



Thomas
Kaffka

3. Auflage

3D-Druck

Praxisbuch für Einsteiger

Modellieren | Scannen | Drucken | Veredeln

Projektdateien
aller 3D-Modelle
zum Download

Hinweis des Verlages zum Urheberrecht und Digitalen Rechtemanagement (DRM)

Liebe Leserinnen und Leser,

dieses E-Book, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Mit dem Kauf räumen wir Ihnen das Recht ein, die Inhalte im Rahmen des geltenden Urheberrechts zu nutzen. Jede Verwertung außerhalb dieser Grenzen ist ohne unsere Zustimmung unzulässig und strafbar. Das gilt besonders für Vervielfältigungen, Übersetzungen sowie Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Je nachdem wo Sie Ihr E-Book gekauft haben, kann dieser Shop das E-Book vor Missbrauch durch ein digitales Rechtemanagement schützen. Häufig erfolgt dies in Form eines nicht sichtbaren digitalen Wasserzeichens, das dann individuell pro Nutzer signiert ist. Angaben zu diesem DRM finden Sie auf den Seiten der jeweiligen Anbieter.

Beim Kauf des E-Books in unserem Verlagsshop ist Ihr E-Book DRM-frei.

Viele Grüße und viel Spaß beim Lesen,

Ihr mitp-Verlagsteam



Neuerscheinungen, Praxistipps, Gratiskapitel,
Einblicke in den Verlagsalltag –
gibt es alles bei uns auf Instagram und Facebook



[instagram.com/mitp_verlag](https://www.instagram.com/mitp_verlag)



[facebook.com/mitp.verlag](https://www.facebook.com/mitp.verlag)

Thomas Kaffka

3D-Druck

Praxisbuch für Einsteiger



Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISBN 978-3-7475-0533-5

3. Auflage 2022

www.mitp.de

E-Mail: mitp-verlag@sigloch.de

Telefon: +49 7953 / 7189 - 079

Telefax: +49 7953 / 7189 - 082

© 2022 mitp Verlags GmbH & Co. KG, Frechen

Dieses Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Lektorat: Janina Bahlmann

Sprachkorrektur: Simone Fischer, Petra Heubach-Erdmann

Coverbild: © jean song / stock.adobe.com

Satz: III-satz, Husby, www.drei-satz.de

Inhaltsverzeichnis

	Einleitung	11
Teil I	Einführung in den 3D-Druck	13
1	3D-Druck heute	15
1.1	Automobilindustrie	15
1.2	Schmuck	15
1.3	Architektur	16
1.4	Textilindustrie	17
1.5	Kunst	18
1.6	Raumstation ISS	18
2	Der 3D-Drucker	21
2.1	Der 3D-Drucker, der zu Ihnen passt	21
2.1.1	Funktionsweise eines FDM-Druckers	21
2.1.2	Andere 3D-Druckverfahren	25
2.1.3	Kaufberatung (Features versus Preis)	27
2.2	3D-Drucker »out of the box« aufbauen und kennenlernen	29
2.2.1	Sicherheits- und Betriebshinweise	30
2.2.2	Das erste Einschalten	31
2.3	Ablauf eines 3D-Druckprojekts	32
2.3.1	Erstellen des 3D-Modells	32
2.3.2	Vorbereiten des 3D-Modells für den Druck	32
2.3.3	Drucken des 3D-Modells	33
2.3.4	Nachbereitung (Finalisieren) des Objekts	33
2.4	Zusätzlich nötiges Zubehör	33
3	3D-Modelle downloaden	35
3.1	3D-Modelle aus dem Internet downloaden	35
3.2	MyMiniFactory	39
3.3	Thingiverse	41
4	3D-Modelle mit Software erstellen	45
4.1	Paint 3D	45

