



Scheibchenweise

Fünf Slicer-Programme für den 3D-Druck

Vom GoPro-Mount für den Quadkopter bis zum Brillenhalter fürs Auto lassen sich eigene Ideen preiswert per 3D-Drucker umsetzen. Auf dem Weg vom Entwurf zum perfekten Druckobjekt kommt es auf das richtige Slicer-Programm an.

Von Mathias Poets

Modelle für alle erdenklichen Teile, die man in 3D drucken möchte, kann man mit einem CAD-Paket entwerfen oder aus den riesigen Vorlagensortimenten von Tauschbörsen wie Thingiverse oder Pinshape herunterladen und dann nach eigenen Wünschen anpassen.

Als Standard für solche Modelle hat sich das Dateiformat STL etabliert. Alle gängigen CAD-Anwendungen können STL-Dateien schreiben und bearbeiten. In diesem Format lässt sich lediglich die Geometrie der Oberflächen eines Objekts speichern – Informationen zu Farbe und Oberflächenbeschaffenheit eines Objekts gehen beim STL-Export verloren. Die kompakten STL-Dateien enthalten aber

alle räumlichen Daten, die man für den 3D-Druck benötigt. Diese übersetzt man, damit ein 3D-Drucker etwas damit anfangen kann, mit einem Slicer-Programm in sogenannten G-Code.

Auswahlkriterien

Im G-Code gibt man die gewünschten Bewegungen des Druckwerkzeugs unabhängig vom Druckertyp vor. Insofern wäre eine G-Code-Datei mit jedem 3D-Drucker nutzbar, kämen nicht noch einige geräte- und materialspezifische Einstellungen ins Spiel, etwa für Extruder- und Druckbetttemperatur. Erfahrungsgemäß muss man sich deshalb für jedes Objekt darauf einstellen, dass man bis zum perfekten Er-

gebnis mehrere Druck-Anläufe mit schrittweise verbessertem G-Code benötigt. Erfahrene Profis freuen sich über weitreichende Einstellmöglichkeiten und werden schnell zu den optimalen Werten vordringen. Einsteiger profitieren dagegen mehr davon, wenn der Slicer gute Voreinstellungen für das gewählte Druckmaterial und Druckermodell bietet.

Wir haben uns kostenlose und erschwingliche Slicer-Programme angesehen, die gleichermaßen Experten und Einsteigern entgegenkommen. Wir haben Pakete ausgewählt, die für alle gängigen Betriebssysteme verfügbar sind und zudem fertige Profile für viele Druckermodelle und Druckmaterialien mitbringen. Die attraktivsten Vertreter dieser Gattung sind AstroPrint Desktop, Cura, IceSL Slicer sowie MatterControl. Als Referenz stellen wir auch Simplify3D vor, das zwar nicht kostenlos ist, mit 149 US-Dollar aber auch nur einen mäßigen Aufschlag zum Kaufpreis eines 3D-Druckers verursacht.

Programme wie Slic3r, welche der Anwender erst umständlich per G-Code-Header an seinen Drucker anpassen muss, haben wir nicht berücksichtigt, ebenso wenig PrinterOS, das nur als Client für Cloud-Dienste agiert.

Pflichtenheft

Im Test haben wir den Bedienkomfort ebenso bewertet wie die Güte von Online-Hilfe und Herstellersupport auf der Webseite, außerdem die Ausstattung an Druckprofilen für unterschiedliche Materialien und Druckermodelle. Alle getesteten Programme beherrschen übrigens die Ansteuerung von zwei Extrudern, sofern ein Drucker damit ausgestattet ist.

Welche Druckqualität sich mit einem Slicer erzielen lässt, hängt entscheidend davon ab, wie gut er den Druckvorgang über den ausgegebenen G-Code beschreibt. Im Test bewerteten wir den Druck auf Basis der serienmäßigen Druckprofile und prüften, wie viele Optionen die Software einem erfahrenen Anwender fürs Finetuning an die Hand gibt. Damit können Perfektionisten für jedes Modell individuell ausprobieren, bei welcher Kombination dieser Optionen ihnen das Druckergebnis am besten gefällt. Die Ergebnisse finden sich in der Tabelle auf S. 120.

G-Code besteht vor allem aus einer Folge von Kommandos, die den Extruder im Bauraum des Druckers jeweils mit oder ohne gleichzeitige Materialablage von

einem Punkt zu einem anderen bewegen[1]. Dazu kommen typspezifische Anweisungen, etwa um bei einem Drucker mit dem gebräuchlichen Schmelzschichtverfahren die Extrudertemperatur festzulegen oder die Heizung des Objektstischs zu regulieren.

