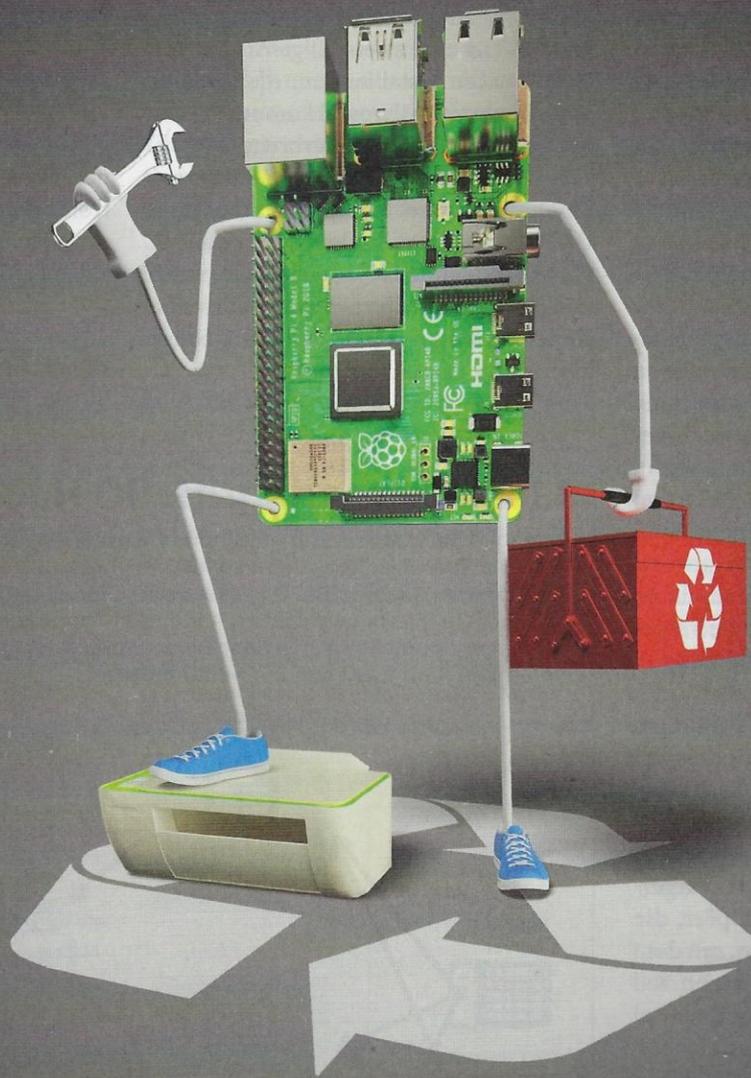


Upcycling mit dem Raspi

So lässt der Bastelcomputer alte Technik glänzen



Raspi macht alte Geräte flott	Seite 16
Drucker und Scanner ins Netz bringen	Seite 18
Sichere Brücke für alte SMBv1-Geräte	Seite 24
Digitale Musikstreams für analoge Geräte	Seite 30
3D-Drucker aufmotzen	Seite 32

Ein Raspi kann Altgeräten auf die Sprünge helfen: Scannern, für die es keine Treiber mehr gibt. Druckern, denen es an einem Anschluss fürs Netzwerk mangelt. Spezialgeräten, die nur über veraltete, unsichere Protokolle kommunizieren. Audio-Equipment, das noch keine Streams empfängt.

Von Peter Siering

Mit einem Raspberry Pi hauchen Sie älteren Gerätschaften neues Leben ein, damit die nicht so bald auf dem Recyclinghof landen. Da die Projekte nicht mal den neuesten Raspi voraussetzen, eignen sie sich obendrein gut dafür, älteren Modellen des Bastelcomputers eine sinnvolle Aufgabe zuzuschänzen.

Inspiziert durch einen Themenvorschlag, nach Projekten auch für ältere Modelle des Raspberry Pi zu suchen, entstand dieser Schwerpunkt: Der Kleincomputer ist dank Linux-Betriebssystem sehr kommunikativ, bringt also auch alte Geräte ins Netz. Obendrein kennt seine Systemsoftware noch Geräte, deren Hersteller längst aufgegeben haben, für aktuelle Versionen von Windows und macOS Treiber herzustellen.

Raspi-Skills

Die Anleitungen fangen nicht beim Raspi-Einmaleins an. Sie sollten auf dem Raspi aus einer Kommandozeile heraus einen Editor wie nano bedienen können, um Textdateien anzulegen oder zu ändern. Generell sollte es Ihnen nicht vor der Kommandozeile grausen: Ohne gelingt das Einrichten der Software auf dem Raspi nicht. Für die produktive Nutzung der Projekte brauchen Sie die archaische Oberfläche aber nicht mehr.

Das meist obligatorische Kopieren von Pi OS Lite auf die SD-Karte, das Aktivieren des SSH-Zugangs und erste Individualisierungen gelingen besonders flott und komfortabel mit der in [1] vorgestellten Methode; die funktioniert interessanterweise auch mit mancher spezialisierten Raspi-Distribution, wie der für 3D-Drucker auf Seite 32.

Die beiden unmittelbar auf diesen Artikel folgenden Beiträge befassen sich mit der Netzwerkkonfiguration des Raspi: Sie bringen Drucker ins Netz, wiederbeleben Scanner (S. 18) und bauen eine Brücke für alte Netzwerkprotokolle (S. 24). Wir verwenden für die Beispiele IP-Adressen, die einer typischen Fritzbox-Konfiguration entstammen. Achten Sie beim Nachbauen bitte darauf, alle IP-Adressen umzustellen, wenn Sie andere Netze verwenden – besonders bei den verwendeten Firewall-Regeln.

Viele Wege

Apropos: Die Artikel schlagen konkrete Wege vor, die Konfiguration des Raspi zu beeinflussen, etwa Einträge in /etc/network/interfaces zur Konfiguration des Netzwerks. Raspi- und Linux-Profis kennen

weitere Ansätze, das zu bewerkstelligen. Solange sich die Interface-Namen nicht ändern, auf die es bei den Firewall-Regeln ankommt, spricht nichts dagegen, das Netzwerk anders zu konfigurieren. Auch beim Raspi führen oft mehrere Wege zum Ziel.

Die Artikel sparen allerdings ein Feld aus, in dem der Bastelcomputer glänzt: das Smart Home. Wir nutzen den Raspi im c't-Smart-Home-Projekt an vielen Stellen als Brückenbauer, etwa um IKEA-Smart-Home-Gadgets ohne Zentrale zu steuern oder alte Heizkörperventile anzusteuern – alle dort veröffentlichten Artikel finden Sie über ct.de/ydbr.

Auch wenn Sie keines der Projekte direkt anspricht: Jeder Artikel transportiert auch eine Menge Know-how, sei es zur Konfiguration von SMB-Diensten unter Linux, dem Einrichten von Firewall-Regeln oder tückischen Diensten zur Namensauflösung. Für den Fall, dass diesmal für Sie kein Projekt dabei war, Sie aber ein älteres Gerät unbedingt erhalten möchten und eine Chance im Raspi als Upcycling-Helfer sehen, schreiben Sie uns gern. Vielleicht finden wir eine Lösung für ein zukünftiges Projekt. (ps@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Ronald Eikenberg, Raspi-Schnellstart, Raspberry Pi superschnell einrichten durch Vorkonfiguration, c't 11/2021, S. 132

c't-Smart-Home-Projektseite: ct.de/ydbr

Nicht immer nur Raspi ...

Dem Feedback aus Leserbriefen und von unserem Leserbeirat entnehmen wir immer mal wieder, dass die Fokussierung auf den Raspberry Pi manchen stört. Dazu zwei Anmerkungen: Die im Folgenden vorgestellten Projekte lassen sich auch auf anderen Plattformen umsetzen, die eine Raspi-artige Distribution mitbringen – das gilt für die meisten „Bastelcomputer“ auf ARM-Basis. Oft ist es jedoch um die Haltbarkeit und Pflege solcher Distributionen nicht allzu doll bestellt, sodass wir lieber auf den Massenmarkt Raspi setzen. Die Pi Foundation leistet da mit Abstand bessere Arbeit.