4.1.1	Überblick über Paint 3D.	45
4.1.2	Das Modell erstellen.	46
4.1.3	Fertige Modelle verwenden	52
4.2	3D Builder	52
4.2.1	Überblick über 3D Builder	53
4.2.2	Bearbeitung eines 3D-Modells.	54
4.3	SketchUp Free	59
4.3.1	Überblick über SketchUp Free	59
4.3.2	Ein Modell mit SketchUp Free erstellen.	60
4.4	Blender	64
4.4.1	Überblick über Blender	64
4.4.2	Ein Modell mit Blender erstellen.	68
4.5	MakeHuman – Menschen modellieren.	75
4.5.1	Überblick über MakeHuman.	75
4.5.2	Mit MakeHuman ein Modell erstellen	77
4.6	Alternative Programme	80
5	3D-Objekte einscannen.	83
5.1	Überblick über verschiedene Scan-Verfahren	83
5.1.1	Fotogrammetrie	83
5.1.2	Infrarotscanner	83
5.1.3	Streifenlichtscanner	83
5.1.4	Laserscanner	85
5.2	Objekt per Fotogrammetrie einscannen	86
5.3	Objekt per Infrarotscanner einscannen	89
5.3.1	Scanner Kinect for Xbox One.	89
5.3.2	Scanner Kinect for Xbox 360	94
6	3D-Objekte drucken.	97
6.1	Das Slicer-Programm	97
6.2	Die verschiedenen Materialien	102
6.3	Der 3D-Druck.	104
6.3.1	Vorbereitung des 3D-Druckers	104
6.3.2	Der Druckvorgang	106
6.3.3	Nachbereiten des 3D-Drucks	108
6.4	Experimente mit den Druckparametern	110
6.5	Entsorgung der Druckreste.	112
6.6	Troubleshooting.	113
6.6.1	Neues Filament wird eingesetzt	113

6.6.2	PLA haftet nicht	113
6.6.3	ABS haftet nicht	114
6.6.4	3D-Objekt wird unsauber gedruckt	114
6.6.5	Oberfläche des 3D-Objekts ist »hügelig«	114
6.6.6	Flexibles Filament springt aus dem Material Feeder heraus	114
6.6.7	Druckdüse verstopft	115
6.7	3D-Druck im externen Druckshop	116
6.7.1	3D-Druck im Internet	116
6.7.2	Drucken an öffentlich zugänglichen 3D-Druckern	116
7	3D-Objekte veredeln (Finishing)	119
7.1	Vorbehandeln mit Dremel und Feile	119
7.2	ABS-Objekte mit Aceton behandeln	123
7.3	PLA-Objekte mit Heißluft behandeln	124
7.4	Arbeiten mit Lackfarben	124
7.5	Arbeiten mit Sprühfarbe aus der Dose	126
Teil II Projekte		129
8	Rasierklingshalter	131
8.1	3D-Modell mit SketchUp erstellen	131
8.2	3D-Druck mit PLA ohne Druckbettheizung	136
8.3	Veredeln mit Feile	137
9	Trilobit	139
9.1	Download mit Paint 3D	139
9.2	3D-Druck mit PLA ohne Druckbettheizung	142
9.3	Veredeln mit Dremel, Farbe, Pinsel und Sprühfarbe	144
10	Kaffeetasse	145
10.1	3D-Modell mit Blender erstellen	145
10.2	3D-Druck mit ABS mit Druckbettheizung	154
10.3	Veredeln mit dem Dremel	156
11	Pinguin	159
11.1	3D-Modell mit Blender erstellen	159
11.2	3D-Druck mit PLA mit Druckbettheizung und Stützmaterial	166
11.3	Veredeln mit Feile und Farbe	168

12	Ersatzteil erstellen	171
12.1	3D-Modell mit SketchUp erstellen	171
12.2	3D-Druck mit PLA ohne Druckbettheizung	176
12.3	Veredeln mit Feile	177
13	Stilisierter griechischer Tempel	179
13.1	3D-Modell mit SketchUp erstellen	179
13.2	3D-Druck mit PLA ohne Druckbettheizung	186
13.3	Veredeln mit Feile und Pinsel	188
14	Menschliche Plastik	189
14.1	Scannen in einem 3D-Druck-Studio.	189
14.2	3D-Druck mit Gips in einem 3D-Druck-Studio.	191
14.3	Nacharbeiten	192
15	Büste von Napoleon Bonaparte	193
15.1	Download von MyMiniFactory	193
15.2	3D-Druck mit ABS mit Druckbettheizung.	195
15.3	Veredeln mit Kupferpulver	196
16	Curiosity Rover	201
16.1	Download von der Webseite der NASA	201
16.2	3D-Druck mit PLA ohne Druckbettheizung	203
16.3	Veredeln mit Dremel und Feile	208
17	Zellulare Standlampe	211
17.1	Download von Thingiverse	211
17.2	3D-Druck mit PLA (Kupfer-Optik) mit Druckbettheizung.	213
17.3	Veredeln mit Modellierwerkzeug	215
18	Der T-Rex-Schädel	217
18.1	Download von Thingiverse	217
18.2	3D-Druck mit PLA ohne Druckbettheizung	219
18.3	Veredeln mit Dremel, Feile, Pinsel & Co.	220
19	Schachfiguren	227
19.1	Designgrundsätze für Schachfiguren.	227
19.2	Individuelles Schachfigurendesign	229
19.3	3D-Druck und Finalisieren der Schachfiguren	229
19.4	Das fertige Schachspiel	230
	Ausblick	231

