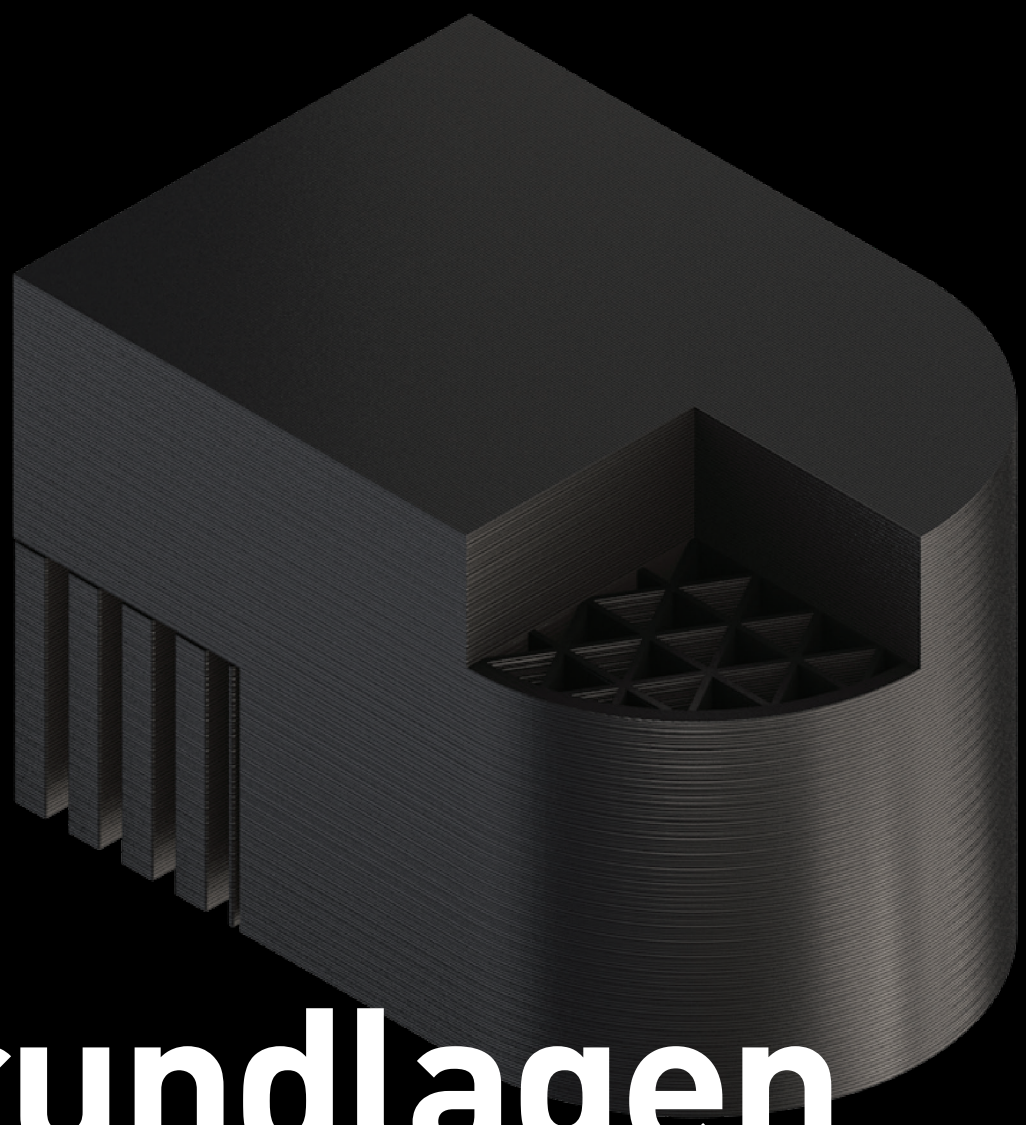
Markforged

Mark3D
Print Stronger



Grundlagen des 3D-Drucks

Ratgeber

21 Milliarden USD

Da der weltweite 3D-Druckmarkt voraussichtlich 21 Milliarden US-Dollar im Jahr 2021[1] erreichen wird, nutzen verschiedene Branchen - von der Fertigung über die Automobilindustrie, Luft- und Raumfahrt, Medizinbranche, Robotik bis hin zum Bildungswesen - die zahlreichen Möglichkeiten und Innovationen.