Und: Die enge Verwandtschaft von Pi OS zu Debian ist eine große Hilfe. Zum einen kann man ab Raspi 2 auf die ARM-Pakete von Debian zurückgreifen und sich über den Backport-Zweig auch modernere Software fischen, als sie von der Pi Foundation angeboten wird (wovon die folgenden Projekte aber keinen Gebrauch machen müssen). Und, zum anderen, was viel schwerer wiegt: Solange nicht die Hardware-Fähigkeiten des Raspi gefragt sind, etwa die GPIO-Ports, lassen sich die Anleitungen ebenso mit einer Debian-Installation in einer VM auf dem Heimserver oder auf einem Mini-x86-PC umsetzen.

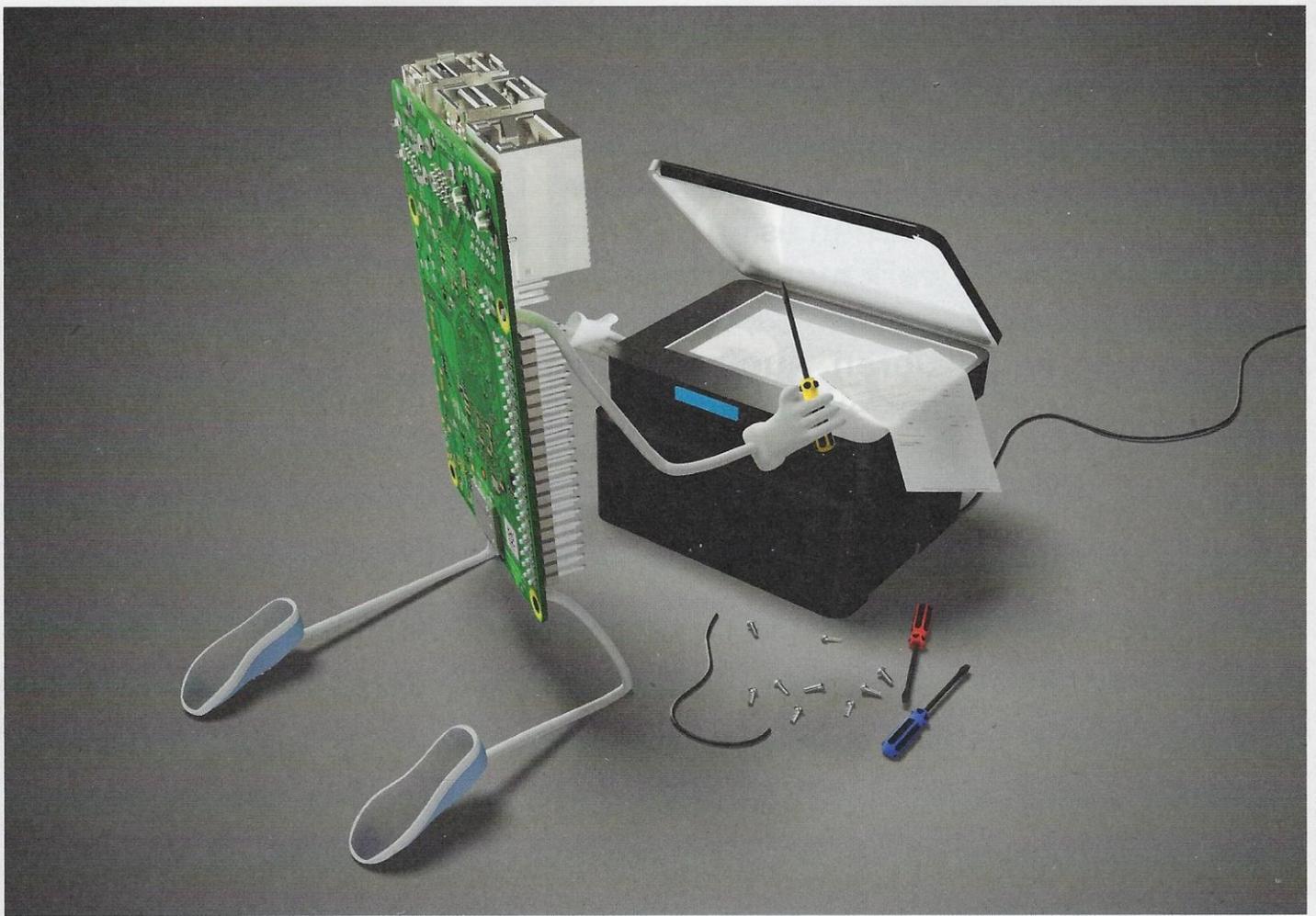


Bild: Andreas Martini

Am Drucker bleiben

Raspi als Lebensverlängerung für USB-Drucker und -Scanner

Drucker und Scanner halten länger, als die Hersteller bereit sind, Treiber für aktuelle Betriebssysteme zu backen. Der Raspi hilft, die Patronen doch noch leer zu drucken, den Scanner weiterhin zu nutzen oder ein älteres Gerät überhaupt netzwerkfähig zu machen.

Von Peter Siering

Pi OS, das Betriebssystem des Raspi, hat als Linux-Abkömmling in der Regel Treiberunterstützung, die weniger von wirtschaftlichen Aspekten ge-

trieben wird: So unterstützt sein Drucksystem CUPS noch Modelle, für die Windows und macOS längst keine Treiber mehr liefern. Auch das für Scanner in der Linux-Welt gebräuchliche SANE glänzt mit einem breiten Angebot von Backend-Modulen für verschiedenste Neu-, aber eben auch Altgeräte.

Sowohl CUPS als auch SANE bedienen Netzwerkschnittstellen, sodass sie sich besonders gut dafür eignen, auch reine USB-Geräte in ein Netzwerk zu integrieren. Sie empfangen die gesendeten Daten und ihre Backends rechnen die Daten passend um. Fürs Drucken genügen auf den Clients die dort vorhandenen Treiber. Beim Scannen hilft eine zusätzliche Software, die unter Windows und Linux SANE als Scannerquelle einbindet. macOS kann der Raspi direkt bedienen: Ein Entwickler hat Apples Scan-

protokolle per Reverse Engineering erforscht und als Open Source implementiert.

Versuch macht kluch

Ob CUPS und SANE ein bestimmtes Drucker-, Scanner- oder Multifunktionsgerät kennen, können Sie über eine Recherche auf den Webseiten der Projekte oft nicht zweifelsfrei ermitteln. Die dort geführten Listen sind meist schlechter gepflegt als die Software selbst. Obendrein bilden sie nicht den Stand der Pakete für CUPS und SANE ab, die in Raspberry Pi OS (und Debian Buster) enthalten sind. Und: Die Tatsache allein, dass ein Modell grundsätzlich funktioniert, heißt noch nicht, dass Sie mit den Druck- oder Scanresultaten und -optionen zufrieden sein werden.

Mitunter nämlich reicht der Leistungsumfang unter CUPS oder SANE

nicht an die Originaltreiber für längst außer Dienst gestellte Betriebssysteme heran: Mal funktioniert die Duplex-Einheit nicht. Mal fehlen Optionen für einen Farbgleich. Oft liefern die Druckdienste keine Informationen über Füllstände von Tinten- oder Tonerpatronen. Unter Umständen leidet die Druck- und Scanqualität.

Unser Mantra deshalb: Versuch macht kluch. Ein Aufbau aus Raspi, Altgerät und Client ist mit den im Folgenden beschriebenen Schritten auf Pi-OS-Lite in rund 30 Minuten hergestellt. Quälen Sie den Versuchsaufbau, um abzuschätzen, ob Sie mit den Ergebnissen zufrieden sind. Stecken Sie erst dann Energie in den dauerhaften Betrieb.