A	Rechtliche Fragen beim 3D-Druck	233
A.1	Darf ich Objekte nachdrucken und/oder verbreiten?	233
	A.1.1 Urheberrecht	233
	A.1.2 Designrecht	235
	A.1.3 Markenrecht	236
	A.1.4 Patentrecht/Gebrauchsmusterrecht	236
	A.1.5 Wettbewerbsrecht	237
A.2	Was muss ich bei Lizenzen beachten?	237
A.3	Wer haftet, wenn ein 3D-Objekt Schäden verursacht?	239
B	Glossar	241
C	Downloads zum Buch	245
	Stichwortverzeichnis	247

Einleitung

Der 3D-Drucker ist eine Technologie, die im Moment immer bedeutender wird. Er wird bereits in vielen Bereichen des täglichen Lebens eingesetzt, ohne dass wir es jedes Mal merken. Im Jahre 1986 wurde das erste Patent für einen 3D-Drucker angemeldet. Aber erst 2009 kam der erste 3D-Drucker auf den Markt. Danach nahm die Entwicklung rasante Formen an. Heute befinden wir uns kurz vor der Schwelle zum Massenmarkt.

Man kann sich momentan noch nicht vorstellen, dass 3D-Drucker unser Zuhause einmal in der Fläche erobern werden. Aber das glaubte beim Computer, der Ende der 1970er-Jahre für den Hausgebrauch entwickelt wurde, auch kaum jemand. Heute befindet sich praktisch in jedem Haushalt ein Computer, mittlerweile häufig in Form eines Smartphones.

Ich sage voraus, dass der 3D-Drucker diese Karriere auch vor sich hat. Daher ist es klug, sich schon heute mit dieser Technologie anzufreunden.

Steigen Sie in Ihr neues Hobby ein und erfahren Sie in meinem Buch, wie ein 3D-Drucker eingesetzt werden kann. Dabei beziehe ich mich ausdrücklich nicht auf ein spezielles Produkt. Egal, welchen 3D-Drucker Sie besitzen oder welchen Sie sich anschaffen möchten, in diesem Buch erhalten Sie einen Überblick über die Technik, das Erstellen von 3D-Modellen, den Druck von 3D-Objekten, das Finalisieren dieser Objekte sowie konkrete Tipps zu vielen Druck-Projekten.

Hinweis

Ich verwende übrigens die Ausdrücke *3D-Objekt* und *3D-Modell* so: Das 3D-Modell ist die digitale Datei und das 3D-Objekt das ausgedruckte Objekt. Damit möchte ich sprachlich zwischen einem Objekt, welches nur im Computer vorhanden ist, und einem Objekt in der realen Welt unterscheiden.

Im ersten Teil des Buches stelle ich den 3D-Druck in seinen technischen Aspekten vor. Ich beschreibe, wie 3D-Modelle erstellt, gedruckt und veredelt werden.

In *Kapitel 1* erfahren Sie anhand verschiedener Beispiele, wie der 3D-Druck bereits heute eingesetzt wird.

Kapitel 2 behandelt die technische Seite des 3D-Druckers. Sie erfahren, aus welchen Teilen er besteht und wie diese zusammenwirken.

Kapitel 3 stellt die Möglichkeit vor, 3D-Modelle aus dem Internet zu laden.

Kapitel 4 geht auf die Erstellung von 3D-Modellen ein. Sie lernen verschiedene CAD-Programme kennen, die dazu verwendet werden können.

In *Kapitel 5* wird die Möglichkeit vorgestellt, 3D-Modelle zu erstellen, indem man sie einscannet.

Kapitel 6 beschäftigt sich mit dem 3D-Druck im engeren Sinne. Sie erfahren, wie man den eigenen Drucker vorbereitet, wie man druckt und wie die Nachbereitung eines Drucks aussieht.

In *Kapitel 7* wird dann der Veredelungsprozess behandelt. Ein fertig gedrucktes Objekt ist zumeist einfarbig, und es können kleinere Fehler des Drucks bestehen. Sie lernen, wie Sie ein Objekt bemalen und feilen, um es dadurch zu verbessern.

