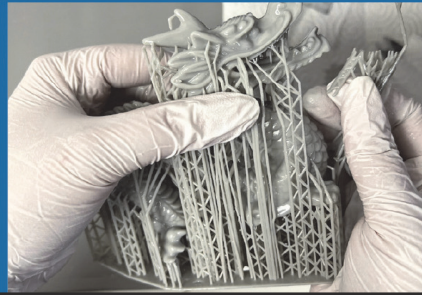
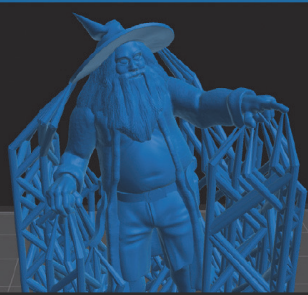


Stephan Knaus



3D-Druck mit Resin

mSLA, DLP und SLA für Einsteiger und Maker



Inhaltsverzeichnis

	Einleitung	9
1	3D-Druck mit Resin	11
1.1	Resindruck vs. FDM-Druck	11
1.1.1	Resindruck	12
1.1.2	FDM-Druck	13
1.2	Zu beachten beim Resindruck	14
1.3	Welches Druckverfahren für was?	15
1.4	Grundsätzlicher Ablauf beim Resindruck	21
2	Kaufberatung	23
2.1	Das Druckprinzip: mSLA, DLP oder SLA?	23
2.1.1	mSLA	23
2.1.2	DLP	24
2.1.3	SLA	25
2.2	Wichtige Features bei der Auswahl des Druckers	26
2.2.1	Benötigtes Druckvolumen	26
2.2.2	Display und UV-Lichtquelle (im Fall von mSLA)	27
2.2.3	Auflösung und Pixelgröße	27
2.2.4	Antialiasing oder Kantenglättung	28
2.2.5	Stabile Mechanik	28
2.2.6	Resinheizung	30
2.2.7	Konnektivität	31
2.2.8	Lärm	32
2.2.9	Automatisches Ausrichten der Bauplatte	32
2.2.10	Resinpumpe/Nachfüllautomatik	33
2.2.11	Die Abdeckhaube	33
2.2.12	Unterschiedliche Arten von Resintanks	34
2.2.13	Abklappfunktion: Display/Tank Tilt	36
2.2.14	Sonstiges	36
2.3	Zubehör	38
2.3.1	Schutzausrüstung	38
2.3.2	Reinigungsalkohol	41
2.3.3	Wash&Cure-Station (optional)	42

2.3.4	Zum Härten	43
2.3.5	Diverse Behälter und Flaschen	44
2.3.6	Unverzichtbare Helfer	46
2.3.7	Unterlage für den Tisch	48
2.3.8	Aus dem Baumarkt.	48
2.3.9	Tankfolien	49
2.3.10	Druckerheizung (optional)	50
2.3.11	Tanks zum Wechseln (optional)	50
2.3.12	Ersatz-Bauplatte (optional)	51
2.4	Resin	51
2.4.1	Standardresin	52
2.4.2	ABS-Like/Tough/Zäh.	52
2.4.3	Flexibles »gummiartiges« Resin	53
2.4.4	Kristallklar und hochtransparent.	54
2.4.5	Und jede Menge Spezialresin	55
2.4.6	Attribute aus der Resinwerbung	55
2.4.7	Resinfarben	57
2.4.8	Resin mischen.	58
3	Einen Resindrucker in Betrieb nehmen.	59
3.1	Lieferumfang eines Resindruckers.	59
3.2	Aufbau	61
3.2.1	Schutzfolie vom Display entfernen	61
3.2.2	Weitere Schutzfolien	63
3.3	Software-Installation	64
3.3.1	Alternative Slicer.	64
3.3.2	Firmware- und Slicer-Updates.	65
3.4	Bauplatte einsetzen	66
3.5	Bauplatte ausrichten (»Leveln«)	67
3.5.1	Leveln mit Papier	67
3.5.2	Leveln im Tank	72
3.5.3	Leveln mit Automatik.	73
3.6	Tank einsetzen	74
3.7	Resin einfüllen	75
3.8	Korrekte Funktionsweise des Druckers überprüfen	76
3.8.1	Durchschein-Test	76
3.8.2	Haarlineal-Test	77
4	Druckdaten erstellen und vorbereiten	79
4.1	Wo bekommt man Vorlagen?	79
4.1.1	Zeichnen in CAD	79
4.1.2	Modellierung.	81
4.1.3	Figurengeneratoren	82

