

Stephan Knaus



3D-Druck mit Bambu Lab

Das Praxisbuch für alle Modelle der Serien
Bambu Lab A1, A1 mini, X1, P1, P2 und H2



Inhaltsverzeichnis

	Einleitung	11
1	Was ist FDM-3D-Druck?	13
1.1	Wie funktioniert FDM-Druck?	13
1.2	Zu beachten beim FDM-Druck	14
1.2.1	Druck beaufsichtigen	14
1.2.2	Gut lüften und Druckraum auswischen	14
1.2.3	Schutz vor Stromschlägen	15
1.2.4	Sachgemäße Nutzung der Druckteile	15
1.3	Grundsätzlicher Ablauf FDM-Druck	16
1.3.1	Download oder Erstellen einer Vorlage	16
1.3.2	Slicen	16
1.3.3	Drucken	18
1.3.4	Druckteil vom Druckbett lösen	21
1.3.5	Stützen entfernen	21
1.3.6	Nachbearbeitung	22
2	Kaufberatung	25
2.1	Was ist das Besondere an Bambu Lab?	25
2.1.1	Geschwindigkeit	25
2.1.2	Einfache Benutzung	25
2.1.3	Mehrfarbig/Multimaterial	27
2.1.4	Support, Firmware-Updates, Ersatzteilversorgung und faire Preise	27
2.1.5	Cloud First	27
2.2	Wichtige Features bei der Auswahl des Druckers	28
2.3	Die Drucker – und für wen eignet sich welches Modell?	33
2.3.1	Die Serie P1	33
2.3.2	Die Serie X1	36
2.3.3	Die Serie A1	39
2.3.4	Die Serie H2	41
2.3.5	Die Serie P2	48

3	Kaufberatung für Mehrfarb- & Multimaterial-Druck	51
3.1	Was ist Mehrfarbdruck?	51
3.2	Multimaterial-Drucke	52
3.2.1	Stützen drucken	52
3.2.2	Materialkombinationen nutzen	53
3.3	Mehrfarb- und Multimaterial-Druck in der Praxis	53
3.3.1	Filamentwechsler AMS	54
3.3.2	Moderne Dual-Extruder H2D	55
3.3.3	Werkzeugwechsler (»Toolchanger«)	56
3.4	Die verschiedenen AMS-Modelle von Bambu Lab	57
3.4.1	AMS	57
3.4.2	AMS lite	58
3.4.3	AMS 2 Pro	59
3.4.4	AMS HT	60
3.4.5	Die Dual-Extruder der Serie H2	61
4	Filamente	63
4.1	Filament von Bambu Lab vs. Dritthersteller-Filament	63
4.2	Der RFID-Chip	64
4.3	Bambu Labs Refill-System	64
4.4	Filamentarten für Einsteiger	65
4.4.1	PLA	65
4.4.2	PETG	67
4.4.3	TPU/TPE	67
4.5	Stützfilament	68
4.5.1	Breakaway-Filament	68
4.5.2	HIPS	69
4.5.3	PVA	69
4.5.4	BVOH	70
4.6	Filament mit Zusätzen	70
4.6.1	CF/GF-Zusätze	70
4.6.2	Glitter/Sprenkel	71
4.6.3	Holz	72
4.6.4	Metall	73
4.6.5	Nachleuchtende Partikel	74
4.6.6	Stein	74
5	Ersteinrichtung und Inbetriebnahme	75
5.1	Ersteinrichtung eines Druckers	75
5.1.1	Der Aufbau	75
5.1.2	Einrichtungsassistent am Drucker	76
5.1.3	Drucker mit dem Bambu-Lab-Konto verbinden	76
5.1.4	Erstkalibrierung	77

5.1.5	Filament laden	77
5.2	Bambu Studio installieren und einrichten	79
5.2.1	Installationsschritte	79
5.2.2	Das Netzwerk-Plugin	82
5.2.3	Kontrolle	82
5.3	Fortgeschrittene Einrichtung	83
5.3.1	Der LAN-only-Modus	83
5.3.2	Alternative Slicer	84
5.3.3	Developer-Modus	84
6	Druckvorlagen	85
6.1	Woher bekommt man Druckvorlagen?	85
6.1.1	MakerWorld und andere Modellsammlungen im Internet	85
6.1.2	Vorlagen selbst erstellen	86
6.1.3	3D-Scannen	88
6.1.4	KI-Generatoren	88
6.2	Druckdaten importieren	89
6.2.1	OBJ, Step/STP oder klassisch STL	89
6.2.2	3MF – Modelle mit Druckeinstellungen	89
6.2.3	MakerWorld und MakerLab	90
6.2.4	Printables	91
6.2.5	Weitere Plattformen	92
6.2.6	Sonderfall SVG	92
7	Drucken mit Bambu Studio – die Grundlagen	93
7.1	Der erste Druck	93
7.1.1	Modell importieren	93
7.1.2	Die Objektliste	94
7.1.3	Einstellungen kontrollieren	95
7.1.4	Slicen	97
7.1.5	Druckvorschau	98
7.1.6	Druck starten	99
7.2	Die Werkzeugleiste – Modell vorbereiten	101
7.2.1	Hinzufügen	101
7.2.2	Druckplatte hinzufügen	101
7.2.3	Automatische Orientierung	102
7.2.4	Alle Objekte anordnen	102
7.2.5	In Objekte trennen	102
7.2.6	In Teile trennen	102
7.2.7	Variable Schichthöhe	103
7.2.8	Bewegen	104
7.2.9	Drehen	105

7.2.10	Skalieren	105
7.2.11	Auf Fläche legen	106
7.2.12	Zerschneiden	107
7.2.13	Boole'sche Mesh-Funktionen	108
7.2.14	Aufmalstützen.	108
7.2.15	Naht aufmalen	109
7.2.16	Text	109
7.2.17	Einfärben.	109
7.2.18	Messen.	110
7.2.19	Zusammenbauen	111
7.2.20	Randohren.	112
7.2.21	Montageansicht.	113
7.3	Platten-Werkzeuge.	114
7.4	Das Kontextmenü	115
8	Grundlegende Druckparameter	119
8.1	Qualität	120
8.1.1	Schichthöhe.	120
8.1.2	Naht (eigentlich: Z-Naht)	121
8.1.3	Erweiterte Einstellungen: Nur eine Wand	124
8.2	Stärke	124
8.2.1	Wandlinien	124
8.2.2	Obere/untere Schichten.	126
8.2.3	Füllung	127
8.3	Stützen	128
8.4	Sonstige	130
8.4.1	Druckbetthaftung	130
8.4.2	Reinigungsturm	133
8.4.3	Düsenreinigung	134
8.4.4	Spezial-Modi	134
9	Modell ausrichten und Stützen setzen	137
9.1	Richtig ausrichten – Praxistipps	137
9.1.1	Modelle teilen und Teile separat ausrichten.	138
9.1.2	Brücken und Überhänge	140
9.2	Stützen richtig setzen	143
9.2.1	Die Stützenautomatik.	144
9.2.2	Stützen manuell setzen	147
9.2.3	Klassische vs. Baumstützen.	149
9.2.4	Das Support-Interface	151
9.2.5	Probleme mit Stützen.	153

