

**Einleitung** \_\_\_\_\_ 13

**1. 3D-Druck, eine kurze Geschichte des Rapid Prototypings** \_\_\_\_\_ 17

**Kapitel 1**

1.1 Wie alles anfang \_\_\_\_\_ 17

1.2 Subtraktive und additive Fertigungsverfahren \_\_\_\_\_ 18

1.3 Vom Rapid Prototyping zum 3D-Druck für jedermann \_\_\_\_\_ 20

**2. 3D-Druck, wie funktioniert das?** \_\_\_\_\_ 25

**Kapitel 2**

2.1 Die computergesteuerte Heißklebepistole oder der FDM-Druck \_\_\_\_\_ 25

2.2 Von der Idee zum Modell \_\_\_\_\_ 28

2.2.1 CAD-Software \_\_\_\_\_ 30

2.2.2 Slicing-Software \_\_\_\_\_ 33

2.2.3 Jetzt zum 3D-Drucker \_\_\_\_\_ 35

2.3 FDM-Druck farbig \_\_\_\_\_ 39

2.4 FDM-Druck mit Kohlefasern verstärkt \_\_\_\_\_ 42

**3. Weitere 3D-Druck-Verfahren** \_\_\_\_\_ 43

**Kapitel 3**

3.1 Stereolithografie, der Klassiker \_\_\_\_\_ 43

3.2 Digital Light Processing \_\_\_\_\_ 47

3.3 LCD-Druck \_\_\_\_\_ 49

3.4 PolyJet bzw. MultiJet Modeling \_\_\_\_\_ 50

3.5 Pulverdruckverfahren \_\_\_\_\_ 53

3.6 SLS- und Metalldruck \_\_\_\_\_ 56

3.7 Laminated Object Manufacturing und Selective Deposition Lamination \_\_\_\_\_ 60

**Kapitel  
4**

**4. Welcher Drucker für welchen Zweck? \_\_\_\_\_ 63**

- 4.1 Welche Art von Produkten soll gedruckt werden? \_\_\_\_\_ 63
- 4.2 Welche Materialanforderungen werden gestellt? \_\_\_\_\_ 67
- 4.3 Stärken und Schwächen der Drucktechnologien\_\_ 68
- 4.4 Kosten der Drucktechnologien\_\_\_\_\_ 70

**Kapitel  
5**

**5. Moderne Produktentwicklung mit 3D-Druck und KI \_\_\_\_\_ 71**

- 5.1 Änderungen bei der Produktentwicklung \_\_\_\_\_ 71
- 5.2 Time to Market mit 3D-Druck reduzieren \_\_\_\_\_ 73
- 5.3 Stückkosten und Stückzahlen \_\_\_\_\_ 74
- 5.4 Künstliche Intelligenz und 3D-Druck\_\_\_\_\_ 75
  - 5.4.1 Designoptimierung durch KI: generatives Design \_\_\_\_\_ 75
  - 5.4.2 Optimierung des 3D-Drucks \_\_\_\_\_ 78

**Kapitel  
6**

**6. 3D-Drucker: Hersteller und Geräte \_\_\_\_\_ 79**

- 6.1 FDM-Drucker \_\_\_\_\_ 79
  - 6.1.1 AnkerMake \_\_\_\_\_ 82
  - 6.1.2 Anycubic \_\_\_\_\_ 83
  - 6.1.3 Bambu Lab \_\_\_\_\_ 84
  - 6.1.4 Creality \_\_\_\_\_ 86
  - 6.1.5 Flashforge \_\_\_\_\_ 87
  - 6.1.6 Prusa \_\_\_\_\_ 88
  - 6.1.7 Renkforce \_\_\_\_\_ 89
  - 6.1.8 Snapmaker \_\_\_\_\_ 89
  - 6.1.9 UltiMaker \_\_\_\_\_ 90
  - 6.1.10 XYZprinting \_\_\_\_\_ 91
- 6.2 Resin-Drucker \_\_\_\_\_ 92
  - 6.2.1 SLA-Drucker von Formlabs \_\_\_\_\_ 93
  - 6.2.2 Digital-Light-Processing-Drucker \_\_\_\_\_ 94
  - 6.2.3 LCD-Drucker \_\_\_\_\_ 95

<b>7. Software für die 3D-Modellierung</b>	<b>99</b>
7.1 Arbeitsweisen in CAD-Programmen	99
7.2 Kostenlose Programme	101
7.3 Die preisgünstigen CAD-Programme	106
7.4 CAD-Profi-Programme	111

**Kapitel  
7**

<b>8. Software für die Datenaufbereitung und Druckersteuerung</b>	<b>115</b>
8.1 Viewer-Programme	115
8.2 Konvertierungsprogramme	118
8.3 Programme zur Druckersteuerung	122
8.4 Reparatur von STL-Dateien	127
8.5 Bearbeitung und Verfremdung von STL-Dateien	128

**Kapitel  
8**

<b>9. 3D-Modelle aus dem Internet</b>	<b>131</b>
9.1 Onlineportale für Bastler und Technikfans	131
9.2 Suchmaschinen für 3D-Objekte	141
9.3 Onlineportale für 3D-Konstruktionsdaten	142
9.4 Onlineportale für Bildung und Forschung	145