Der Slicer soll mit dem erzeugten G-Code den optimalen Fahrweg für den Extruder vorgeben, damit dieser nicht nur die sichtbare Hülle des Druckobjekts mit einer passenden Wandstärke schichtweise aufbaut, sondern auch dessen Inneres mehr oder weniger massiv mit einem sogenannten Infill stützt. Schließlich soll der Druck weder unnötig viel Material verbrauchen, noch sollen dabei allzu dünnwandige Hohlkörper herauskommen, die sich später bei der kleinsten Berührung verformen. Bei einem guten Slicer kann man nicht nur die Füllichte in Prozent einstellen, sondern hat auch die Wahl zwischen mehreren Infill-Mustern, etwa einem rechteckigen oder dreieckigen Prismengitter, einer Wabenstruktur oder anderen, komplizierteren Gerüsten.

Für Objekte mit großen Überhängen muss die Software ein Stützgerüst vorsehen, das den korrekten Druck des eigentlichen Modells ermöglicht und das sich nach Abschluss des Druckprozesses leicht und zerstörungsfrei abtrennen lässt.

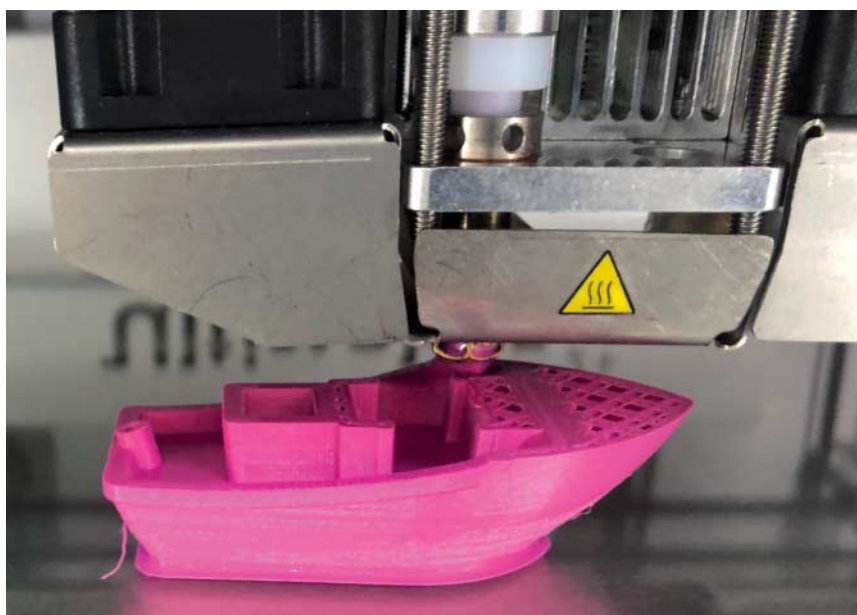
Besonders bei Objekten mit kleiner Standfläche kommt es zudem empfindlich darauf an, dass das entstehende Objekt während des Druckvorgangs fest an

der Bodenplatte des Druckers haftet. Um das zu erreichen, sollte der Slicer zusätzlich zum eigentlichen Modell den Druck eines Brim oder Raft ermöglichen. Ein Brim ist ein Saum, der die unterste Materialschicht des Objekts vergrößert, etwa wie die Krempe den Innenteil eines Huts. Ein Raft ist ein kompletter Sockel noch unterhalb der untersten Schicht des Druckobjekts. Das Zusatzmaterial in Brim oder Raft wird am Ende vom fertigen Modell abgetrennt, vergrößert aber während des Drucks die Haftfläche auf dem Druckbett. Diese Parameter und Funktionen sind wichtig für die optische Güte des gedruckten Objekts und seine Festigkeit, aber auch für die Druckdauer und den Materialverbrauch.

Außerdem ist in unsere Bewertung eingeflossen, wie gut jedes Programm den Modellaufbau, also den kodierten Weg des Extruders, visualisiert.

Testbedingungen

Die Druckqualität haben wir anhand eines 3D-Druckers vom Typ Ultimaker 2+ mit einer 0,4-mm-Messingdüse bewertet. Eine Plexiglashaube mit Tür schützt das Heizbett und Objekt beim Druckprozess vor zugluftbedingten Temperaturschwankungen. Als Druckmaterial haben wir das 2,85-mm-PLA-Filament von InnoFil verwendet. Für dieses Material brachte jeder Testkandidat passende Profildaten mit. Für andere, ähnlich gebräuchliche Stoffe wie ABS galt das leider nicht.



Der Druckkopf baut das Objekt – hier mitsamt Brim und Gitter-Infill – schichtweise aus geschmolzenem Filament-Material auf.

