

Inhalt

Autorenverzeichnis	XIII
1 Einführung	1
2 FFF-Technologie	5
2.1 Einleitung	5
2.2 Das Prinzip	5
2.3 FFF-Extrusion	6
2.3.1 Funktionsweise Extruder	6
2.3.2 Extrusionsbreiten und deren Einfluss auf Maßhaltigkeit und Festigkeit	9
2.3.3 Die Schwächen der Technologie und deren Abhilfe	11
2.4 Von der Datei zum Druckteil – CAM-Software	11
2.5 Technologische Fachbegriffe – Der Überblick	12
2.6 Druckteile: Feste Schale – Gitterstruktur-Kern	15
2.6.1 Seitliche Kontur-/Umfangshülle – Perimeter	16
2.6.2 Oberste/Unterste feste Schichten	17
2.6.3 Infill – Füllung	18
2.6.4 Übergänge – Bridges	19
2.6.5 Verhalten bei dünnen Wänden – Single-Extrusion	20
2.6.6 Die sichtbare Z-Naht	21
2.7 Hilfselemente und -funktionen in Simplify3D	22
2.7.1 Stützstrukturen, Überhangswinkel und Brücken	22
2.7.2 Haftungsverbesserung: Raft und Rand (engl. Brim)	27
2.7.3 Filament-Einzug (Rückzug) – Retract	28

2.7.4	Schürze – Skirt	29
2.7.5	Grundierungs-Stütze – Prime Pillar	30
2.7.6	Tropfenschutz – Ooze Shield	31
2.7.7	Freifahrten – Wegbewegungen	33
2.7.8	Druckreihenfolge	33
2.8	Druckteilgeometrie – Möglichkeiten und Grenzen	35
2.9	Wertebereich der wichtigsten Verfahrensparameter	37
2.10	Die Maschinen	39
2.10.1	Extruder	40
2.10.2	Drucktisch – Heizbett	41
2.10.3	Druckkühlung	42
2.11	Filament	42
2.11.1	Gängige Kunststoffe	43
2.11.2	Metalldruck in der FFF-Technologie	45
2.11.2	Filamentdurchmesser und -eigenschaften	46
2.11.4	Einfluss des Kunststoffs auf das Druckergebnis	47
2.12	Viele Einflussfaktoren – viele Einstellmöglichkeiten	48
3	Simplify3D Installation und Programmoberfläche	51
3.1	Installation und Lizenzierung	51
3.1.1	Hard- und Software-Anforderungen für Simplify3D	51
3.1.2	Installation	52
3.1.3	Software-Aktivierung	53
3.1.4	Erstkonfiguration	53
3.2	Programm Hauptkomponenten	55
3.3	Simplify3D-Startfenster: Programmoberfläche	57
3.4	Druckvorschau mit Druckanimation	61
3.5	Ansichtseinstellungen	62
3.6	Simplify3D Datei-Typen und -Verwendung	65
3.6.1	Hersteller-Dateien (Factory-Format)	67
3.6.2	Profil-Dateien	68
3.6.3	Modell-Dateien	69
3.6.4	G-Codes – Druckdateien	69

3.7	Menüpunkte Konto und Hilfe	71
3.7.1	Menüpunkt Konto	71
3.7.2	Hilfe-Menü	72
3.7.3	Hilfe durch Tooltips (Mouse-over)	72
3.8	Liste der Shortcuts	73
4	Dateien für den 3D-Druck	75
4.1	Geometrie-Daten in Form von Facettenkörpern	75
4.1.1	STL-Dateien im ASCII- oder Binary-Dateiformat	77
4.1.2	Weitere Dateiformate	77
4.2	Erzeugung von Facettenmodellen	78
4.2.1	Auflösung – Feinheit von Facettenkörpern	78
4.2.2	Exporteinstellungen aus CAD- und Sculpting-Programmen	80
4.2.3	Dateigrößen und Einheiten beim Export	81
4.3	Gitternetzfunktionen in Simplify3D	81
4.4	Facettenfehler und Reparatur in Simplify3D	81
4.5	Gitternetzfunktionen in Simplify3D	89
5	Modellbearbeitung in Simplify3D	95
5.1	Bedienelemente für die Modellbearbeitung	95
5.2	Import und Export von Modellen	98
5.3	Selektion, Sichtbarkeit, Vervielfältigung und Gruppierung	101
5.4	Positionierung und Orientierung von Modellen	104
5.4.1	Translation, Rotation und Skalierung nach Augenmaß	104
5.4.2	Verwenden des 3D-Gizmos	106
5.5	Modell-Datenliste rechts – konkrete Maßeingaben	107
5.5.1	Translation mit Maßeingaben	108
5.5.2	Modellabmessung und Skalierung mit Maßeingaben	109
5.5.3	Rotation mit Maßeingabe	110
5.6	Spezialfunktionen zur Positionierung und Skalierung	111
5.6.1	Modelle zentrieren und arrangieren	111
5.6.2	Ausgewählte Modell-Ursprünge aneinander anpassen	112
5.6.3	Modell auf Druckbett ablegen	112
5.6.4	Oberfläche auf Druckbett platzieren	112