Dieser Leitfaden vermittelt die Grundlagen, untersucht das Versprechen und die Realität der Technologie und vieles mehr.

[1] Statista, 3D Printing Forecast

Das Versprechen des 3D-Drucks

Der Hype um den 3D-Druck spiegelt sein enormes Potenzial wider, das auf entscheidenden, greifbaren Vorteilen gegenüber der konventionellen Fertigung beruht.

Echte digitale Fertigung - Der 3D-Druck war zu seinen Anfängen eine der ersten ersten digitalen, nativen Fertigungsmethoden. Während die moderne CNC-Fräsbearbeitung heute vollständig digital ist, wurzelt ihre Entstehung in analogen Praktiken. In der Anwendung bieten digitale Technologien reibungslosere Arbeitsabläufe bei der Teilefertigung. Darüber hinaus ist die 3D-Drucktechnologie aufgrund ihrer digitalen Grundlagen gut für die Integration mit cloudbasierter Infrastruktur, künstlicher Intelligenz (KI) und zukunftsweisenden Technologien/Plattformen geeignet.

Demokratisierte Fertigung - Der 3D-Druck verspricht Zugänglichkeit und Erschwinglichkeit. Kommerziell erhältliche 3D-Drucker könnten den Hobbybastler in der Garage in jemanden verwandeln, der in der Lage ist, nahezu formstabile Bauteile zu fertigen.

Komplexität und Individualisierung zu geringen Kosten - Bei der subtraktiven Fertigung verursacht jede Komplexität eines Bauteils (z. B. gekrümmte oder einzigartig geformte Geometrien) zusätzliche Kosten in Form von längerer Bearbeitungszeit und mehr Arbeitsschritten. Die Additive Fertigung verfügt über einen automatisierten Vorbereitungs- und Fertigungsablauf, der Komplexität ohne Kosten ermöglicht.

Die Realität des Fused Filament Fabrication-Drucks

Der 3D-Druck hat ein immenses Potenzial, aber die bisher dominierenden Technologien stehen seit ihrer Erfindung vor Herausforderungen. Erstens ist die Herstellung von robusten Teilen schwierig, da der 3D-Druck auf Thermoplaste angewiesen ist. Diese sind nicht stabil genug, um den Belastungen standzuhalten, denen Funktionsteile typischerweise ausgesetzt sind. Zweitens sind 3D-Drucker in der Vergangenheit weniger zuverlässig gewesen als herkömmliche subtraktive Technologien. In den letzten zehn Jahren wurden jedoch die Genauigkeit und Zuverlässigkeit deutlich verbessert und neue Verfahren entwickelt, die funktionale Teile hervorbringen. Insgesamt sind die Aussichten sehr positiv.

Definition von Schlüsselbegriffen

Additive Manufacturing (AM) bedeutet, dass ein Bauteil durch Hinzufügen von Material hergestellt wird, und ist eine Teilmenge der Additiven Fertigung. Beim 3D-Druck stellt ein 3D-Drucker ein dreidimensionales Objekt her, indem er von einer 3D-CAD-Datei (computerunterstütztes Design) ausgeht. .

Fused Filament Fabrication (FFF) ist ein branchenübliches 3D-Druckverfahren, bei dem Filamente auf Thermoplast-basis erhitzt und in einzelnen Schichten durch eine Düse extrudiert werden, um ein Bauteil zu erstellen. Einige FFF-Filamente sind mit Mikro-Carbonfasern "gefüllt", aber die resultierende Bauteilfestigkeit ist ähnlich wie Kunststoff.