Im zweiten Teil des Buches, in den *Kapiteln 8 bis 19*, werden verschiedene Projekte durchgeführt, in denen jeweils ein 3D-Modell erstellt, gedruckt und veredelt wird. Dabei erfahren Sie genau, wie man beim 3D-Druck vorgeht, egal welchen Drucker Sie einsetzen möchten. Anhand eines Projekts erkläre ich auch, wie Sie einen 3D-Druck in einem lokalen 3D-Druck-Shop in Auftrag geben können. Sie können dieses Buch also auch verwenden, wenn Sie keinen eigenen 3D-Drucker besitzen.

Der *Ausblick* soll Ihren Blick in die Zukunft richten. Sie haben nun eine Menge über den 3D-Druck erfahren und können sich weiteren Projekten zuwenden.

Wenn Sie 3D-Modelle aus dem Internet herunterladen, aber auch wenn Sie Objekte einscannen oder sie als 3D-Modell nachbauen, sollten Sie immer darauf achten, rechtlich auf der sicheren Seite zu sein. In *Anhang A* finden Sie deshalb wichtige Hinweise zu rechtlichen Fragen des 3D-Drucks, verfasst von Rechtsanwalt Manuel Jansen.

In *Anhang B* finden Sie schließlich ein Glossar, in dem die wichtigsten Begriffe des 3D-Drucks erläutert werden.

Download zum Buch

Weiterhin möchte ich Sie auf die Möglichkeit hinweisen, die Materialien zum Buch von der Webseite des Verlags (www.mitp.de/0532) herunterzuladen. Die Struktur des Downloads können Sie *Anhang C* entnehmen.

Jetzt wünsche ich Ihnen ein interessantes Eintauchen in die Materie. Ich hoffe, dass der 3D-Druck Sie inspiriert und Ihnen genauso viel Spaß macht wie mir. Es ist ein faszinierendes Thema mit ungeheuer viel Potenzial.

Thomas Kaffka

Teil I

Einführung in den 3D-Druck

In diesem Teil:

- **Kapitel 1**
3D-Druck heute 15
- **Kapitel 2**
Der 3D-Drucker 21
- **Kapitel 3**
3D-Modelle downloaden 35
- **Kapitel 4**
3D-Modelle mit Software erstellen 45
- **Kapitel 5**
3D-Objekte einscannen 83
- **Kapitel 6**
3D-Objekte drucken 97
- **Kapitel 7**
3D-Objekte veredeln (Finishing) 119

3D-Druck heute

In diesem ersten Kapitel stelle ich einige Beispiele vor, in welchen Bereichen unseres täglichen Lebens der 3D-Druck bereits eingesetzt wird.

1.1 Automobilindustrie

Der 3D-Druck wird in der Automobilindustrie eingesetzt, um Teile von Fahrzeugen zu produzieren. Es gibt aber auch Unternehmen – wie Local Motors in den USA –, die ein gesamtes Kraftfahrzeug mit dem 3D-Drucker herstellen (siehe Abbildung 1.1).



Abb. 1.1: Kfz aus dem 3D-Drucker von Local Motors

1.2 Schmuck

Auch Schmuck kann heute aus dem 3D-Drucker kommen. Als Beispiel möchte ich Nervous System (<https://n-e-r-v-o-u-s.com/>) nennen, auf deren Webseite man verschiedene Schmuckstücke bestellen kann, wie Sie in Abbildung 1.2 sehen können.