9.3	Filamentwahl für Stützen	153
9.3.1	Ohne abweichendes Support-Material	154
9.3.2	Lösliche Stützen	155
9.3.3	Der Umgang mit PVA, BVOH und HIPS	156
9.3.4	Breakaway und alternatives Stützfilament	157
10	Mehrfarbig und Multimaterial drucken.	159
10.1	Druckvorlagen für Multi-Drucke	159
10.1.1	Aus vielen einzelnen STL-Dateien	159
10.1.2	Mehrteilige STL-Dateien	159
10.1.3	Farben/Material zuweisen	160
10.2	STL-Dateien einfärben	161
10.3	Manuelle Filamentwechsel mit und ohne AMS	161
10.4	Spülen beim Filamentwechsel	162
10.4.1	Der Reinigungsturm	162
10.4.2	Die Sache mit dem Poop	162
10.4.3	Reinigen in Infill, in Stützen und in Opfermodellen	163
10.5	Zeit sparen und Abfall reduzieren	164
10.5.1	Die Reinigungsvolumen	164
10.5.2	Größe des Reinigungsturms reduzieren	165
10.5.3	Sinnvolle Farbwechsel	166
10.6	Versmierte Farben	169
11	3D-Druck für Fortgeschrittene.	171
11.1	Drucker-, Filament- und Prozessprofile.	171
11.1.1	Druckerprofil und die Druckerauswahl	171
11.1.2	Filamentauswahl	172
11.1.3	Filamentprofile	173
11.1.4	Prozessprofil	173
11.2	Fortgeschrittene Druckeinstellungen in Bambu Studio	174
11.2.1	Linienbreite	174
11.2.2	Arachne vs. Klassisch und Dünne Wände	175
11.2.3	Reihenfolge von Wänden und Füllung	176
11.2.4	Materialfluss (Flussrate)	178
11.2.5	Pressure Advance (Flussdynamik)	179
11.2.6	Rückzug	179
11.2.7	Temperaturen	180
11.2.8	Kühlung	181
11.2.9	XY-Kompensation, Elefantenfuß	182
11.2.10	Glätten	182
11.2.11	Geschwindigkeiten	183

11.3	Weitere fortgeschrittene Themen	186
11.3.1	Der Modifizierer	186
11.3.2	Pause, G-code oder Filamentwechsel an einer bestimmten Höhe einfügen.	187
11.3.3	Objekte stapeln	188
11.3.4	Ungewollt geänderte Profile zurücksetzen.	193
12	3D-Druckprojekte Schritt für Schritt	197
12.1	Globus: mehrteilig »in Position«, Farben zugewiesen	197
12.1.1	Druckvorbereitung	198
12.1.2	Modellvorbereitung	199
12.1.3	Slicen und drucken.	203
12.2	Baby Dragon: einteilig, bemalt in Bambu Studio	203
12.2.1	Druckvorbereitung	204
12.2.2	Modellvorbereitung	205
12.2.3	Slicen und Drucken	212
12.3	Zweifarb-Plakette ohne AMS (höhenbasierte, manuelle Wechsel)	212
12.3.1	Vorbereitung.	213
12.3.2	Das Textwerkzeug in Aktion	214
12.3.3	Filament wechseln während des Drucks	217
12.4	Klassisch pro Farbe getrennt.	217
12.4.1	Beispiel für ein umfangreiches Projekt.	217
12.4.2	Die Mystery-Box	219
12.5	KI-Erstellung mit MakerLabs PrintMon-Maker.	223
12.5.1	KI-Modell erstellen lassen	223
12.5.2	Druckvorbereitung	227
13	Troubleshooting	231
13.1	Druckbettprobleme	231
13.1.1	Druck löst sich vom Bett	231
13.1.2	Druck löst sich nicht vom Bett.	231
13.1.3	Druckplatten reinigen	232
13.2	Schlechte Drucke	232
13.2.1	Schlechte erste Schicht.	233
13.2.2	Schlechte Ecken und Kanten (Curling).	234
13.2.3	Schlechte Oberseite (Pillowing).	234
13.2.4	Schlechte Qualität der Wände	236
13.2.5	Schlechte Z-Naht	238
13.2.6	Fäden (Stringing und Oozing).	238
13.2.7	Details/Text auf Oberseite schlecht.	239
13.3	Filamenttransport gestört	239
13.3.1	Verstopfte Düse, Hotend	239

13.3.2	Verstopfter oder abgenutzter Extruder	240
13.3.3	Heatcreep und Retract	240
13.3.4	AMS klemmt.	241
13.3.5	Schlechtes Filament	241
13.4	Instabile Drucke	241
13.4.1	Unterextrusion – zu wenig Material	241
13.4.2	Schichten, die wie Blätterteig wieder auseinandergehen . . .	242
13.4.3	Druckbahnen, die nicht der Kontur folgen	242
13.4.4	Wandlinien, die sich nicht verbinden	242
13.5	Verzug und Maßhaltigkeit	242
13.5.1	Gewölbter Druck (Warping)	242
13.5.2	Löcher zu eng oder Druck nicht maßhaltig	243
13.5.3	Verzug nach dem Druck	243
13.6	Sonstiges	244
13.6.1	Druckstart beschleunigen	244
13.6.2	Düse streift über bereits Gedrucktes	245
13.6.3	Düse wird schmutzig	245
13.6.4	Der Blob des Grauens	246
13.6.5	Kollisionen	247
13.6.6	Versatz/Layershift	247
	Stichwortverzeichnis	249

Was ist FDM-3D-Druck?

1.1 Wie funktioniert FDM-Druck?

FDM ist die Abkürzung für Fused Deposition Modelling und wird auf Deutsch gern als »Schichtschmelzverfahren« bezeichnet. Dabei wird Plastikdraht (das »Filament«) in einer Heizkammer erhitzt und durch eine Düse als zähflüssige Wurst herausgedrückt (extrudiert). Die Wurst verbindet sich beim Erkalten mit der zuvor gedruckten Schicht und wird schichtweise übereinandergestapelt, sodass am Ende der gewünschte dreidimensionale Gegenstand entsteht. Diesem Umstand verdanken FDM-Drucker auch den Spitznamen »Wurstleger«.

Wir hatten vor langer Zeit im Kunstunterricht mal getöpft und dort mit übereinandergestapelten Tonwürsten Vasen, Aschenbecher und Ähnliches erstellt. Im FDM-3D-Druck ist es nicht viel anders.

Die Einstiegshürde ist nicht sehr hoch, die Geräte sind recht ausgereift und es gibt unzählige Einsatzmöglichkeiten für selbst gedruckte Gegenstände. Im Vergleich zu anderen 3D-Druckverfahren ist der FDM-Druck leicht zu erlernen, generell unkompliziert, macht kaum Dreck, ist gesundheitlich weitgehend unbedenklich (je nach verwendetem Filament) und die Drucker wie auch das Filament sind vergleichsweise günstig. Das macht den FDM-Druck zum beliebtesten 3D-Druck-Verfahren im Hobbybereich. Und die Bambu-Lab-Drucker gehören hier zu den derzeit angesagtesten Druckern.