Die folgenden Hinweise kümmern sich erst ums Drucken und dann ums Scannen – überspringen Sie, was für Sie uninteressant ist. Für alles Weitere genügt eine Minimalinstallation von Pi OS, die Sie als Lite-Image herunterladen und mit unseren in [1] gezeigten Tipps leicht konfigurieren können. Sie sollten dem Raspi einen Namen geben, da der sich gern in Konfigurationsdateien festsetzt. Exemplarisch verwendet dieser Artikel als Name „printit“. Damit sich alle Dienste darauf einstellen, müssen Sie den Raspi nach dem Namenswechsel neu booten.

Druck-Server

Noch bevor Sie das Drucksystem CUPS einrichten, sollten Sie den Drucker per USB-Schnittstelle anschließen und einschalten (in der Ausgabe von `lsusb` sollte das Gerät jetzt auftauchen):

```
sudo apt-get install cups \
printer-driver-all hplip
```

Der Befehl fügt nicht nur den eigentlichen Dienst hinzu, sondern neben CUPS selbst gleich noch einige Pakete für gängige Druckermodelle, die aus verschiedenen freien Projekten und zum Teil von Herstellern stammen. Sie decken einen Großteil marktüblicher Modelle ab.

Mit den Paketen „printer-driver-all“ holen Sie nach dem Gießkannenprinzip gleich alle in Pi OS enthaltenen Treiber hinzu und mit „hplip“ ergänzen Sie noch einige HP-spezifische Programme und Module. Manche Pakete helfen auch gleich beim Scannerbetrieb von Multifunktionsgeräten – machen also eventuelle Handgriffe unnötig, die der Artikel bei der Scannereinrichtung empfiehlt.

Damit der Drucker im Netzwerk sichtbar wird, muss man CUPS die Freigabe gestatten, gibt ihn im freundlichen Netzwerk auch gleich für den Zugriff aller frei und gestattet administrative Zugriffe auf die CUPS-Weboberfläche:

```
sudo cupsctl --share-printers
sudo cupsctl --remote-any
sudo cupsctl --remote-admin
```

Außerdem ist es nötig, den Benutzer, der die Drucker verwalten soll, der Gruppe „lpadmin“ zuzuordnen. Für den Standardnutzer „pi“ erledigt das dieser Befehl:

```
sudo usermod -a -G lpadmin pi
```

Jetzt können Sie in einem Browser die CUPS-Weboberfläche erreichen, auf einem Mac durch Eingabe des Namens mit angehängtem .local, also als `http://printit.local:631` – 631 ist der TCP-Port, auf dem CUPS lauscht. Auf einem Windows-PC nehmen Sie die IP-Adresse des Raspi statt „printit.local“; die Auflösung des .local-Namens wird dort nicht ohne Weiteres klappen (siehe Ausführungen am Ende des Artikels und im Kasten auf S. 20).

Navigieren Sie nun über die Dachzeile der CUPS-Weboberfläche zu „Verwaltung“ und betätigen Sie den Knopf „Drucker hinzufügen“. Die Administrationsoberfläche wechselt auf eine sichere Verbindung, die Ihnen eine Zertifikatswarnung einbringt. Lassen Sie die Ausnahme zu. Bei erneutem Klick auf „Drucker hinzufügen“ fordert die Oberfläche zur Eingabe von Benutzernamen und Passwort auf. Hier tut es der Standardnut-

zer „pi“, wenn Sie ihn wie eben empfohlen in die Gruppe „lpadmin“ gepackt haben.

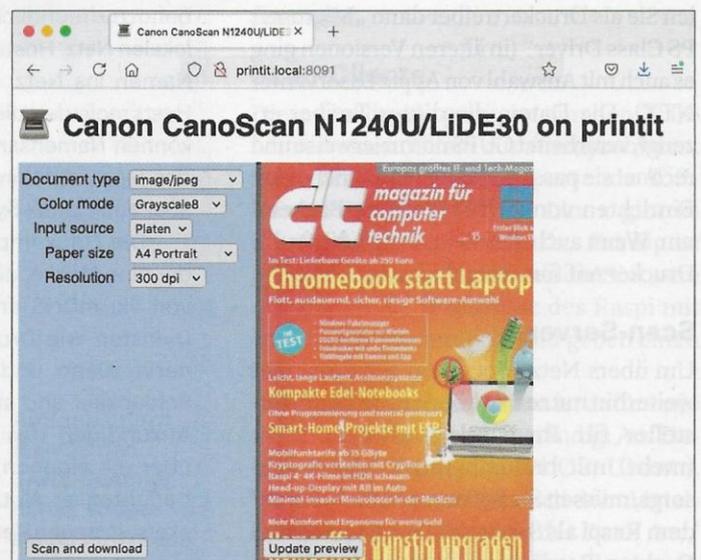
Der fünfschrittige Assistent fragt zuerst Ihr Druckermodell und die zu verwendenden Treiber ab. Die Vorschläge von CUPS liegen meist richtig. Auf der zweiten Seite setzen Sie bitte bei „Drucker im Netzwerk freigeben“ ein Häkchen. Sodann bietet CUPS den Drucker über das IPP-Protokoll im Netz an und kündigt ihn dort auch über das mDNS-Protokoll als „printit.local“ an. Sie haben CUPS mit diesen Schritten nähergebracht, wie es den Drucker ansprechen kann (im Windows-Speak: einen Treiber eingerichtet).

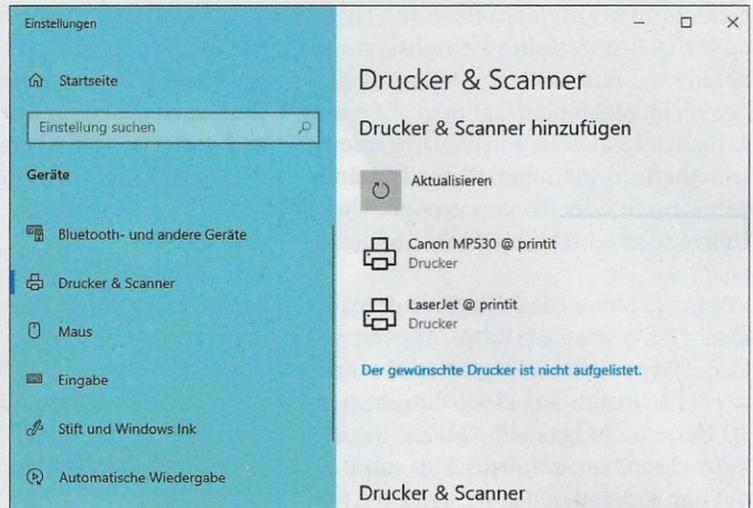
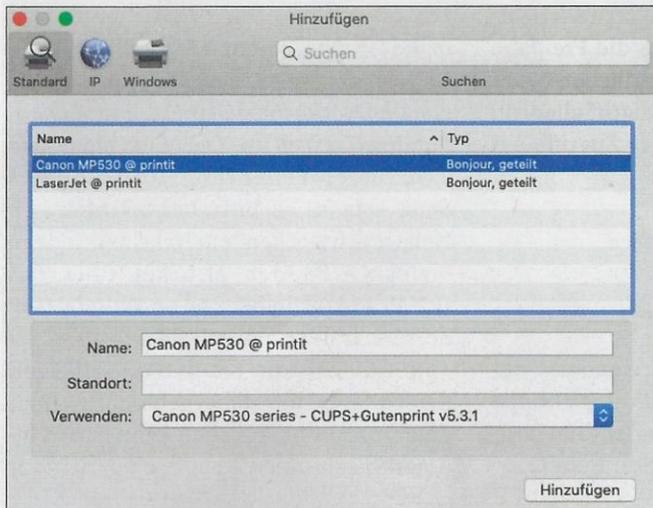
Druck-Clients

Alle modernen Clients, egal ob unter macOS, Linux, Windows oder iOS, lauschen auf solche Ankündigungen. Sie bekommen den annoncierten Drucker dann mit ihren Einrichtungsassistenten problemlos zu fassen. Üblicherweise übermittelt IPP auch Eigenschaften des Druckers, sodass gängige Betriebssysteme von sich aus einen passenden Treiber wählen. Wenn dem Einrichtungsassistenten Details fehlen, dann deutet das auf Netzwerkprobleme hin. Solange der Client wenigstens den Raspi mit CUPS findet, können Sie manuell einen Treiber auswählen.