4.1.4	3D-Scannen	82
4.1.5	KI-Generatoren	83
4.1.6	Modellsammlungen im Internet	83
4.1.7	PreSupported und Support free	84
4.2	Modelle slicen	84
4.2.1	Anordnen auf der Druckplatte	85
4.2.2	Überhänge	92
4.2.3	Brücken	93
4.2.4	Inseln erkennen und entschärfen	95
4.2.5	Hohle Drucke	99
4.3	Stützen setzen	103
4.3.1	Theorie der Stützen im Resindruck	103
4.3.2	Stützen in der Praxis	104
4.3.3	Lernen mit PreSupported-Modellen	114
4.4	Druckparameter im Resindruck	115
4.4.1	Schichtdicke	116
4.4.2	Belichtungszeit	116
4.4.3	Wartezeiten/Light-off Delay	117
4.4.4	Hubstrecke der Bauplatte	118
4.4.5	Geschwindigkeit	118
4.5	Testdrucke: Hilfe beim Ermitteln der richtigen Belichtungszeit	118
5	Der Druckprozess	121
5.1	Arbeitsplatz vorbereiten	121
5.2	Der erste Testdruck	123
5.3	Wie kommt der Druckjob zum Drucker?	124
5.3.1	Per USB-Stick	124
5.3.2	Über das LAN	124
5.4	Der Druckvorgang	125
5.4.1	Vor dem Start des Drucks	125
5.4.2	Der Druck läuft	125
5.4.3	Druck entnehmen und Drucker säubern	127
5.5	Waschen	129
5.5.1	Mit Waschstation	129
5.5.2	Ohne Waschstation	130
5.5.3	Resinreiniger und Ultraschall	131
5.6	Druckteil von der Bauplatte lösen	132
5.7	Stützen entfernen	133
5.8	Druckteil trocknen	135
5.9	Härten	136
5.9.1	Mit Cure-Station	136
5.9.2	Ohne Cure-Station	137
5.9.3	Tipps	137

5.10	Fertig.	138
5.11	Nach dem Druck: Wartung und Entsorgung.	138
5.11.1	Nach einem Fehldruck: Tankreinigung	138
5.11.2	Vollständige Reinigung, Wechsel des Resins.	140
5.11.3	Tankfolie erneuern.	143
5.11.4	Was tun mit dem »Waschwasser«?	144
6	Nachbearbeiten	147
6.1	Schleifen.	148
6.2	Kleben.	149
6.3	Glätten/Spachteln	150
6.4	Grundieren.	151
6.5	Bemalen/Lackieren	152
6.6	Klarlack und UV-Schutz	153
	Glossar	155
	Stichwortverzeichnis	165



Einleitung

Was ist 3D-Druck überhaupt?

Ganz nüchtern betrachtet ist so ein 3D-Drucker ein Gerät, mit dem jeder dreidimensionale Gegenstände aller Art in inzwischen recht brauchbarer Maßhaltigkeit und Stabilität anfertigen kann, und zwar basierend auf einer im Computer erstellten Vorlage. Die Vorlagen kann man oft kostenlos im Internet herunterladen oder aber selber erstellen.

Benutzt wird das im Hobbybereich vor allem für kleine Helferlein im Haus und Garten, für Reparaturen oder zum Erstellen von Ersatzteilen aus »Plastik«, die man nirgends mehr bekommen kann. Oft begleitet der 3D-Druck auch andere Hobbys, von Modellbau bis hin zu Elektronikbasteleien, oder er wird einfach nur zur Herstellung von Dekoteilen genutzt.

Diese Vorlagen kostenlos herunterzuladen oder, noch spannender, selbst zu konstruieren bzw. zu designen und dann sofort zu drucken, übt auf viele Druckerbesitzer einen sehr hohen Reiz aus, ähnlich wie bei anderen DIY-Geschichten: Hat man erst mal einen Drucker, findet man ständig Neues, was man doch schnell mal drucken könnte.

Frönt man dann vielleicht auch noch einem Hobby wie dem Modellbau, betreibt eine Eisenbahnbahnlage oder spielt gerne Brettspiele, ergeben sich unzählige Anwendungsmöglichkeiten, wie man mit selbst erstellen bzw. selbst gedruckten Teilen seine Hobbys unterstützen kann. Nicht selten wird auch das Konstruieren, Drucken oder gar die Optimierung eines Druckers zum eigenen Hobby für sich.

Als ich 2016 mit dem 3D-Druck begann, war gerade die Tatsache für mich faszinierend, dass ich damit funktionale Gegenstände produzieren kann, die man in die Hand nehmen kann. Ich bin handwerklich völlig unbegabt und Ikea bringt mich regelmäßig an den Rand eines Zusammenbruchs, aber die Konstruktion am PC geht mir nach etwas Einarbeitung gut von der Hand. Ich habe mit kleinen Montagewinkeln angefangen, über diverse Behälter bis hin zu Sortierboxen. Mit steigender Übung im Umgang mit den Werkzeugen zur Erstellung von Druckvorlagen ging es dann weiter zu immer komplexeren Geschichten: verstellbare Halterungen für meinen Fahrradcomputer, bewegliche Teile und natürlich auch das eine oder andere Dekostück. Als ITler war das absolut neu für mich: Ich kann etwas produzieren, was außerhalb eines Bildschirms existiert und auch noch nützlich ist. Aus dieser Faszination zum 3D-Druck entstand dann auch bald mein

Onlineforum »drucktipps3d.de«, das man heute mit fast 25.000 registrierten Nutzern zu den großen deutschsprachigen Communitys für das Hobby 3D-Druck zählen darf.