Technisch können wir uns einen FDM-Drucker wie eine Heißklebepistole vorstellen, die mit Motoren in drei Achsen

- links/rechts = X-Achse
- vorne/hinten = Y-Achse
- und hoch/runter = Z-Achse

bewegt werden kann. Während der Bewegung wird kontrolliert Plastikdraht aufgeschmolzen und ausgegeben, der dann beim Abkühlen erhärtet und sich mit dem zuvor bereits Gedruckten verbindet.

Gesteuert wird das Ganze von einem Druckprogramm (»Druckjob« oder auch einfach nur »G-code« genannt), welches mit einer »Slicer« genannten Software – zuvor basierend auf einer 3D-Vorlage – mehr oder weniger automatisch erstellt wurde.

Die Bezeichnung »Slicer« stammt aus dem Englischen und meint eigentlich einen Gemüsehobel. Wie der Gemüsehobel die Gurke, zerschneidet der Slicer das Modell, das wir drucken wollen, in die einzelnen Druckschichten und fügt die notwendigen Steuerbefehle für den Drucker als G-code hinzu, damit der Drucker das Modell dann Schicht für Schicht mit den Plastikwürsten nachbauen kann.

Die Slicer-Software liegt jedem Drucker bei – hier bei Bambu Lab heißt sie »Bambu Studio«.

1.2 Zu beachten beim FDM-Druck

Obwohl der FDM-Druck im Vergleich mit anderen 3D-Druckverfahren als sauber und ungefährlich gilt, gibt es ein paar Punkte zu beachten:

1.2.1 Druck beaufsichtigen

Obwohl moderne 3D-Drucker inzwischen als relativ sicher gelten, ist es auch aus versicherungstechnischer Sicht ratsam, den Drucker niemals unbeaufsichtigt zu betreiben. Wir arbeiten hier mit Temperaturen von teils über 350°C, abhängig vom Druckermode, sowie mit Netzspannung in der Elektronik, teilweise sogar am Heizbett. Das reicht aus, um im Fehlerfall kritisch zu werden: Ein Kurzschluss oder der Ausfall steuerungsrelevanter Komponenten kann im schlimmsten Fall einen Brand verursachen.

Mir selbst ist es in 10 Jahren 3D-Druck zweimal passiert, dass ein Drucker gebrannt hat. Beide Male stand ich direkt daneben und konnte die Flämmchen sofort auspusten. Das ist aber schon eine Weile her und es waren keine Drucker von Bambu Lab, denn die gab es damals noch nicht. Wie gesagt, gerade die Bambu-Lab-Drucker spielen in einer ganz anderen Liga als die frühen, oft geradezu hanebüchen zusammengepfuschten Modelle mancher Hersteller in der Pionierzeit.

Ich nutze die Möglichkeit der Fernüberwachung der Bambu-Lab-Drucker per App kombiniert mit aus der Ferne abschaltbaren Steckdosen.

1.2.2 Gut lüften und Druckraum auswischen

Beim FDM-Druck entstehen Feinstaub (UFP), VOCs sowie, je nach verwendetem Filament, weitere gesundheitsgefährdende Dämpfe. Besonders auf Styrol basierende Filamente wie ABS, HIPS, teils auch ASA, aber auch PC und PA (Nylon) zählen zu den kritischeren Materialien. Eher unbedenklich sind dagegen PLA und PETG.

Gut lüften nach dem Druck ist also wichtig (Lüften während des Drucks kann bei offenen Druckern kontraproduktiv sein, da ein kalter Luftzug einen Druck mit empfindlichen Filamenten ruinieren kann).

Außerdem sollten Sie immer wieder mal den Druckraum feucht auswischen. Geschlossene Drucker mit Aktivkohle- oder besseren Filtern helfen auch. Generell sollten Sie den Drucker nicht im Schlaf- oder Kinderzimmer betreiben.

1.2.3 Schutz vor Stromschlägen

Durch Materialermüdung blanke Kabel, das billigste Netzteil und keine ordentliche Erdung sind wunde Punkte von 3D-Druckern, die in der Vergangenheit immer wieder mal zu beobachten waren. Nicht bei Bambu-Lab-Geräten, damit keine Missverständnisse aufkommen. Ich habe mir trotz allem einen FI-Schutzschalter im Drucker Keller einbauen lassen (gibt es auch als Zwischenstecker) und natürlich Rauchmelder im Raum, aber die sind heute ja sowieso Pflicht in der Wohnung.

1.2.4 Sachgemäße Nutzung der Druckteile

Stabilität

Die Stabilität von FDM-gedruckten Bauteilen kann trügerisch sein. Ein im FDM-Verfahren hergestelltes Teil ist bei Weitem nicht so belastbar wie ein Spritzgussteil aus demselben Material. Häufig wird unterschätzt, wie schnell sich solche Druckteile, etwa im Sommer im Auto bei direkter Sonneneinstrahlung, erweichen oder verformen können. UV-Strahlung oder Witterungseinflüsse sind auch ein Faktor.

Auch dauerhafte mechanische Belastung ist problematisch: Die Teile verformen sich gern zunehmend unter Last, und die Stabilität nimmt auf Dauer ab. Was am Anfang topstabil wirkt, muss es nicht ewig bleiben.

FDM-gedruckte Teile neigen dazu, entlang der Schichtlinien zu reißen. Daher sollte bereits beim Slicen auf die Orientierung auf der Druckplatte geachtet werden, insbesondere im Hinblick auf die Hauptbelastungsrichtung.

Bei Anwendungen an Fahrzeugen oder in sicherheitsrelevanten Vorrichtungen ist besondere Vorsicht geboten; in solchen Fällen sind FDM-Teile oft nicht geeignet oder gar nicht zugelassen.

Vorsicht bei Spielzeug für Kleinkinder

FDM-gedruckte Teile neigen auch dazu, entlang der Schichtlinien zu brechen. Aufgrund der latenten Bruchgefahr können leicht verschluckbare und scharfkantige Kleinteile entstehen. Auch wenn das Grundmaterial vieler Filamente, etwa das weitverbreitete PLA, weitgehend unbedenklich ist, gilt das nicht zwangsläufig für die enthaltenen Additive und Farbpigmente.

Für Kleinkinder, die dazu neigen, Gegenstände in den Mund zu nehmen, sind gedruckte Teile daher nicht als Spielzeug oder Beißhilfe geeignet. Selbst bei ver-

meintlich harmlosen Materialien sollte man vermeiden, dass Kinder über längere Zeit daran nuckeln oder kauen.

Lebensmittelechtheit/Hygiene

FDM-gedruckte Teile sind übereinandergeschichtete Plastikwürste. Dazwischen bleiben immer – zum Teil nur mikroskopisch kleine – Ritzen, Rillen und Hohlräume. Dort setzen sich Bakterien fest, die man nicht mehr loswird. Zum Teil überleben 3D-gedruckte Teile aufgrund ihrer Temperaturempfindlichkeit ja nicht einmal einen Gang in der Spülmaschine.

