

Stand-Alone Drucken – 3D-Drucken ohne direkten PC-Anschluss

Ein Vergleich der verschiedenen Möglichkeiten des Stand-Alone 3D-Druckens

Das 3D-Drucken soll sowohl für Haushalte als auch Unternehmen immer attraktiver werden. Bei der Weiterentwicklung sind nicht nur Präzision, Sicherheit und Langlebigkeit von Bedeutung, sondern auch die einfache und komfortable Bedienung. Die Folge daraus sind moderne Geräte, die ohne angeschlossenen PC drucken. Über diese Verbesserung können sich alle freuen, die ihren Drucker aus optischen und akustischen Gründen nicht im Wohnzimmer neben ihrem PC aufstellen und auch keinen weiteren PC ausschließlich für Hobbyraum oder Werkstatt anschaffen möchten.

Ein weiterer wichtiger Vorteil spricht für Stand-Alone Lösungen. Sie arbeiten den Druckauftrag unabhängig von der Dauer ab, während PCs den Druckvorgang gelegentlich abbrechen. Ursachen sind meist Virens Scanner, Energiespar-Funktionen oder eine Überlastung des PCs mit anderen Programmen. Das ist ärgerlich, wenn wegen eines Neustarts des PCs nach automatischem Programm-Update ein Acht-Stunden-Druck nach sieben Stunden beendet wird. Robuste Stand-Alone-Varianten haben diese Kommunikationsprobleme nicht.

Welche Rolle spielt der Rechner?

Ein 3D-Drucker hat einen begrenzten Zwischenspeicher für die Anzahl der Befehle für die Drucksteuerung. Er kann Befehle nur häppchenweise empfangen und verarbeiten. Die Aufgabe der Speicherung und des Transfers der Daten übernehmen ein PC oder ein Notebook, die in direkter Reichweite per USB angeschlossen sind.

Der 3D-Drucker hat eine interne Steuerung, die auf die direkte Bedienung der Druckerkomponenten optimiert ist. Bei den meisten gängigen 3D-Druckern für Privatanwender beruht sie auf der Arduino-Basis und auf ATMEGA-2560-Chips. Der Druckerprozessor wird über eine Firmware für seine Aufgaben programmiert und steuert mit analogen und digitalen Ein- und Ausgängen die Funktionen des Druckers. Dazu gehören die Temperaturregelung der Düse und des Drucktischs, die Steuerung der Schrittmotoren sowie der Endschalter. Darüber hinaus stehen weitere Ein- und Ausgänge zur Verfügung, so dass Komponenten wie Bildschirm, Tastatur oder Datenspeichergeräte angeschlossen werden können.

Einige auf dem Markt verfügbare 3D-Drucker haben bereits eine Stand-Alone-Funktion integriert, die meist über das System SD-Kartenspeicher und LCD-Bildschirm mit Keypad realisiert sind. Beispiel hierfür sind die Hersteller Makerbot und Ultimaker. Ultimaker bietet sowohl einen Stand-Alone-Drucker als auch einen Nachrüstsatz auf für seine Drucker an.

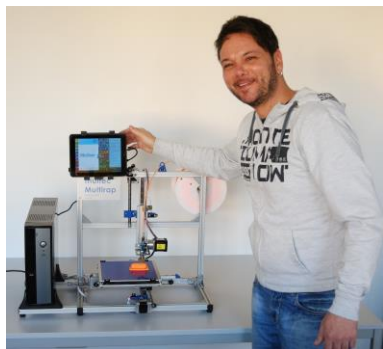


Bild 1: Stand-Alone-Lösung „State of the Art“: Steuerung über ein Tablet.

Realisiert sind die Stand-Alone-Steuerungen ähnlich wie die im folgenden unter Variante 1 beschriebene SD-Karten-Steuerung und ist vom Informations- als auch Bedienkomfort mit dieser Nachrüstung vergleichbar.

Möglichkeiten, den zu PC ersetzen

Um eine Stand-Alone Lösung zu realisieren, muss ein anderes System die Funktion der Datenspeicherung der gesamten Druckdatei übernehmen sowie die Bedienperipherie mit Bildschirm und Tastatur ersetzen. Zusätzlich wird eine Software benötigt, die Eingaben erlaubt und die Kommunikation mit dem Drucker sowohl bei manuellem Betrieb als auch bei automatischem Druckvorgang übernimmt. Je nach Anforderung des Nutzers können Erweiterungen wie Fernbedienung, Fernüberwachung über LAN, WLAN oder Zugriffsmöglichkeiten über das Internet sinnvoll sein.