Ich halte den 3D-Druck auch für ein tolles Hobby für Jugendliche, um ihnen 3D-Konstruktion oder das Modellieren nahezubringen – beides ist auch für später z.B. in den Bereichen Architektur, Konstruktion und Design, aber auch für die Gaming-Industrie sehr vorteilhaft. Ich halte den 3D-Druck tatsächlich für ein sehr wertvolles Hobby. Als Aufhänger kann hier auch die Nähe zu Computerspielen helfen, denn oft gibt es für die populären Spiele im Internet kostenlos herunterladbare Druckvorlagen.

Für einen Resindrucker sollte allerdings ein gewisses Alter bzw. eine gewisse Reife im Umgang mit Gefahrstoffen gegeben sein.

Als Einstieg ist ein FDM-Drucker einfacher und weniger heikel.

Das Ziel dieses Buchs

In diesem Buch möchte ich Ihnen den Resindruck näherbringen, also das Drucken von dreidimensionalen Gegenständen mit einem 3D-Drucker, der anders als im (zugegeben populäreren) FDM-Druckverfahren keine geschmolzenen Plastikwürste übereinanderstapelt, sondern die Gegenstände schichtweise aus einem mit Kunstharz gefüllten Tank »herausbelichtet«.

Zu Beginn zeige ich Ihnen die gängigen Typen von Resindruckern und wann ein Resindrucker gegenüber dem FDM-Druck im Vorteil ist, helfe bei der Auswahl eines passenden Geräts, erkläre, welche Features wichtig sind, und zeige auf, welche Helferlein und welches Zubehör als Grundausstattung sinnvoll sein können. Anschließend erfahren Sie, wie Sie einen Resindrucker in Betrieb nehmen und welche Gefahren und Probleme im Umgang mit Resin einhergehen und wie Sie diese minimieren können.

Im Folgenden erkläre ich die Grundlagen, worauf man für einen erfolgreichen Druck achten muss, bevor wir dann an einem konkreten Beispiel (das Sie auch selbst herunterladen und ausprobieren können) einmal den kompletten Vorgang durchgehen – vom Vorbereiten des Arbeitsplatzes über die Anordnung auf der Bauplatte, das richtige Setzen von Stützen bis hin zum fertigen Druck und dem abschließenden Waschen und Härten.

Zum Abschluss gehe ich in noch kurz auf die Möglichkeiten der Nachbearbeitung der gedruckten Objekte ein.

In diesem Buch finden Sie also alles, damit Ihnen der Einstieg von der Anschaffung bis zum ersten fertigen Druck optimal gelingt. Auch etwas fortgeschrittene Resindrucker-Nutzer sollten hier noch nützliche Tipps und Tricks finden und selbst an die Umsteiger vom FDM-Druck ist gedacht.

3D-Druck mit Resin

1.1 Resindruck vs. FDM-Druck

Es gibt zwei unterschiedliche Druckverfahren im Hobbybereich.

Im **FDM-Druck** wird Plastikdraht durch eine mindestens 200°C heiße Düse gepresst (»extrudiert«), und die geschmolzene Masse wird dann Bahn für Bahn übereinandergelegt und verschmilzt dabei mit der Bahn darunter. Im Grunde könnte man sagen, dass es so ähnlich ist wie eine Heißklebe-Pistole, die man auf ein motorisiertes Gestell geschraubt hat und die nun einfach die Konturen eines gewünschten Gegenstands Bahn für Bahn und Schicht auf Schicht abfährt. Dem Prinzip des Aufeinanderstapelns von geschmolzenen Plastikbahnen – oder »Würsten« – verdankt der FDM-Drucker den Spitznamen »Wurstleger«.

Im **Resindruck** verwenden wir flüssiges Kunstharz (»Resin«), in dem der Drucker unseren Gegenstand Schicht für Schicht aushärtet. Das Druckstück wird quasi über Kopf aus dem Resintank »herausgezogen«, bildlich gesprochen. Tatsächlich taucht die Bauplatte in den Resintank ein, dann wird eine Schicht belichtet, meist 0,05mm, dann fährt der Drucker nach oben, damit sich die gerade gedruckte Schicht vom Tankboden ablösen kann, und taucht dann für die nächste Schicht wieder ein.

Mit seiner höheren Auflösung kann das Druckteil wesentlich detaillierter gedruckt werden als mit einem FDM-Drucker, und es können auch sehr kleine Gegenstände gedruckt werden. Gerade die im Vergleich zum FDM-Druck wesentlich dünneren Schichten helfen hier enorm. Für den Resindruck hat sich in unserer Community der Spitzname »Suppenstipper« eingebürgert – es gibt aber auch einen weniger schmeichelhaften, nämlich »Muffeldrucker« (oder »kleiner Stinker«). Ich schweife ab, fürchte ich.

