteile zielführend.

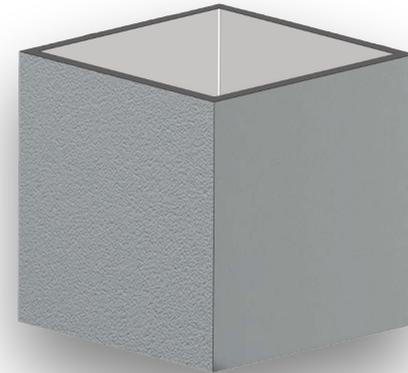
Gern beraten wir Sie hierzu und bieten Ihnen eine Bemusterung an.



Wir bieten Ihnen verschiedene Lösungen zur Oberflächenveredelung an. Diese reichen vom Tauchfärben über das Glätten bis hin zum Galvanisieren.

Ihr Druckteil kann somit eine Oberfläche wie aus Spritzguss erreichen oder sogar metallisch wirken.

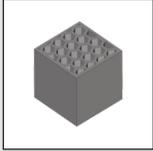
Gerne beraten wir Sie in diesem Bereich.





Wandstärken

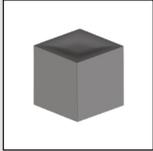
Mindestwandstärke 0,7 mm
Empfehlung: **1 mm** oder mehr



Gitterstrukturen

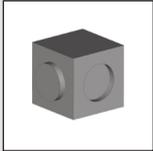
Empfehlung:

- Streben: **2 mm**
- Spalt: **5 mm**



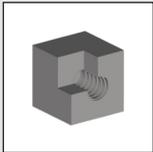
Ausrichtung

Für speziell gewünschte Ausrichtung
bei **Bestellung** angeben.



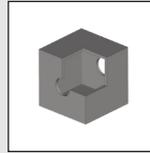
Gravur und Prägung

- Ein- und Aufprägen möglich
- Texthöhe **4 mm**
- Höhe (Tiefe) **0,7 mm**



Gewinde

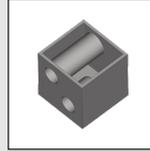
- Gedruckt ab M4
- Gewindeschneiden
- Gewindehülsen



Hohlmodelle

Bei Wandstärke > **10 mm**:

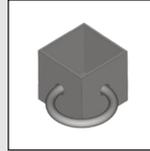
- Aushöhlen empfohlen
- Wandstärke von **2-3 mm**
- Pulverentfernung beachten



Löcher und Kanäle

Empfehlung:

- **2 mm** oder mehr
- Pulverentfernung
- Bei komplexen Kanälen
Probedruck sinnvoll



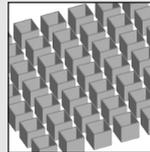
Mehrteiligkeit

- Mindestabstand **0,5 mm**
- Pulverentfernung beachten,
engere Passungen möglich
- Probedruck sinnvoll



Kritische Geometrien

Grosse flache Bauteile sind
verzugsgefährdet.



Serienproduktion

- Anforderungen definieren
- **Bemusterung** sinnvoll