**Kapitel  
9**

<b>10. Materialien für den 3D-Druck</b>	<b>153</b>
10.1 Filament, das Material für den FDM-Druck	153
10.2 Standard-Filamente	155
10.2.1 PLA (Poly Lactic Acid)	155
10.2.2 ABS (Acrylnitril-Butadien-Styrol)	156
10.2.3 PETG	157
10.2.4 ASA	157
10.2.5 PC	158
10.2.6 Nylon	159
10.2.7 PET	159
10.2.8 NinjaFlex	160
10.2.9 HDglass	161

**Kapitel  
10**

10.2.10	FilaFlex	162
10.2.11	MoldLAY	163
10.2.12	Recycling-Filament	164
<b>10.3</b>	<b>Filamente für Stützmaterial</b>	<b>164</b>
10.3.1	PVA, wasserlöslich	164
10.3.2	HIPS als Druck- und Stützmaterial	165
10.3.3	PolySupport: mechanisch leicht entfernbares Stützmaterial	166
<b>10.4</b>	<b>Filamente mit Beimischungen</b>	<b>166</b>
<b>10.5</b>	<b>Spezial-Filamente</b>	<b>169</b>
10.5.1	Materialien für High-End-Drucker	170
<b>10.6</b>	<b>Resin, das Material für SLA- und DLP-Drucker</b>	<b>171</b>
<b>10.7</b>	<b>Materialien für PolyJet- bzw. MJM-Drucker</b>	<b>172</b>

## Kapitel 11

<b>11.</b>	<b>Selbst modellieren mit CAD</b>	<b>175</b>
11.1	Der Einstieg mit TinkerCAD	175
11.1.1	Der erste Start und die Bedienung von TinkerCAD	175
11.1.2	Einen Schlüsselanhänger modellieren	181
11.1.3	Eigene Bauteile erstellen	197
11.1.4	STL-Dateien in TinkerCAD	199
11.2	Mehr CAD mit FreeCAD	201
11.2.1	Der Start und die Grundeinstellungen	202
11.2.2	Den Schlüsselanhänger in FreeCAD modellieren	206
11.2.3	Eine Schachfigur modellieren: der Turm	219
11.3	Modellieren mit Fusion 360	228
11.3.1	Programmoberfläche und Navigation	230
11.3.2	Noch eine Schachfigur, der Springer	233
11.3.3	Modellieren in 3D	253
11.3.4	Änderungen am Modell, aus Springer mach Turm	265
11.3.5	Das Dreirad – aus Bauteilen eine Baugruppe montieren	271

**12. Datenaufbereitung für den 3D-Druck \_\_\_\_\_ 285**

**Kapitel  
12**

**12.1 Drucken mit Cura \_\_\_\_\_ 286**

- 12.1.1 Objekt einrichten im Vorbereiten-Modus \_\_\_\_\_ 288
- 12.1.2 Vorschau des Druckvorgangs \_\_\_\_\_ 293
- 12.1.3 Überwachen-Modus \_\_\_\_\_ 294
- 12.1.4 Cura-Einstellungen \_\_\_\_\_ 294

**12.2 Weitere Slicer-Programme \_\_\_\_\_ 295**

- 12.2.1 Bambu Studio \_\_\_\_\_ 295
- 12.2.2 PrusaSlicer \_\_\_\_\_ 295
- 12.2.3 FlashPrint \_\_\_\_\_ 296
- 12.2.4 Simplify3D \_\_\_\_\_ 297

**13. 3D-Druck in der Praxis: Tipps und Tricks \_\_\_\_ 299**

**Kapitel  
13**

**13.1 Optimierung der Druckqualität bei FDM-Druckern \_\_\_\_\_ 299**

**13.2 Parameter in der Slicer-Software optimieren \_\_\_\_\_ 306**

**13.3 Tipps für Fortgeschrittene \_\_\_\_\_ 318**

- 13.3.1 Funktionsteile für maximale Belastung \_\_\_\_\_ 318
- 13.3.2 Objekte mit glatter Oberfläche \_\_\_\_\_ 323
- 13.3.3 Druck von Objekten mit kleinteiligen Bereichen und dünnwandigen Stellen \_\_ 325
- 13.3.4 Druck mit maximaler Geschwindigkeit \_\_ 328

**13.4 Troubleshooting \_\_\_\_\_ 330**

**13.5 Modellierungstipps für den 3D-Druck \_\_\_\_\_ 335**

- 13.5.1 Optimierung beim Stützmaterial \_\_\_\_\_ 336
- 13.5.2 Wandstärken \_\_\_\_\_ 338
- 13.5.3 Bridging \_\_\_\_\_ 340
- 13.5.4 Masseansammlungen \_\_\_\_\_ 341
- 13.5.5 Runde Übergänge sowie Ecken- und Kantenabstumpfung \_\_\_\_\_ 341
- 13.5.6 Massive Innenbereiche \_\_\_\_\_ 342
- 13.5.7 Elefantenfüße \_\_\_\_\_ 342

13.5.8	Bohrungen, Gewinde und Verschraubungen _____	343
13.5.9	Bauteiloptimierung für Profis: die Formoptimierung _____	346