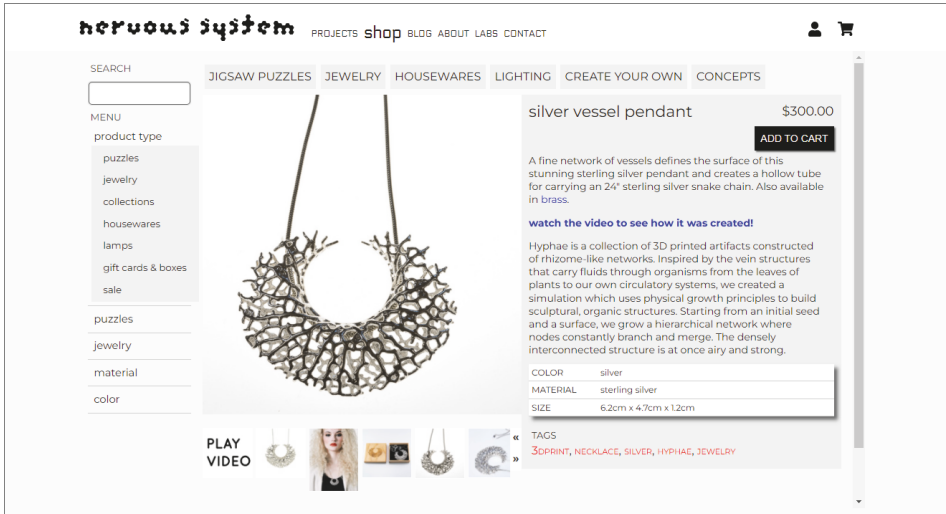


Abb. 1.2: Schmuck von Nervous System

1.3 Architektur

In der Architektur ist es üblich, kleine Modelle der späteren Gebäude zu erstellen. Diese wurden bisher zumeist in Kleinarbeit gebastelt. Für Architekten bietet der 3D-Druck jedoch die Möglichkeit, Modelle der Gebäude zu drucken, die später gebaut werden sollen. Da dies viel einfacher ist, als das Modell zu basteln, haben so viel mehr Kunden die Gelegenheit, das Gebäude vorher zu sehen und zu »begreifen«. Dies ist viel eindrucksvoller, als ein Gebäude nur auf dem Papier oder am Bildschirm eines Computers zu präsentieren (siehe Abbildung 1.3).

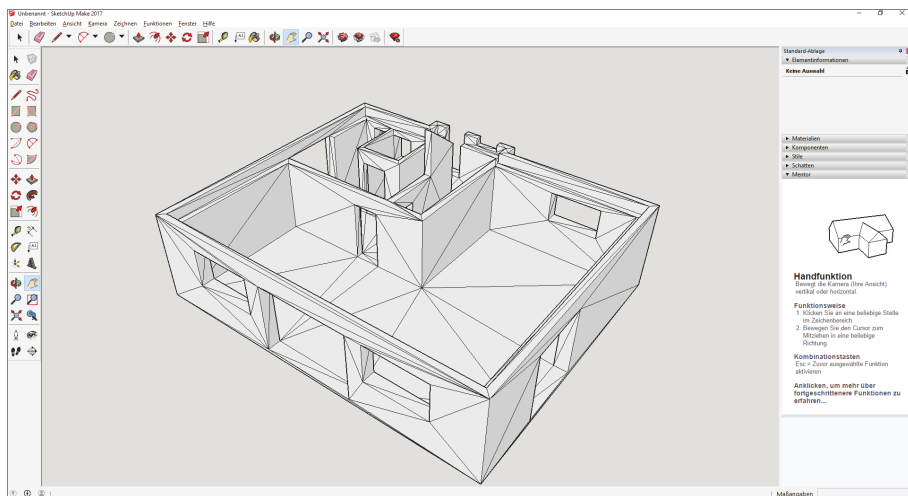


Abb. 1.3: Haus im CAD-Programm SketchUp

Abbildung 1.4 zeigt, wie das im CAD-Programm SketchUp geplante Gebäude (Abbildung 1.3) vom 3D-Drucker Renkforce RF1000 von Conrad Electronic SE hergestellt wird.

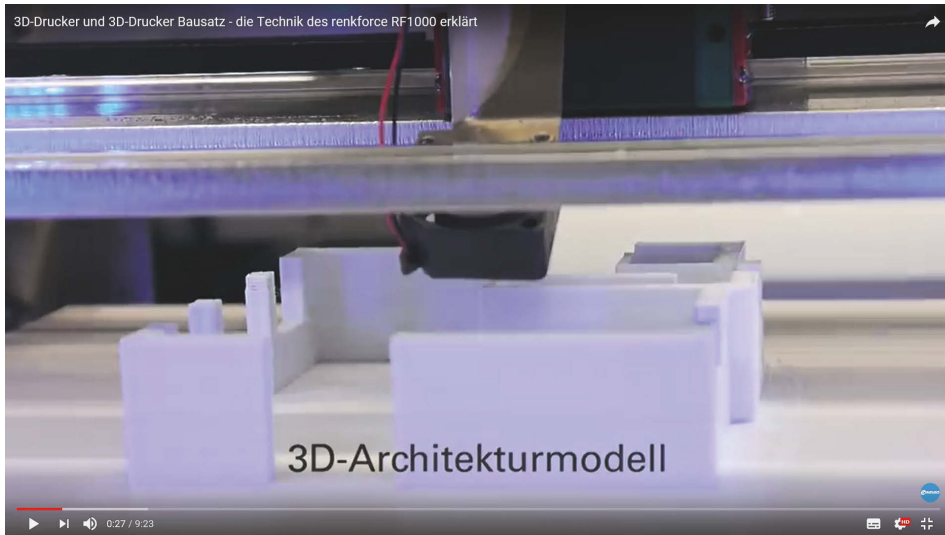


Abb. 1.4: Haus vom Renkforce RF1000 gedruckt

1.4 Textilindustrie

Das Startup-Projekt Electroloom (<https://www.kickstarter.com/projects/electroloom/electroloom-the-worlds-first-3d-fabric-printer?lang=de>) hat einen Drucker entwickelt, der Textilien drucken kann. Damit könnte es einmal möglich werden, Kleidung für den Eigengebrauch zu designen und diese auszu-drucken.