Wenn der Client CUPS nicht mal andeutungsweise erkennt, geben Sie bei der Druckersuche die IPP-URL ein. Die können sie für einen in CUPS eingerichteten Drucker auf der Übersichtsseite („Drucker“ in der Dachzeile) in Form eines unter seinem Namen liegenden HTTP-Links finden, etwa als `http://192.168.178.10:631/printers/Canon_MP530`. Die Assistenten

Das AirSane-Projekt belebt nicht nur alte Scanner für aktuelle macOS-Versionen, sondern bringt auch eine eigenständig nutzbare Weboberfläche mit – genug für gelegentliche Scanaufträge mit allen Betriebssystemen.





Dank mDNS finden sowohl macOS als auch Windows CUPS-Drucker unkompliziert.

der gängigen Betriebssysteme verarbeiten beim Einrichten von Druckern diese URL.

Wenn Sie den Komfort der automatischen Konfiguration nutzen wollen, etwa um auch per AirPrint die Drucker zu erreichen, müssen Sie sich mit der Konfiguration des Netzwerks auseinandersetzen. Die einfachste Lösung ist: den Raspi in das IP-Netz der Clients hängen. Wer größere Netzwerke am Bein hat: Spendieren Sie dem Raspi mehrere Netzwerkkarten und hängen in jedes je eine oder nutzen Sie VLANs. Ein zweiter Raspi, der über seine CUPS-Installation Druckaufträge an einen anderen in einem anderen Netz weiterleitet, kann auch helfen – Sie richten dann das eine CUPS als Drucker im anderen ein.

Wird Ihr Client-System partout nicht schlau aus dem, was CUPS als DruckermodeLL vorschlägt, können Sie auf einen generischen PostScript-Treiber ausweichen. Unter aktuellen Windows-Versionen wählen Sie als Druckertreiber dann „Microsoft PS Class Driver“ (in älteren Versionen ging es auch mit Auswahl von Apple LaserWriter NTX). Die Daten, die dieser Treiber erzeugt, verarbeitet CUPS normalerweise und rechnet sie passend für das von Ihnen beim Einrichten von CUPS gewählte Backend um. Wenn auch das nicht klappt, dürfte Ihr Drucker reif fürs Recycling sein.

Scan-Server

Um übers Netzwerk einen alten Scanner weiterhin nutzen zu können, den der Hersteller für Ihr Desktop-System nicht (mehr) mit brauchbaren Treibern versorgt, müssen Sie Software einrichten: auf dem Raspi als Server und bei den meisten Desktop-Betriebssystemen auch auf dem

Client. Nur macOS kann der Raspi direkt versorgen (mehr dazu weiter unten).

Zunächst zur Server-Seite: Ihr Scanner sollte während des Einrichtens am Raspi angeschlossen, eingeschaltet und somit via `lsusb` auch als USB-Gerät sichtbar sein. Ist das nicht der Fall, begeben Sie sich zunächst auf die Fehlersuche. Das zum Anbinden und Freigeben eines Scanners nötige Scanner Access Now Easy (SANE) lässt sich mit

```
sudo apt-get install sane-utils
```

der Raspi-Softwarekonfiguration hinzufügen; wenn Sie zuvor CUPS zum Drucken eingerichtet haben, ist das Paket schon installiert.

Bevor Sie weiter experimentieren, beachten Sie die Hinweise zu eventuellen Problemen mit Zugriffsrechten im Kasten aus Seite 22. Stimmen die Rechte, können Sie sich mit `sudo -u saned sane-find-scanner` vergewissern, dass SANE Ihren Scanner erkennt. Im Unterschied zum bereits empfohlenen `lsusb` prüft der Befehl, ob die Rechte für den aufrufenden

Avahi zählt Hostnamen hoch

Der Avahi-Daemon implementiert unter Linux die von Apple ursprünglich als Rendezvous vorgestellte Technik, die heute mDNS heißt: Sie schafft einen simplen, benutzerfreundlichen Namensdienst im lokalen Netz. Hosts rufen beim Start ihren Namen ins Netz, der Daemon auf den Hosts registriert diese Namen und Dienste können Namensanfragen stellen. So finden Macs und Windows im Netz Drucker, aber auch Linux-Systeme zueinander.

Die Linux-Implementierung hat leider eine Macke, die gerade beim Einsatz von via mDNS angekündigten Serverdiensten wie Druckern und Scannern nervt: Dann und wann bekommt sie Schluckauf und stolpert beim erneuten Ankündigen des lokalen Hostnamens über die eigenen Ankündigungen – so berichten es Nutzer in zahlreichen Tickets. In neuen Versionen des avahi-Dae-

mon-Pakets sind Patches drin, die das verhindern sollen. Für das derzeit aktuelle Debian Buster, auf dem auch Pi OS aufbaut, sind aber bisher keine aktuellen Pakete verfügbar. Das Patchen der alten Fassung half bei uns nicht dauerhaft.

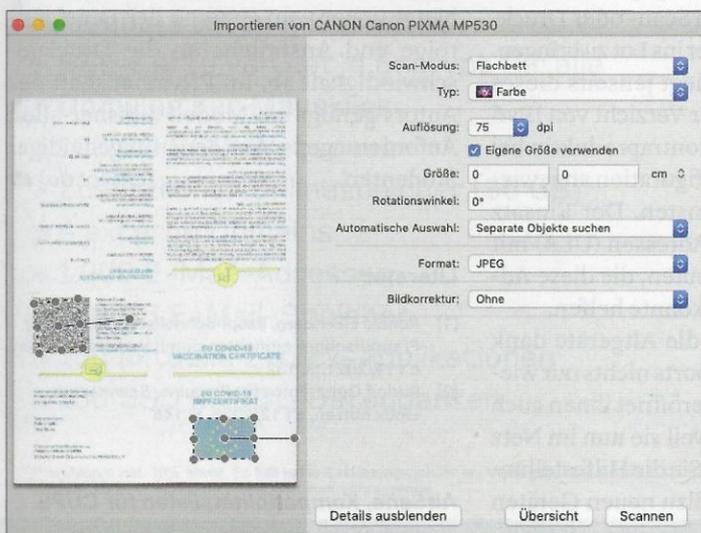
Den Tickets nach sind die von einem avahi-daemon eingefangenen eigenen Ankündigungen aber nicht die einzige Ursache für den sich ändernden Namen: Läuft ein mDNS-Reflektor im Netz, etwa ein dafür konfigurierter Avahi-Daemon, der mDNS-Pakete zwischen Sub-Netzen als Proxy weiterleitet, muss man damit rechnen, dass das Hochzählen der Hostnamen erneut beginnt. Andere Nutzer haben Zusammenhänge mit wechselnden dynamischen IPv6-Präfixen beobachtet. Zur Raison bringt den Daemon in der Regel ein Neustart via `systemctl restart avahi-daemon`.

Nutzer (hier „saned“) passend gesetzt sind – alle SANE-Dienste verwenden diesen Nutzer, um nicht mit Root-Rechten arbeiten zu müssen.