**Kapitel 14**

<b>14.</b>	<b>3D-Scannen _____</b>	<b>349</b>
14.1	3D-Modelle aus einer Fotoserie berechnen _____	350
14.2	Scannen mit 3D-Tiefensensoren _____	354
14.3	3D-Drucker, die auch scannen können _____	358
14.4	Scannen mit strukturiertem Licht _____	359
14.4.1	CR-Scan Lizard _____	359
14.4.2	Shining 3D _____	360
14.4.3	Scan in a Box von Open Technologies ____	361
14.4.4	Revopoint für Hobby und Profis _____	362
14.4.5	NEO von RangeVision _____	363
14.4.6	Matter and Form V2 _____	364
14.5	Die High-End-Scanner-Lösungen _____	365
14.5.1	Artec-Scanner mit strukturiertem Licht _	365
14.5.2	Scanner-Software von 3D Systems _____	367
14.5.3	FARO: Profis in 3D-Messtechnik _____	368
14.5.4	Leica – der Name steht nicht nur für Kameras _____	369
14.6	Körperscanner _____	370

**Kapitel 15**

<b>15.</b>	<b>3D-Druck außer Haus _____</b>	<b>373</b>
15.1	Der 3D-Printshop um die Ecke _____	373
15.2	FabLabs _____	373
15.3	Stadtbibliotheken _____	374
15.4	Medienzentren _____	375
15.5	Der 3D-Printshop im Internet _____	375
15.5.1	3D-Druck-Dienstleister _____	376
15.5.2	Drucken irgendwo, Produzenten online _	376

15.5.3	Weitere Profis als Dienstleister _____	379
15.5.4	Dienstleister für Spezialanwendungen __	380
15.6	Das 3D-Selfie _____	381
<b>16.</b>	<b>3D-Druck: was heute schon geht und was kommen wird _____</b>	<b>383</b>
16.1	Architektur und Bauwesen _____	383
16.2	Automobil und Fahrzeugbau _____	387
16.3	Produktion _____	390
16.4	Luft- und Raumfahrttechnik _____	393
16.5	Denkmalpflege und Archäologie _____	395
16.6	Einrichtungsobjekte und Möbel _____	397
16.7	Kriminalistik _____	398
16.8	Lebensmittel _____	398
16.9	Medizin, Reha-Produkte und Brillen _____	400
16.10	Dentaltechnik _____	403
16.11	Mode und Bekleidung _____	403
16.12	Sport und Freizeit _____	405
<b>Index</b>	_____	<b>409</b>

**Kapitel  
16**

## 9. 3D-Modelle aus dem Internet

### Kapitel 9

Nicht alles muss man selbst modellieren. Im Internet gibt es jede Menge für den Download. Man findet alles, von mehr oder weniger dekorativen Figuren über Spielzeug bis zu Funktionsmodellen und allem möglichen Kleinkram. Es gibt aber auch interessante Modelle für Lehrer, die im Unterricht in Biologie, Kunst, Geografie oder Geschichte einsetzbar sind, an deren Originale Sie nie kommen würden.

Für technische Anwendungen und für die Konstruktion gibt es Norm- und Kaufteile wie Schrauben, Muttern, Griffe, Rollen und vieles mehr in gemeinsamen Portalen der Hersteller. Außerdem stellen viele Hersteller auf ihren Websites die CAD-Daten ihrer Produkte zur Verfügung. Und das alles in den unterschiedlichsten CAD-Dateiformaten, sodass jeder Konstrukteur für sein CAD-Programm etwas findet. Auf den populären Seiten finden Sie Objekte meist im STL-Format, das Sie direkt zum Drucken verwenden können. Bei den meisten Portalen ist eine Registrierung erforderlich, die Sie aber zu nichts verpflichtet.

Sie sollten aber beachten, dass das Gefundene nicht zur freien Verfügung steht. Irgendjemand hat sich die Mühe gemacht, es zu modellieren oder abzuscannen und zu bearbeiten. Wenn Sie das als Ihr Werk ausgeben, verstoßen Sie unter Umständen gegen Urheberrechte, insbesondere dann, wenn Sie solche Objekte verkaufen. Und noch eine Anmerkung: Viele dieser Portale funktionieren nicht nur in eine Richtung. Sie leben davon, dass auch Modelle eingestellt werden. Wenn Sie also interessante eigene Kreationen erstellt haben, dürfen Sie diese auch gern anderen zur Verfügung stellen. In diesem Kapitel erhalten Sie einen Überblick, wo was zu bekommen ist und welche Formate dort zum Download bereitstehen.

### 9.1 Onlineportale für Bastler und Technikfans

Auf den unterschiedlichsten Portalen finden Sie alles, was der 3D-Viel-drucker braucht, Nützliches und weniger Nützliches, Banales und Faszinierendes, Schönes und Kitschiges und noch vieles mehr. Jedes Portal legt einen eigenen Schwerpunkt, auf bestimmte Branchen oder auf Dateien für bestimmte Programme. Manche Portale werden von 3D-Drucker-Herstellern betrieben, andere wiederum von einer Community.

**3D Warehouse:** Gebäude, Traumhäuser, Autos, Flugzeuge, Einrichtungsgegenstände, Brücken und vieles mehr gibt es dort im SketchUp-Format. So toll die Objekte auch aussehen mögen, oft sind sie nicht druckbar.