Carbon Fiber Reinforcement (CFR) ist ein Verfahren, das es 3D-Druckern ermöglicht, FFF-Teile mit Endlosfasern zu verstärken. Eine CFR-fähige Maschine verwendet zwei Extrusionssysteme: eines für herkömmliches FFF-Filament und ein zweites für lange Endlosfasern. Die Endlosfasern werden schichtweise aufgetragen und ersetzen die FFF-Füllung, wo dies vorgesehen ist. Die resultierenden Bauteile sind deutlich stärker (bis zu 10-mal stärker als jedes FFF-Material) und können Aluminiumteile in der Anwendung ersetzen.

Heute ist FFF die dominierende, etablierte 3D-Druck-technologie. CFR bietet jedoch die Vorteile der FFF-Technologie, indem es die größten Schwächen der Bauteile beseitigt. Während FFF-Bauteile typischerweise durch die Festigkeit der schwachen Polymere begrenzt sind, sind CFR-Teile stark genug, um maschinell bearbeitetes Aluminium in wichtigen Fertigungsprozessen zu ersetzen.

Fused Filament Fabrication 3D-Drucker: Näher betrachtet

Fused Filament Fabrication-Drucker sind aufgrund ihrer Einfachheit, Erschwinglichkeit, Vielfalt und Ausgereiftheit die am häufigsten verwendete 3D-Drucktechnologie. Es gibt sie im gesamten Kostenspektrum - von 200-Euro-Geräten, die von Hobby-Anwendern bevorzugt werden, bis hin zu produktionsreifen Maschinen, die Hunderttausende von Euro kosten. Mit den Fortschritten der Technologie wird sie von immer mehr Branchen angenommen.

Wie ein 3D-Drucker mit Fused Filament Fabrication funktioniert

In diesem Abschnitt geht es um die Prozesse, 3D-Drucker und Teile mit FFF.

Ein kurzer Überblick, wie ein FFF-Drucker ein Teil nach der anfänglichen Entwurfsphase erstellt:

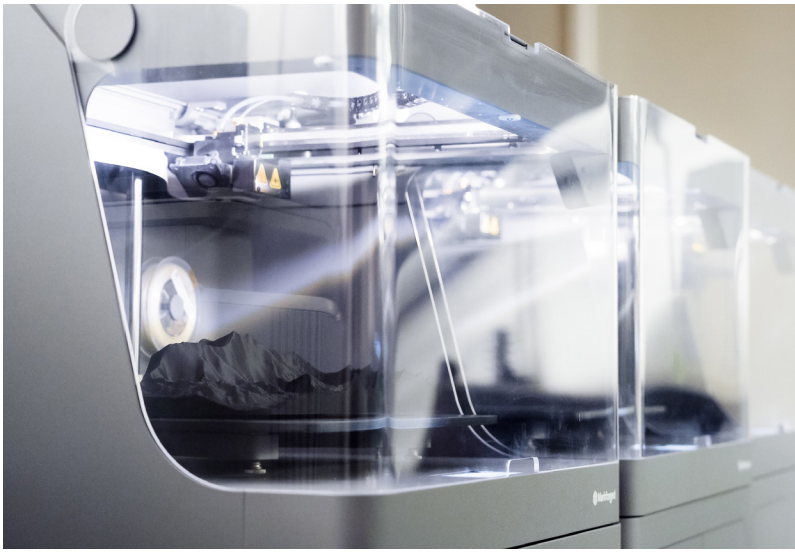
1. Die Druckersoftware unterteilt die Bauteile in einzelne Schichten und erstellt dann einen Bearbeitungsweg für jede Schicht. Der Bearbeitungsweg dient als automatischer Bauplan, dem die Maschine folgen kann.
2. Ein Drucksystem erhitzt das Material und extrudiert es aus einer Düse (wie eine Klebepistole), während es dem Bearbeitungsweg genau folgt. Bei der ersten Schicht trägt die Maschine das Material direkt auf das Druckbett auf.
3. Sobald eine Schicht fertiggestellt ist, senkt der Drucker sein Druckbett eine Schicht vom Druckkopf ab und beginnt mit dem Druck der nächsten Schicht. Dieser Vorgang wird fortgesetzt, bis ein Druckauftrag abgeschlossen ist.
4. Nach Abschluss des Druckvorgangs kann ein Benutzer das Bauteil aus dem Druckbett nehmen und verwenden.