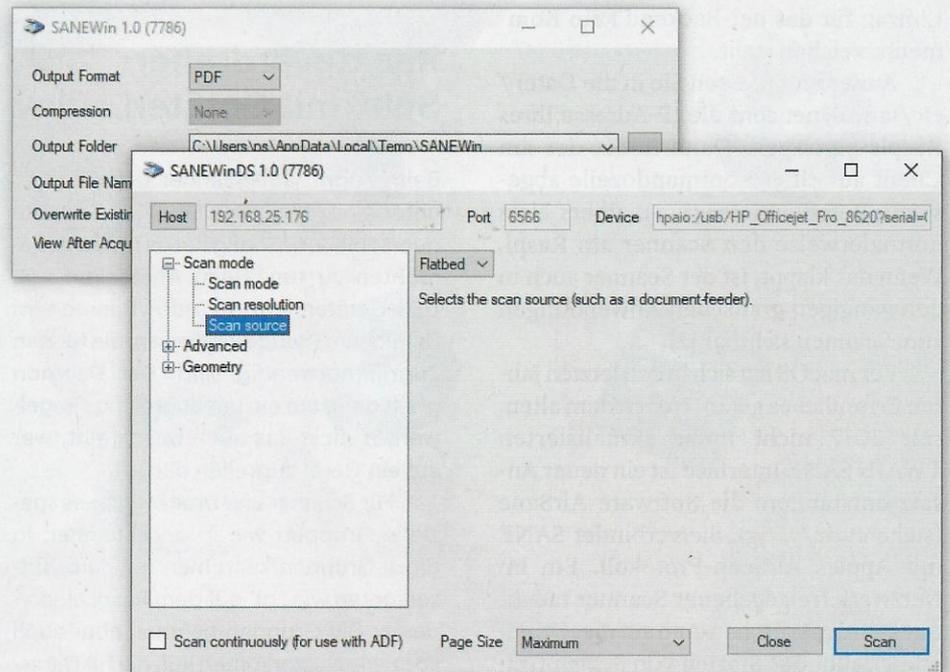
Mehr Klarheit, ob SANE Ihr Scanner-Modell wirklich ansteuern kann, verschafft die Ausgabe von `sudo -u saned scanimage -L`. Die sieht bei einem erkannten Gerät zum Beispiel folgendermaßen aus: „device 'pixma:04A91712_1089D0' is a CANON Canon PIXMA MP530 multi-function peripheral“. Kommt lediglich die Meldung „No scanners were identified“, sollten Sie prüfen, ob ein weiteres Paket für Backends bereitsteht – der Raspi kennt zwei: `libsane-hpaio` für HP-Multifunktionsgeräte und `libsane-extras` für zwei exotischere Scanner.

Wenn auch deren Installation keine Scanner zutage fördert, dann kann dieser Artikel momentan nicht helfen, Ihren alten Scanner zu reaktivieren. Es ist durchaus möglich, dass Ihr Scanner in einer moderneren SANE-Version schon unterstützt wird. Das Einrichten einer solchen auf dem Raspi ist aber nur mit großem Aufwand und hohem Risiko möglich, weil man dazu Pakete aus dem Repository-Zweig von Debian-unstable einbinden müsste. Wenn Sie großes Pech haben, hat das SANE-Projekt Ihren Scanner auf eine Blacklist gesetzt – das tun die Entwickler, wenn die Gefahr besteht, dass SANE die Hardware ruiniert.

Die Antwort des Aufrufs von `scanimage -L` kommt deutlich schneller, wenn Sie in der Datei `/etc/sane.d/dll.conf` nur die Einträge übrilassen, die für Ihr Scanner-Modell nötig sind. Wie das Modul (im SANE-Jargon Backend) für Ihren Scanner heißt, verrät die Ausgabe von `scanimage -L`.



AirSane bringt macOS den SANE-Scanner näher, sodass Vorschau direkt das Scannen lernt.



Eher spartanisch: SANEWinDS holt Bilddaten des vom Raspi per SANE bereitgestellten Scanners, stellt aber auch eine TWAIN-Quelle bereit.

Die Angabe hinter „device“ vor dem ersten Doppelpunkt ist der Name des Backend-Moduls (im obigen Beispiel „pixma“). Dieser Eingriff beschleunigt nicht nur `scanimage`, sondern auch Zugriffe auf den Scanner übers Netz.

Die Installation von `sane-utils` richtet nicht nur Programme für das Ansprechen eines Scanners ein, sondern fügt auch gleich einen Dienst (Daemon) hinzu, über den Software auch übers Netzwerk auf den Scanner zugreifen kann. Damit der auf Verbindungen lauscht, müssen Sie ihn zunächst per `systemd` aktivieren (und gleich starten):

```
sudo systemctl enable saned.socket
sudo systemctl start saned.socket
```

In der Standardkonfiguration lässt der Daemon nur Verbindungen von localhost zu. Damit Ihre Clients im Netz auf SANE zugreifen können, gehören deren IP-Adressen in die Datei zur Konfiguration des Daemon. Wenn Sie als IP-Netzwerk 192.168.178.0/24 nutzen, müssen Sie in `/etc/sane.d/saned.conf` folgende Zeile ergänzen:

```
192.168.178.0/24
```

Sie dürfen auch sparsamer sein und nur die IP-Adressen ausgewählter Clients dort eintragen.

Scan-Clients

Diese Handgriffe genügen, um den Scanner von einem Client aus auszuprobieren. Dazu brauchen Sie dort passende Software. Für Windows und Linux gibt es diverse SANE-Frontends. Das Prinzip ist bei beiden gleich: Sie richten die Software ein, tragen die IP-Adresse des Raspi mit dem SANE-Daemon ein und geben einen Scan-Auftrag.

Auf einem Linux-Client ist dafür – wie auf dem Server – SANE zuständig. Auf Debian-artigen Systemen (Pi OS, Ubuntu, Mint u.s.w.) müssen Sie nach dem Installieren der SANE-Pakete in der Datei `/etc/saned.d/dll.conf` sicherstellen, dass vorm

Eintrag für das net-Backend kein Kommentarzeichen steht.

Außerdem müssen Sie in die Datei /etc/sane.d/net.conf die IP-Adresse Ihres Raspis eintragen. Dann findet der am Client auf einer Kommandozeile abgesetzte Befehl scanimage -L übers Netz normalerweise den Scanner am Raspi. Wenn das klappt, ist der Scanner auch in den gängigen grafischen Anwendungen zum Scannen sichtbar [2].

Für macOS hat sich in den letzten Jahren Erfreuliches getan. Neben dem alten, seit 2017 nicht mehr aktualisierten TWAIN SANE Interface ist ein neuer Ansatz entstanden: die Software AirSane (siehe ct.de/y56g). Sie verbindet SANE mit Apples AirScan-Protokoll. Ein im Netzwerk freigegebener Scanner taucht direkt in der Vorschau-App auf macOS auf und erlaubt das Starten von Scanaufträgen. Je nach Modell werden auch Funktionen wie eine Dokumentenzuführung unterstützt.

Leider gibt es AirSane noch nicht als fertiges Paket für den Raspi – die Debian-Maintainer sind wohl skeptisch, was die Anteile des Reverse Engineerings angeht. Die Hinweise zum Übersetzen und Installieren von AirSane auf seiner GitHub-Seite sind detailliert. Wir käuen sie hier deshalb nicht wieder. Auf einem Raspi 4 dauert das alles nur wenige Minuten. Wenn Sie den Scanner vorher schon auf der Kommandozeile zu sehen bekamen, taucht er nach Einrichten von AirSane nun auch in Vorschau auf.

Dauerbetrieb

Wenn Ihnen CUPS oder SANE für den Dauerbetrieb zusagen, sollten Sie überlegen, ob Sie den Raspi mit einer festen IP-Adresse versehen und diese beziehungsweise den dafür hinterlegten Namen zur Konfiguration auf den Clients nutzen. Leider hat der für eine dynamische Konfiguration zuständige Avahi-Daemon in aktuellen Versionen von Pi OS eine Macke (siehe Kasten auf S. 20), die den mDNS-Netzwerknamen des Raspis eigenmächtig hochzählt. Das stört für die Ad-hoc-Inbetriebnahme via AirPrint & Co. nicht, aber für den stationären Betrieb eines Mac kann es schon nerven, wenn der für printit eingerichtete Drucker Wochen später nur noch als printit-751 im Netz bekannt ist.