Sie haben entweder Modellierungsfehler oder es sind an manchen Stellen nur Bitmaps. Das *3D Warehouse* kann auch anderweitig interessant sein. Haben Sie Ihre Wohnung oder Ihr Haus digital erfasst, können Sie es aus dem Katalog von Möbelherstellern, beispielsweise vom schwedischen Möbelhaus Ikea, möblieren (siehe Abbildung 9.1), der ebenfalls im *SketchUp 3D Warehouse* zu finden ist. Das Billy-Regal zu drucken, scheidet schon vom Preis her aus, ganz zu schweigen vom erforderlichen Bau-raum des Druckers. Fazit: für den 3D-Druck nicht immer geeignet, aber vielleicht zur Visualisierung Ihrer Wohnung.

Abbildung 9.1:  
Modell zum Down-  
load bereit im 3D  
Warehouse.  
(Screenshot: WeSo in  
3D Warehouse)

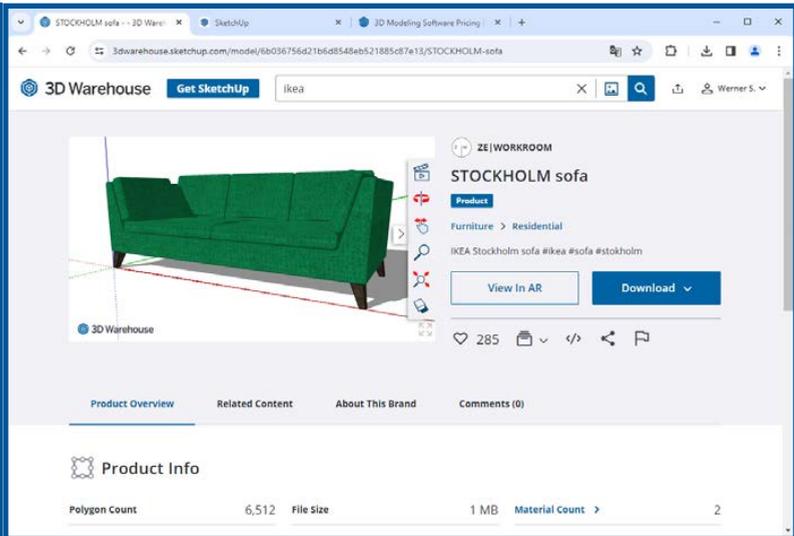
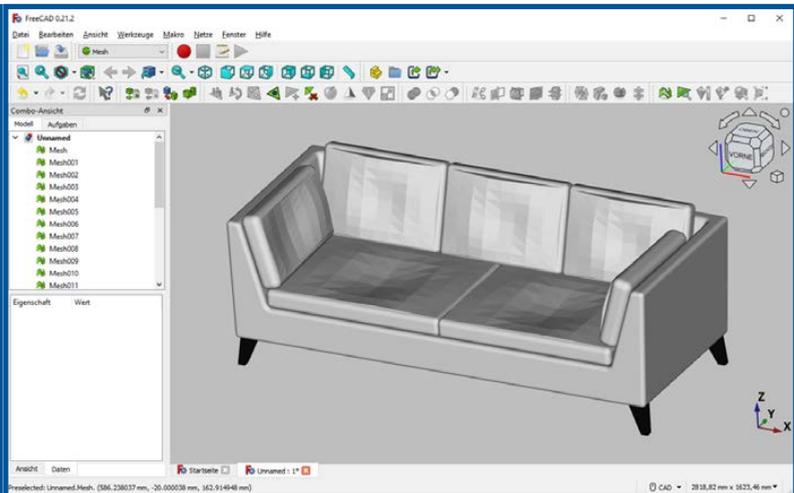


Abbildung 9.2:  
Das Sofa in  
FreeCAD.  
(Screenshot:  
WeSo in FreeCAD)



Die Modelle lassen sich nur im SketchUp- oder Collada-Format herunterladen. Das Problem lässt sich lösen. Dateien im SketchUp-Format lassen sich in der kostenlosen Browser-Version von SketchUp öffnen und danach als STL-Datei herunterladen. Das Collada-Format lässt sich beispielsweise in FreeCAD öffnen (siehe Abbildung 9.2) und dort dann als STL-Datei exportieren.

Adresse: <https://3dwarehouse.sketchup.com>

Format: \*.skp

An dieser Stelle soll einmal das prinzipielle Vorgehen beim Download von Dateien aus den Portalen aufgezeigt werden:

- 1 Auswahl des Modells im Portal und Download im gewünschten Format. Falls das STL-Format verfügbar ist, machen Sie direkt weiter mit Schritt 3.
- 2 Übernahme der Datei in ein passendes Programm zur Migration sowie zum Export im STL-Format oder in ein Format, das der verwendete Slicer übernehmen kann.
- 3 Import in den Slicer und ausrichten, drehen und skalieren, dass es gedruckt werden kann.

**3DSky:** Noch mehr Möbelsymbole, Gartenobjekte, Außenanlagen, Fahrzeuge und mehr bietet 3DSky. Der Vorrat an ca. 90.000 kostenlosen und deutlich mehr kostenpflichtigen 3D-Modellen ist eher für Architektur-Renderings als für den 3D-Druck geeignet.