5.6.5	Auf Maximalgröße skalieren	113
5.6.6	Inch auf Millimeter skalieren	114
6	Druckprozesse und G-Code-Erzeugung	115
6.1	Profile, Prozesse und Modellzuordnung	115
6.1.1	Grundlagen Profile und Prozesse	115
6.1.2	Prozess erstellen und Prozess-Einstellungen	117
6.1.3	Ändern, Kopieren und Löschen von Prozessen	122
6.1.4	Modell-Zuordnungen zu Prozessen	122
6.1.5	Mehrere Prozesse für mehrere Modelle	124
6.2	Erzeugung einer Druckdatei – Workflow	124
6.2.1	Starten der G-Code-Erzeugung → Auf Druck vorbereiten!	127
6.2.2	Ampelsystem – Wichtige Einstellungen	129
6.2.3	Beispiel: Vom Modell zur Druckdatei	138
6.3	Druckvorschau	141
6.3.1	Druckbett-Statistiken	141
6.3.2	Ansichtseinstellung: In Vorschau anzeigen	142
6.3.3	Farbgebung der Druckvorschau	143
6.3.4	Echtzeit-Updates	146
6.3.5	Drucken/Druckdatei speichern	147
6.4	Drucksimulation – Animation	147
7	Werkzeuge und Tools	151
7.1	Funktionen und Optionen in den Werkzeugen	151
7.2	Optionen	152
7.3	Geräte-Bedienfeld	161
7.3.1	Verbindung zum Drucker – Initialisierung	163
7.3.2	Dateiliste der Druckdateien – Die Library	164
7.3.3	Kommunikation	165
7.3.4	Temperaturverlauf	167
7.3.5	Gerätebedienung – Tipp-Kontrollen	168
7.3.6	Druckeransteuerung – Heizelemente, Kühlung, Druckdaten ...	169
7.4	Drucktisch-Nivellierungs-Assistent	172
7.5	Dual-Extrusions-Assistent	173

7.6	Prozessteilungs-Assistent	176
7.7	Firmware-Konfiguration	180
7.8	Stützstrukturen anpassen	181
	7.8.1 Automatische Platzierung von Stützstrukturen	182
	7.8.2 Manuelle Platzierung von Stützen	183
	7.8.3 Stützstrukturen speichern	185
7.9	Add-Ins → Bild in 3D konvertieren	187
8	Druckparameter im Detail	191
8.1	Extruder/Extruder	192
	8.1.1 Extruder-Liste/Extruder List	193
	8.1.2 Überblick-Extruder/Overview	193
	8.1.3 Überquell-Kontrolle/Ooze Control	195
8.2	Schicht/Layer	199
	8.2.1 Schicht-Einstellungen/Layer Settings	200
	8.2.2 Einstellung der ersten Schicht/First Layer Settings	209
	8.2.3 Startpunkte/Start Points	212
8.3	Ergänzungen/Additions	215
	8.3.1 Schürze/Rand/Skirt/Brim	215
	8.3.2 Raft/Raft	219
	8.3.3 Grundierungs-Stütze/Prime Pillar	221
	8.3.4 Tropfenschutz/Ooze Shield	223
8.4	Infill/Infill	227
	8.4.1 Allgemein (Infill)/General	228
	8.4.2 Versatz Füllungs-Winkel (innen)/Internal Fill Angle Offsets	237
	8.4.3 Versatz Füllungs-Winkel (außen)/External Infill Angle Offsets ..	238
8.5	Stützen/Support	239
	8.5.1 Stützmaterial erzeugen/Support Material Generation	240
	8.5.2 Dichte Stützstruktur/Dense Support	244
	8.5.3 Automatische Platzierung/Automatic Placement	248
	8.5.4 Spalt zum Bauteil/Separation From Part	249
	8.5.5 Stütz-Infill-Winkel/Support Infill Angles	252