Kontakt mit Lebensmitteln ist daher nicht empfohlen, schon gar nicht langfristig. Mal einen Keksausstecher drucken und am Ende des Backtags entsorgen, das sollte im privaten Umfeld in Ordnung sein, als gewerblichem Nutzer würde Ihnen wahrscheinlich auch da schon die Behörde aufs Dach steigen.

Der ganze Druckvorgang ist grundsätzlich eher unhygienisch, da es zu viele Komponenten gibt, die Verunreinigungen einschleppen können. Dazu kommen die weitgehend undokumentierten Additive und Farbpigmente im Filament selbst.

1.3 Grundsätzlicher Ablauf FDM-Druck

Wie druckt man denn nun mit einem FDM-3D-Drucker? Gehen wir einmal den kompletten Prozess von Anfang bis Ende durch.

1.3.1 Download oder Erstellen einer Vorlage

Wir brauchen zuerst ein 3D-Modell des Teils, das wir drucken möchten. Das kann im modernen 3mf-Format bereits für den eigenen Drucker passend oder als einfaches Flächenmodell im STL-Format irgendwo aus dem Netz geladen oder aber selbst entworfen und erstellt worden sein.

Eine »rohe« 3D-Vorlage (STL, OBJ, STEP etc.) muss immer erst in der Slicer-Software, normalerweise ist das Bambu Studio, »geslicet«, also in einen ausführbaren Druckjob umgewandelt werden. Auch 3mf sollte immer zunächst in Bambu Studio (oder einem alternativen Slicer) geladen und kontrolliert werden – dazu später mehr in Kapitel 6.

1.3.2 Slicen

Unter dem Begriff »Slicen« versteht man die Umwandlung des rohen 3D-Modells in einen ausführbaren Druckjob mithilfe der mitgelieferten Slicer-Software Bambu Studio oder anderer, alternativer Slicer. Dabei wird das Modell in Schichten zerteilt, die Druckbahnen werden errechnet und die Steuerbefehle für den

Drucker hinzugefügt. Im Slicer werden auch alle notwendigen Einstellungen für den Druck festgelegt.

Dazu gehören auch folgende Punkte:

Auf Fehler prüfen

Bambu Studio kann während des Slicens fehlerhafte Modelldaten erkennen und wird versuchen, diese zu reparieren. Die Reparatur kann leider sehr lange dauern und so lange ist Bambu Studio dann komplett blockiert.

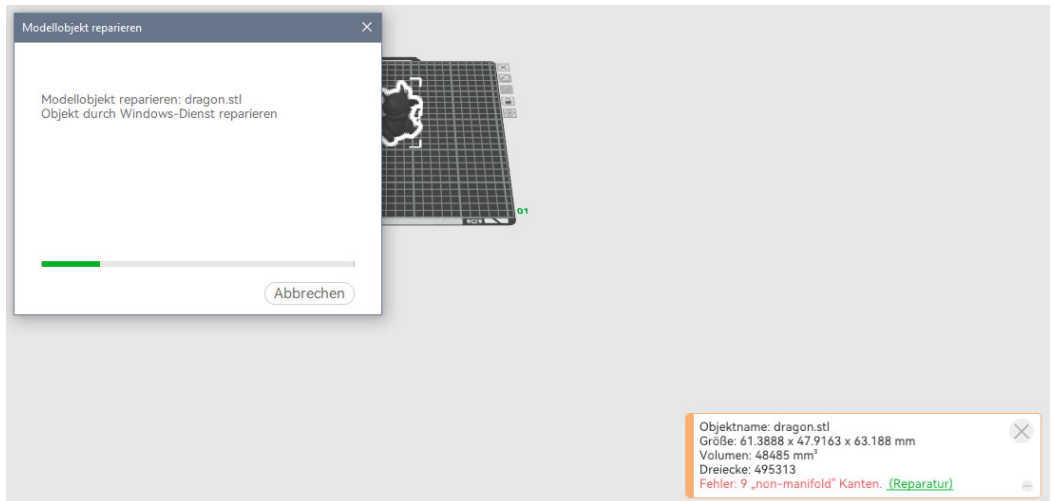


Abb. 1.1: Bambu Lab Studio meldet und repariert auf Wunsch Fehler in den Modelldaten.

Fehlerhafte Modelldaten sind gerade bei den kostenlosen Downloadportalen an der Tagesordnung, entstehen aber auch schnell bei selbst erstellten Dateien.

Anordnen, Teilen, Skalieren

Eine der wichtigsten Aufgaben bei der Vorbereitung eines Drucks ist im Slicer die bestmögliche Anordnung und Ausrichtung des Druckteils auf dem Druckbett. Zu große oder schwierig zu druckende Teile können in Bambu Studio auch direkt zugeschnitten oder in der Größe skaliert werden. Mehr dazu in Abschnitt 9.1.

Stützen setzen

Bei komplizierten Drucken kann es nötig sein, das Druckteil an bestimmten Stellen mit Stützen zu verstärken, damit überstehende oder frei in der Luft hängende Bereiche nicht noch vor dem Erkalten absacken und so den Druck ruinieren. Mehr zum Thema Stützen finden Sie in Abschnitt 9.2.

Einfärben, Farbe oder Material zuweisen

Alle Bambu-Lab-Drucker können auch ohne die optionale AMS-Filamentwechseleinheit zumindest bedingt mehrfarbig bzw. mit unterschiedlichen Materialien drucken, indem man an bestimmten Stellen Filamentwechsel im Slicer definiert.

Den eigentlichen Wechsel während des Drucks machen Sie ohne AMS von Hand oder lassen ihn automatisch mit einer AMS ausführen.

Wenn die Modellvorlage noch keinerlei Farb-/Materialinformationen enthält, kann man sie in Bambu Studio einfärben, einzelnen Teilen andere Farben oder Filamente zuweisen oder Filamentwechsel gezielt an bestimmten Stellen hinzufügen. Mehr dazu in Abschnitt 10.1.3.

Druckjob zum Drucker übertragen

Der fertig geslicte Druckjob muss irgendwie zum Drucker kommen. Früher nutzte man dazu eine (Micro-)SD-Karte, die man zwischen Rechner und Drucker hin- und hertragen musste. Ich habe sie meistens vergessen und musste dann erst wieder zum Rechner oder Drucker schlappen und die Karte holen.

Alle Bambu-Lab-Drucker sind von Haus aus netzwerkfähig. Bambu Studio kann nach dem Slicen automatisch den Druckjob über das heimische WLAN oder über die Bambu-Lab-Cloud an den Drucker übertragen und den Druck auch gleich starten, wenn gewünscht. Sehr bequem.

Zur Not kann aber auch ganz klassisch völlig offline mit der SD-Karte gearbeitet werden.

1.3.3 Drucken

Vor und während eines Druckvorgangs gibt es einige interessante Sachen zu beachten und beobachten.