Weitere Unbill droht bei IPv6: Vergibt ein Router offizielle Adressen aus einem vom Provider erhaltenen dynamischen IPv6-Präfix, könnte es sein, dass Druck-

Rechteverdreher: Spaß mit Geräten, udev, Gruppen und Nutzern

Beim Zugriff auf Scanner und Drucker unter Linux können allerlei Dinge subtil querschließen. Häufig hat es mit Zugriffsrechten zu tun. Beim Anstecken von USB-Geräten legt der udev-Daemon im Dateibaum Pseudodateien an, die für den Zugriff notwendig sind. Der Daemon greift dafür auf ein umfangreiches Regelwerk zurück, das auch beschreibt, wer auf ein Gerät zugreifen darf.

Für Scanner und Drucker gibt es spezielle Gruppen wie lp und scanner. In diese Gruppen kann man reguläre Nutzerkonten wie „pi“ auf dem Raspi einsortieren. Die Gruppen nehmen aber auch spezielle Nutzerkonten auf, die für Dienste eigens erzeugt worden sind, zum Beispiel „saned“ für den SANE-Daemon. Fehlt diese Zuordnung, kann SANE einen Scanner nicht ansteuern.

Wem ein Gerät gehört und welche Gruppe darauf zugreifen darf, findet man recht leicht heraus: lsusb listet alle USB-Geräte auf. Mit der Bus- und Geräte-ID baut man den Gerätepfad zusammen und lässt sich die Rechte anzeigen, etwa mit getfacl /dev/bus/usb/001/003.

Viele Konten, Gruppen und Zugehörigkeiten richten SANE und CUPS Pakete beim Installieren von sich aus ein. Aber nicht alle: Wer auf dem Raspi ohne sudo

als Nutzer „pi“ scanimage -L aufrufen will, muss den Nutzer in die Gruppe „scanner“ packen (sudo usermod -a -G scanner pi). Dieser Gruppe gehört üblicherweise der Geräteknoten.

Aber Achtung: Manch ein Multifunktionsgerät (Mufu) weist udev der Gruppe „lp“ zu. Dann liefert scanimage -L erst dann den erstrebenswerten Hinweis aufs Gerät, wenn man „pi“ in diese Gruppe steckt, etwa mit sudo usermod -a -G lp pi. Auch SANE ist davon betroffen: Zum Scannen mit einem Mufu per SANE übers Netz gehört der Nutzer „saned“ in die Gruppe „lp“.

Obendrein verhindert bei einfachen Scannern eine fehlende udev-Regel im aktuellen Pi OS (auf Basis von Debian Buster) den Betrieb. Ohne Eingriff sind die Scanner nur für den Nutzer root zugänglich. Legen Sie deshalb als root unter /etc/udev/rules.d die Datei 65-libsane.rules an und schreiben Sie dort Folgendes hinein (alles in einer Zeile):

```
ENV{libsane_matched}=="yes", \
RUN+="/usr/bin/setfacl \
-m g:scanner:rw $env{DEVNAME}"
```

Nach einem Reboot funktionieren die zuvor eingeführten Kommandos sane-find-scanner und scanimage -L auch für einen einfachen USB-Scanner.

oder Scandienste nach einigen Wochen den Dienst einstellen, wenn es ein neues IPv6-Präfix vom Provider gegeben hat. Oft genügt ein Restart von Scan- oder Druckdienst, die Dinge wieder ins Lot zu bringen. Langfristige Abhilfe liegt jenseits dieses Artikels: Konsequenter Verzicht von IPv6 mag helfen, ist aber kontraproduktiv bei den auf IPv6-Autokonfiguration angewiesenen Apple-Scandiensten. Der Einsatz privater lokaler IPv6-Adressen (ULA) mit gezielten gesetzten Routen, die diese Adressen übervorteilen, könnte helfen.

Der Raspi bringt die Altgeräte dank des Linux-Treibersupports nicht nur wieder ins Spiel, sondern eröffnet ihnen auch neue Möglichkeiten, weil sie nun im Netz erreichbar sind. Wenn Sie die Hilfestellungen des Artikels mit allzu neuen Geräten nachspielen, ist Enttäuschung vorpro-

grammiert, weil CUPS und SANE in Pi OS doch schon einige Jahre alt sind. Welches Raspi-Modell Sie am besten nehmen, hängt sicher vom Umfang der Druckaufträge und Ansprüche an die Druckgeschwindigkeit ab. Im Privathaushalt des Autors genügt ein Modell 3 bisher allen Anforderungen – auch denen ungeduldiger Studenten. (ps@ct.de) ct

Literatur

- [1] Ronald Eikenberg, Raspi-Schnellstart, Raspberry Pi superschnell einrichten durch Vorkonfiguration, c't 11/2021, S. 132
- [2] Rudolf Opitz, Fotos für Pinguine, Scanner mit Linux nutzen, c't 12/2021, S. 146

AirSane, Kompatibilitätslisten für CUPS und SANE: ct.de/y56g



Audio-Aufrüster

Raspi als Client für Spotify und AirPlay einrichten

Ein Raspi Zero reicht aus, um unsmarten AV-Receiver oder analogen Verstärkern Musikstreaming-Fähigkeiten zu verleihen. Mit Raspotify und Shairport Sync klappt das mit wenig Aufwand.

Von Dennis Schirrmacher

Wenn der AV-Receiver (AVR) seinen Dienst noch zuverlässig verrichtet, aber kein Audiostreaming beherrscht, müssen Sie das Gerät nicht gleich durch ein aktuelles ersetzen. Sogar die Leistung eines Raspberry Pi Zero W (ca. 15 Euro) reicht aus, um einen AVR oder Stereoverstärker aufzurüsten und Musik via WLAN zu streamen.

Vorbereitungen

Als Basis genügt das schlanke Betriebssystem Pi OS Lite. Damit Smartphones den Raspi als Spotify-Connect-Client im Netzwerk erkennen, gibt es die Open-Source-Software Raspotify. Dafür ist ein Spotify-Premium-Account nötig. Raspotify installieren Sie mit

```
curl -sL https://dtcooper.github.io/
raspotify/install.sh | sh
```

Das Skript installiert nicht nur Raspotify, sondern fügt auch das Repository des Entwicklers hinzu. Das hat den Vorteil, dass die Paketverwaltung neben dem Betriebssystem auch den Spotify-Client aktualisiert. In der Spotify-App taucht der Raspi sofort nach der Installation als „raspotify (raspberrypi)“ auf und lässt sich als Ziel für die Wiedergabe auswählen.

Damit der Raspi als AirPlay-Client „Raspberrypi“ im Netzwerk erscheint, müssen Sie Shairport Sync installieren. Das ist etwas aufwendiger, da dafür benötigte Pakete in Pi OS veraltet sind. Auf

GitHub erklärt der Entwickler verständlich, wie das Übersetzen und die Installation Schritt für Schritt ablaufen (siehe ct.de/yd1x).

Klang-Tuning

Um die Soundqualität für Spotify zu optimieren, müssen Sie die Konfigurationsdatei `/etc/default/raspotify` bearbeiten. Die folgenden Zeilen aktivieren Sie, indem Sie das Doppelkreuz-Zeichen am Zeilenanfang löschen. Ändern Sie in der Zeile `BITRATE=` den Wert von `160` auf `320`. Erst dann streamt Spotify Musik in der bestmöglichen Qualität mit einer Bitrate von `320 kbit/s`.

