

Einleitung	13
1. 3D-Druck, eine kurze Geschichte des Rapid Prototypings	17
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
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	40
2.4 FDM-Druck mit Kohlefasern verstärkt	44
3. Weitere 3D-Druck-Verfahren	45
3.1 Stereolithografie, der Klassiker	45
3.2 DLP und LCD als Lichtquelle	49
3.3 PolyJet bzw. MultiJet Modeling	51
3.4 Pulverdruckverfahren	54
3.5 Selektives Lasersintern	57
3.6 Verfahren zum Druck von Metallen	59
3.7 Laminated Object Manufacturing und Selective Deposition Lamination	62

Kapitel
1

Kapitel
2

Kapitel
3

Kapitel
4

4.	Welcher Drucker für welchen Zweck? _____	65
4.1	Welche Art von Produkten soll gedruckt werden? _____	65
4.2	Welche Materialanforderungen werden gestellt? _____	69
4.3	Stärken und Schwächen der Drucktechnologien____	70
4.4	Kosten der Drucktechnologien_____	72

Kapitel
5

5.	Moderne Produktentwicklung mit 3D-Druck _____	73
5.1	Änderungen bei der Produktentwicklung _____	73
5.2	Time to Market mit 3D-Druck reduzieren _____	75
5.3	Stückkosten und Stückzahlen _____	76
5.4	Versorgung mit Ersatzteilen _____	77

Kapitel
6

6.	3D-Drucker: Hersteller und Geräte _____	79
6.1	FDM-Drucker _____	79
6.1.1	Anycubic _____	82
6.1.2	Bambu Lab _____	83
6.1.3	Creality _____	84
6.1.4	Flashforge _____	85
6.1.5	Prusa _____	86
6.1.6	Snapmaker _____	88
6.1.7	UltiMaker und MakerBot _____	89
6.2	Resin-Drucker _____	91
6.2.1	SLA- bzw. MSLA-Drucker von Formlabs____	91
6.2.2	Digital-Light-Processing-Drucker _____	93
6.2.3	LCD-Drucker _____	93
6.3	Bezugsquellen_____	95
6.4	Künstliche Intelligenz bei 3D-Druckern _____	95

7. Software für die Modellierung und KI-Unterstützung	97	Kapitel 7
7.1 Arbeitsweisen in CAD-Programmen	97	
7.2 Kostenlose Programme	99	
7.3 Die preisgünstigen CAD-Programme	104	
7.4 CAD-Profi-Programme	108	
7.5 Künstliche Intelligenz in CAD-Programmen	111	
7.5.1 Optimierung durch generatives Design	112	
7.5.2 Vorteile des generativen Designs	113	
7.5.3 Software für generatives Design	114	
8. Hilfen und Fehlersuche mit CAD	117	Kapitel 8
8.1 Viewer-Programme	117	
8.2 Konvertierungsprogramme	120	
8.3 Reparatur und Bearbeitung von STL-Dateien	123	
8.4 Verfremdung von STL-Dateien	124	
9. Download von 3D-Modellen und mit KI erzeugte Modelle	127	Kapitel 9
9.1 Onlineportale für Bastler und Technikfans	127	
9.2 Suchmaschinen für 3D-Objekte	135	
9.3 Onlineportale für 3D-Konstruktionsdaten	137	
9.4 Onlineportale für Bildung und Forschung	140	
9.5 3D-Modelle mittels KI im Internet erstellt	143	
10. Materialien für den 3D-Druck	147	Kapitel 10
10.1 Filament, das Material für den FDM-Druck	147	
10.2 Standard-Filamente	150	
10.2.1 PLA	150	
10.2.2 ABS	151	
10.2.3 PETG	151	
10.2.4 ASA	152	

- 10.2.5 PC 153
- 10.2.6 Nylon 153
- 10.2.7 PET 154
- 10.2.8 NinjaFlex 155
- 10.2.9 HDglass 155
- 10.2.10 FilaFlex 156
- 10.2.11 MoldLAY 157
- 10.2.12 Recycling-Filament 158
- 10.3 Filamente für Stützmaterial 159
 - 10.3.1 PVA, wasserlöslich 159
 - 10.3.2 HIPS als Druck- und Stützmaterial 160
 - 10.3.3 PolySupport: mechanisch leicht
entfernbares Stützmaterial 161
- 10.4 Filamente mit Beimischungen 161
- 10.5 Spezial-Filamente 164
 - 10.5.1 Materialien für High-End-Drucker 165
- 10.6 Resin, das Material für SLA- und DLP-Drucker 166
- 10.7 Materialien für PolyJet- bzw. MJM-Drucker 167

Kapitel
11

- 11. Selbst modellieren mit CAD 169
 - 11.1 Der Einstieg mit Tinkercad 169
 - 11.1.1 Der erste Start und die Bedienung von
Tinkercad 169
 - 11.1.2 Einen Schlüsselanhänger modellieren 175
 - 11.1.3 Eigene Bauteile erstellen 190
 - 11.1.4 STL-Dateien in Tinkercad 192
 - 11.2 Mehr CAD mit FreeCAD 194
 - 11.2.1 Der Start und die Grundeinstellungen 194
 - 11.2.2 Den Schlüsselanhänger in FreeCAD
modellieren 199
 - 11.2.3 Eine Schachfigur modellieren: der Turm 211