Vor dem Druck

- Es gibt viele unterschiedliche Druckplatten für Bambu-Lab-Drucker. Vergewissern Sie sich, ob Sie die richtige, zum Filament und den Druckeinstellungen passende Platte verwenden.
- Vor jedem Druck sollten Sie prüfen, dass die Druckplatte korrekt auf dem Druckbett liegt, speziell in allen Ecken richtig anliegt, und falls Sie die Druckplatte abgenommen haben, dass keine Krümel unter die Druckplatte geraten sind.
- Erst recht sollte die Druckplatte bzw. der gesamte Bauraum des Druckers frei von zuvor gedruckten Teilen und Abfallstücken sein. Auch die beim Druckstart zuerst gedruckte »Prime« bzw. die Linie zur »Fluss-Kalibrierung« muss vor dem nächsten Druck entfernt werden.

- Ferner achten Sie darauf, dass die Druckplatte sauber, staub- und fettfrei ist. Gerade Fingerabdrücke auf der Bauplatte sind tückisch: Man sieht sie kaum, sie ruinieren aber die Haftung auf dem Bett.
- Ich wische gern mit etwas verdünntem Isopropanol-Alkohol, ca. 50%, auf einem fusselfreien Tuch über die Platte oder trage einen Hauch Haftvermittler auf, falls nötig. Bambu Lab selber rät von Isopropanol ab und empfiehlt stattdessen warmes Wasser mit etwas Spülmittel.
- Dann sollten Sie noch Düse, den Düsenwischer und den Poop-Schacht (»Poop« sind die kleinen Häufchen, die beim Spülen der Düse entstehen) prüfen, ob das alles sauber ist oder ob daran noch Filamentreste kleben, die eventuell bei der initialen Düsenreinigung und der vor dem Druck folgenden Einmessung im Weg wären.

Haftvermittler auftragen

Bambu Lab liefert einen Klebestift als Haftvermittler mit (der schnöde gelbe UHU tut's übrigens auch). Ich sehe ganz oft im Forum, dass viele den wirklich viel zu dick auftragen. Von Ultimaker habe ich mir damals folgende Methode abgeguckt: Machen Sie 2–3 Striche mit dem Klebestift auf die Druckplatte, dann nehmen Sie ein gut feuchtes, fusselfreies Tuch und verteilen das so, dass nach dem Abtrocknen nur eine hauchdünne Schicht Kleber über die Platte verteilt übrig bleibt. Wer daheim schon mal Fliesen gelegt: Das soll aussehen wie der Grauschleier, der nach dem Ausfugen mühsam runtergewaschen wird.

Die Einmessung, ABL und Flusskontrolle

Alle Bambu-Lab-Drucker verfügen über diverse Funktionen zur Einmessung und Kalibrierung der Druckparameter, je nach Modell werden da beim Druckstart mehr oder weniger viele Tests gemacht. Allerdings brauchen sie etwas Zeit beim Druckstart – ungeduldige Naturen können diese auch deaktivieren (Abschnitt 13.6.1).

Die erste Schicht

Die erste Schicht ist die wichtigste Schicht im ganzen Druck, das Fundament des Drucks. Wenn die nicht sauber gedruckt wurde, schlägt der Druck in der Regel früher oder später fehl. Grundsätzlich sollte man die Drucker ohnehin nicht unbeaufsichtigt lassen, aber gerade während der ersten Schicht bleibe ich gern vor dem Drucker stehen und beobachte, ob sie sauber gedruckt wird. Im späteren Verlauf achte ich darauf, ob eventuell die Ecken des Druckteils beginnen, sich vom Druckbett abzuheben. »Warping« beginnt immer an den Ecken.

Klebt die erste Schicht nicht fest auf der Druckplatte, wird sich das Modell teilweise oder komplett ablösen, Stützen fallen um und das Modell verzieht sich im Laufe des Drucks (»Warping«). Mehr über die Kontrolle der ersten Schicht lesen Sie in Abschnitt 13.2.1.

Hinweis

Beim Start des Drucks zieht der Drucker gern trotz Bambu Labs Düsenreinigung einen kleinen Filamentfaden an der Düse mit sich herum. Den kann man mit etwas Übung und flinken Fingern schnell abzupfen, aber Vorsicht: 200°C und mehr sind mollig warm. Man könnte dazu auch eine Pinzette nutzen.

Typische Druckfehler: Spaghetti, Klump und Leerdruck

Hierbei handelt es sich um drei weitere Fehler, auf die Sie während des Drucks achten sollten.

Spaghetti drucken

Von »Spaghetti drucken« spricht man, wenn das Filament nur noch wirr wie ein Vogelnest auf der Druckplatte landet. In der Regel hat sich der Druck davor von der Druckplatte gelöst oder eine Stütze ist umgefallen.

Klumpenbildung an der Düse

Klumpenbildung ist oft die Folge des Spaghetti-Drucks. Irgendwann verfängt sich das Filament an der Düse und der Drucker beginnt, Düse und das Hotend komplett in einem massiven Klumpen einzumauern. Das ist der Extremfall, der Blob des Grauens – siehe Abschnitt 13.6.4.

In weniger extremen Fällen sammelt die Düse einzelne Fäden oder überschüssiges Material im laufenden Druck ein (beim sogenannten »Stringing« passiert das oft) und es bilden sich erst kleine Tröpfchen und dann etwas größere Klümpchen an der Düse (siehe Abschnitt 13.2.6).

Unterextrusion und Leerdruck

Der Drucker druckt leer, sprich, er fährt stur sein Druckprogramm ab, obwohl gar kein Filament mehr ausgegeben wird. Das Filament ist ausgegangen, hat sich verklemmt oder die Düse ist verstopft. Sieht man die Düse zu weit (weiter als die eingestellte Schichtdicke) über der letzten Druckschicht ihre Bahnen ziehen, kann man den Druck getrost abbrechen, das wird nichts mehr.

Die Unterextrusion, also wenn zu wenig Material ausgegeben wird, führt zu löchrigen Drucken, schwammartig-löchrig-morschen Bereichen oder auch nur ausgefressenen Kanten (siehe auch Abschnitt 13.4.1).

Bemerkt man das rechtzeitig, kann man versuchen, den Druck durch Reduzierung der Druckgeschwindigkeit oder Erhöhen der Düsentemperatur noch zu retten (oder klemmendes Filament entwirren, sodass es wieder ordentlich transportiert werden kann).

Fehlerhaften Druck retten: Teile ausschließen

Gerade wenn wir mehrere Teile gleichzeitig drucken und sehen, dass sich ein Teil gelöst hat oder es sonstige Probleme an einem von mehreren gleichzeitig gedruckten Teilen gibt, können wir dieses Teil vom weiteren Druck ausschließen – und so den Druck der restlichen Teile hoffentlich noch retten. Der Ausschluss kann derzeit am Druckerdisplay oder auch in der Smartphone-App erledigt werden, in Bambu Studio soll diese Funktion zeitnah ergänzt werden.

Druck aus der Ferne überwachen

Eigentlich sollte man FDM-Drucker nie aus den Augen lassen, das gilt trotz der ganzen Sensorik und Intelligenz auch für die Bambu-Lab-Drucker. Bei Druckzeiten, die auch schon mal Tage oder noch länger dauern, ist das zuweilen etwas schwierig. Hier hilft die Fernüberwachung: Jeder Bambu-Lab-Drucker verfügt heute über eine Kamera, das Kamerabild kann man im lokalen Netzwerk im Bambu Studio und über die Cloud auch unterwegs in der Bambu-Lab-Smartphone-App aufrufen und bei Problemen auch von unterwegs eingreifen.