Jedes Programm musste drei Musterobjekte drucken: das 3DBenchy-Schiffchen von CreativeTools sowie die Stufenpyramide 4_DimensionalAccuracy und den Pilz 8_SupportMushroom aus der Testsuite der Zeitschrift MAKE. Als Basis haben wir die von Thingiverse herunterladbaren STL-Dateien verwendet, und zwar bei jedem Programm zusammen mit demjenigen Profil, das nach Herstellerangaben die höchste Qualität verspricht. Links zu den verwendeten STL-Dateien und den im Test erzeugten G-Codes finden Sie unter ct.de/ywv9.

Außer bei AstroPrint gaben alle Musterprofile eine Schichthöhe von 0,1 Millimeter sowie Temperaturen von 60 beziehungsweise 210 °C für Heizbett und Extruder vor. Bei allen Programmen haben wir außerdem einen Füllgrad von 40 Prozent gewählt.

Der Zeitbedarf zum Slicen unserer Testmodelle lag jeweils nur bei einigen Sekunden und hing insbesondere bei IceSL, das auf Unterstützung durch eine GPU baut, maßgeblich von der Grafikkarte des verwendeten Rechners ab.

Klippen im Testparcour

Der Druck des Schiffchens zeigt, wie sich die Testkandidaten bei gekrümmten Flächen bewähren. Außerdem hält dieses Objekt mit Überhängen, einer kleinen Auflagefläche und einer äußerst feinen Reliefschrift am Heck einige Schwierig-



Das mit AstroPrint gedruckte Schiffchen zeigt viele Mängel.

keiten bereit. Wie sich diese bei ungünstigen Einstellungen auswirken, erklären wir am Beispiel des AstroPrint-Druckobjekts (siehe obiges Bild). Die Mängel an den Seitenflächen deuten darauf in, dass der Parameter „Flow Rate“ zu hoch eingestellt ist. Raue Oberflächen und Fäden am Objekt lassen sich auf eine zu hoch eingestellte Düsentemperatur zurückführen und darauf, dass das Programm die Extruder-Belüftung im Ultimaker 2+ nicht eingeschaltet hat. Damit lässt sich auch erklären, warum die Oberkante des vorderen Kajütenfensters durchhängt. Für die Momente, in denen der Extruder das Auspressen vor einem Positionswechsel unterbricht, gibt AstroPrint keine Retraction vor, sodass dann

meist noch unerwünscht Filamentreste austreten. Folgen sind das Faden-Wirrwarr in der Kajüte und die Pickelbildung auf dem Kajütendach.

Die Stufenpyramide dient als Referenz für die Maßhaltigkeit der gedruckten Objekte.

Bei dem Pilz mussten die Programme zusätzlich zum eigentlichen Modellvolumen den Druck einer Stützkonstruktion vorgeben, auf welcher der Drucker die Pilzkappe aufbauen kann. Bei der Pilzkappe selbst sollten zudem Ober- und Unterseite möglichst glatt und gleichmäßig ausfallen.

Bewertung der Druckdurchgänge

Nur Cura und Simplify3D schlossen alle Tests schon beim ersten Testdurchlauf ohne Eingriff in das vordefinierte Profil fehlerlos ab. Außer mit sehr guter Qualität glänzten beide Programme dabei auch noch mit den schnellsten Druckzeiten. Im Vergleich dazu hielt IceSL den Drucker um 30 Prozent länger in Betrieb.

AstroPrint hatte bei der Heizbetttemperatur „Null“ als Voreinstellung, sodass sich das Schiffchen beim ersten Druck vom Bett löste. Zudem scheint die Software in der getesteten Version 0.2.1 Beta noch nicht ganz ausgereift: Die manuelle Vorgabe von 60 °C im Programm schlug sich nicht im G-Code nieder, auch wenn die Software das von ihr gar nicht einge-



Das Heck von 3DBenchy zeigt nach dem Druck mit AstroPrint Desktop, Cura, IceSL Slicer, MatterControl und Simplify3D (von links nach rechts) unterschiedlich gut ausgeprägte Details.



Die Unterseiten der gedruckten Support_Mushrooms (in derselben Anordnung wie oben) kamen erst nach dem Abtrennen des Stützgerüsts zum Vorschein.



An den 20 mm hohen Stufenpyramiden (gedruckt mit AstroPrint Desktop, Cura, IceSL Slicer, MatterControl und Simplify3D) haben wir jeweils die Gesamthöhe und die Kantenlänge jeder Stufe gemessen.

schaltete Heizbett nach dem Drucken brav wieder ausschalten wollte. Statt einer Verbesserung des Druckergebnisses resultierte unser erfolgloser Versuch, die Heizbetttemperatur über AstroPrint einzustellen, darin, dass das Programm beim erneuten Slicen etwa 20 Prozent kürzeren G-Code ausgab und für dessen Ausführung fast die Hälfte weniger Druckzeit als beim ersten Anlauf vorhersagte.