Der Markt bietet derzeit Käufern und Besitzern von 3D-Druckern verschiedene Stand-Alone Nachrüstungen. Die gängigsten sind die Nachrüstungen aus dem Reprap-Bereich mit LCD-Bildschirm, kleinem Keypad und SD-Kartenslot für die Druckdaten, die Integration eines Raspberry Pi mit Kommunikation über WLAN oder LAN, die Reprapworld-Variante sowie die Tablet-Lösung mit programmierter Drucker-App.

Variante 1: Nachrüstung für technisch Versierte

Einen 3D-Drucker direkt an der Steuerung mit einem Tastenfeld, einem sogenannten Keypad, einem Display und einem SD-Kartenleser nachzurüsten, ist eine preiswerte Möglichkeit. Die notwendigsten Eingaben erfolgen über das Keypad. Der SD-Kartenleser dient als Datenspeicher für die Druckdateien. Zu bemerken ist die geringe Informationsdichte des 2- oder 4-zeiligen Displays. Die minimalistische Lösung ist auf die nötigsten Komponenten reduziert und benötigt keinen zusätzlichen Prozessor.

Die Lösung hat mehrere Vorteile: die gängigen 3D-Drucker Steuerungen wie beispielsweise Ramps 1.4 oder Megatronics sowie viele Firmwares sind für das Nachrüsten vorbereitet. Der Anwender kann mit den neuen Komponenten schnell starten, verfügt über die wichtigsten Bedienelemente direkt am Drucker und kann wesentliche Parameter wie Düsentemperatur, Heizbett-Temperatur und Druckfortschritt am Mini-Bildschirm verfolgen. Der Druck startet manuell und läuft dann von automatisch über den SD-Kartenspeicher. Zusätzlich ist die manuelle Druckerbedienung möglich.

Was zunächst einfach klingt, entpuppt sich in der Praxis für manchen Anwender als Herausforderung. Display, Keypad und SD-Kartenleser werden als Einzelteile geliefert. Ein Gehäuse oder eine Frontplatte gibt es nicht und muss ebenso wie die passende Kabelverbindung selbst hergestellt werden. Erfindergeist ist auch für die Montage des Keypads gefragt, da es weder mit Abdeckfolie noch mit Knopfabdeckungen ausgerüstet ist. Die



Bild 3: Einbau in eine Frontplatte mit Display, Keypad, SD-Kartenfassung und USB-Kabel .



Bild 4: Die SD-Kartenlösung ist in verschiedenen Varianten erhältlich, zum Beispiel auch als „Full Graphic Smart Controller“, einer Lösung mit allen Komponenten auf einer Platine.

nächsten Schritte sind die Einstellungen in der Firmware zu ändern und die Steuerung neu zu programmieren. Dies stellt für manchen Nutzer eine Hürde dar, wenn er sich nicht mit der elektrischen und softwareseitigen Integration von Bildschirm und Tastatur beschäftigen kann oder möchte. Während die Achsenbewegung über den Drehknopf sehr komfortabel ist, könnte die Menüführung der Software bedienerfreundlicher sein: es sind fünf Menüabfolgen erforderlich, um die Achsen manuell zu verfahren. Wer den Druckvorgang fernüberwachen möchte, kann diese eine mittels separater Webcam realisieren, eine Fernsteuerung hingegen ist nicht möglich.

Insgesamt ist der Nachrüstsatz mit rund Euro 45,00 eine preislich attraktive Lösung für technisch und handwerklich versierte Anwender.

Variante 2: Mini-PC und Druckersoftware

Eine weitere Stand-Alone Lösung besteht darin, einen Raspberry Pi (Model B) Mini-PC direkt am Drucker zu montieren. Das System hat keinen Festplattenspeicher und wird über eine SD-Karte gestartet. Der kreditkartengroße Einplatinenrechner übernimmt mit Hilfe der Druckersoftware OctoPrint die Kommunikation zwischen PC und Drucker.