1.3.4 Druckteil vom Druckbett lösen

Alle Bambu-Lab-Drucker nutzen PEI-beschichtete Druckplatten. PEI hat den Vorteil, dass Drucke im heißen Zustand gut darauf haften und sich beim Erkalten so gut wie von selbst lösen. Grundregel ist daher: Warten, bis sich die Druckplatte nach dem Druck wieder abgekühlt hat, dann erst lösen wir den Druck von der Druckplatte (siehe auch Abschnitt 13.1.2).

1.3.5 Stützen entfernen

Wenn wir im Druck Stützen (»Supports«) benötigt haben, müssen wir sie wieder loswerden.

Alle Bambu-Lab-Drucker können mit ihrem jeweiligen AMS-Filamentwechsler auch spezielles Stützfilament nutzen – diese Spezialfilamente erleichtern das Ablösen der Stützen nach dem Druck.

Breakaway oder ähnliche Filamente

Stützen, die aus nicht löslichem Material gedruckt werden (siehe folgender Abschnitt), müssen vom Druckteil weggebrochen werden.

Sind Stützen und Druckteil aus dem identischen Filament, ist das Wegbrechen zuweilen etwas schwieriger und es besteht die Gefahr, das Druckteil beim Wegbrechen der Stützen zu beschädigen.

Eine andere Möglichkeit ist, unterschiedliche Standardfilamente zu nutzen. PLA auf PETG-Stützen geht meist sehr gut.

Lösliche Stützen (PVA/BVOH/HIPS)

Lösliche Stützen können in Flüssigkeit aufgelöst werden. PVA und BVOH lösen sich in Wasser, am besten nutzt man dafür heißes Wasser und rührt gut um. HIPS löst sich in einem Lösungsmittel namens D-Limonen. Das hat vermutlich privat niemand zu Hause, ich wollte es nur der Vollständigkeit halber erwähnt haben. Das Problem löslicher Stützen: Das Druckteil saugt sich mit Wasser bzw. Lösungsmittel voll, zudem lassen sich PVA und BVOH sehr schlecht lagern und gehen bei hoher Luftfeuchtigkeit kaputt.

1.3.6 Nachbearbeitung

Die meisten Teile, die ich mit dem FDM-Drucker drucke, sind Funktionsteile, die ich ohne weitere Nachbearbeitung direkt vom Druckbett nutze. Um die Stabilität zu erhöhen, kann man Drucke aus bestimmten Materialien noch zusätzlich tempern. Druckteile abdichten, um sie beispielsweise als Vasen zu nutzen, ist ebenfalls möglich. Sollen die Teile auch optischen Ansprüchen genügen, kann es aber sinnvoll sein, sie nachzubearbeiten.

Tempern

Bei einigen Filamentarten kann sich die Stabilität des Druckteils durch Tempern erhöhen. Das gibt es oft bei »Hochtemperatur-PLA«. »Tempern« meint hier, das Druckteil nach dem Druck – z.B. im Backofen – noch mal eine Zeit lang auf eine bestimmte Temperatur zu erhitzen. Bei Drucken aus PA (Nylon) kann Tempern interne Spannungen reduzieren.

Abdichten (wasserdicht)

FDM-gedruckte Teile sind nicht unbedingt immer wasserdicht. Normalerweise bekomme ich Drucke wasserdicht, indem ich absichtlich den Materialfluss zu hoch einstelle und etwas zu heiß drucke, das mag die Autokalibrierung der schlaueren Bambu-Modelle aber nicht so gern.

Ist das Kind bereits in den Brunnen gefallen und die frisch gedruckte Vase verliert mit der Zeit doch Wasser, dann können wir uns mit einer dicken Schicht Klarlack helfen.

Schleifen, Glätten

Bei FDM-gedruckten Teilen, gerade mit hohen Schichtdicken – 0,2mm oder mehr –, sieht man an den Wänden Schichtlinien, bei Wölbungen deutliche Treppenstufen. An Stellen, wo sich Stützen befanden, gibt es auch oft Fehlstellen. Aber auch wulstige Ecken oder ein Elefantenfuß wollen gern mal etwas nachgeschliffen werden.

Die meisten Filamente lassen sich so leidlich Schleifen, dazu nimmt man am besten Nass-Schleifpapier ab etwa 80er-Körnung und noch 2 bis 3 feinere Körnungen. Beim Schleifen entsteht Wärme und Wärme macht die Oberfläche weich, dann schmieren wir mehr, als wir schleifen. Tückisch wird es mit der Schleiferei, wenn viel Material – mehr als eine halbe Linienbreite respektive Schichtdicke – abgetragen werden soll. Oft ist es da sinnvoller, erst mit Füller bzw. Primerssprays aufzudicken und in der aufgetragenen Schicht des Füllers zu schleifen.

Eine Sonderstellung beim Glätten haben ABS, ASA und PVB: Die lassen sich mit einem Lösemittel glätten. Das Stichwort bei ABS und ASA ist »Vaporsmoothing«, hierbei werden die fertigen Drucke dann mit Aceton »bedampft«. Dieses Verfahren ist jedoch nicht ungefährlich und potenziell sogar ungesund. PVB hingegen wird mit Isopropanol-Alkohol am besten »benebelnt«. Vernebelter hochprozentiger Alkohol ist jetzt aber auch kein Spaß in der Nähe von potenziellen Brandquellen.

Diese Methoden zum Glätten führen im Idealfall zu spiegelglatten Oberflächen ohne sichtbare Schichtlinien oder generell Druckbahnen.

Grundieren und Bemalen

Nicht alle Filamentarten lassen sich so ohne Weiteres bemalen – bei TPU, PA (Nylon), PP und anderen tut man sich denkbar schwer.

Für PLA, PETG, ASA und ABS gilt: Vor dem Bemalen sollte grundiert werden. Hierzu eignen sich Plastik-Füller bzw. Primerspray aus dem KFZ-Zubehör oder auch die in Tabletop-Kreisen beliebten Citadel-Spraydosen bzw. Airbrush- oder Pinselgrundierungen aus dem Plastikmodellbau.

Zum Bemalen empfehle ich in der Wohnung wasserbasierte Acrylfarbe aus dem Tabletop- bzw. Plastikmodellbaubereich (Citadel, Vallejo, AK, The Army Painter etc.), gepinselt oder mit der Airbrush aufgetragen.

Mit einer dicken Schicht Klarlack oben drauf überlebt die Lackierung auch, wenn das Druckteil nicht nur im Regal steht.