Standardmäßig spielt Raspotify alle Songs mit einer gleichbleibenden Lautstärke ab (Normalisation). So muss man nicht ständig zum Lautstärkeregel greifen. Leider beeinflusst das die vom Künstler beabsichtigte Dynamik eines Songs negativ. Um das abzuschalten, müssen Sie in der Zeile `VOLUME_ARGS=`, die Option `enable-volume-normalisation` entfernen. Außerdem empfiehlt es sich, in der gleichen Zeile die digitale Lautstärkeregelung zu deaktivieren, indem Sie `volume-ctrl linear` durch `fixed` ersetzen. Das hat zwar den Nachteil, dass man die Lautstärke nur noch am AVR und nicht mehr am Smartphone regeln kann, dafür kommt das Musiksignal mit vollem Dynamikumfang am AVR an. Das sollte man unter `/etc/shairport-sync.conf` mit der Option `ignore_volume_control="yes"` auch für AirPlay machen. Dafür muss man in der Zeile nur die Zeichen `//` am Anfang entfernen.

Dank bei beiden Clients standardmäßig aktivem Gapless Play laufen Live-Alben ohne Unterbrechung zwischen Songs. Um den Namen des Spotify-Clients anzupassen, tippen Sie die gewünschte Bezeichnung hinter `DEVICE_NAME=` ein. Bei AirPlay geht das bei `name=`.

Richtig anschließen

Um das Audiosignal vom Raspi Zero und 1 bis 4 digital an einen AVR zu leiten, benötigen Sie lediglich ein HDMI-Kabel. Steht im Wohnzimmer noch ein analoger Stereo-Ver-

stärker, kommt das Audiosignal beim Raspi 1 bis 4 nach einer Digital-Analog-Konvertierung (DAC) via 3,5-mm-Klinke aus dem Kleinstcomputer in den Verstärker. Die Audioqualität des Ausgangs ist aber nicht sehr gut und anspruchsvolle Ohren sollten einen externen DAC einsetzen. Da der Raspi Zero keinen analogen Audioausgang hat, ist ein DAC obligatorisch.

Das Aufrüsten gelingt kostengünstig für rund 15 Euro mit dem HifiBerry DAC+, den man via 40-Pin-GPIO-Anschluss mit einem Raspi verbindet. Wer noch hochwertigeren Sound möchte, muss mehr Geld ausgeben. Wir haben das mit dem Qudelix 5K (120 Euro) und dem RME ADI-2 DAC FS (960 Euro) ausprobiert.

Da viele DACs USB Class Compliant sind, erkennen Raspis sie ohne Treiberinstallation. Damit die Wiedergabe klappt, schließen Sie den DAC via USB als externe Soundkarte an und ändern unter `/usr/share/alsa/alsa.conf` das Ausgabegerät. Passen Sie dafür die Einträge wie folgt an: `defaults.ctl.card 1, defaults.pcm.card 1`. Falls die Lautsprecher stumm bleiben, ziehen Sie das HDMI-Kabel ab und probieren Sie es noch mal.

Mit dem Qudelix 5K klappte die Wiedergabe problemlos. Beim RME ADI-2 DAC FS störten mit einem Raspi Zero Knackser den Hörgenuss. Raspis können diesen DAC nur mit 32 Bit ansprechen. Das überfordert den Zero offensichtlich. Auch eine selbst kompilierte Raspotify-Version mit verbesserter 32-Bit-Kompatibilität konnte das Problem nicht lösen.

Fazit

Fernab von dieser speziellen Problematik liefen der Spotify- und AirPlay-Client auf einem Raspberry Pi Zero W in unserem Test über mehrere Wochen absolut stabil. Die Musikübertragung via WLAN gelang stets ohne Aussetzer. Es muss also nicht immer gleich ein neuer AVR sein, wenn man smarte Funktionen vermisst. (des@ct.de) **ct**

Installationsanleitung AirPlay: ct.de/yd1x

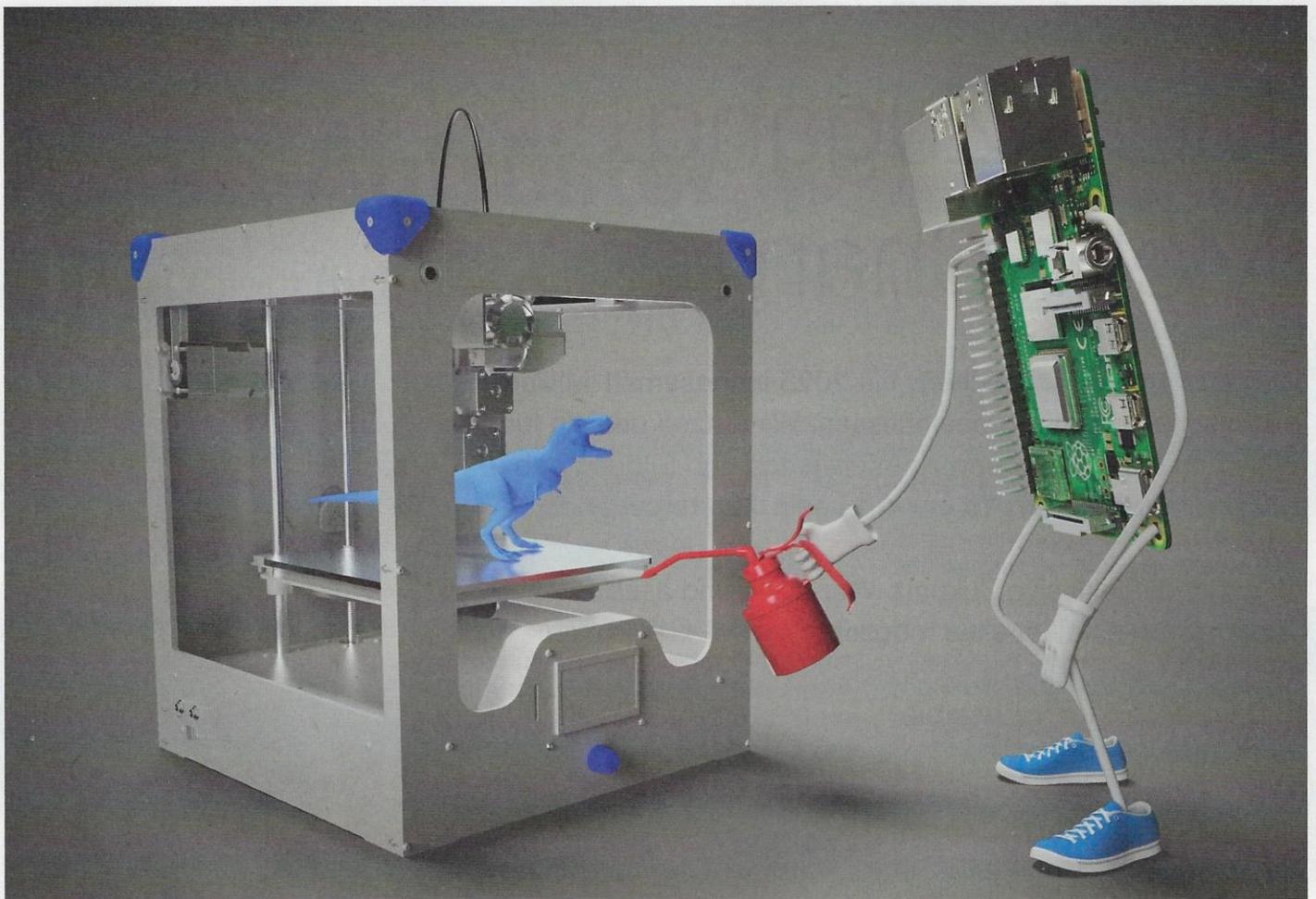


Bild: Andreas Martini

3D-Druckserver

3D-Drucker ins Netzwerk bringen mit Raspi und Octoprint

3D-Drucker machen über viele Stunden Lärm, weshalb man sie meist in eine entlegene Ecke der Wohnung verbannt. Damit man da nicht für jede Temperaturanpassung hinlaufen muss, gehört der Drucker ins Heimnetz. Mit Octopi lässt sich das leicht und günstig nachrüsten.