Bild 6: Der Mini Rechner Raspberry Pi (Model B)

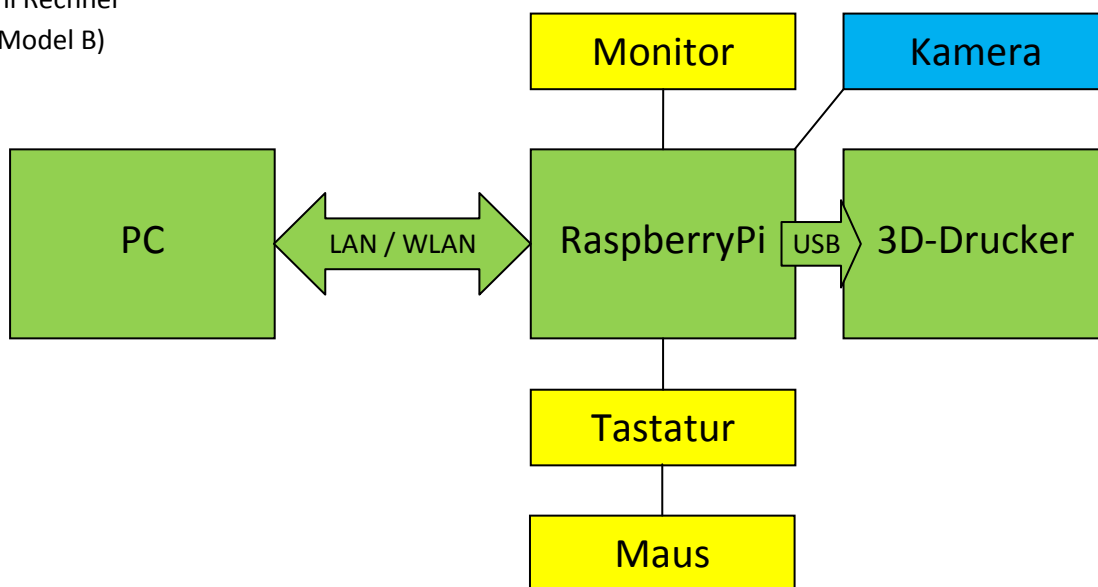


Bild 7: Die zentrale Aufgabe des Raspberry Pi

Das Raspberry Pi verfügt über die Anschlüsse für einen Monitor, einen PC, eine Tastatur sowie eine Maus. Für den Druckbetrieb ist außerdem ein Netzteil für die Platine notwendig, beispielsweise ein Smartphone Ladegerät mit microUSB Kabel. Das passende Gehäuse ist im Handel verfügbar, kann aber auch selbst im 3D-Druck hergestellt werden.

Bequeme Fernsteuerung

Die Software OctoPrint arbeitet wie eine Webanwendung und bietet alle nötigen Bedienelemente für den Druckbetrieb. Daher kann der Nutzer sowohl direkt am Drucker das Programm starten als auch über einen PC, der über LAN-Kabel oder WLAN-Stick vernetzt ist. Mit dieser PC-Fernsteuerung wird der Drucker beispielsweise vom Wohnzimmer aus bedient und erspart den Kontrollgang in die Werkstatt oder das Büro. Als Erweiterung der Fernüberwachung kann per Webcam der Druckvorgang aufgezeichnet werden.

Geringer Verbrauch, wenig Platzersparnis

Die komplette LAN-Steuerung mit Raspberry Pi, SD-Karte und Kabel ist für rund 50 Euro erhältlich. Die Software ist kostenlos. Der Leistungsverbrauch der Steuerung in Höhe von 3,5 W ist gering. Je nachdem, ob und in welcher Ausführung Tastatur, Maus, Monitor oder LCD-Minibildschirm neu angeschafft werden, steigen die Gesamtkosten. Zu beachten ist, dass kein zweiter Extruder unterstützt wird und der Platzbedarf aufgrund der zusätzlich nötigen Peripheriegeräte wie Monitor und Tastatur vergleichbar mit einer PC-Lösung ist.

Variante 3: Printer Host Controller Kit Icosl von Reprapworld ersetzt PC

Dieses Kit besteht aus einem Linux-Rechner in Form einer Platine mit SSD Speicher (Solid State Drive) und einem separaten Touch-Display. Mitgeliefert wird ebenfalls die Software, die sowohl die Druckerbedienung als auch GCode-Erzeugung mit einem übersichtlichen Display erlaubt.