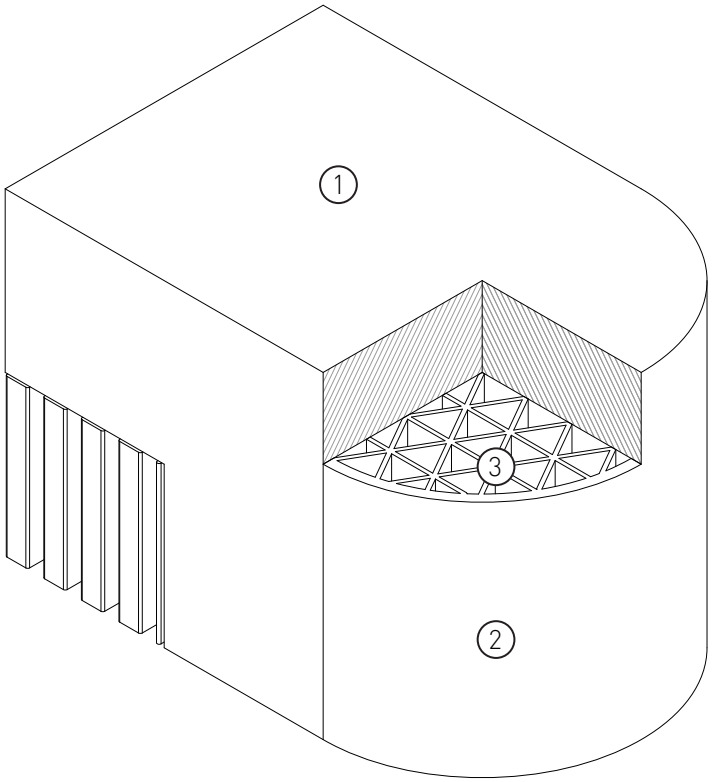
Die wichtigsten Systeme in einem 3D-Drucker mit FFF

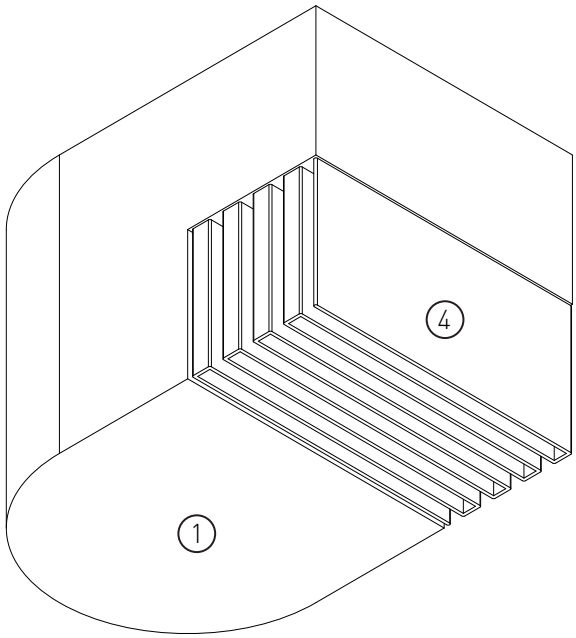
Druckkopf/Extrusionssystem - Das Kernstück eines FFF-Druckers, in dem das System das Material erhitzt und aus einer Düse extrudiert.

XY-Bewegungssystem - Das System, das den Druckkopf auf der Druckebene über ein typisches XY-Portal bewegt. Ein Präzisionsbewegungssystem steuert die Position des Druckkopfs genau.

Druckbett - Das Druckbett wird auch als Arbeitsfläche oder Bauplatte bezeichnet und ist die Oberfläche, auf der ein FFF-Bauteil aufgebaut wird. Es ist in der Regel an einem Z-Achsen-Bewegungssystem befestigt, das steuert, wie weit das Druckbett vom Teil entfernt ist.