11.3	Modellieren mit Autodesk Fusion	220
11.3.1	Programmoberfläche und Navigation	222
11.3.2	Noch eine Schachfigur, der Springer	225
11.3.3	Modellieren mit Volumen	245
11.3.4	Aus Springer mach Turm: das Geheimnis der Zeitleiste	257
11.3.5	Modellieren mit Flächen	263
12.	Aufbereitung für den 3D-Druck	275
12.1	Drucken mit Cura	279
12.1.1	Objekt einrichten im Vorbereiten-Modus	281
12.1.2	Vorschau des Druckvorgangs	287
12.1.3	Überwachen-Modus	288
12.1.4	Cura-Einstellungen	288
12.2	Weitere Slicer-Programme	289
12.2.1	Bambu Studio	289
12.2.2	PrusaSlicer	290
12.2.3	FlashPrint	291
12.2.4	Simplify3D	291
12.3	KI-unterstützte Slicer	293
13.	3D-Druck in der Praxis: Tipps und Tricks	295
13.1	Optimierung der Druckqualität bei FDM-Druckern	295
13.2	Parameter in der Slicer-Software optimieren	302
13.3	Tipps für Fortgeschrittene	314
13.3.1	Funktionsteile für maximale Belastung	314
13.3.2	Objekte mit glatter Oberfläche	319
13.3.3	Druck von Objekten mit kleinteiligen Bereichen und dünnwandigen Stellen	321
13.3.4	Druck mit maximaler Geschwindigkeit	324
13.4	Troubleshooting	326

Kapitel
12

Kapitel
13

**Kapitel
14**

- 13.5 Modellierungstipps für den 3D-Druck_____ 331**
 - 13.5.1 Optimierung beim Stützmaterial _____ 332**
 - 13.5.2 Wandstärken _____ 334**
 - 13.5.3 Bridging _____ 336**
 - 13.5.4 Masseansammlungen_____ 337**
 - 13.5.5 Runde Übergänge sowie Ecken- und Kantenabstumpfung _____ 337**
 - 13.5.6 Massive Innenbereiche_____ 338**
 - 13.5.7 Elefantenfüße _____ 338**
 - 13.5.8 Bohrungen, Gewinde und Verschraubungen _____ 339**
 - 13.5.9 Bauteiloptimierung für Profis: die Formoptimierung _____ 342**

- 14. 3D-Scannen _____ 345**
 - 14.1 3D-Modelle aus einer Fotoserie berechnen _____ 346**
 - 14.2 Scannen in verschiedenen Technologien _____ 350**
 - 14.3 Scannen mit strukturiertem Licht _____ 352**
 - 14.3.1 CR-Scan Lizard Premium _____ 352**
 - 14.3.2 Shining 3D _____ 353**
 - 14.3.3 Scan in a Box von Open Technologies _____ 354**
 - 14.3.4 Revopoint POP 3 Plus _____ 355**
 - 14.3.5 NEO von RangeVision _____ 356**
 - 14.3.6 Matter and Form THREE _____ 357**
 - 14.3.7 Artec-Scanner _____ 358**
 - 14.4 Scannen mit Laserlicht_____ 359**
 - 14.4.1 Creality CR-Scan Raptor _____ 360**
 - 14.4.2 Revopoint MetroY _____ 361**
 - 14.4.3 FARO: der Profi in 3D-Messtechnik_____ 362**
 - 14.4.4 Leica – der Name steht nicht nur für Kameras _____ 363**
 - 14.5 Körperscanner_____ 364**

15. 3D-Druck außer Haus	365
15.1 Der 3D-Printshop um die Ecke	365
15.2 FabLabs	365
15.3 Stadtbibliotheken	366
15.4 Medienzentren	367
15.5 Der 3D-Printshop im Internet	367
15.5.1 3D-Druck-Dienstleister	368
15.5.2 Drucken irgendwo, Produzenten online	368
15.5.3 Weitere Profis als Dienstleister	371
15.5.4 Dienstleister für Spezialanwendungen	372
15.6 Das 3D-Selfie	373
16. 3D-Druck: was heute schon geht und was kommen wird	375
16.1 Architektur und Bauwesen	375
16.2 Automobil und Fahrzeugbau	380
16.2.1 Druckzentren der Automobilindustrie	382
16.2.2 Motorrad 3D-gedruckt und fährt elektrisch	383
16.3 Produktion und Handwerk	384
16.4 Militärtechnik und Rüstungsindustrie	386
16.5 Luft- und Raumfahrttechnik	388
16.6 Denkmalpflege und Archäologie	389
16.7 Kriminalistik	391
16.8 Einrichtungsobjekte und Möbel	391
16.9 Lebensmittel	392
16.10 Medizin, Reha-Produkte und Brillen	394
16.11 Dentaltechnik	397
16.12 Mode und Bekleidung	397
16.13 Sport und Freizeit	401
16.14 Kunst und Design	404
Index	407

**Kapitel
15**

**Kapitel
16**