Adresse: <https://3dsky.org>

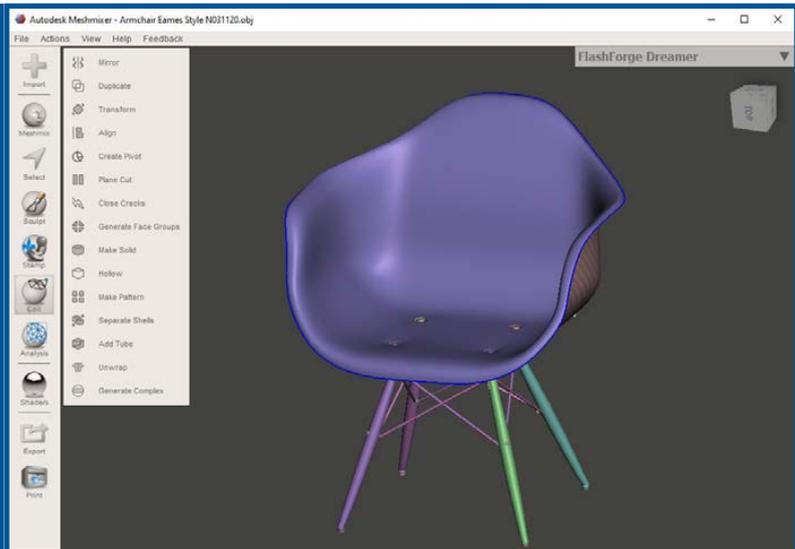
Format: je nach Modell verschiedene Formate

**Archibase:** Bibliothek mit Hunderten von Möbelsymbolen, Häusern, Außenanlagen etc. Leider liegen die meisten im 3DS-Format (\*.3ds) vor, oft auch im Objekt-Format (\*.obj). Macht aber nichts, die meisten Slicer verstehen das OBJ-Format. FreeCAD oder Meshmixer können OBJ-Dateien importieren. Die Modelle sind kostenlos und sehr detailliert ausgeführt. Leider sind die Modelle nicht immer direkt druckbar, da es sich um reine Flächenmodelle handelt. Abbildung 9.3 zeigt einen bekannten Stuhl von Eames, der aus Archibase heruntergeladen und in Meshmixer zur weiteren Bearbeitung übernommen wurde.

Adresse: <http://archibase.co>

Formate: \*.3ds, \*.obj

Abbildung 9.3:  
Aus Archibase  
heruntergeladen  
und zur Bearbeitung  
in Meshmixer  
geladen.  
(Screenshot: WeSo in  
Meshmixer)

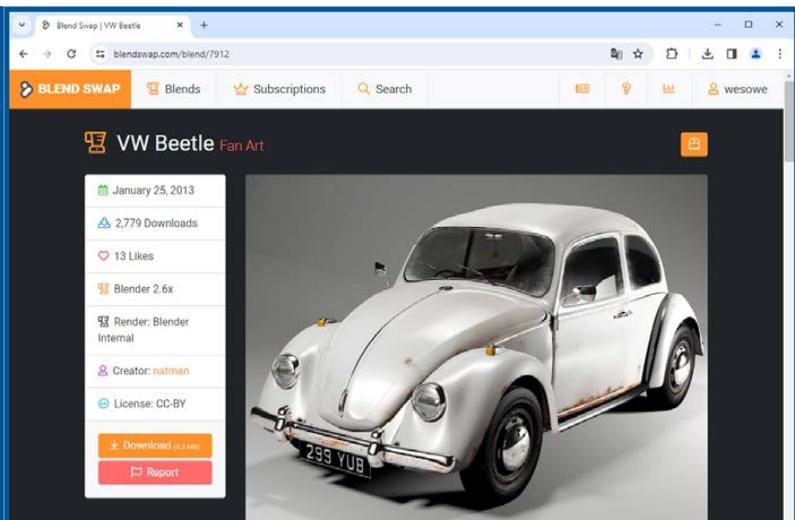


**Blend Swap:** Eine Plattform, über die 3D-Designer ihre Blender-Modelle, Materialien, Render-Setups und Animationen aus Blender austauschen. Über 25.000 Modelle stehen zum Download bereit. Die Nutzung ist kostenlos, eine Spende wird gern angenommen. Die Dateien bekommen Sie nur im Blender-eigenen Format. Sie müssen bei Bedarf Blender installieren, um ein druckbares Format zu bekommen. Kein anderes Programm kann Blender-Dateien importieren.

Adresse: [www.blendswap.com](http://www.blendswap.com)

Format: \*.blend

Abbildung 9.4:  
VW Käfer  
in Blend Swap.  
(Bild: BlendSwap)



**Cults3D:** Ein Portal, das neben allem möglichen Krimskrams aus den üblichen Kategorien Kunst, Mode, Schmuck, Haushalt, Spiel, Werkzeuge etc. auch ganz nützliche Dinge enthält, etwa Anschauungsmodelle für den Unterricht oder interessante Objekte für Bastler. Viel ist frei downloadbar, größere Modelle sind kostenpflichtig wie beispielsweise der Roboterarm in Abbildung 9.5.