8.6	Temperatur/Temperature	254
8.6.1	Temperatur-Controller Liste/Temperature Controller List	254
8.6.2	Überblick Temperatur/Overview Temperature	255
8.7	Abkühlen/Cooling	256
8.7.1	Ventilatorkontrolle pro Schicht/Per-Layer Fan Controls	257
8.7.2	Ventilator-Optionen/Fan Options	258
8.7.3	Aufhebungen des Ventilators/Fan Overrides	258
8.8	G-Code	259
8.9	Skripte/Scripts	259
8.9.1	Start-Script/Starting Script	260
8.9.2	Ebenen-Wechsel Script/Layer Change Script	260
8.9.3	Retraction (Einfahren)-Script/Retraction Script	260
8.9.4	Werkzeugwechsel-Script/Tool Change Script	261
8.9.5	Ende-Script/Ending Script	261
8.9.6	Nachbearbeitung/Post Processing	261
8.10	Geschwindigkeiten/Speeds	261
8.10.1	Geschwindigkeiten/Speeds	262
8.10.2	Geschwindigkeits-Aufhebungen/Speed Overrides	264
8.11	Andere/Other	265
8.11.1	Übergänge/Bridging	265
8.11.2	Dimensionsanpassungen/Dimensional Adjustments	271
8.11.3	Rohfaden-Eigenschaften/Filament Properties	273
8.11.4	Einzug bei Werkzeugwechsel/Tool Change Retraction	273
8.12	Fortgeschritten/Advanced	275
8.12.1	Modifikationen der Schichten/Layer Modifications	275
8.12.2	Verhalten bei dünnen Wänden/Thin Wall Behavior	275
8.12.3	Einzelne Extrusionen/Single Extrusions	282
8.12.4	Überquell-Kontrolle/Ooze Control Behavior	285
8.12.5	Bewegungs-Verhalten/Movement Behavior	288
8.12.6	Slicing-Verhalten/Slicing Behavior	289

9	Die praktische Anwendung	293
9.1	Einleitung	293
9.1.1	Einflussfaktoren für die Festigkeit	294
9.1.2	Druckdaueroptimierung	295
9.1.3	Oberflächenoptimierung	296
9.1.4	Abhilfe gegen Nachtropfen/Oozing	297
9.1.5	Reduktion von Schrumpfung/Warping	297
9.1.6	Stützmaterial	298
9.1.7	Materialauswahl	302
9.1.8	Einfluss der Konstruktion	302
9.1.9	Tipps zum Einstieg in die Technologie	303
9.2	Funktionsteil Deckel – Dualdruck mit Stützmaterial	305
9.3	Werkzeugteil Tiefziehform – hochfeste Bauteile	318
9.4	Funktionsteil Elektronikgehäuse – Verhalten bei dünnen Wänden	327
9.5	Elektronikgehäuse mit mehreren Prozessen	337
9.6	Multimaterialdruck elastischer Reifen mit fester Felge und Stützmaterial	346
9.7	G-Code-Erzeugung – Checkliste	356
9.8	Kalibrierung mit Testdrucken	359
9.8.1	Düsentemperatur, Übergänge und Einzüge in Temperaturabhängigkeit	359
9.8.2	Extrusions-Multiplikator	362
9.8.3	Überhangswinkel	363
9.8.4	Übergang (Brücke) und Filament-Einzug	365
9.8.5	Weitere Tipps zur Kalibrierung, Fehlerbehebung und Optimierung im 3D-Druck	366
9.9	Schlussfolgerung und Ausblick	367
	Sachverzeichnis	369