Die Netzanbindung ist über LAN und WLAN gewährleistet und damit auch die Möglichkeit zu Fernsteuerung. Die mitgelieferte Slicer Software erzeugt den GCode für den Drucker und macht einen zusätzlichen PC überflüssig. Das sogenannte Slicen ist notwendig, um die CAD Daten des Modells in 3D-Druckdaten umzuwandeln.

Als eher problematisch anzusehen ist der Ein- oder Anbau der Platine und des Monitors an den Drucker, da auch es für diese Komponenten kein Gehäuse gibt. Dagegen ist die Druckerbedienung über die Oberfläche des Touch-Display leicht verständlich gehalten und der leistungsstarke Prozessor verarbeitet zügig die Daten.

Obwohl das Printer Host Controller Kit Printer Host Controller Kit Icosl von Reprapworld einen PC ersetzt, ist der Preis mit rund 360 Euro relativ hoch.

Variante 4: Tablet-Lösung mit Drucker-App

Ein Tablet mit Touchscreen vereint alle Komponenten, die für den 3D-Druck notwendig sind: ein Touchdisplay als Anzeige- und Bedienelement,



Bild 8: Das mitgelieferte Display muss am Drucker angebracht werden.

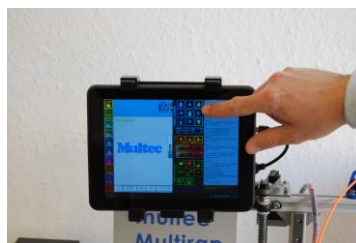


Bild 9: 8"-Tablet mit Bedieneroberfläche von Multec

ausreichend leistungsstarke Dual- oder sogar Quad-Core Prozessoren und einen USB-Anschluss zur Kommunikation mit anderen Geräten.

Bildschirm, ein Bedienelement, ein Prozessor und einen USB-Anschluss. Die kompakte Bauform und der geringe Stromverbrauch entsprechen dem heutigen Stand der Technik machen das Tablet zur idealen Stand-Alone Lösung. Es punktet auch hinsichtlich Montage und Platzbedarf: der mobile Kleincomputer bildet mit dem Drucker eine Einheit, da er direkt an dessen Rahmen befestigt wird. Tastatur, Maus und Monitor ersetzt das Tablet durch den großen Touchscreen. In Kombination mit einer Drucker-App wird die Bedienung des Druckers einfach und übersichtlich.

Vorteile einer speziellen Drucker-App

Ist die Drucker-App auf den 3D-Drucker abgestimmt, ergeben sich für den Anwender mehrere Vorteile. Um die Vorzüge konkret nennen zu können, wird beispielhaft die Drucker App für den 3D-Drucker Multirap der Firma Multec näher betrachtet. Die App für das eingesetzte Tablet entwickelt. Die Anwendung umfasst sämtliche Bedien- und Steuermöglichkeiten des Druckers wie vollautomatisches oder manuelles Verfahren, Extruder- und Bettheizung, Kühllüfterbetrieb, Druckstart, Pause und Stopp. Im manuellen Betrieb können Verfahrenswege, Düsen- und Heizbetttemperaturen oder das Starten und Pausieren von Druckvorgängen am Bildschirm eingegeben werden. Im automatischen Modus wird ein G-Code auf das Tablet geladen, das den Druck des Bauteils steuert. In übersichtlicher Darstellung wird die Druckerkommunikation dokumentiert, der Druckerstatus angezeigt und der Druckverlauf kommentiert. Die Software ist ausführlich getestet und läuft stabil. Der Hersteller bietet Upgrades sowie Support an und entwickelt die App zusammen mit dem Programmierer Mathias Dietz stetig weiter.