Zugegeben, der klassische Hobby-3D-Drucker ist ein FDM-Drucker, kein Resindruck. Tatsächlich ergänzen sich beide Verfahren jedoch. Jedes hat sein spezielles Einsatzgebiet, und es ist nicht unüblich, sowohl einen FDM- als auch einen Resindruck im Keller stehen zu haben und damit beide Gebiete abdecken zu können. Und dann sprechen wir noch nicht vom Sammelwahn, dem viele Nutzer in unserer Community verfallen. Es gibt ein geflügeltes Sprichwort: Man braucht immer einen Drucker mehr, als man bereits hat. Auch das kennt der eine oder andere ja auch schon von anderen Hobbys.

1.1.1 Resindruck



Abb. 1.1: Typischer Einsteiger-Resindrucker, hier in etwas gehobener Ausstattung: die Standard-Variante des beliebten Elegoo Mars 5

Der Resindruck eignet sich durch die hohe Auflösung in X/Y-Richtung sowie einer geringeren Schichtdicke für Modelle, bei denen es um höchste Details bei kleinen bis kleinsten Gegenständen geht. Gewölbte oder gewinkelte Flächen werden weniger »treppig« und man sieht weniger bis gar keine Schichtlinien. Der Resindruck schafft zudem Überhänge meist sauberer. Aber vor allem bekommen wir auch feinste Details knackig scharf abgebildet, bei denen die vergleichsweise grobe Düse eines FDM-Druckers nicht mehr mithalten kann.

Mechanisch ist ein Resindrucker deutlich weniger komplex als ein FDM-Drucker. Es gibt hier nur eine bewegte Achse, im FDM-Druck gibt es davon gleich drei. Deswegen fallen auch die Justierarbeiten beim Resindrucker wesentlich einfacher aus und auch Wartungsarbeiten sind eher selten. Jetzt mal abgesehen vom omnipräsenten Wischen, Waschen und dann noch Saubermachen, aber das ist ja keine Wartung per se.

Die vom Drucker ausgehende Brandgefahr ist im Vergleich zum FDM-Druck sehr gering, da es im Resindrucker eben keine Heizelemente gibt, mit denen Temperaturen bis zu 300°C und darüber über Stunden oder gar Tage gehalten werden müssen. Auch der Stromverbrauch eines Resindruckers ist deutlich geringer.

Der große Nachteil eines Resindruckers ist der Umgang mit dem gesundheitsgefährdenden Resin und die nicht endende Putzerei.

Drucke mit dem im Hobbybereich beliebten Resin sind zudem anfällig für UV-Licht, nicht verwitterungsfest, leicht zerbrechlich und mechanisch nur wenig belastbar. Spezialharze können hier helfen, werden Aufgrund der hohen Preise jedoch im Hobbybereich eher selten genutzt. Der Resindruck mit dem erschwinglichen Resin ist damit primär für Dekoration oder wenig belastete Teile im Innenbereich gedacht.

1.1.2 FDM-Druck

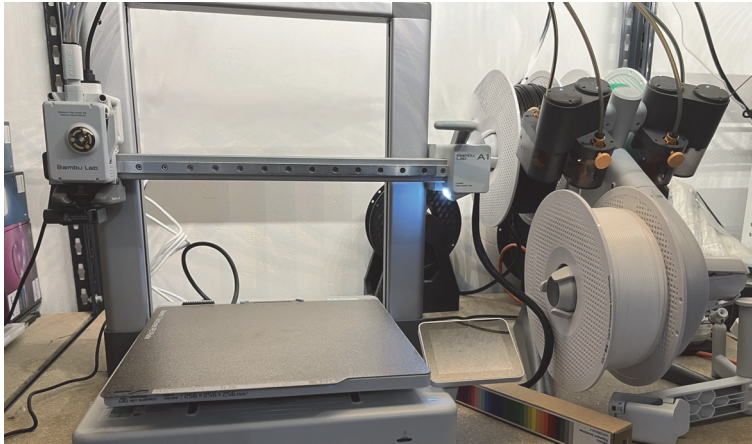


Abb. 1.2: Bambulab A1, einer der beliebtesten Einsteiger-FDM-Drucker derzeit – hier mit Vierfarbwechsler

Der FDM-Druck ist eher für größere, weniger fein detaillierte Teile gedacht, die auch mechanisch belastbar sein müssen oder draußen wechselnden Umwelteinflüssen ausgesetzt sind. Bei niedrigeren Verbrauchskosten als vergleichbares Spezialresin im Resindruck hat der FDM-Druck auch insgesamt ein wesentlich einfacheres Handling. Der FDM-Druck ist recht sauber und mit den Standardmaterialien PLA, PETG und TPU auch gesundheitlich weniger bedenklich als Resin.

