

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>1</b>
1.1	An wen richtet sich dieses Buch? .....	2
1.2	Warum 3D-Druck? .....	5
1.3	Wie kam der 3D-Druck in die Bastelkeller? .....	7
1.4	Wie funktioniert 3D-Druck? .....	10
1.4.1	CAD .....	11
1.4.2	CAM .....	15
1.4.3	G-Code .....	16
1.4.4	Druckvorbereitung .....	17
1.4.5	Drucken .....	18
1.4.6	Nachbearbeitung .....	18
1.5	Welche 3D-Druckverfahren gibt es? .....	21
1.5.1	Druck mit flüssigen Materialien .....	21
1.5.1.1	Stereolithografie (SLA) .....	21
1.5.1.2	Film Transfer Imaging (FTI) .....	22
1.5.1.3	Digital Light Processing (DLP) .....	23
1.5.1.4	Continuous Liquid Interface Production (CLIP) ..	23
1.5.1.5	MultiJet Printing (MJP) .....	24
1.5.1.6	PolyJet Printing (PJ) .....	25
1.5.1.7	Contour Crafting (CC) .....	25
1.5.1.8	Druck mit Pasten .....	26
1.5.2	Druck mit festen Materialien, die verflüssigt werden .....	26
1.5.2.1	Selektives Lasersintern (SLS) .....	26
1.5.2.2	Selektives Laserschmelzen (SLM) .....	27
1.5.2.3	Selektives Elektronenstrahlschmelzen (SEBM) ....	28
1.5.2.4	Fused Deposition Modeling (FDM, FFF) .....	28
1.5.2.5	Laserauftragschweißen .....	29
1.5.2.6	Anti-Gravity Object Modeling (AOM) .....	30

1.5.3	Druck mit Druckmedien, die verklebt werden	30
1.5.3.1	Laminated Object Modeling (LOM)	30
1.5.3.2	3D-Printing (3DP)	31
<b>2</b>	<b>FDM-3D-Druck</b>	<b>33</b>
2.1	Funktionsweise eines FDM-3D-Druckers	34
2.2	Aufbau eines FDM-3D-Druckers	36
2.2.1	Druckeinheit	36
2.2.2	Positioniereinheit	38
2.2.3	Materialvorschubeinheit	39
2.2.4	Steuereinheit	41
2.2.5	Drucktisch	42
2.3	Druckmaterialien für den FDM-3D-Druck	44
2.3.1	PLA (Polylactic Acid)	45
2.3.2	ABS (Acrylnitril-Butadien-Styrol)	46
2.3.3	PA 6.6 (Polyamid)	49
2.3.4	PET (Polyethylenterephthalat)	49
2.3.5	PC (Polycarbonate)	50
2.3.6	Holzfilament	51
2.3.7	TPE (Thermoplastische Elastomere)	52
2.3.8	PVA (Polyvinylalkohol)	53
2.3.9	HIPS (High Impact Polystyrol)	53
2.3.10	Wachsfilament	54
2.3.11	Sonstige Filamente	55
2.4	Der richtige FDM-3D-Drucker	55
2.5	Auswahlkriterien	56
2.6	Auswahlprozess	58
2.6.1	Ultimaker Original & Ultimaker Original Plus	63
2.6.2	printMATE 3D	65
2.6.3	PRotos v3 Base-KIT und PRotos v3 Full-KIT	66
2.6.4	Felix 3.0	67
2.6.5	Entscheidungsfindung	68

<b>3</b>	<b>Montage des 3D-Druckers</b>	<b>71</b>
3.1	Montage des Rahmens	74
3.2	Montage der X/Y-Positioniereinheit	86
3.3	Montage der Druckeinheit	96
3.4	Montage der Z-Positioniereinheit mit Drucktisch	112
3.5	Montage der Materialvorschubeinheit	121
3.6	Montage der Steuerelektronik	129
<b>4</b>	<b>Inbetriebnahme</b>	<b>145</b>
4.1	Vorbereitung des Drucktisches	146
4.2	Checkliste	148
4.3	Inbetriebnahme mit CURA	149
4.4	Kalibrierung des Drucktisches mit CURA	152
4.5	Weitere Funktionen in CURA	161
<b>5</b>	<b>Erweiterung 1: UltiController</b>	<b>165</b>
5.1	Montage des UltiControllers	166
5.2	Bedienung des UltiControllers	170
<b>6</b>	<b>Erweiterung 2: Beheizter Drucktisch</b>	<b>175</b>
6.1	Montage des Drucktisches	176
6.2	Ausbau des bestehenden Drucktisches	182
6.3	Einbau der Steuerplatine	183
6.4	Einbau des neuen Drucktisches	187
6.5	Inbetriebnahme	196
<b>7</b>	<b>Verbesserungen und Umbauten</b>	<b>199</b>
7.1	Verlegen der Motoren nach außen	200
7.2	Befestigung der Materialvorschubeinheit	203
7.3	Feineinstellung für oberen Z-Endschalter	203
7.4	Lüfterbefestigung	205

7.5	Kabelführung für den UltiController .....	206
7.6	Einstellbare Endkappen .....	207
7.7	Beleuchtung .....	208
7.8	Füße mit Silikondämpfung .....	210
7.9	Seitenscheiben und Frontklappe .....	211
<b>8</b>	<b>FDM-3D-Druck in der Praxis</b> .....	<b>215</b>
8.1	FDM-3D-Druck ist nicht trivial .....	216
8.1.1	Materialschrumpfung .....	216
8.1.2	Materialverwerfungen .....	217
8.1.3	Haftung auf dem Drucktisch .....	219
8.1.4	Unterextrusion und verstopfte Düsen .....	223
8.1.5	Feuchtes Filament .....	225
8.1.6	Falsche Geometrie .....	227
8.1.7	Nicht verbundene Schichten .....	227
8.1.8	Verschobene Schichten .....	228
8.1.9	Beulen .....	229
8.1.10	Fäden .....	230
8.2	Beispiele aus der Praxis .....	231
8.2.1	Neue Materialvorschubeinheit .....	231
8.2.1.1	Vorbereitung des Druckes .....	233
8.2.1.2	Drucken .....	235
8.2.1.3	Anfertigung des Transportrades und des Gegenlagers .....	241
8.2.1.4	Zusammenbau .....	243
8.2.2	Filamenthalter .....	250
8.2.2.1	Vorbereitung .....	251
8.2.2.2	Drucken .....	251
8.2.2.3	Zusammenbau .....	257

<b>9</b>	<b>3D-Modelle</b>	<b>259</b>
9.1	Downloads aus dem Internet .....	260
9.2	3D-Scanner .....	262
9.3	3D-CAD .....	265
9.4	Parametrische Konstruktionen .....	270
9.5	Digitales Sculpting .....	272
9.6	Ausblick .....	274
<b>A</b>	<b>Filamente und Einstellungen</b>	<b>277</b>
A.1	Innofil3D PLA 2,85 mm .....	279
A.2	REC PLA 2,85 mm .....	280
A.3	colorFabb Premium Soft PLA/PHA 2,85 mm .....	281
A.4	Innofil3D InnoPET 2,85 mm .....	282
A.5	FormFutura Limosolve 2,85 mm .....	283
A.6	REC ABS 2,85 mm .....	284
A.7	FormFutura Laywoo-D3 Holz 2,85 mm .....	285
	<b>Glossar</b>	<b>287</b>
	<b>Index</b>	<b>291</b>