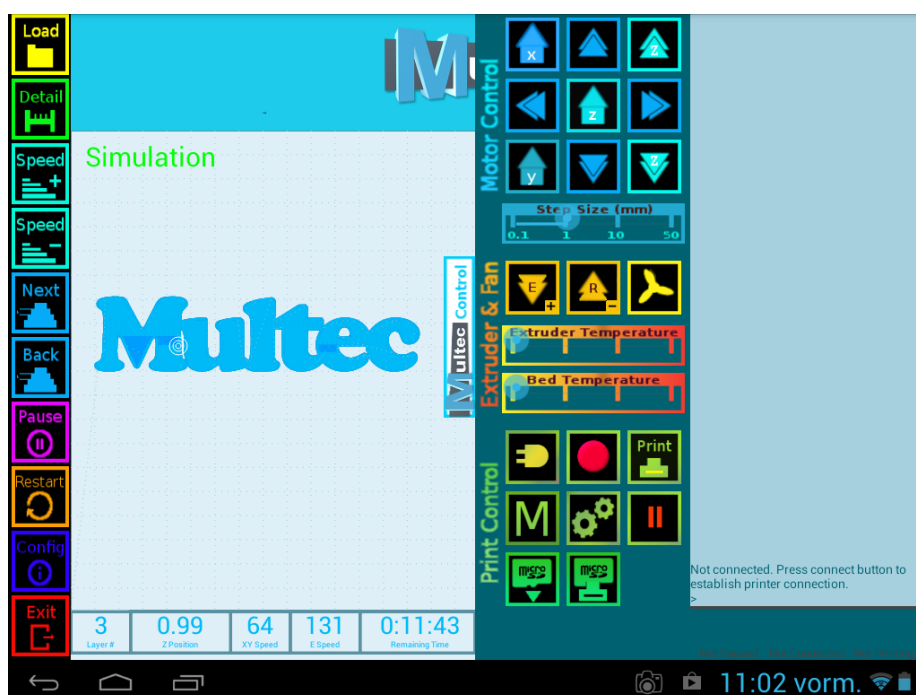


Bild 10: Die App der Firma Multec: die Bedienoberfläche zur vollständigen Druckersteuerung auf einem 8-Zoll-Tablet.