Der FDM-Druck eignet sich meiner Meinung für sehr dünnwandige, streng geometrische Formen meist etwas besser als der Resindruck (Ausnahme: Kreise/Kreisbögen), da bei diesem Druckprinzip weniger Kräfte während des Druckvorgangs auf die im Druck befindlichen Teile einwirken, welche im Resindruck gerne zu einer ungewollten Verformung führen können. Organische Formen sind mir im Resindruck lieber.

Der FDM-Druck ist so gesehen ein recht unkompliziertes Verfahren, der Resindruck hingegen ist wesentlich aufwendiger und hat so einige ungewünschte Komplikationen, auf die ich im folgenden Abschnitt näher eingehe. Dafür ist er für sehr kleine und detaillierte Objekte deutlich besser geeignet – zuweilen ist der Resindruck sogar die einzige Möglichkeit, das mit dem gewünschten Detailreich-

tum bei kleinen Teilen umzusetzen. Auch sind die Wände der mit Resindrucker gedruckten Teile in der Regel wesentlich glatter. Im Bereich transparente Drucke ist der Resindrucker auch vorne: Scheiben oder Scheinwerferglas für den Modellbau zum Beispiel. Und mit Spezialresin gibt es auch viele Anwendungen, für die es im FDM keine Entsprechung gibt. Man denke z.B. auch an den Dentalbereich. Zugegeben, auch wenn wir es könnten, drucke ich mir meine Zähne bzw. Kronen dann doch noch nicht selber.

1.2 Zu beachten beim Resindruck

Dieser Abschnitt liest sich zunächst vermutlich etwas abschreckend, aber Sinn dieses Buchs soll es auch sein, Ihnen Tipps und Tools an die Hand zu geben, um das Chaos gering zu halten. Je besser organisiert man an das Thema Resindruck herangeht, umso weniger problematisch wird es. Und am Ende wird man ja von einer Druckqualität belohnt, die der FDM-Druck noch nicht erreicht.

Geruch

Die meisten Resinarten haben einen sehr unangenehmen Geruch. Auch der zum Waschen der Resindrucke genutzte Alkohol riecht sehr penetrant. Aber es ist nicht nur der Geruch an sich, sondern diese Dämpfe sind auch gesundheitlich bedenklich.

Sauerei

Fertige Drucke kommen Resin tropfend aus dem Drucker und müssen in der Regel gewaschen werden. Hier hilft Organisation und Planung des Arbeitsplatzes (siehe Abschnitt 5.1). Ungeübte Neueinsteiger, die sich noch keinen geeigneten Workflow antrainiert haben, verteilen dabei gerne das Resin ungewollt überall in der ganzen Wohnung. Hat man es einmal an den Händen oder der Kleidung, ist es kurz danach erfahrungsgemäß überall. Ich mag gar nicht erzählen, wo ich zu Beginn schon überall Resin gefunden habe. Resindruck in der Wohnung ist ein schwieriges Thema. In Wohnräumen lieber nicht, besser in einem selten genutzten Wasch-, Abstell- oder Kellerraum, der gut belüftet (und beheizt) werden kann. Kleine Kinder und Haustiere fernhalten.

Gesundheitsrisiken

Resinkontakt mit der Haut oder auch das Einatmen der Dämpfe kann starke allergische Reaktionen hervorrufen. Vielleicht nicht gleich beim ersten Mal, aber kumulativ mit der Dauer und Häufigkeit des Kontakts steigt auch das Risiko von Gesundheitsproblemen. Es besteht die Gefahr einer Hypersensibilisierung bis hin zum allergischen Schock. Nicht verschlucken, nicht einatmen, nicht in die Augen reiben sowieso.

Schutzbrille, Nitril-Handschuhe und ggf. eine Atemschutzmaske sind angeraten und minimieren das Risiko deutlich.

Schauen wir etwas genauer in die leider eher selten beigefügten SDS-Sicherheitsdatenblätter, finden wir als Bestandteile von Resin und deren Risiken:

- Acrylate: können Augen, Haut und Atemwege reizen.
- Epoxide: können allergische Reaktionen hervorrufen und sind möglicherweise krebserregend.
- Monomere und Oligomere: können Hautreizungen verursachen und in einigen Fällen Sensibilisierungen hervorrufen.
- Fotoinitiatoren: können Augenreizungen und Sensibilisierungen verursachen.
- Methacrylate: können Haut, Augen und Lungen reizen.

Entsorgung

Resin und flüssige Resinreste dürfen nicht ins Abwasser gelangen. In flüssiger Form ist Resin ein Gefahrstoff, aber vollständig ausgehärtet darf es als Restmüll entsorgt werden. Kann nicht ausgehärtet werden, dann ist flüssiges Resin als Problemstoff an der Sammelstelle abzugeben.