Abb. 1.5: 3D-Drucker für Kleidung

1.5 Kunst

Auch Künstler profitieren vom 3D-Druck. Es lassen sich völlig neue Konzepte entwickeln, und es sind Kunstobjekte möglich, die früher so nicht hergestellt werden konnten. Um sich einen Eindruck zu verschaffen, rufen Sie die Webseite von MyMiniFactory (<https://www.mymini-factory.com/de/>) auf und geben als Suchbegriff »Art« ein. Klicken Sie dann auf ART (siehe Abbildung 1.6). MyMiniFactory ist ein Internetprojekt, wo jeder seine 3D-Modelle hochladen kann. Diese können dann von anderen Personen heruntergeladen und gedruckt werden.

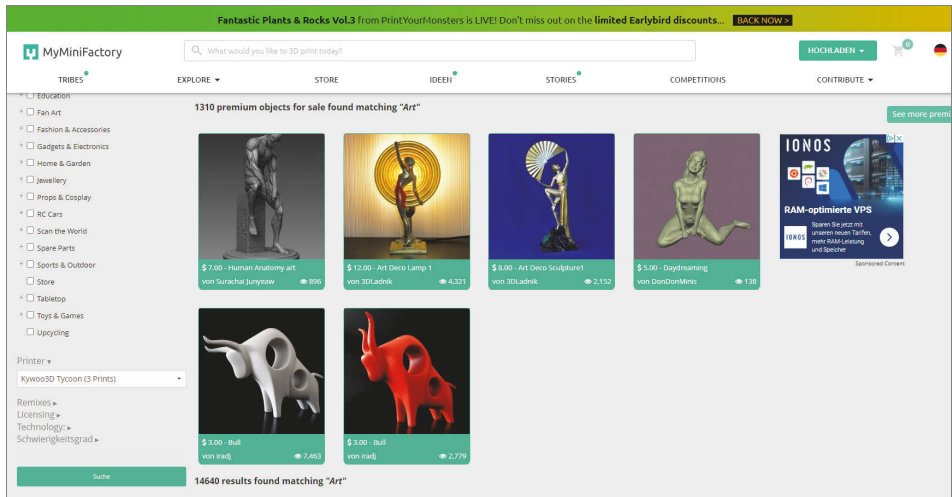


Abb. 1.6: Kunstmodelle in MyMiniFactory

1.6 Raumstation ISS

Selbst auf der Raumstation ISS befindet sich ein 3D-Drucker, wie in Abbildung 1.7 zu sehen ist. Er ist dafür gedacht, Gebrauchsgegenstände wie Werkzeuge vor Ort zu drucken.

Auf der Webseite <https://nasa3d.arc.nasa.gov/detail/iss-tools> hat die NASA 3D-Modelle für Gegenstände veröffentlicht, die bereits auf der ISS ausgedruckt wurden. Natürlich hat dies eine Menge Vorteile. Es ist nur notwendig, mit Raketen den Kunststoff auf die ISS zu bringen. Wenn ein Gegenstand schnell benötigt wird, braucht man nicht auf die nächste Rakete zu warten, sondern druckt ihn sofort aus.



Abb. 1.7: 3D-Drucker auf der ISS

Der 3D-Drucker

Sie tragen sich mit der Idee, einen 3D-Drucker zu kaufen oder Sie haben sich den Drucker bereits gekauft. In diesem Kapitel stelle ich Kriterien vor, die für den Kauf eines 3D-Druckers relevant sind. Dazu wird der Drucker von der Technik her erklärt. Sie lernen Ihren Drucker so besser kennen. Sie erfahren außerdem, wie man den Drucker am besten aufstellt und was man für die eigene Sicherheit beachten muss.

2.1 Der 3D-Drucker, der zu Ihnen passt

Schauen wir uns zunächst die Funktionsweise von 3D-Druckern an, damit Sie beurteilen können, welchen Drucker Sie sich anschaffen sollten. Dazu gebe ich in Abschnitt 2.1.3 auch eine Kaufberatung.

