

RICHTLINIEN

Richtlinien zur Konstruktion von 3D-Druck Bauteilen (FDM)

Erstellt am: 28.03.2019

Letzte Änderung am: 4. Dezember 2020

CHANGE3D GmbH
Dokumentation

Inhalt

Einleitung.....	2
Wandstärken	2
Detailgrad	2
Überhänge.....	3
Druckvolumen	3

Einleitung

Die Konstruktion von Bauteilen, welche mit einer 3D-Drucktechnologie hergestellt werden, kann sich teilweise grundsätzlich von konventionellem Konstruieren unterscheiden. Unterscheidet sich die Konstruktion von gefrästen Bauteilen von solchen, welche mit dem Spritzgussverfahren hergestellt werden, so unterscheidet sich auch die Konstruktion für den 3D-Druck. Gleich wie bei den zuvor genannten Verfahren gibt es auch im Bereich des 3D-Drucks eine grosse Anzahl verschiedener Parameter, welche in Betracht gezogen und berücksichtigt werden müssen, um das grösst mögliche Potential und die beste Qualität aus dem Verfahren zu erhalten. Gerade der 3D-Druck bringt mit seiner additiven Fertigung ein ganz neues Potential mit sich. Dieses Potential kann jedoch nur vollständig ausgeschöpft werden, wenn schon in der Konstruktion von Bauteilen gewisse Aspekte beachtet werden.

Genau diese Aspekte sollen als Richtlinien im Folgenden erläutert werden. Es handelt sich dabei um Richtlinien und keine festgeschriebenen Gesetze. Das Gebiet des 3D-Drucks ist noch sehr neu und somit bei weitem nicht so weit erforscht wie andere Herstellungsverfahren. Aus diesem Grund sind die folgenden Erläuterungen lediglich als eine Empfehlung zu verstehen.

Alle Richtlinien beziehen sich nur auf die FDM-Drucktechnologie (Fused Deposition Modeling) und können nicht ohne Weiteres auf andere 3D-Druckverfahren angewendet werden.

Wandstärken

Auf Grund des Umstandes, dass Bauteile im FDM-Verfahren mit extrudiertem Kunststoff hergestellt werden, wird immer eine Düse benötigt. Die kleinste mögliche Wandstärke hängt stark vom Durchmesser der verwendeten Düse ab. Gängige Düsendurchmesser sind 0.2mm, 0.4mm, 0.6mm und 0.8mm. Dabei ist die 0.4mm Düse die gängigste und wird im Grunde für alle Bauteile verwendet. Bezüglich der Abhängigkeit zwischen Wandstärke und Düsendurchmesser gilt nun folgende Daumenregel:

1: $\text{Kleinste Wandstärke [mm]} = \varnothing \text{ Düsendurchmesser [mm]} + 0.05\text{mm}$

Grund für diesen Zusammenhang liegt darin, dass die Wandstärke nie kleiner sein darf als der Düsendurchmesser, weil eine Düse im 3D-Druck immer einen Kunststoffstrang extrudiert, welcher mindestens dem Durchmesser der Düse selbst entspricht.

Eine Ausnahme ist möglich, wenn das Bauteil so gedruckt werden kann, dass die dünnere Wandstärke nur in der X-Y-Ebene des Druckers liegt. Dort hängt die Wandstärke dann nicht vom Düsendurchmesser ab, sondern von der Schichthöhe. Die kleinste Schichthöhe, welche mit einem FDM-Drucker gedruckt werden kann, beträgt 0.05mm. Somit beträgt auch die Wandstärke mindestens 0.05mm, sofern das Bauteil auch mit dieser Schichthöhe gedruckt wird.

Detailgrad

Ähnlich wie die Wandstärke, ist auch der Detailgrad abhängig vom Düsendurchmesser der verwendeten Düse. Weil die Düse nie einen dünneren Kunststoffstrang als den eigenen Düsendurchmesser extrudiert, sollten auch Details nicht kleiner sein als der Düsendurchmesser. Es können kleinere Details gedruckt werden, allerdings kann dann nicht mehr gewährleistet werden, dass sie genauso dargestellt werden, wie gewünscht. Es gilt dabei folgende Daumenregel:

2: Die kleinsten Details sollten in ihrer kleinsten Abmessung immer mindestens grösser als 2x der Düsendurchmesser sein.