Und das gilt auch für verschmutzte Küchentücher, Filter und sonstige Hilfsmittel, die in Kontakt mit flüssigem Resin gekommen sind. Erst Härten (bzw. Waschen), dann in den Restmüll.

Dasselbe gilt für den zum Waschen der Drucke benötigten Alkohol bzw. das Waschwasser. Auf keinen Fall in die Kanalisation einleiten oder gar in die Natur kippen. Waschwasser im Kanister sammeln, so bei der Problemstoffsammlung abgeben oder »dekantieren«, aushärten lassen und vollständig gehärtet dann über den Restmüll entsorgen. In Abschnitt 5.11.4 finden Sie Tipps dazu.

Vorsicht: Bio/Wasserwaschbar

Die Werbung spricht gerne von wasserwaschbarem und Öko- bzw. Bio-Resin – das kann man alles getrost als Werbe-Mumpitz abhaken. Die schädlichen Bestandteile des Resins sind auch in diesem Resin enthalten, daher gilt für die Entsorgung und Vorsichtsmaßnahmen genau das Gleiche wie für Standardresin. Bio oder wasserwaschbar bringt keinen Vorteil.

1.3 Welches Druckverfahren für was?

Wer das Vorhaben Resindruck jetzt noch nicht aufgegeben hat, hier nun ein paar Beispiele, wofür sich welches Druckverfahren eher eignet:

Eisenbahn-Fans

Zubehör für die Gartenbahn in der Spur G (1:22) draußen und alles darüber druckt man besser mit dem FDM-Drucker, und zwar wegen der Größe und der besseren Haltbarkeit im Freien. Große Geländeteile – etwa ein Bergmassiv zur Landschaftsgestaltung – sind beim FDM-Druck ebenfalls gut aufgehoben. Ein ganzes Gebäude für die H0-Anlage (1:87) ist in FDM noch realisierbar, bei Autos oder gar Personen wird es eng. Für die kleine Spur N (1:160) spätestens braucht man dann die feineren Details der Resindrucker.

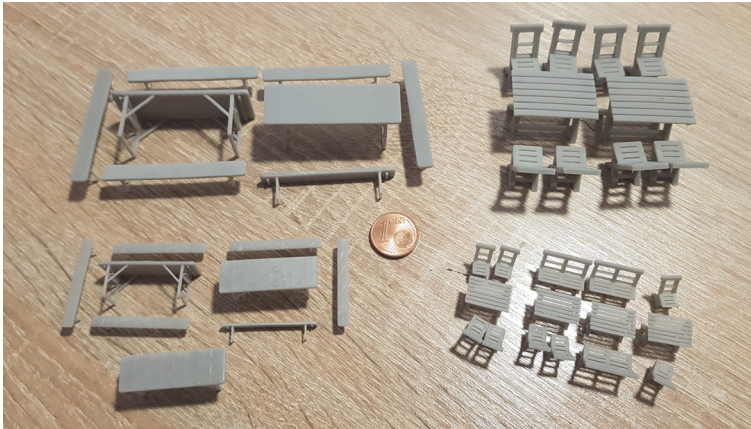


Abb. 1.3: Gartenmöbel und Biergartengarnitur – einmal in Größe H0 und einmal für Spur N
Mit freundlicher Genehmigung von Rene S. (Foto, Druck & Modell: Rene S.)

Tabletop- und Brettspiel-Spieler

Spielefans greifen für Figuren (z.B. die beliebten 28mm-Miniaturen in 1:60) besser zum Resindrucker. Wer sich dagegen eine 28cm-Actionfigur drucken will, kommt mit einem FDM-Drucker vermutlich besser hin.

Sehr schön ist der Resindruck auch für Meeples, Tokens, Marker, Loot-Kisten, generell Deko-Gegenstände, um das Gelände oder den Dungeon aufzuhübschen. Es gibt eine recht aktive Szene, um Brettspiele mit hübscherem Zubehör aufzuwerten.

Bei Geländeteilen, Gebäuden, Sortierkästen und Box-Inlays wäre der FDM-Drucker dann eventuell wieder das Mittel der Wahl.

Stichwortverzeichnis

3D-Builder 85
3D-Modell
 anordnen 85
 auf Fehler prüfen 85
 aus dem Internet 83
 erstellen 81
 Löcher 100
 PreSupported 84, 114
 Support free 84
3D-Modellierung 81
3D-Scanner 82, 160
3MF 79
4K 28

A

Abdeckhaube 33
ABS 53
Abtropfen 127
ACF 49, 69
ACF-Folie 155
Acrylfarbe 152
Airbrush 20, 152
Aktivatorspray 149
Aktivkohle-Filter 39
Alkohol 41
Alkoholfarbe 56
Analysen 114
Antialiasing 28, 155
Anycubic 64
Anycubic Photon 23, 28
Arbeitsplatz vorbereiten 121
Artefakte 155
Atemschutzmaske 39
Auflösung 27, 155
Aushöhlen 99