Ein 3D-Drucker ist im Prinzip ein hochpräzise arbeitender Roboter. Er besteht aus akkurat gearbeiteten Komponenten, die in einer komplexen Art und Weise zusammenarbeiten. Im Rahmen der 3D-Modellierung hat sich der Standard herausgebildet, die Achsen des Druckers mit X (links und rechts), Y (vor und zurück) und Z (hoch und runter) zu benennen und zwar sowohl in den 3D-Modellierprogrammen als auch bei den Hardware-Druckern. Die X- und Y-Achse sind die Achsen in der Ebene, von denen die Z-Achse senkrecht nach oben führt. Und in diesen drei Raumachsen muss der Drucker seine Komponenten und damit das 3D-Objekt, was er druckt, bewegen können.

2.1.1 Funktionsweise eines FDM-Druckers

FDM heißt ausgeschrieben »Fused Deposition Modelling«, ins Deutsche übersetzt etwa »Schmelzschichtverfahren«. Auch gebräuchlich ist, dieses Verfahren als *FFF* zu bezeichnen, also »Fused Filament Fabrication«. Ein solcher Drucker – und bei den meisten Hobbydruckern handelt es sich um einen solchen – druckt ein 3D-Modell, indem er es mit flüssigem Kunststoff Schicht für Schicht aufbaut. Den schichtweisen Aufbau der Objekte können Sie gut in Abbildung 2.1 sehen. Achten Sie auf die Verschlussklappe des Teleskops.



Abb. 2.1: Das Hubble-Weltraumteleskop als 3D-Objekt

Der *Extruder* (die Druckdüse inkl. Heizelemente), der das 3D-Modell ausdruckt, muss in den drei räumlichen Achsen (X, Y und Z) bewegt werden können. Es haben sich dazu verschiedene Techniken herausgebildet, von denen ich im Folgenden einige beschreibe.

Zum einen kann ein Drucker so vorgehen, dass er den Druckkopf am oberen Ende des Druckers in die X- und Y-Richtung bewegt und das Druckbett beim Druck langsam absenkt (Z-Richtung, beispielsweise Ultimaker 2+). Der *Material Feeder* (der Teil des Druckers, der für den Transport des Filaments zuständig ist) ist bei den verschiedenen 3D-Druckern an unterschiedlichen Stellen angebracht. Beim den Ultimaker-Druckern ist der Material Feeder auf der Rückseite des Druckers vor dem Führungsschlauch anmontiert. Das hat den Vorteil, dass der Druckkopf eine relativ geringe Masse hat und daher sehr schnell bewegt werden kann. Diese Drucker können sehr schnell drucken.

Weiterhin sind Drucker auf dem Markt, bei denen der Druckkopf nur in die Y-Richtung bewegt wird und das Druckbett in die X- sowie in die Z-Richtung (beispielsweise Renkforce RF 2000). Beim Renkforce RF 2000 sind die Material Feeder direkt über dem Druckkopf angebracht. Das hat den Vorteil, dass es so gut wie kein Spiel des Filaments zwischen Material Feeder und Extruder gibt. Der Drucker kann sehr akkurat drucken.

Darüber hinaus gibt es auch Konstruktionen, bei denen sich das Druckbett unten befindet und nur in die Y-Richtung (vor und zurück) bewegt wird, der Druckkopf sich aber in die X- (links und rechts) und Z-Richtung (nach oben) bewegt (beispielsweise STARTT). Beim STARTT-Drucker ist der Material Feeder, wie beim Ultimaker, vor dem Führungsschlauch angebracht. Das hat wieder den Vorteil einer höheren Geschwindigkeit. Es sind auch noch andere Konstruktionen auf dem Markt.

Hinweis

Ich selbst besitze immer noch einen Renkforce RF 1000. Der begleitet mich nun schon seit vier Jahren und tut immer noch präzise seinen Dienst. Er wurde mittlerweile durch neuere Modelle abgelöst. Ich verwende ihn aber in meinem Buch teilweise als Beispiel, da durch seine offene Konstruktion die verschiedenen Bauteile sehr gut zu sehen sind. Neuere 3D-Drucker sind zumeist kompakter gebaut, mit einem geschlossenen Gehäuse.

Gedruckt wird immer durch ein Zusammenspiel der Ansteuerung der X-, Y- und Z-Motoren sowie des Material Feeders. Der Material Feeder bewegt das *Filament* (der Kunststoff, mit dem gedruckt wird) vor und zurück. Vor, wenn der Drucker flüssiges Filament aufträgt, und zurück, wenn die Druckdüse ihre Position verändert, damit das Material keine Fäden zieht.

