

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 _____ 40

2.4 FDM-Druck mit Kohlefasern verstärkt _____ 44

3. Weitere 3D-Druck-Verfahren _____ 45

Kapitel 3

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
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
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
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
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
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

**Kapitel
7**

**Kapitel
8**

**Kapitel
9**

**Kapitel
10**

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**

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

Kapitel 14

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

**Kapitel
15**

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

**Kapitel
16**

Index	407
--------------	------------