B

Babypuder 47, 150
Bambulab 13
Bauplatte 37, 51, 155
 arretieren 70
 ausrichten 32, 67
 Druckteil lösen 132
 einsetzen 66
 Nullposition 69
Behälter 44
Belichtungszeit 53, 116
 Burn-in-Schicht 117
 ermitteln 118
 für verschiedene Schichtdicken 116
 kurze 56
 normale Schicht 117
Belichtungszeiten 115
Bemalen 152
Bettleveln 32
bewegliche Teile 20
Bio 15
Bioethanol 42
Blasenbildung 117
Blender 81
Blowout 100, 155
Bodenschicht
 Burn-in-Schicht 117
Brennspirit 42
Brettspiele 16
Brücke 93, 155
Burn-in Layer 89
Burn-in-Schicht 156
 Belichtungszeit 117

C

CAD 79
 Chitubox 64, 98, 108
 Chitubox Basic 65
 Chitubox Slicer 156
 Clear-Resin 54
 Cults3D 83
 Cure-Station 43, 136, 156
 bauen 137

D

Dateiname 124
 Dekoration 13, 19
 Display
 Klappmechanismus 36
 Schutzfolie 61
 DLP 24, 156
 Druckvolumen 27
 Kühlung 32
 Vorteile 24
 Drache 104
 Drei-Behälter-Methode 130
 Druckdauer 117
 Drucker
 überprüfen 76
 Druckerheizung 50
 Druckjob 65, 84, 124, 156
 Druckparameter 84, 115
 Belichtungszeit 116
 Burn-in-Schicht 117
 Geschwindigkeit 115, 118
 React 115
 Druckprofil 52, 115
 Druckteil
 härten 136
 trocknen 135
 von der Bauplatte lösen 132
 Druckvolumen 26
 Druckvorgang 121, 125
 pausieren 126
 Vorbereitung 125
 Druckvorlage 156

Druckvorschau
 prüfen 113
 Druckzeit 91, 116
 DUP 156
 mSLA 23
 Durchschein-Test 76

E

Ebene Höhe *siehe* Schichtdicke
 Eisenbahn 16
 Elefantenfuß 89, 157
 Elegoo 59
 Elegoo Mars 23
 Elegoo Mars 3 68
 Elegoo Mars 4 Ultra 28
 Elegoo Mars 5 12, 37, 59
 Elegoo Saturn 37

F

Farbe
 alkoholbasiert 57
 verblasst 57
 Farbpigmente 58
 FAT32 48
 FDM 11, 13, 52, 53, 54, 55, 157
 Fehldruck 46, 138
 Feinstaub 40
 FEP 36, 49, 157
 Figurengenerator 82
 Filament 157
 Filter 39
 für Resin 46
 Firmware 64
 Update 65
 Flex-Vat 36, 157
 Folie 49
 wechseln 50
 Form Labs 28
 Fotogrammetrie 82, 157
 FreeCAD 79
 Fusion 79

G

Gcode 84
 Gerätefüße 36
 Geruch 40
 Geschwindigkeit 115, 118
 Gitterfüllung 99
 Glätten 150
 Grundausrüstung 38
 Grundieren 151
 Grundierung 137

H

Haarlineal-Test 77
 Hände waschen 46
 Handschuhe 38
 Härten 43, 136, 157
 mit Cure-Station 136
 ohne Cure-Station 137
 Tipps 137
 Härtestation *siehe* Cure-Station
 HDPE-Flasche 45
 Heroforge 82
 Höhenlinie 107
 Hohlkörperausbruch 157
 Hohlraum 99, 130
 nachhärten 137
 Home setzen 72
 Hubstrecke 118

I

Inbetriebnahme 59
 Insel 95, 110, 158
 automatisch finden 98
 manuell finden 99
 Isopropanol 42, 158

K

Kältespray 49, 133
 Kantenglättung 28
 KI 83
 Kinderspielzeug 99
 Kittelschürze 39
 Klarlack 153

Kleben 149
 Konnektivität 31
 Konstruktion 79
 Kugelumlaufspindel 29
 Kunstharz *siehe* Resin

L

Laborquetschflasche 44
 Lack 153
 Lackfilter 46, 60
 LAN 124
 Lärm 32
 Laser-SLA 160
 Latex 60
 Leveln 26, 32, 67, 158
 Automatik 73
 automatisches 33
 im Tank 72
 manuell 67
 mit Papier 67
 neu leveln 73
 Lieferumfang 59
 Light-off Delay 158
 Light-off Delay *siehe* Wartezeit
 Linearschiene 29, 158
 Lithophanie 20
 Luftkanal 100
 Luftreiniger 39
 Lychee 158
 Lychee Lite 64

M

MakeHuman 82
 Mars Mate 40
 Metallstifte 149
 Miniaturen 52
 Modellbau 17, 53
 Modellierung 81
 Montageport 40
 mSLA 23, 158
 Antialiasing 28
 Drucker 23
 Druckvolumen 27