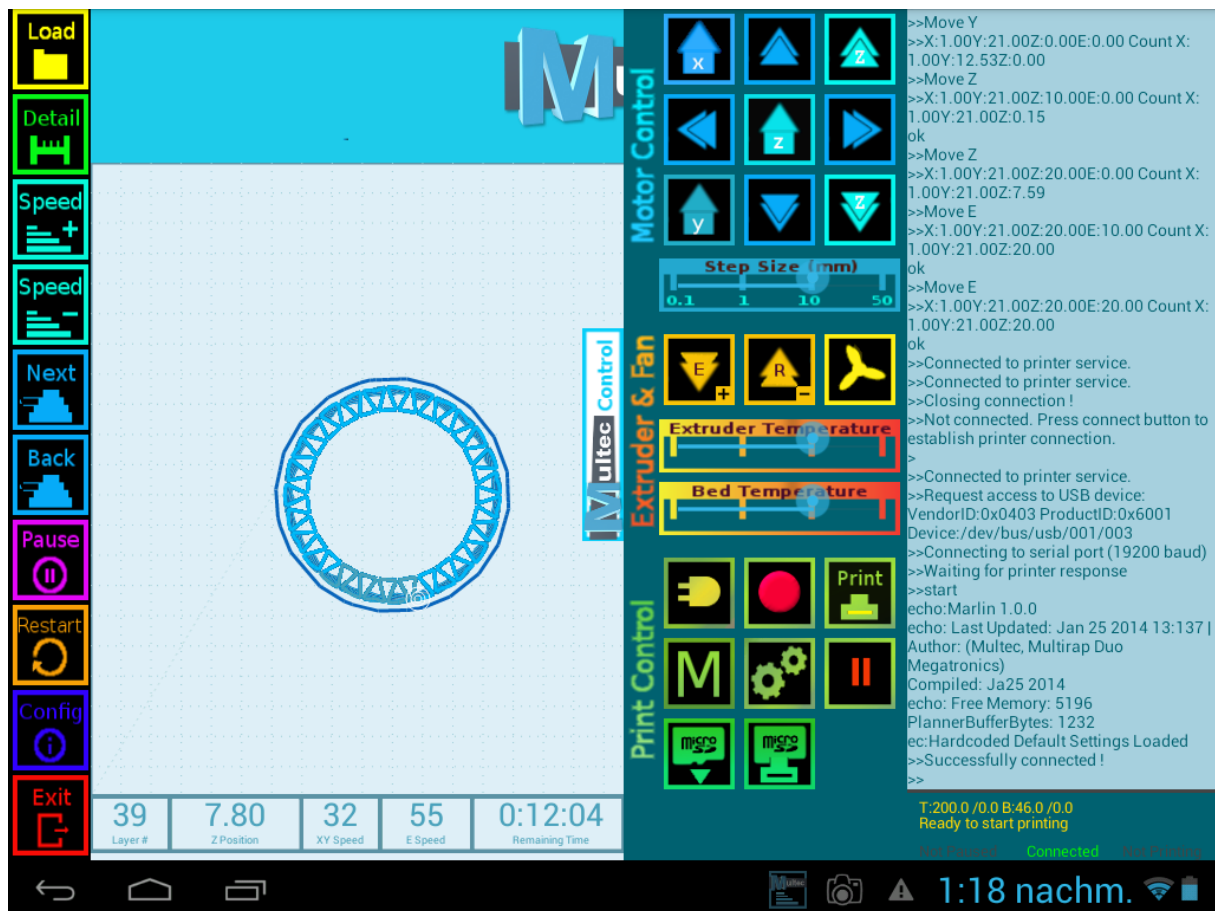


Bild 11: Vorteil der Touchscreen-Variante: links die Drucksimulation, mittig die Bedienelemente für den Drucker und rechts die Druckerkommunikation zur Überwachung

Tablets sind preislich attraktiv und bedienerfreundlich

Mit der rasanten Entwicklung der Smartphone- und Tabletindustrie der letzten Jahre drängen immer mehr leistungsfähige Geräte zu attraktiven Preisen auf den Markt. Ein sieben bis zehn Zoll großer Touchscreen ermöglicht eine intuitive Bedienung und bietet genügend Raum zur Darstellung der Menüs sowie aktueller Daten. Die Kommunikation mit der Druckersteuerung erfolgt entweder über Bluetooth mit entsprechendem Adapter oder über microUSB-Anschluss.

Hinsichtlich Rechenleistung, Anzeige- und Bedienkonzept und Konnektivität bieten sich Tablets zum Einsatz am 3D-Drucker gerade zu an. Die Kosten bleiben mit rund Euro 190 für ein 8-Zoll Tablet inklusive Multec App und Befestigungsmaterial im Rahmen und das Preis-/Leistungsverhältnis ist sehr gut.

Wer die Wahl hat ...

Der Besitzer eines 3D-Druckers hat nun die Qual der Wahl. Preislich ist die Variante 1 mit SD-Karte, Keypad und Display am günstigsten. Dafür ist der technische Aufwand hinsichtlich des elektrischen und mechanischen Einbaus nicht unerheblich. Zu berücksichtigen ist auch, dass ein Eingriff in die Firmware notwendig ist und der Bildschirm wenig Raum für Informationen lässt.

Ähnlich zu bewerten ist Variante 2, die Raspberry Pi Lösung. Für Soft- und Hardware-Profis stellt sie eine erschwingliche Alternative dar und die verschiedenen Erweiterungsmöglichkeiten, mit denen aber auch gleichzeitig die Kosten steigen, machen sie vielseitig.

Die als Drittes vorgestellte Variante, die Reprapworld-Lösung ist eine runde Sache und ersetzt durch ihre Prozessorpower einen kleinen PC. Neben den hohen Kosten für das Kit muss zusätzlich an den Einbau in ein Gehäuse, die Verkabelung und die Software-Einarbeitung gedacht werden.

Nummer Vier im Bunde ist die Tablet-Lösung. Sie stellt für den Einsteiger die einfachste Plug-and-Play-Lösung dar. Zum geeigneten Tablet und der speziellen Drucker App werden eine passende Halterung und die Verkabelung benötigt. Die Visualisierung ist auf dem großen Bildschirm ist übersichtlich, die Bedienung einfach und intuitiv. Die Kosten sind überschaubar. Komfortabel bereits mit einem Tablet ausgestattet ist der 3D-Druckerbausatz der Firma Multec, der seit Februar 2014 auf dem Markt ist. Alle Bauteile sowie Tablet und App sind aufeinander abgestimmt. Alle notwendigen Komponenten werden mitgeliefert, so dass der Stand-Alone Drucker sofort einsatzfähig ist. Die Lösung ist auch als Nachrüstsatz erhältlich.