Stichwortverzeichnis

3Dlac 66
3D-Modell 16
3D-Scannen 88
3MF-Datei 16, 85, 89, 93

A

A1 33, 39, 40
 AMS 58
A1 mini 39
 AMS 58
Abfall reduzieren 164
ABL 26, 28
ABS 35
 Stütze 52
AirAssist 44
AMS 28, 53, 54, 57
 Farbe verschmiert 169
 klemmt 241
 maximale Anzahl Filamente 57
AMS 2 Pro 59
AMS HT 43, 44, 60
AMS-Konfiguration 172
AMS lite 39, 58
 maximale Anzahl Filamente 58
App 28
Arachne 176, 216
Aufmalstützen 108
Autodesk Fusion 86
Automatische Orientierung 102
AUX-Lüfter 33

B

Baby Dragon 203
Backflip.ai 89
Bambu Farm 44

Bambu Lab 25
 Fortgeschritten-Modus 120
Bambu-Lab-Konto 76
Bambu Studio 14, 16, 79, 93
 Baugruppe 93
 Druckjob übertragen 18
 Druck starten 99
 Fehlerprüfung 17
 grundlegende Einstellungen 120
 installieren 79
 Kontextmenü 115
 Modell importieren 93
 Netzwerk-Plugin 82
 Objekt 93
 Objektliste 94
 Projekt 93
 Textwerkzeug 214
 Werkzeugleiste 101
Bambu Suite 48, 79
Baugruppe 93, 189
Baumstütze 211
Bauraumheizung 29, 37, 38, 42, 44
Bemalen 23
Bettnivellierung
 automatische 99
Birdseye-Kamera 48
Blender 87
Blob des Grauens 246
Boden 126
 Dicke 126
Boole'sche Mesh-Funktionen 108, 193
Breakaway 21, 68, 157
Breakaway-Filament 52
 Raft 132
Brim 153

Rand 131
 Brücke 140
 BVOH 22, 70, 155, 156

C

CAD 86
 Carbonfaser 29
 CF 37, 70
 Nachteile 71
 Vorteile 70
 ChatGPT 89
 Cloud 27, 28, 29, 83
 ohne 38
 Cold Pull 240
 Colorfabb Woodfill 72
 Combo 40
 CoreXY-Drucker 34
 CoreXY-Mechanik 29
 Cults3D 85
 Curling 234

D

Decke 126
 Dicke 126
 Delaminieren 242
 Details
 drucken 176
 feine drucken 239
 Developer-Modus 84
 aktivieren 84
 Dichte 127
 Display 29
 D-Limonen 69
 Draftshield 131
 Dreieckspinsel 110
 Druck
 massiver 127
 Druckbetthaftung 130
 Druckbetttemperatur 181
 Druckdaten importieren 89
 Druckdauer 168, 184
 Druckdüse
 schmutzig 245

 streift am Modell 245
 Druckeinstellungen 120
 Druckerauswahl 96
 Druckerkonfiguration 171
 Druckerprofil 171
 Druckjob exportieren 100
 Drucklinie 134
 Druckparameter 119
 Druckplatte 18
 Druck haftet nicht 231
 Druck löst sich nicht 231
 Einstellungen 115
 hinzufügen 101
 Namen geben 114
 virtuelle 101
 Druckplatte senden 100
 Druckprobleme 231
 Druckprofil
 Prozessprofil 97
 Druckprojekt 90
 Druckqualität 120
 Druckreihenfolge 134
 Druckstart
 beschleunigen 244
 Druckvolumen 42
 Druckvorgang 18
 Druckvorlage 85
 für mehrfarbigen Druck 159
 Druckvorschau 98
 Druckwarteschlange 102
 Druckzeit
 Schichthöhe 121
 Dual-Extruder 30, 42, 61
 Düse
 Schnellwechselfunktion 39
 Düsenabstand 182
 Düsengröße 174
 Düsenreinigung 19, 26, 134
 Düsentemperatur 30, 38, 180
 zu heiß 180
 zu kalt 180

E

Echo 236
 Einmessung 19
 Einrichtungsassistent 76
 Einstellungen
 fortgeschrittene 174
 Elefantenfuß 182
 Elefantenfußkompensation 182
 Enterprise-Modell 38, 44
 Ersatzteile 27
 Erstkalibrierung 77
 Dauer 77
 Explosionsansicht 113
 extrudieren 13
 Extruder Wood 72

F

Farbdisplay 37, 39
 Farbe
 verschmiert 169
 zuweisen 160
 Farbwechsel 166
 FDM 13
 FDM-Drucker 63
 Fernüberwachung 21
 Filament 13, 63
 Dritthersteller 63
 Durchmesser 63
 für Einsteiger 65
 generisches Profil 63
 laden 77
 mit Glitter 71
 mit Holz 72
 mit Metall 73
 mit Stein 74
 mit Zusätzen 70
 nachleuchtend 74
 Profil 63
 Sensoren 30
 von Bambu Lab 63
 Filamentauswahl 78, 96, 172
 Filamentgruppierung 115

Filamentprofil 64, 173
 Filamenttrockner 60
 Filamentwechsel
 manueller 161
 Filamentwechsler 28, 53, 54
 Filter 31
 Firmware 26, 27
 Floß 129, 132
 Flottenmanagement 26
 Flusssdynamik
 kalibrieren 100
 Pressure Advance 179
 Fluss-Kalibrierungs-Linie« 18
 Flussrate 30
 Materialfluss 178
 Flussverhältnis 178
 Formfutura EasyWood 72
 Fotogrammetrie 88
 FreeCAD 86
 Füllen-Werkzeug 110
 Winkel 110
 Füller 23
 Füllung 127
 Dichte 127
 Muster 127
 Fuzzy Skin 135

G

G-code 13, 14
 G-code einfügen 188
 Gehäuse 31
 Gehäuseheizung 29
 Geschwindigkeit 25, 183, 185
 GF 37, 70
 Nachteile 71
 Vorteile 70
 Ghosting 236
 Gitterfüllung 127
 Gitternetz 128
 Glasfaser 29
 Glätten 23, 182
 Globus 197

Gravieren 46
Grundieren 23

H

H2 33, 41
 Düsentemperatur 42
 Heizbetttemperatur 42
 Laser 45
 Plotter 47
 Plotter-Upgrade 47
H2C 41, 45, 56
 Upgrade Kit 45
H2D 41, 42
 Upgrade-Kit 44
H2D Laser 43, 45
H2D Pro 44
H2S 41, 44
H2S Laser 45
Haftvermittler 19, 66, 231
 auftragen 19
Heatcreep 240
Hinzufügen 101
HIPS 22, 69, 156
Hitem3D 88
Höhenreichweite 110
Höhenselektor 98, 104, 187
Holzfilament 72
Horizontale Artefakte 237
Hotend
 gehärtet 31
Hull Line 237

I

Infill
 Füllung 127
Interlock-Strukturen 53
Ironing
 Glätten 182

K

Kalibrieren
 E-Steps 178
Kalibrierung 19, 25, 77, 232

automatische 28, 99
der Flussdynamik 100

Kamera 21, 31
kartesischer Drucker 39
KI-Erstellung 223
Klipper 27
Klumpenbildung 20
Kollision 247
Kompensation 182
Kreispinsel 110
Kugelpinsel 110
Kühlung 181
K-Wert 179

L

LAN-only-Modus 76, 83
 aktivieren 27
 einrichten 84
Laser 45
 Upgrade-Kit 45
Layershift 247
Lebensmittelechtheit 16
LED-Beleuchtung 32
Leerdruk 20
Lignin 72
Linienbreite 174
Lückenfüllung 110