Adresse: [www.cults3d.com](http://www.cults3d.com)

Format: \*.stl

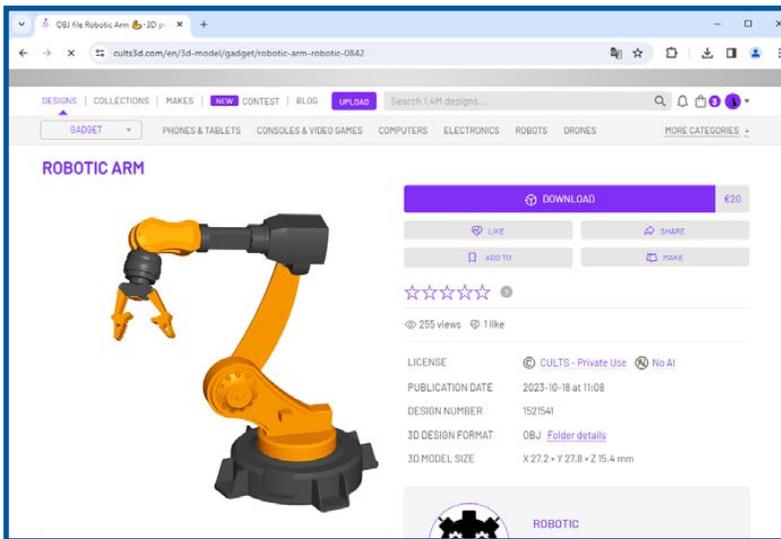


Abbildung 9.5:  
Roboterarm  
in Cults3D.  
(Bild: Cults3D)

**Free3D:** Der Name dieses Portals ist etwas irreführend, denn es sind dort mehr kostenpflichtige als kostenlose Modelle zu finden. Aber es gibt auch interessante Modelle zum freien Download in den unterschiedlichsten Kategorien. Leider sind die Modelle, wie in manchen anderen Portalen auch, nicht immer druckbar. Es sind oft reine Flächenmodelle.

Adresse: [www.free3d.com](http://www.free3d.com)

Format: je nach Modell verschiedene Formate

**GrabCAD:** Laut Aussage des Betreibers eines der größten Portale für Designer, Ingenieure, Fertiger und Studenten. Tatsächlich finden Sie dort in großer Zahl realistische Modelle mechanischer Bauelemente genauso wie Auto- und Flugzeugmodelle, aber auch Gebrauchsgegenstände und dekorative Objekte. An Formaten finden Sie fast alle gängigen CAD-Systeme, allerdings nicht jedes Modell in allen Formaten. Das STL-Format gibt es fast immer, sodass das Drucken meistens möglich ist. Außerdem gibt es dort eine große Anzahl an Tutorials für verschiedene CAD-Programme.

Meist aber nur für kommerzielle Software wie SolidWorks, Inventor oder CATIA.

Adresse: <https://grabcad.com/library>

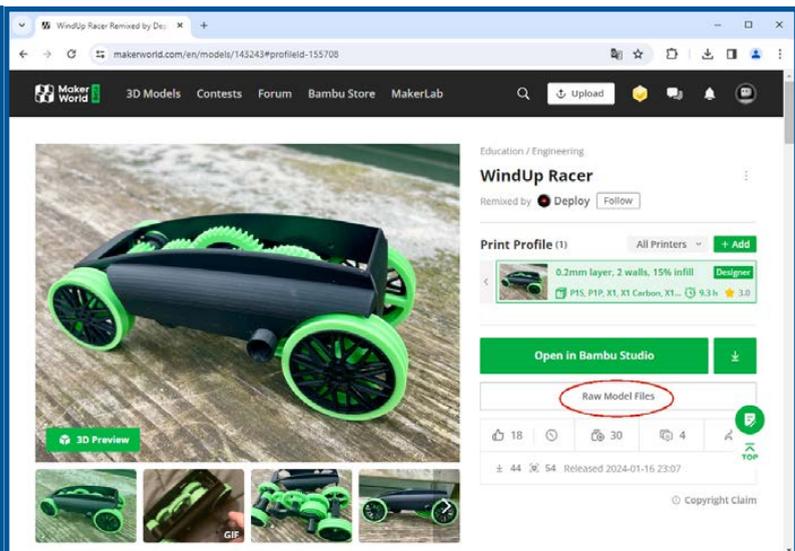
Formate: \*.stl/ und je nach Modell in verschiedenen CAD-Formaten

**MakerWorld:** Der chinesische Druckerhersteller Bambu Lab betreibt dieses Portal. Durch die rasche Verbreitung der Drucker dieses Herstellers ist das Portal, das erst 2023 gegründet wurde, schon gut bestückt. Wie in vielen anderen Portalen finden Sie auch hier Objekte aus den Bereichen Kunst, Unterricht, Mode, Haushalt usw. Die Objekte können für Bambu-Lab-Drucker im Format \*.3mf heruntergeladen werden. Den Download von STL-Dateien starten Sie mit der Schaltfläche *Raw Model Files* (siehe Abbildung 9.6). Ist das nicht möglich, kann die Datei im Slicer *Bambu Studio*, dem Freeware-Slicer für Bambu-Lab-Drucker, in eine STL-Datei umgewandelt werden. Das Programm kann auf der gleichen Seite heruntergeladen werden.