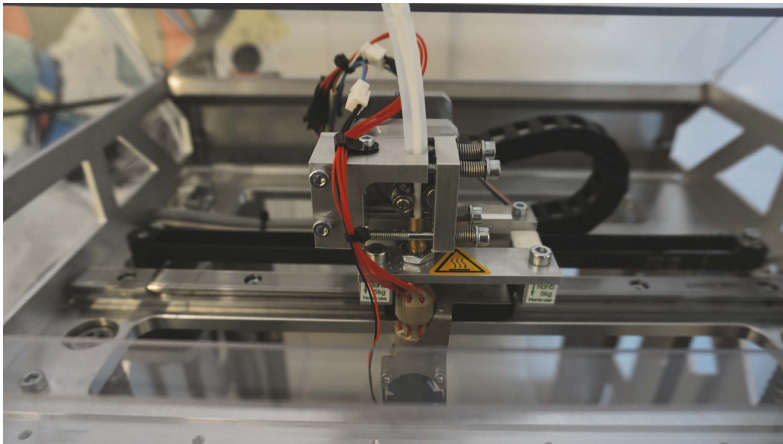


Abb. 2.2: Der Material Feeder des RF 1000

Der Material Feeder (siehe Abbildung 2.2) besteht aus einer mit einem Motor betriebenen Achse sowie einer Andruckrolle. Zwischen diesen beiden wird das Filament befördert. Da entweder die Achse oder die Andruckrolle ein Profil hat, um das Filament präzise befördern zu können, kommt es nach häufigem Druck zu einem Abrieb des Filaments. Dann befinden sich überall im Material Feeder kleine Filament-Späne. Dies kann dazu führen, dass das Filament nicht mehr ordnungsgemäß transportiert wird. Es ist daher erforderlich, ab und zu den Material Feeder zu säubern. Das geht mit einem kleinen Malpinsel am besten. Tun Sie das aber bitte nicht während des Drucks, da dann die Härchen des Pinsels in den Feeder gelangen können. Sie müssen in einem solchen Falle den Druck sofort abbrechen.

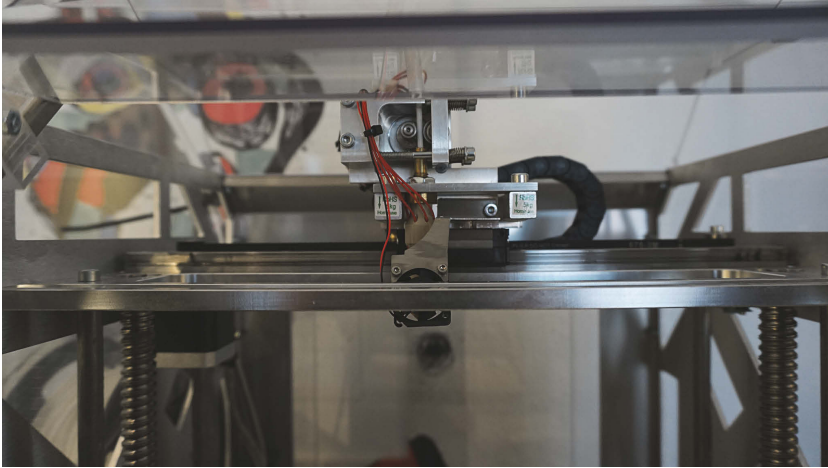


Abb. 2.3: Druckkopf des RF 1000 in einer seitlichen Ansicht



Abb. 2.4: Die Druckdüse (Extruder) des RF 1000

Der *Druckkopf* (siehe Abbildung 2.3) besteht aus einem Wagen, der von einem oder zwei Motoren in die verschiedenen Raumachsen bewegt wird und einem *Extruder*, der Druckdüse (siehe Abbildung 2.4) mit Heizeinrichtung. Dieser wird vor dem Druck aufgeheizt, dadurch wird in seinem Inneren das Filament verflüssigt und durch seinen unteren Düsenausgang ausgeschieden. Der dafür nötige Druck im Extruder wird durch den Material Feeder erzeugt. Es gibt Drucker, bei denen der Extruder durch ein Modell mit einem anderen Durchlassdurchmesser austauschbar ist (beispielsweise bei dem Drucker Renkforce RF 2000). Damit ist es möglich, filigraner bzw. grober zu drucken. Außerdem können Extruder für verschiedene Filament-Durchmesser ausgetauscht werden. Oft befinden sich kleine