M

MakerLab 85, 90, 223
 KI-Funktionen 89
MakerWorld 85, 90
 Benutzerkonto 90
Marlin 188
Material
 zuweisen 160
Materialfluss 178
Materialkombinationen 53
Max Volumetric Flow 175, 184
Mehrfarbdruck 51
 Schritt für Schritt 197
Mehrfarbig drucken 28, 159
Meshy 88

Metallfilament 73

Modell

- ausrichten 137
- erstellen mit Bambu Studio 213
- Farbinformationen löschen 227
- herunterladen 85
- importieren 93
- KI-Erstellung 223
- KI-generieren 88
- selbst erstellen 86
- teilen 138
- vorbereiten 101
- zerschneiden 138

Modifizierer 186

- Höhenbereich 187

Montage 75

Montageansicht 113

Multimaterial-Druck 51, 52

Muster 126, 235

- Druckvorschau 126
- monotonisch 126

N

Nachbearbeitung 22

Nachleuchtend 74

Naht 121

- aufmalen 109
- Position 122
- Schrägnaht 123

Not-Aus-Knopf 44

O

Objekt

- alle anordnen 102
- auf Fläche legen 106
- Boden begradigen 107
- drehen 105
- einfärben 109
- hinzufügen 101
- in Teile trennen 102
- Kontextmenü 116
- messen 110
- separieren 102

skalieren 105

stapeln 105, 188

Teilbereich abschneiden 107

Text hinzufügen 109

trennen in 102

verschieben 104

zerschneiden 107

Objektliste 94

Offset 42

Oozing 238

Orca Slicer 84

P

P1 33

P1P 34

P1S 35

P2 48

PA

Stützfilament 70

Pause

einfügen 187, 216

PEI 21

PETG 39, 67

opak 67

transparent 67

Pillowing 234

PLA 15, 39, 65

HighTemp PLA 66

Matt 66

Silk PLA 66, 73

Stütze 52

Tough PLA 66

PLA+ 66

PLA Basic 66, 96

Platten-Werkzeuge 114

Plotter 44

Plotter-Kit 47

Plottermodul 47

Polymaker Polywood 72

Poop 19, 54, 162, 163

Pressure Advance 179

Prime-Linie 130

Primelinie 18
 Primerspray 23
 Printables 85, 91
 Printfarm 26
 PrintMon
 Credits 226
 Farbzuweisung 227
 Modell-Editor 226
 PrintMon-Maker 223
 Profil 64, 119
 eigenes erstellen 171
 projektbezogen 171
 speichern 174
 Projekt 93
 Prozesseinstellung
 pro Objekt 174
 Prozesseinstellungen
 Druckparameter 119
 globale 174
 Prozessprofil 97, 119, 173
 PVA 22, 69, 156

Q

Qualität 121

R

Raft 129
 Rand 131
 Breite 131
 Lücke 131
 Typ 131
 Randohr 112
 Reinigungsturm 133, 162
 größe reduzieren 165
 Rippenwand 134
 Reinigungsvolumen 164
 Retract 240
 Rückzug 179
 RFID-Chip 63, 64
 Riemenspannung 26
 Ringing 236
 Rückzug 179

S

Schale 126
 Schalendicke 126
 Standardwert 127
 Schalenschicht 126
 Schicht
 erste 19, 233
 massive 126
 obere/untere 126
 Wechsel 121
 Schichthöhe 120
 erste Schicht 121
 Standard 121
 verändern 103
 Schichtschmelzverfahren
 FDM 13
 Schlauch
 entfernen 75
 Schleifen 23
 Schmelzleistung 30, 184
 Schnittansicht 110
 Schürzen 130
 Schutzzone 169
 Sensorik 26
 Silcer
 Filemantwechsel 18
 Silk PLA 73
 Skirt 130
 Slicen 16, 97
 Slicer 13, 14, 16, 26, 32, 54, 93
 alternative 84
 Slicing Engine 175
 Spaghetti 32
 Spielzeug 15
 Spiralvase 134
 Sprache auswählen 76
 Spülmenge 165
 Stabilität 15, 128, 137
 Standardprofil 119
 Step 85
 STL-Datei
 einfärben 161

- mehrteilige 159
- viele einzelne 159
- STL-Format 85
- Stringing 20, 122, 238, 242
- Strontiumaluminat 74
- Stützblocker 145, 147
- Stütze 129, 143
 - auf Druckplatte 129
 - Aufmalstützen 108
 - Automatik 129
 - Baumstütze 149
 - entfernen 21, 153
 - Farbschema 145
 - Filament 129
 - kippt um 153
 - klassische 149
 - lösliche 22, 155
 - manuell setzen 147
 - Material 52
 - Schwellenwinkel 144
 - Typ 129
 - Z-Abstand 154
- Stützenautomatik 144, 149, 211
- Stützfilament 68
 - Breakaway 68
 - BVOH 70
 - HIPS 69
 - PVA 69
- Stützmaterial 30
- Stützverstärker 145
- Subtraction 191
- Support
 - Baumstütze 211
 - Stütze 21, 143
- Support (Kundendienst) 26, 27
- Supportblocker 145
- Support-Interface 68, 151
 - Druckvorschau 153
 - Filament 152
- Supportverstärker 145
- SVG 92

T

- Teile ausschließen 21
- Temperatur 180
- Tempern 22
- Tempolimit 185
- Thingiverse 85
- TinkerCAD 87
- Toolchanger 56
- TPU 39, 67
 - Stützfilament 70
- traceparts 85
- Tramming 28
- Transportsicherung 75
- Trockenbox 156
- Trocknerfunktion 33
- Troubleshooting 231

U

- Überhang 141
 - 45° 142
 - 60° 142
 - markieren lassen 143
- Unterextrusion 241

V

- Vaporsmoothing 23
- Variable Schichthöhe 103
- VariShore TPU 68
- Vasenmodus 134
- Velocity Painting 67
- Verbinder 108
- Versatz 247
- Vertikale Artefakte 236
- Vision Encoder 44
- Volumengeschwindigkeit 184
- Vorlage 16

W

- Wand
 - dünne 176
 - nur eine 124
 - Reihenfolge 177
 - schlechte Qualität 236

Wandgenerator 175

Wandlinie 124

 Anzahl 125

 Stabilität 128

Warping 20, 112, 127, 181, 242

Wasserdicht 22

Wechselpunkt 52

Werkzeugwechsler 45, 56

Wiki 75

Wiper 163

WLAN 32

 einrichten 76

Wolfram-Karbid-Düse 44

X

X1 33, 36, 37

X1C 37

X1 Carbon 37

X1E 38

XY-Konturkompensation 182

XY-Loch-Kompensation 182

Y

Yeggi 85

Z

Zeitraffer 135

Zeitraffer-Aufnahme 99

Zeit sparen 164

Zerschneiden 107

Z-Hop 179, 245

 Spirale 238

Z-Naht 121

Z-Offset 182

Zusammenbauen 111, 189

Zweifarbdruck 30