Adresse: <https://bambulab.com/de-de> oder <https://makerworld.com/>

Format: \*.3mf und \*.stl

Abbildung 9.6:  
Modell in  
MakerWorld.  
(Bild: MakerWorld)



**MyMiniFactory:** Noch eine Plattform mit Modellen aus den üblichen Kategorien. Hier finden Sie aber durchweg alles zum kostenlosen Download. Interessante technische Objekte für die Aus- und Weiterbildung (siehe Abbildung 9.7) sowie Kunstgegenstände aus aller Welt. Aber auch Ersatzteile finden Sie dort, den verlorenen Objektivdeckel der Kamera, die

Batterieabdeckung der Fernbedienung oder den Bedienschalter an der Waschmaschine. Alles kann ohne Registrierung heruntergeladen werden. Weiter unten in diesem Kapitel wird in einem anderen Zusammenhang noch einmal auf diese Plattform eingegangen.

Adresse: [www.myminifactory.com](http://www.myminifactory.com)

Format: \*.stl

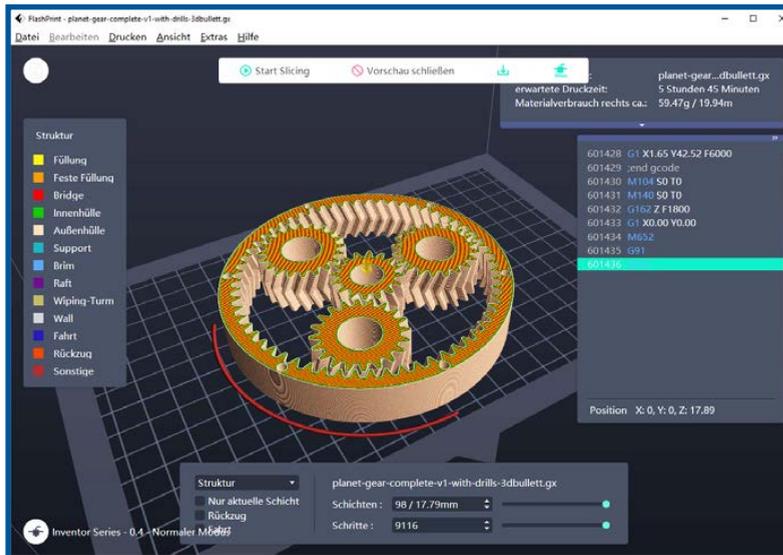


Abbildung 9.7: Planetengetriebe aus MyMiniFactory fertig zum Ausdrucken in Flash-Print. (Screenshot: WeSo in FlashPrint)

**Pinshape:** In diesem Portal werden qualitativ gute 3D-Designs zur Verfügung gestellt. Es wurde als Tauschbörse konzipiert und 2016 von Formlabs übernommen. Es enthält kostenlose und kostenpflichtige 3D-Modelle. Maker und Hobbybastler können ihre eigenen Entwicklungen zum Verkauf anbieten.

Adresse: <https://pinshape.com/>

Format: \*.stl

**Printables:** Der bekannte Drucker-Hersteller *Prusa* betreibt seit 2019 eine eigene Plattform für 3D-Modelle. User können eigene Modelle hochladen oder bestehende bearbeiten. Zum Download gibt es die meisten Modelle kostenlos. In einem Shop finden Sie auch kostenpflichtige Modelle.

Adresse: <https://printables.com/>

Format: \*.stl

**Sketchfab:** Ein Portal, das neben kostenfreien und kostenpflichtigen Modellen auch Informationen über 3D-Software, Partnerfirmen und

Tutorials bietet. Die Modelle können in unterschiedlichen Formaten heruntergeladen werden. Das Standardformat ist FBX, direkt druckbare STL-Dateien findet man nicht. Erforderliche Konvertierungsprogramme werden beim Download vorgeschlagen. In *Fusion 360* lassen sich FBX-Dateien als Flächenmodelle importieren und bedingt auch weiterbearbeiten.

Adresse: <https://sketchfab.com>

Format: \*.fbx und weitere unterschiedliche Formate je nach Modell

**Thingiverse:** Dieses Portal bietet wahrscheinlich die größte Auswahl an druckfertigen Objekten zum kostenlosen Download. Aber auch Uploads ihrer Objekte werden gern aufgenommen. Die Objekte sind – druckfertig aufbereitet – perfekt für den Druck auf dem FDM-Drucker. In der Kategorie *3D Printing* finden Sie nützliche Hilfsmittel für alle möglichen 3D-Drucker. Darüber finden Sie Spielzeug, Schmuck, Funktionsmodelle, Lehrmodelle, Werkzeuge, Hüllen für die meisten Handys und noch vieles mehr. Es gibt (fast) nichts, was es in *Thingiverse* nicht gibt. Abbildung 9.8 zeigt ein Lernmodell zum Übersetzungsverhältnis in *Thingiverse*, das als STL-Datei heruntergeladen und ausgedruckt wurde (siehe Abbildung 9.9). Es enthält zudem eine Reihe weiterer Zahnräder, um den Effekt zu demonstrieren. Als weiteres Beispiel sehen Sie in Abbildung 9.10 ein komplettes Reiseschachspiel mit einem Schachbrett zum Zerlegen aus Puzzleteilen.