Wir haben die Heizbetttemperatur daraufhin am Drucker auf den gewünschten Wert eingestellt. Auch unter diesen Bedingungen konnte die Druckqualität aber nicht überzeugen. Die vom Programm eingestellte Düsentemperatur von 215 °C war zu hoch und bewirkte, dass der Extruder beim Druck-Absetzen Fäden zog. Bei der Pyramide fiel das Programm mit der schlechtesten Maßhaltigkeit im Test auf, und obwohl es die Pyramide sogar eine Idee zu hoch produzierte, fehlten dieser am Ende die Deck- und Bodenschichten.

Brauchbare Defaults

Cura erwies sich als das Arbeitspferd unter den Kandidaten und absolvierte alle Aufgaben verlässlich, auch wenn Überhänge nicht perfekt gerieten. Bei der Pyramide fanden wir durchschnittliche Oberflächenqualität, aber gute Maßhaltigkeit. Die Supportstrategie mit mäanderförmiger Unterstützung für den Support_Mushroom unterstützte den Rand der Pilzkappe nicht vollständig und führte zu Durchhängen. Cura bietet im Expertenmodus zahlreiche Optionen, um das Druckergebnis zu verbessern; deren Nutzeffekt lässt sich aber nur durch zahlreiche Probeläufe austesten, die den Rahmen dieses Tests gesprengt hätten.

IceSL bewältigte die drei Testläufe mit Bravour. Was die Druckergebnisse angeht, konnte ihm keiner der Konkurrenten das Wasser reichen. Dafür muss man allerdings auch die längsten Druckzeiten in Kauf nehmen. Nur bei IceSL war der Schriftzug „#3DBenchy“ am Heck des Testschiffchens gut lesbar. Kleiner Wer-

mutstropfen: Das Schiffchen löste sich kurz vor der Fertigstellung vom Heizbett. Die auf dem Bett aufliegende Fläche hatte sich verzogen und dann abgelöst. Wir wählten für einen erneuten Versuch die Option „Different First Layer Height“ und gaben einen Brim vor. Damit lief der Druck einwandfrei durch. Bei der Maßhaltigkeit der Pyramide hebt sich IceSL von den anderen Kandidaten ebenfalls positiv ab. IceSL unterstützt den Pilzrand des Support_Mushroom lückenlos mit einer leicht entfernbaren Struktur. Trotz deutlicher Support-Reste sieht der Pilz gut aus.

MatterControl absolvierte ebenfalls alle Tests problemlos. Die Druckqualität liegt im Mittelfeld. Probleme gab es vor allem beim 3DBenchy: Im mittleren Teil des Rumpfes zeigte sich auf der an sich glatten Bordwand ein Absatz mit Überhängen. Die Pyramide wies zum Teil deutliche Maßabweichungen auf. Punkten konnte MatterControl beim Support_Mushroom. Außer einer sehr guten Qualität der Pilzoberfläche erzeugte das Programm eine zylindrische Stützstruktur, die den kompletten Pilzrand kreisförmig unterstützte. Leider war sie schwierig zu entfernen.

Anfangs hatte dieses Programm allerdings gar keine brauchbaren Ergebnisse

zustandegebracht, bis wir eine Klippe in der Bedienführung überwinden: Trotz der Bediensprache Deutsch erwartet es nämlich nach amerikanischer Gepflogenheit kein Komma, sondern einen Punkt als Dezimaltrennzeichen und interpretiert etwa eine Maßangabe von „0,3 mm“ fatal als „3 mm“.

Simplify3D bewältigte den Testparcours ohne größere Probleme. Dabei liegt der Fokus der auf professionellen Einsatz getrimmten Software auf einer hohen Druckgeschwindigkeit. Beim Schiffchen und beim Pilz traten Probleme mit Überhängen auf. Was die Maßhaltigkeit der Pyramide angeht, liegt Simplify3D im Mittelfeld. Für ein serienmäßiges Materialprofil war die Druckqualität schon sehr gut, und wie bei Cura lässt sie sich durch Anpassungsoptionen für zahlreiche Druckparameter noch steigern.

Fazit

Trotz einfacher Bedienbarkeit bildet AstroPrint das Schlusslicht des Testquintetts. Durch Softwarefehler, schlecht angepasste Profile und die mangelhafte Druckqualität auf Basis der serienmäßigen Profile kann das Programm nicht überzeugen.