Kühlung 32
Nachteile 24
Pixelgröße 27
UV-Lichtquelle 27
Vorteile 24
Muffeldrucker 158

N

Nachbearbeiten 147
Netzwerkfunktionen 31, 124
Neueinsteiger 65
nFEP 49, 158
Nitril-Handschuhe 159
Nullpunkt 159

O

OBJ 79
Onionskin-Artefakt 159

P

PDMS 34, 159
PDMS-Vat 34
PETG 13
PFA 49
PFA-Folie 159
Photoinitiatoren 159
Photon Workshop 64
Pinpricks 142
Pinsel 47
Pixelgröße 27
PLA 13, 52
Polarisationsfolie 61
PPI 56
PreSupported 84, 114, 123
Primer 151
Primerspray 151
Print in Place 159

Q

Querschnittsfläche 90, 159

R

Raft 86, 160, 161
Raumluftfilter 41

Reifen 53
Reklamation 78
Reparaturen 19
Resin 11, 12, 31, 51, 160
 ABSlike 52
 Belichtungszeit 53
 Bio 55
 einfüllen 75
 Entsorgung 139
 Farbe 57
 filtern 141
 Flex-Resin 52, 53
 flüssiges 99
 Füllhöhe 75
 geruchsarm 55
 Härte 53
 hochauflösend 56
 mischen 58
 nach dem Druck 128
 nachfüllen 126
 schnelles 56
 Sensoren 127
 SLA-Resin 55
 sparen 99
 Spezialresin 55
 Standard 52
 Temperatur 56
 transparent 18, 54
 Viskosität 56
 waschen 57
 wasserwaschbar 57
 wechseln 140
Resindruck
 Verfahren 11
Resindrucker
 Auflösung 12
 gebraucht 38
Resinfilter 46
Resinheizung 30, 50
Resinpumpe 33
Resinreiniger 131
Resintank *siehe* Tank

Retract 115, 160

S

SatelLite 64

Saugglockeneffekt 100, 160

Schichtdicke 116, 160

Schichthöhe *siehe* Schichtdicke

Schichtlinien 160

Schleifen 148

Schleifpapier 48

Schutzausrüstung 38

Schutzbrille 38

Schutzfolie 61

Sedimentbelag 46

Seitenschneider 134

Sekundenkleber 149

Shore Härte 53

Silikonpinsel 150

Silikonspatel 46

Skate *siehe* Raft

Skyscraper 86

SLA 23, 25

Auflösung 28

Kühlung 32

Slap Mat 48

Slice 84, 90, 161

Slicer 84, 115, 161

Alternative 64

installieren 64

Sprache 115

Stützen vermeiden 86

Update 65

Software 64

Sonnenlicht 137

Spachteln 150

Stabilität 89, 99

Stanford-Drache 104, 121

Stempel 53

Step 79

STL 79, 84, 161

STLflx 84

Stützen 103, 161

Automatik 104, 108

entfernen 133

Grundgerüst 106

leicht, mittel, schwer 104

miteinander verschränken 112

PreSupported 114

Tipps 110

vermeiden 86

verschieben 108

Stützpfiler

interne 99

Suppenstipper 161

Support free 84

Support *siehe* Stützen

T

Tabletop 16

Tank 34, 60

Klappmechanismus 36

Reinigungsfunktion 138

Schnellreinigung 139

Schnellreinigung ohne Reinigungs-
funktion 139

Schutzfolie 63

vollständige Reinigung 140

wechseln 50

Tankfolie 49, 60, 61, 142, 161

erneuern 143

reinigen 142

Tankreinigungsfunktion 162

Testdruck 116, 118, 123

Tests 114

Thingiverse 83, 85

Tilt-Vorrichtung 162

TinkerCAD 81

TPU 13, 53

Transition Layer *siehe* Übergangsschicht

Trennfolie 161

Trichter 45, 46

Tuning 32

U

Übergangsschicht 117, 162

Überhang 86, 92, 162
Ultraschallreiniger 131
Unterlage 48
Update 65
USB-Stick 31, 48
UV 23, 24, 43
UV-Blocker 54, 153
UV-Licht 137
UV-Lichtquelle 27
UV-Tools 114

V

Vat 162
Vorlagen 79
Voxeldance Tango 64

W

Wartezeit 117
Waschen 129
 mit Waschstation 129
 ohne Waschstation 130
 Resinreiniger 131
 Ultraschall 131

Waschstation 42, 129
Waschwasser
 entsorgen 144, 145
 filtern 144
 für Resin 145
Wash&Cure-Stationen 42
WLAN 31

X

X-Richtung 162
XY-Auflösung
 Pixelgröße 27

Y

Yeggi 83
Y-Richtung 163

Z

Z=0-Knopf 163
Z-Achse 163
Zbrush Core Mini 81
Zeit sparen 91
Zubehör 38