

CAD für 3D-Druck

Obwohl 3D-Drucker und die zugehörige Software mittlerweile fast alle 3D-Modelle herstellen können, kann man, wenn man sich an einige Regeln hält, die Ergebnisse verbessern und viel Zeit, Geld und Material sparen.

In diesem Dokument werden einige Grundlagen für die technische und funktionale Produktgestaltung analog zum "Design for X" erläutert.

- [Verbindungen mit Gewinden](#)

Verbindungen mit Gewinden

Gewinde sind eine stabile, lösbare und vielfältig einsetzbare Möglichkeit, Werkstücke mit anderen Werkstücken zu verbinden. In diesem Abschnitt werden verschiedene Möglichkeiten erläutert, Gewinde in 3D-gedruckten Teilen zu verwenden.

3D-gedruckte Gewinde

Die einfachste Möglichkeit, Gewinde im 3D-Druck einzusetzen, ist es, sie direkt zu drucken. Es ist aber durchaus empfehlenswert, einen Einsatz zu verwenden, sofern dies geometrisch möglich ist.

3D-gedruckte Gewinde werden im Regelfall groß (so groß wie möglich) hergestellt. Moderne 3D-Drucker können seit einigen Jahren Präzisionen erreichen, die selbst für kleinere Durchmesser ausreichend sind. Hauptproblem bei der Auslegung ist, die Geometrie im Rahmen akzeptabler Toleranzen herzustellen. Physikalische Grenzen wie

- Absacken von Überhängen (Flankenwinkel, Gewindesteigung verändern sich)
- Teilekühlung (Formabweichungen)
- Schrumpfung (Maßhaltigkeit insgesamt, Toleranzen verändern sich)
- Präzision des kinematischen Systems
- etc.

sorgen dafür, dass kleine Gewinde nur sehr begrenzt hergestellt werden können. Es ist nicht empfehlenswert, die gedruckten Kunststoffteile mit Gewindebohrern und Schneideisen nachzubearbeiten, da sich selbst bei Verwendung von Schneidöl (was immer zum Einsatz kommen sollte) die Kunststoffe stark erwärmen und weich werden können. Sollte dies von Nöten sein (z.B. aus Platzgründen, wenn kein Einsatz möglich ist), sollte ein technischer Kunststoff mit hoher Glasübergangstemperatur zum Einsatz kommen (mind. PETG, besser ASA/ABS).

Grundsätzlich ist es empfehlenswert, alle Gewinde so anzuordnen, dass sie in Z-Achsen-Richtung (sprich: vertikal) gedruckt werden. Das erlaubt für engere Toleranzen als horizontal hergestellte Gewinde, da diese in Z-Richtung häufig etwas gestaucht hergestellt werden.

Weiterhin ist es von Vorteil, die Gewindesteigung möglichst grob zu wählen und den Flankenwinkel groß zu wählen. Ein metrisches Standardgewinde verwendet einen Flankenwinkel von 60°, weswegen der Drucker Überhänge mit 30° herstellen muss. Sägewinde (flach oben, steiler Winkel unten) sind eine Möglichkeit. Auch kann man konstruktiv dem Absacken entgegenwirken.

Ab einer gewissen Größe können die Toleranzen groß genug gewählt werden, dass keine konstruktiven Anpassungen notwendig sind. Die Empirie zeigt, dass Gewinde ab M16 einigermaßen gut hergestellt werden können. Es gilt aber immer: je größer, desto besser.

Größere axiale Lasten sollten dennoch vermieden werden. Bei starkem Anzug können sich die Gewindegänge stark erwärmen und deformieren oder sogar verschmelzen.

Gewindeeinsätze

Als Alternative zum gedruckten Gewinde können Einsätze dienen. Diese bestehen im Regelfall aus Metall (Stahl oder Messing). Einige erprobten Varianten werden in diesem Abschnitt vorgestellt.

Muttern (Sechskant, Vierkant)

So banal und doch so vielseitig sind einfache Muttern mit Sechskant- oder Vierkantantrieb. Die meisten, die einmal einen 3D-Drucker zusammengebaut haben, kennen dieses Verfahren.

Muttern aus verzinktem Stahl oder Edelstahl können einfach nach dem Druck eingesetzt werden. Hierzu wird eine sechseckige Tasche im Teil vorgesehen. Die Tasche sollte etwas tiefer sein, als die Mutter dick ist, um die beim Druck entstehenden Toleranzen abzufedern. Es ist empfehlenswert, die Muttern etwas einzupressen, damit sie nicht wieder herausfallen. Zudem stellt eine Presspassung einen flächigen Formschluss an den Seiten sicher, was Verschleiß am Kunststoff minimiert.

Eine Alternative hierzu ist es, Vierkantmuttern in gedruckte Schlitze einzusetzen.

Beide Verfahren werden z.B. in der [Bauanleitung des Prusa MK3S](#) verwendet und gezeigt.

Zudem besteht die Möglichkeit, Muttern während des 3D-Drucks einzusetzen und sozusagen "einzudrucken". Hierzu wird im Slicer eine Pause einprogrammiert. Im [PrusaSlicer](#) erfolgt dies beispielsweise per Rechtsklick in der Layer-Scrollbar. Der verwendete G-Code `M601` wird von den meisten Firmwares unterstützt. Alternativ kann ein Farbwechsel mit `M600` programmiert werden, hierbei wird allerdings das Filament meist automatisch entladen, was eigentlich unnötig ist.

Es empfiehlt sich, sowohl die Zahl der Wände bzw. Boden-/Deckschichten um 1-2 zu erhöhen, um die entstehenden Kräfte abzuführen, ohne das Kunststoffteil zu beschädigen.

Nietmuttern (Blindnietmuttern)

Sofern das nötige Equipment vorhanden ist, können Blindnietmuttern eingesetzt werden.

Ein häufiges Problem ist es, dass die Muttern durchdrehen. Die Stärke der Wandung, in die die Mutter eingienietet werden soll, muss entsprechend dick sein. Grundregel: so dick wie möglich, aber nicht so dick, dass die Mutter nicht mehr greift. Eine gewisse Mindestdicke sollte jedoch immer verwendet werden.

Die Blindnietmuttern werden im Idealfall in eine horizontal hergestellte Fläche (sprich: eine in der X-/Y-Ebene liegende Fläche), die im Idealfall direkt auf der Bauplatte hergestellt wird, eingesetzt. Die entsprechende Wandung ist relativ stabil und bricht beim Einpressen nicht. Auch kann hierbei

ausreichend Druck aufgewendet werden, ohne das Bauteil zu zerstören.

Einschmelzbare Einsätze (Inserts)

Eine hochwertige und einfach herstellbare Variante sind einschmelzbare Einsätze. Diese sind auch als (Heat Set) Inserts bekannt. Das Verfahren entstammt dem Kunststoffspritzguss,

Einschraubbare Einsätze (Helicoil, Rampa-Muffen)

Einschlagmuttern

Weitere Informationen