Support_Mushrooms erhielten beim Druck durch die Testkandidaten AstroPrint Desktop, Cura, IceSL Slicer, MatterControl und Simplify3D (von links nach rechts) unterschiedliche Stützstrukturen.

Die beste mit nahezu serienmäßigen Einstellungen erzielte Druckqualität gelang im Test mit IceSL, allerdings stellt dieses Programm hohe Anforderungen an den verwendeten Rechner und kodiert bei den serienmäßigen Voreinstellungen mit Abstand den langsamsten Druckvorgang. Die kleinere Geschwindigkeit trägt erfahrungsgemäß zur guten Druckqualität bei.

Das spartanisch ausgestattete Programm lässt sich leicht bedienen. Die Möglichkeit, den 3D-Druck per Skriptsprache zu beeinflussen, verschiebt zwar die Grenzen des Machbaren weit nach oben. Dafür sind jedoch Programmierkenntnisse und eine umfangreiche Einarbeitung erforderlich.

MatterControl liegt in Sachen Bedienbarkeit, Ausstattung und Druckqualität im Mittelfeld. Das Programm geht mit seiner übersichtlichen Slicer-Konfiguration, Möglichkeiten zur Verwaltung der Objekt-Bibliothek und zum Erweitern von 3D-Modellen eigene Wege.

Wer gute Bedienbarkeit und ordentliche Druckqualität zum Nulltarif möchte, ist am besten mit Cura bedient. Die vielfältige Druckerunterstützung und zahlreiche vordefinierte Materialprofile erleichtern den Einstieg in die Welt des 3D-Drucks. Trotz aller Möglichkeiten des Expertenmodus eignet sich die gut gepflegte, weit verbreitete Software mit ihrer großen Internet-Community auch für Anfänger, obwohl sie so viele Einstellmöglichkeiten anbietet.

Als einziges Programm im Test darf man Simplify3D auch gewerblich nutzen. Die Anwendung ist mit 149 US-Dollar zwar nicht kostenlos, gemessen an der Leistungsfähigkeit ist das Geld aber gut angelegt. Kein anderes Programm kombiniert schon mit den vorhandenen Profilen so effektiv eine gute Druckqualität mit kurzen Herstellungszeiten. Vorbildlich ist auch die Unterstützung durch Assistenten. Mit den zahlreichen Hilfestellungen auf der Hersteller-Webseite dürfte dieser Slicer nicht nur Profis dazu befähigen, ihre Druckergebnisse wirksam zu optimieren.

(hps@ct.de) **ct**

Literatur

[1] Johannes Merkert, Bewegungsprogramm, G-Code verstehen, programmieren und mit Python generieren, c't 25/2017, S. 174

Eingabedateien und Ergebnis-G-Code:
ct.de/ywv9



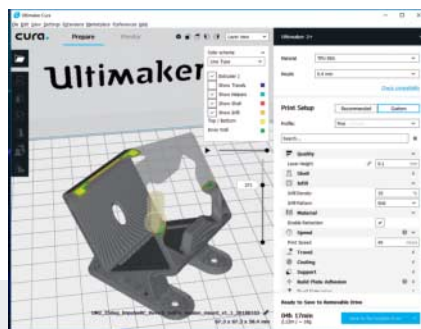
AstroPrint Desktop 0.2.1 Beta

Das Programm AstroPrint, das es auch in mobilen Versionen für iOS und Android gibt, erschließt sich aufgrund seines übersichtlichen Aufbaus auch für Einsteiger. Das Hauptfenster bildet den Bauraum des 3D-Druckers ab. Der Anwender kann die Modell-Datei entweder per Drag & Drop oder über den Dateidialog laden; Druckerprofile, Materialart und die Druckqualität lassen sich über Schaltflächen am unteren Fensterrand festlegen. Der Druckvorgang lässt sich zudem über einige wenige Parameter beeinflussen, die man als Custom Setup speichern kann. Obwohl AstroPrint eine Materialdatenbank pflegt, stand als Filamentoption für unseren Testdrucker nur PLA zur Verfügung.

Die Position des Objekts im Bauraum lässt sich über vier Schaltflächen verändern. Zusätzlich kann der Anwender das Modell skalieren und außerdem mit einer Schnittebene teilen. Die Schaltfläche „Print Preview“ erzeugt eine konfigurierbare Vorschau, bei der man die Darstellung der einzelnen Layer per Schiebelleiste mit der Maus einstellt. Die Vorschau zeigt zusätzlich Druckeinstellungen, Druckzeit und Materialverbrauch an und gewährt den Zugriff auf die Slicer-Einstellungen.