Adresse: [www.thingiverse.com](http://www.thingiverse.com)

Format: \*.stl/ und bei diversen Modellen auch andere

Abbildung 9.8:  
Modell zur  
Demonstration  
der Übersetzung  
in Thingiverse.  
(Bild: Thingiverse)

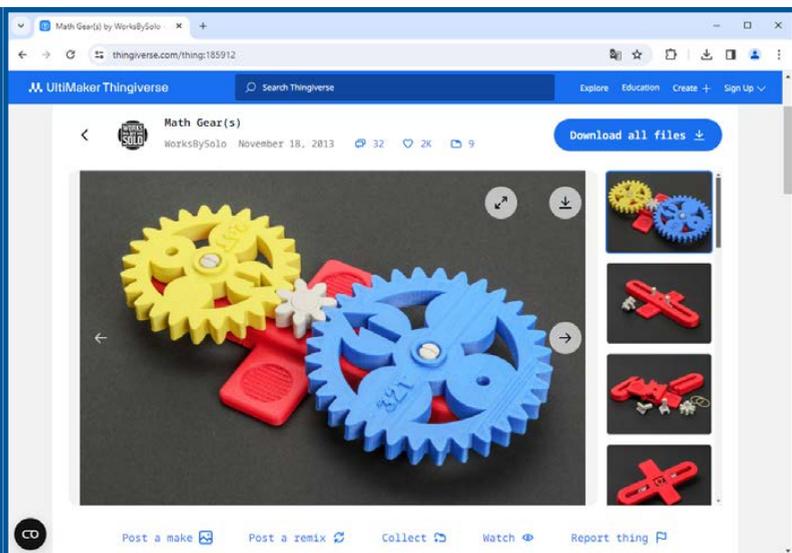




Abbildung 9.9:  
Modell aus  
Thingiverse aus-  
gedruckt auf dem  
FDM-Drucker.  
(Foto: WeSo)



Abbildung 9.10:  
Weiteres Modell  
aus Thingiverse:  
Schachspiel mit  
Schachbrett aus  
Puzzleteilen.  
(Foto: WeSo)

**Threeding:** Noch ein Portal mit Modellen im STL-Format, geordnet nach den üblichen Kategorien. Der Großteil ist kostenpflichtig, aber in der Kategorie *Free* findet man einiges an dekorativen Figuren und Modellen. Wer so etwas mag, findet es gut.

Adresse: [www.threeding.com](http://www.threeding.com)

Formate: \*.stl

**TinkerCAD:** Auf der Homepage von *TinkerCAD*, dort, wo Sie das Modellierungsprogramm für den Browser starten können (siehe Kapitel 11.1), finden Sie auch eine Bibliothek von 3D-Modellen. Die Auswahl ist eher

bescheiden, und die meisten Modelle sind eher als Kinderspielzeug geeignet, als dass sie einen praktischen Nutzen haben.

Adresse: [www.tinkercad.com/things](http://www.tinkercad.com/things)

Formate: \*.stl, \*.obj und andere

**TurboSquid:** Das Portal bietet qualitativ hochwertige Modelle an, von denen die meisten aber Geld kosten, zum Teil nicht wenig. Das können einzelne Objekte sein, aber auch komplett ausgestattete Räume. Zumeist sind es Flächenmodelle im Format von *3ds Max*, und sie lassen sich oft nicht drucken. Also nicht empfehlenswert für den 3D-Drucker.

Adresse: [www.turbosquid.com](http://www.turbosquid.com)

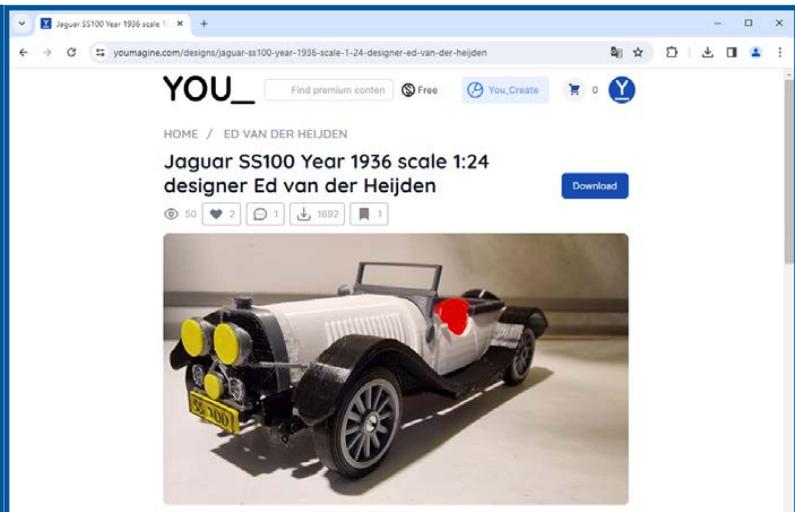
Formate: \*.obj, \*.3ds und andere

**YouMagine:** Das Portal wurde zum Austausch von 3D-Modellen gegründet. Es enthält aber auch eine Menge freie Modelle zum Download. Hier sind für den Modellbauer vor allem die realistischen Objekte interessant. Sie lassen sich mit allen Bauteilen herunterladen. Abbildung 9.11 zeigt dazu ein typisches Beispiel aus *YouMagine*.

Adresse: [www.youmagine.com](http://www.youmagine.com)

Format: \*.stl

Abbildung 9.11:  
Typisches Modell  
aus YouMagine.  
(Bild: YouMagine)



Es gibt noch eine Reihe weiterer Portale für 3D-Objekte. Die Autoren haben sich in diesem Abschnitt auf die wichtigsten beschränkt.