

<b>Einleitung</b>	<b>13</b>	
<b>1. 3D-Druck, eine kurze Geschichte des Rapid Prototypings</b>	<b>17</b>	<b>Kapitel 1</b>
1.1 Wie alles anfing	17	
1.2 Subtraktive und additive Fertigungsverfahren	18	
1.3 Vom Rapid Prototyping zum 3D-Druck für jedermann	20	
<b>2. 3D-Druck, wie funktioniert das?</b>	<b>25</b>	<b>Kapitel 2</b>
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	
<b>3. Weitere 3D-Druck-Verfahren</b>	<b>45</b>	<b>Kapitel 3</b>
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	

## Inhalt

---

<b>Kapitel 4</b>	<b>4. Welcher Drucker für welchen Zweck? _____</b>	<b>65</b>
	<b>4.1 Welche Art von Produkten soll gedruckt werden? _____</b>	<b>65</b>
	<b>4.2 Welche Materialanforderungen werden gestellt? _____</b>	<b>69</b>
	<b>4.3 Stärken und Schwächen der Drucktechnologien _____</b>	<b>70</b>
	<b>4.4 Kosten der Drucktechnologien _____</b>	<b>72</b>
<b>Kapitel 5</b>	<b>5. Moderne Produktentwicklung mit 3D-Druck _____</b>	<b>73</b>
	<b>5.1 Änderungen bei der Produktentwicklung _____</b>	<b>73</b>
	<b>5.2 Time to Market mit 3D-Druck reduzieren _____</b>	<b>75</b>
	<b>5.3 Stückkosten und Stückzahlen _____</b>	<b>76</b>
	<b>5.4 Versorgung mit Ersatzteilen _____</b>	<b>77</b>
<b>Kapitel 6</b>	<b>6. 3D-Drucker: Hersteller und Geräte _____</b>	<b>79</b>
	<b>6.1 FDM-Drucker _____</b>	<b>79</b>
	<b>6.1.1 Anycubic _____</b>	<b>82</b>
	<b>6.1.2 Bambu Lab _____</b>	<b>83</b>
	<b>6.1.3 Creality _____</b>	<b>84</b>
	<b>6.1.4 Flashforge _____</b>	<b>85</b>
	<b>6.1.5 Prusa _____</b>	<b>86</b>
	<b>6.1.6 Snapmaker _____</b>	<b>88</b>
	<b>6.1.7 UltiMaker und MakerBot _____</b>	<b>89</b>
	<b>6.2 Resin-Drucker _____</b>	<b>91</b>
	<b>6.2.1 SLA- bzw. MSLA-Drucker von Formlabs _____</b>	<b>91</b>
	<b>6.2.2 Digital-Light-Processing-Drucker _____</b>	<b>93</b>
	<b>6.2.3 LCD-Drucker _____</b>	<b>93</b>
	<b>6.3 Bezugsquellen _____</b>	<b>95</b>
	<b>6.4 Künstliche Intelligenz bei 3D-Druckern _____</b>	<b>95</b>

<b>7. Software für die Modellierung und KI-Unterstützung</b>	<b>97</b>	<b>Kapitel 7</b>
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	
<b>8. Hilfen und Fehlersuche mit CAD</b>	<b>117</b>	<b>Kapitel 8</b>
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	
<b>9. Download von 3D-Modellen und mit KI erzeugte Modelle</b>	<b>127</b>	<b>Kapitel 9</b>
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	
<b>10. Materialien für den 3D-Druck</b>	<b>147</b>	<b>Kapitel 10</b>
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	

## Inhalt

---

**Kapitel  
11**

<b>10.2.5</b>	<b>PC</b>	<b>153</b>
<b>10.2.6</b>	<b>Nylon</b>	<b>153</b>
<b>10.2.7</b>	<b>PET</b>	<b>154</b>
<b>10.2.8</b>	<b>NinjaFlex</b>	<b>155</b>
<b>10.2.9</b>	<b>HDglass</b>	<b>155</b>
<b>10.2.10</b>	<b>FilaFlex</b>	<b>156</b>
<b>10.2.11</b>	<b>MoldLAY</b>	<b>157</b>
<b>10.2.12</b>	<b>Recycling-Filament</b>	<b>158</b>
<b>10.3</b>	<b>Filamente für Stützmaterial</b>	<b>159</b>
<b>10.3.1</b>	<b>PVA, wasserlöslich</b>	<b>159</b>
<b>10.3.2</b>	<b>HIPS als Druck- und Stützmaterial</b>	<b>160</b>
<b>10.3.3</b>	<b>PolySupport: mechanisch leicht entfernbare Stützmaterial</b>	<b>161</b>
<b>10.4</b>	<b>Filamente mit Beimischungen</b>	<b>161</b>
<b>10.5</b>	<b>Spezial-Filamente</b>	<b>164</b>
<b>10.5.1</b>	<b>Materialien für High-End-Drucker</b>	<b>165</b>
<b>10.6</b>	<b>Resin, das Material für SLA- und DLP-Drucker</b>	<b>166</b>
<b>10.7</b>	<b>Materialien für PolyJet- bzw. MJM-Drucker</b>	<b>167</b>
<b>11.</b>	<b>Selbst modellieren mit CAD</b>	<b>169</b>
<b>11.1</b>	<b>Der Einstieg mit Tinkercad</b>	<b>169</b>
<b>11.1.1</b>	<b>Der erste Start und die Bedienung von Tinkercad</b>	<b>169</b>
<b>11.1.2</b>	<b>Einen Schlüsselanhänger modellieren</b>	<b>175</b>
<b>11.1.3</b>	<b>Eigene Bauteile erstellen</b>	<b>190</b>
<b>11.1.4</b>	<b>STL-Dateien in Tinkercad</b>	<b>192</b>
<b>11.2</b>	<b>Mehr CAD mit FreeCAD</b>	<b>194</b>
<b>11.2.1</b>	<b>Der Start und die Grundeinstellungen</b>	<b>194</b>
<b>11.2.2</b>	<b>Den Schüsselanhänger in FreeCAD modellieren</b>	<b>199</b>
<b>11.2.3</b>	<b>Eine Schachfigur modellieren: der Turm</b>	<b>211</b>

<b>11.3 Modellieren mit Autodesk Fusion</b>	<b>220</b>
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
 <b>12. Aufbereitung für den 3D-Druck</b>	 <b>275</b>
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
 <b>13. 3D-Druck in der Praxis: Tipps und Tricks</b>	 <b>295</b>
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**

## Inhalt

---

### Kapitel 14

<b>13.5 Modellierungstipps für den 3D-Druck</b>	<b>331</b>
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
<b>14. 3D-Scannen</b>	<b>345</b>
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