Über die Symbole links in der unteren Steuerleiste startet man den Slicer. Das Ergebnis kann man als Datei speichern oder direkt per USB zum Drucker leiten. Mit dem Zubehör AstroBox für 100 Euro kann man auch über WLAN drucken.

- übersichtliche Bedienoberfläche
- geringe Filament-Auswahl
- wenig Hersteller-Support



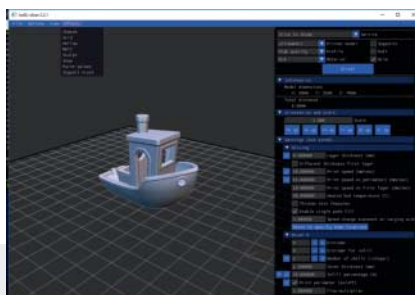
Cura 3.6.0

Obwohl der Hersteller dieses Programm ursprünglich nur für den haus-eigenen Ultimaker entwickelt hat, unterstützt es mittlerweile mehr als 100 weitere Druckermodelle. Die quelloffene Software wird intensiv gepflegt und bietet bei einsteigerfreundlichem Bedienkomfort profitaugliche Möglichkeiten zur Feinabstimmung.

Nachdem man das zu druckende Modell per Datei-Dialog oder Drag & Drop in den virtuellen Bauraum geladen hat, lässt es sich über die Symbolleiste am linken Fensterrand positionieren. Im Bereich rechts wählt man Drucker, Extruderdüse und Material. Zur Druckereinrichtung findet sich unter „Empfohlen“ ein übersichtlicher Einstiegsdialog; Fragen zur Konfiguration beantwortet ein Troubleshooting Guide im Web. Der Reiter „Benutzerdefiniert“ öffnet den Profibereich mit einer Fülle von Einstellungen zur Feinjustierung des Druckergebnisses, darunter auch Reparaturoptionen für Gitternetze. Zu jeder Einstelloption zeigt Cura beim Überfahren mit dem Mauszeiger ein ausführliches Infofenster.

Der Slice-Vorgang startet beim Klick auf die Schaltfläche unten links, außerdem zeigt die Software daraufhin die voraussichtliche Dauer des Ausdrucks und den geschätzten Materialverbrauch an. Das Slice-Ergebnis kann man als Datei speichern oder über USB oder das Netzwerk direkt zum Start des Druckvorgangs verwenden. Für den Druckablauf bietet die Software eine animierte Vorschau und eine Echtzeitüberwachung an.

- einsteiger- und profifreundlich
- gute Druckergebnisse
- lange Druckzeiten



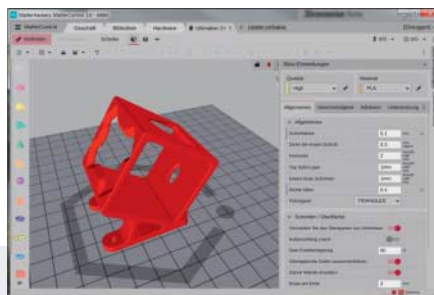
IceSL

Dieses Paket besteht aus zwei Programmen. Der IceSL Slicer beschränkt sich auf das Erzeugen von G-Code aus STL-Dateien. Mit seiner einfach gestrickten Oberfläche ist er intuitiv bedienbar. Nach dem Laden der STL-Datei muss man nur noch Druckermodell und Material einstellen. Optionen, das Modell im Bauraum auszurichten, gibt es nicht. IceSL unterstützt zahlreiche Drucker und im Zusammenspiel mit unserem Testdrucker die Materialien PLA und ABS.

Die auch als Webdienst nutzbare Software benötigt unbedingt Unterstützung des Standards OpenGL 4.3. Nach Möglichkeit nutzt sie für ihre Berechnungen eine GPU, sodass die Slice-Geschwindigkeit von den Fähigkeiten der Grafikkarte abhängt. Ist der G-Code fertiggestellt, kann man per Pop-up-Fenster jeden Layer als Druckvorschau visualisieren.

Die zweite Paketkomponente heißt IceSL Forge. Optisch gleicht sie dem Slicer bis auf das Editor-Frame links im Programmfenster. Diese Anwendung beschreibt 3D-Modelle in einer auf Lua basierenden Skriptsprache mit geometrischen Funktionen. Damit kann man die Objektstruktur fast grenzenlos an eigene Wünsche anpassen. So lässt sich beispielsweise die Dichte der Füllstruktur stufenlos über die gesamte Modellhöhe variieren, auch mehrfarbige Oberflächen sind problemlos realisierbar. Allerdings erfordert diese Art der Modellgestaltung eine umfangreiche Einarbeitung und zumindest grundlegende Programmierkenntnisse.