Untere Ansicht

Fused Filament Fabrication: Die Anatomie eines 3D gedruckten Bauteils

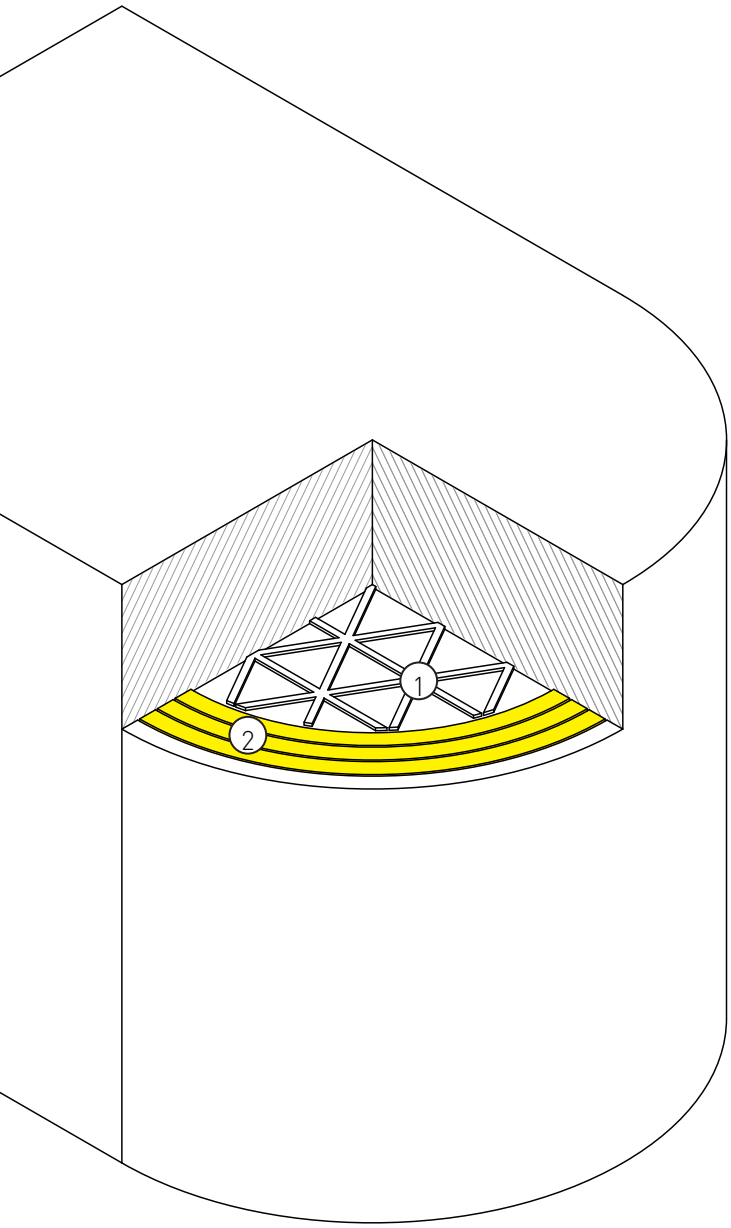
Ein FFF-Drucker baut Teile mit vier Schlüsselelementen auf:

1. **Ober- und Unterseite**
   Sie beziehen sich auf die Ober- und Unterseite des Bauteils. Bei einem FFF-gedruckten Bauteil bestehen diese jeweils aus mehreren Schichten; sie werden über ein Hin- und Her-Muster gedruckt, das für jede Schicht in der Richtung wechselt.

2. **Wände**
   Wände beziehen sich auf die äußere "Schale" eines FFF-gedruckten Teils und werden in der Regel mit einer Dicke von 2-4 Bahnen gedruckt.

3. **Füllung**
   Die Füllung ist die Struktur, die das Innere des Bauteils ausmacht. Es ist zwar möglich, massive Bauteile zu drucken, die meisten FFF-Druckteile werden aber mit einer Gitterstruktur gedruckt.