Überhänge

Ein Bauteil wird im 3D-Druck immer schichtweise von unten nach oben in Richtung der Z-Achse aufgebaut. Dabei muss gewährleistet werden, dass der Drucker immer auf der zuvor gedruckten Schicht aufbauen kann. Ist dies nicht der Fall, so wird der Kunststoff in die Luft extrudiert und kann im schlechtesten Fall nicht in der gewünschten Position und Form abgekühlt, beziehungsweise verfestigt werden. Dieser Umstand muss vor allem bei Schrägen und komplett überhängenden Flächen beachtet werden. Um der Tatsache entgegenzuwirken, befindet sich am Druckkopf ein Lüfter, welcher den extrudierten Kunststoff sofort abkühlen soll. Ist dies nicht mehr der Fall, so kommt sogenanntes Stützmaterial zum Einsatz, welches dafür sorgen soll, dass der Drucker die Schräge oder Fläche auf bestehendem Material aufbauen kann. Allerdings ist zu verhindern, dass Stützmaterial gedruckt werden muss. Grund ist der höhere Materialverbrauch und vor allem grössere Arbeitsaufwand, um das Stützmaterial zu entfernen. Zudem können die Spuren des Stützmaterials nie ganz entfernt werden, weshalb sich das Stützmaterial auch optisch negativ auswirkt. Somit gelten folgende Regeln:

3: Schrägen sollten nie einen kleineren Überhangwinkel als 45° haben. Beträgt dieser Winkel weniger als 45°, so kommt Stützmaterial zum Einsatz.

4: Komplette Überhänge (ganze Flächen) sollten nie länger als ca. 20mm sein. Ist die Länge grösser, so kommt Stützmaterial zum Einsatz.

Druckvolumen

Die Grösse der gedruckten Bauteile sind immer von der Grösse des Druckbetts und der Höhe des Druckers in Z-Richtung abhängig. Die Drucker der CHANGE3D GmbH haben eine Druckbettabmessung von 300x300mm und eine Z-Höhe von 400mm. Jedoch darf das Druckbett nicht bis an den Rand ausgenützt werden, um zu verhindern, dass sich das Bauteil unregelmässig abkühlt. Bezüglich Druckvolumen gilt somit folgende Regel:

5: Bauteile sollten nie grösser als 290x290x350mm sein. Wenn ein Bauteil dennoch grösser sein sollte, muss es in die Diagonale eines 290x290mm grossen Quadrats passen.

Toleranzen

Ein grosser Unterschied zwischen dem konventionellen Konstruieren und dem Konstruieren von 3D-Druck Bauteilen liegt in der Handhabung von Toleranzen. Wo beim Konstruieren von Frästeile meist auf Nennmass gezeichnet und die Toleranzen auf der Zeichnung angegeben werden, müssen Bauteile für den 3D-Druck direkt mit den Toleranzen gezeichnet werden. Für Frästeile kennt man dieses Vorgehen als Konstruktion auf Mittelmass, was jedoch noch nicht so verbreitet ist, wie auf Nennmass zu konstruieren. Konkret heisst das jetzt, dass die Bauteile für den 3D-Druck im CAD immer genau so konstruiert werden, wie sie am Ende auch gedruckt werden sollen. Dabei gilt folgendes zu beachten:

6: Soll eine Spielpassung konstruiert werden, so ist eine Toleranz von mindestens ~0.2mm nötig

7: Soll eine Übergangspassung konstruiert werden, so ist eine Toleranz zwischen ~0.1mm nötig

8: Soll eine Presspassung konstruiert werden, so ist eine Toleranz von ~0.0mm nötig

Gesamtübersicht Richtlinien

- 1: *Kleinste Wandstärke [mm] = \varnothing Düsendurchmesser [mm] + 0.05mm* 2
- 2: *Die kleinsten Details sollten in ihrer kleinsten Abmessung immer mindestens grösser als 2x der Düsendurchmesser sein.* 2
- 3: *Schrägen sollten nie einen kleineren Überhangwinkel als 45° haben. Beträgt dieser Winkel weniger als 45°, so kommt Stützmaterial zum Einsatz.* 3
- 4: *Komplette Überhänge (ganze Flächen) sollten nie länger als ca. 20mm sein. Ist die Länge grösser, so kommt Stützmaterial zum Einsatz.* 3
- 5: *Bauteile sollten nie grösser als 290x290x350mm sein. Wenn ein Bauteil dennoch grösser sein sollte, muss es in die Diagonale eines 290x290mm grossen Quadrats passen.* 3
- 6: *Soll eine Spielpassung konstruiert werden, so ist eine Toleranz von mindestens ~0.2mm nötig* 3
- 7: *Soll eine Übergangspassung konstruiert werden, so ist eine Toleranz zwischen ~0.1mm nötig* 3
- 8: *Soll eine Presspassung konstruiert werden, so ist eine Toleranz von ~0.0mm nötig* 3