- 👍 unkompliziert für Einsteiger
- 👍 Skriptsprache für Profis
- 👎 Modellausrichtung nicht justierbar



MatterControl 2.0

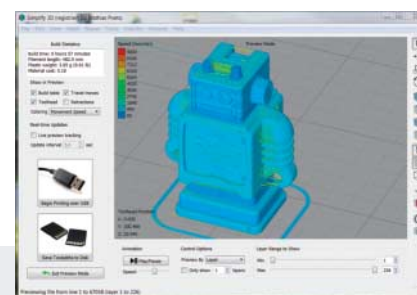
Das Programm vom 3D-Distributor MatterHackers kennt sich in einem breiten Sortiment von Druckern und Materialien aus. Experten bietet es zahlreiche, übersichtlich angeordnete Einstellmöglichkeiten an. Einsteiger können aber auch auf vordefinierte Profile für unterschiedliche Druckqualitäten und -geschwindigkeiten zurückgreifen.

Den Funktionen Slicer und Drucker-Kontrollkonsole steht ein Dateimanager zur Seite, mit dem der Anwender seine Modelle verwalten kann.

Modelle lassen sich intuitiv im Bauraum ausrichten und manipulieren. Ohne Bedarf einer Zusatzsoftware kann man ein geladenes Modell mit MatterControl um skalierbare geometrische Körper erweitern. Dem Drucker, den man in der Karteikarte „Hardware“ ausgewählt hat, spendiert das Programm eine eigene Registerkarte. In dieser Karte zeigt es das zu druckende Modell entweder in der üblichen 3D-Ansicht oder in einer manuell steuerbaren Animation des Lagenaufbaus an.

Der rechte Bereich des Hauptfensters ist dem Slicer-Setup und der Steuerkonsole vorbehalten. Mit Letzterer lässt sich der Druckvorgang auf einem per USB angeschlossenen Drucker detailliert überwachen und in Echtzeit beeinflussen.

- 👍 kennt viele Drucker und Materialien
- 👍 Druck-Host mit Steuerkonsole
- 👎 langsames Slicing



Simplify3D 4.1.1

Dieser Slicer bietet Profis das volle Programm an Tuning-Optionen. Eindrucksvoll ist auch die Liste von mehr als 300 unterstützten 3D-Druckern.

Nach dem Import eines STL-Modells kann man dessen Gitternetz bearbeiten und reparieren. Zur optimalen Positionierung im virtuellen Bauraum lassen sich beliebige Flächen des Modells per Mausklick auf die Heizbettebene ausrichten.

Im Einsteigermodus stellt man im Wesentlichen nur Material, Druckqualität und Fülldichte ein. Im Expertenmodus finden Profis Funktionen für Extruder-Setup, Füllmustersverteilung, Temperaturoptionen, Lagenmodifikationen und zahllose weitere Extras. Alle Einstellungen lassen sich als Prozess gemeinsam speichern und leicht wiederverwenden.

Nach einem Klick auf „Druckvorbereitung“ liefert Simplify3D eine vorbildlich animierte Druckvorschau. Darin erkennt man, was die gewählten Einstellungen für solche Stellen bewirken, an denen sich gedruckte Einzelflächen einer Schicht nur punktuell berühren: Womöglich druckt der Extruder diese Teilflächen als durchgehende Spur, ohne zwischendurch abzusetzen und andere Teile der Schicht zu drucken. Über ein Gerätebedienfeld kann der Anwender einen laufenden Druckvorgang überwachen.

Simplify3D glänzt trotz seiner Funktionsvielfalt mit einer übersichtlichen Bedienoberfläche. Die Hersteller-Webseite bietet zudem eine Fülle von Informationen und Tutorials zur Druckoptimierung.

- 👍 ausgezeichnete Druckqualität
- 👍 gute Vorschau und Drucküberwachung
- 👎 nicht kostenlos