4. **Stützmaterial**
   Stützmaterial wird für gedruckte Bauteil-Geometrien verwendet, die auskragende Überhänge oder überbrückte Strukturen aufweisen. Auf diese Weise druckt der 3D-Drucker Stützmaterialien, die als Gerüst für das Teil dienen. Dieses Trägermaterial ist entweder eine abziehbare Struktur oder ein löslicher Träger (aus einem Sekundärmaterial), der sich in einem Lösungsmittelbad auflöst und entfernt werden kann. Es ist auch wichtig zu beachten, dass das Stützmaterial *opferfähig?* ist.



1 **Konventionelle Füllung**
In Bereichen, in denen keine Fasern in ein Bauteil eingelegt werden, druckt der Drucker konventionelles FFF-Füllung.

2 **Endlosfasern**
Wo angegeben, ersetzt ein CFR-fähiger Drucker die konventionelle FFF-Füllung durch Endlosfasern.

Endlosfaser-Verstärkung: Die Grundlagen und Vorteile

Während sich der FFF-Druck in der 3D-Druckindustrie einen Namen gemacht hat, steht die Technologie vor der Herausforderung, Bauteile zu drucken, die über die Kunststofffestigkeit hinausgehen. In diesem Abschnitt untersuchen wir, wie CFR funktioniert und welche Unterschiede und Gemeinsamkeiten es mit FFF gibt.

Ein genauerer Blick auf CFR

CFR ergänzt die traditionelle Fused Filament Fabrication (FFF)-Technologie und ermöglicht es den Druckern von Markforged, FFF-Teile mit Endlosfasern zu verstärken. Eine CFR-fähige Maschine verwendet zwei Extrusionssysteme für zwei unterschiedliche Materialien: eines für herkömmliches thermoplastisches FFF-Filament und ein zweites für langsträhnige Endlosfasern. Die Endlosfasern werden schichtweise verlegt und ersetzen die FFF-Füllung.

Steuerbare CFR-Schichten

Endlosfasern können selbst bei sparsamem Einsatz einen großen Unterschied in den Materialeigenschaften bewirken. Mit CFR-Druckern können Anwender die Platzierung, Verteilung und Ausrichtung der Fasern in einem Teil systematisch steuern, aber auch eine detaillierte Steuerung auf Basis einzelner Schichten ermöglichen.

Wie die Digitale Schmiede von Markforged Ihr Unternehmen verändern wird

Die Digitale Schmiede ist die intuitive Additive Manufacturing-Plattform für moderne Hersteller, die die Leistung und Geschwindigkeit der agilen Softwareentwicklung in die industrielle Fertigung bringt. Sie besteht aus Hardware, Software und Materialien, die nahtlos auf einer einheitlichen Plattform zusammenarbeiten. Sie wurde speziell für die Integration in Ihr bestehendes Fertigungs-Ökosystem entwickelt und beseitigt die Barrieren zwischen Design und Funktionsbauteil.

Wer die Digitale Schmiede einsetzt, profitiert sofort von massiven Zeit- und Kosteneinsparungen bei Bauteilen. Mit zunehmender Akzeptanz kann die Plattform Wettbewerbsvorteile bringen, indem sie Ihren gesamten Betrieb agiler und effizienter macht.

Partnerschaft mit einem Branchenführer

Obwohl FFF die etablierte Technologie der Branche ist, hat sie immer noch ihre Grenzen. Die Einführung von Lösungen zur Endlosfaserverstärkung kann mehr Möglichkeiten, Potenzial und Wert schaffen.

Markforged entwickelt sich schnell weiter und stellt sich den wachsenden Herausforderungen moderner Hersteller, indem sie ihre Hardware-, Software- und Materialplattformen kontinuierlich verbessern. Eine Partnerschaft mit einem Branchenführer wie Markforged eröffnet Ihnen schon heute ein breites Spektrum an Möglichkeiten und versetzt Sie in die Lage, sich den Herausforderungen von morgen zu stellen.