Slicer Software

Name	AstroPrint Desktop	Cura	IceSL Slicer und Forge	MatterControl	Simplify3D
Hersteller	3DaGoGo	Ultimaker BV	INRIA (Institut national de recherche en informatique et en automatique)	MatterHackers Inc.	Simplify3D
getestete Versionsnummer	0.2.1 Beta	3.6	2.2.1	2.0	4.1.1
Webseite	https://www.astroprint.com	https://ultimaker.com/en/products/ultimaker-cura-software	https://icesl.loria.fr	https://www.matterhackers.com	https://www.simplify3d.com
Bediensprache	Englisch	Deutsch und 10 weitere	Englisch, Französisch, Spanisch, Japanisch	Deutsch und 14 weitere	Deutsch und 5 weitere
Betriebssystem	Windows, macOS, Linux (64 Bit, Applmage)	Windows (64 Bit), macOS, Linux (64 Bit, Applmage)	Windows (32 / 64 Bit), Linux (32 / 64 Bit, zip), OpenGL 4.3 erforderlich	Windows, macOS, Linux (deb)	Windows (32 / 64 Bit), macOS, Linux (32 / 64 Bit, deb / rpm)
Lizenz / Nutzung	frei für nicht-kommerzielle Nutzung	frei und quelloffen	frei für Forschungs- und Ausbildungszwecke	frei und quelloffen	2 Installationen pro Lizenz; wiederholte Prüfung via Internet
Druckunterstützung					
Vorhandene Materialprofile	ABS, HIPS, PLA, PETG, TPU ¹	CFF, CPE, GFF, Nylon, PC, PLA, PP, TPU	ABS, PLA, PETG, TPU, Cheetah Ninjatek ⁴	ABS, Flex, Nylon, HIPS, PC, PET, PLA, NinjaTek, NVENT, XT ¹	ABS, PLA, PVA, Nylon
unterstützte Druckertypen	> 140	> 110	35	> 170	> 300
Drucker-Ansteuerung (Hosting)	Datei; USB, LAN ² , WLAN ²	Datei, USB, LAN, WLAN	Datei	Datei, USB	Datei, USB
Eingabeformat	STL	3MF, OBJ, STL	STL	AMF, G-Code, STL, GIF, JPG, JPEG, MCX, OBJ, PNG, SCAD	STL, OBJ, 3MF
Ausgabeformat	G-Code	G-Code, 3MF, OBJ, STL, UFP	G-Code, STL	G-Code, STL	G-Code
STL Reparatur / Mesh-Bearbeitung	- / -	✓ / -	- / -	- / -	✓ / ✓
Automatische Zentrierung / Anordnung	✓	✓	-	✓	✓
Spiegelung	-	✓	-	✓	✓
Stützstruktur / konfigurierbar	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / -	✓ / ✓ (keine Füllmuster)	✓ / ✓ (Assistent)
Infill-Muster / konfigurierbar	1 / ✓	13 / ✓	9 / ✓	1 / ✓	6 / ✓
Raft / Brim	- / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Anwendungsunterstützung					
Druckvorschau-Animation / konfigurierbar	✓ (manuell) / ✓	✓ / ✓	✓ / -	✓ / ✓	✓ / ✓
Anzeige von Materialverbrauch und Druckdauer	✓	✓	-	✓	✓
Echtzeitmonitoring	✓	✓	-	✓	✓
Online-Hilfe oder Manual	-	✓	✓	-	✓
Online Tutorials / Troubleshooting	✓	✓	✓	-	✓
Druckergebnisse					
Code-Umfang [MByte], 3DBenchy	9,9	9,3	7,4	6,92	5,6
Druckdauer [h:min], 3DBenchy	3:46	3:15	4:44	3:59	2:52
Oberfläche, Schiffchen	⊖⊖	○	⊕⊕	⊕	⊕⊕
Überhänge, Schiffchen	⊖	⊕	⊕⊕	○	⊕
Details (Heck-Schrift), Schiffchen	⊖⊖	⊕	⊕⊕	○	⊕
Oberfläche, Pyramide	⊖	○	⊕⊕	⊕	⊕⊕
mittlere Maßabweichung [%], Pyramide	1,28	0,40	0,14	1,08	0,58
maximale Maßabweichung [mm], Pyramide	0,51	0,13	0,08	0,27	0,14
Oberfläche, Pilz	⊖⊖	⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕
Glattheit (Unterseite, Rand), Pilz	⊖⊖	○	⊕	⊕⊕	⊕
Support, Pilz: Ablösbarkeit / Reste	⊕ / ⊖	○ / ○	⊕⊕ / ○	⊖ / ⊕⊕	⊕ / ⊕
Bewertung					
Druckqualität	⊖	⊕	⊕⊕	⊕	⊕⊕
Druckgeschwindigkeit	○	⊕	⊖	○	⊕⊕
Profile für Drucker und Materialien	○	⊕⊕	○	⊕	⊕
Funktionsumfang	○	⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕
Bedienkomfort	⊕⊕	⊕⊕	○	⊕	○
Onlinehilfe, Web-Support	⊖	⊕	⊕	⊖	⊕⊕
Rechengeschwindigkeit	⊖	⊕	k. A. ³	⊕	⊕⊕
Preis	kostenlos	kostenlos	kostenlos	kostenlos	149 USD
¹ einige Materialien nicht für jedes Druckermodell ² nur via Interface-Box ³ stark abhängig von GPU					
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden - nicht vorhanden k. A. keine Angabe					