Von Pina Merkert

Beim 3D-Druck gibt es immer wieder Wartezeiten, beispielsweise, um das Druckbett vorzuheizen. Muss

man für jede Einstellung zum Drucker laufen, der aus Lärmschutzgründen im Keller oder in einem Abstellraum steht, fallen viele Wege an. Möchte man den Druck zudem im Auge behalten, beispielsweise weil man mit einer neuen Filamentsorte experimentiert und Zweifel hat, ob die Betthaftung ausreicht, fallen noch viel mehr Wege an und jeder zusätzliche Meter nervt.

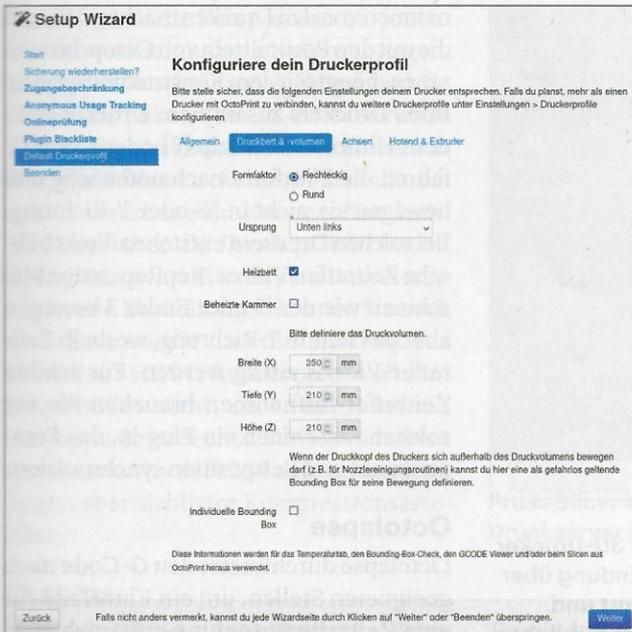
Abhilfe schafft da ein Raspberry Pi (gern auch ein älteres Modell) mit Octoprint, einer browserbasierten 3D-Drucker-Oberfläche, die den Drucker von überall im Heimnetz steuerbar macht. Weil die Kombination so naheliegend ist, gibt es sogar eine Raspi-Distribution namens „Octopi“. Drucker-Mainboard per USB-Kabel mit Raspi verbinden – und los geht’s.

Eine Steuerung über USB unterstützen nahezu alle jemals verkauften 3D-Drucker.

Octoprint erlaubt, Bett und Düse vorzuheizen, stellt die aktuelle Temperatur als attraktives Diagramm dar, bietet Tasten, um den Drucker manuell zu bewegen und erlaubt G-Code hochzuladen und Drucke zu starten. Wer neu kalibrieren muss, freut sich über eine integrierte Konsole, ein gut bestücktes Plug-in-System rüstet diverse Spezialfunktionen nach. Besonders attraktiv ist das Plug-in „Octolapse“, das mit einer Raspi-Kamera schicke Zeitraffer-Videos vom Verlauf der Drucke aufzeichnet. Mit diesem Artikel gelingt Ihnen die Einrichtung in wenigen kurzen Minuten.

Installation

Octopi laden Sie als gezippte IMG-Datei von octoprint.org herunter (siehe ct.de/ypwc). Auf der Webseite finden Sie auch eine Anleitung, um Octoprint auf anderer Hardware wie einem Heimserver zu installieren. Für den Raspi ist die Installation aber am einfachsten: Archiv auspacken, Raspi-Imager öffnen, „Betriebssystem/eigenes Image“ auswählen, IMG-Datei im Downloads-Ordner auswählen und die SD-Karte beschreiben. Octopi basiert auf dem offiziellen Raspberry Pi OS, weshalb



Ein Einrichtungsassistent hilft beim ersten Start, die wichtigsten Einstellungen vorzunehmen. Das „Druckerprofil“ enthält beispielsweise Angaben zur Größe des Druckbetts.

die mit dem Raspi-Imager einstellbaren Voreinstellungen funktionieren. Das Menü mit den Voreinstellungen öffnet sich mit der Tastenkombination Strg+Umschalt+X (wie das funktioniert haben wir in [1] beschrieben).

Statt des Raspi-Imagers können Sie auch Balena Etcher oder den „Schreiber von Laufwerksabbildern“ beziehungsweise das „Festplattendienstprogramm“ benutzen. Dann müssen Sie die Einstellungen fürs WLAN aber nach dem ersten Start mit angeschlossenem Display und Tastatur nachholen oder in die Datei octopi-wpa-suppllicant.txt im Verzeichnis /boot eintragen.

Die SD-Karte stecken Sie anschließend in den Raspi und verbinden auch gleich den Drucker mit dem Minirechner. Meist ist beim Drucker beziehungsweise dessen Mainboard ein Kabel mit USB-A und USB-B dabei. Manche Drucker können Sie auch mit einem alten Handy-Ladekabel (USB-A- und Micro-USB-Stecker) mit dem Raspi verbinden.

Drucker verbinden

Nach dem ersten Start sollte sich der Raspi in Ihrem Heimnetz melden und vom Router eine IP bekommen. Diese können Sie im Webinterface vom Router nachsehen. Statt der IP funktioniert meist auch der Hostname, den Sie in den Raspi-Voreinstellungen vergeben haben. Wir haben für den Artikel einen Prusa i3 netzwerkfähig gemacht, weshalb wir als Hostname „prusai3“ eingestellt haben. Unser Router ließ sich für die Namensauflösung einspannen,

weshalb der Raspi nach wenigen Sekunden unter <http://prusai3> erreichbar war. Klappt die Namensauflösung nicht, nutzen Sie die IP-Adresse aus der Heimnetz-Übersicht im Router-Interface, beispielsweise <http://192.168.178.68>.

Beim ersten Aufruf begrüßt Sie ein Assistent, der diverse Fragen zum Druckernamen et cetera stellt. Die Erklärtexte sind automatisch auf Deutsch, wenn der Browser in deutscher Sprache installiert ist. Da Gina Häußge, die Hauptentwicklerin von Octoprint, Deutsche ist, gibt es keine Übersetzungsfehler und die Beschreibungen sind gut verständlich.

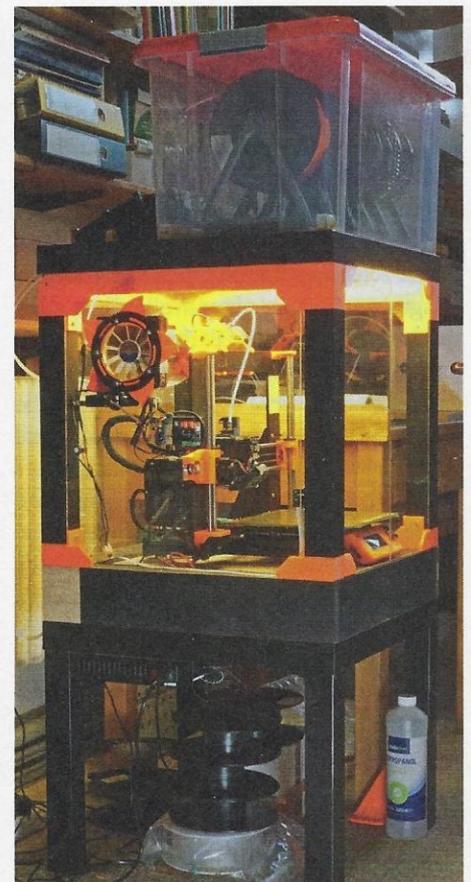
Im Einrichtungsassistent legen Sie auch ein Profil für Ihren Drucker an, in dem Sie den Namen und die Größe des Druckraums festlegen. Octoprint nutzt diese Angaben beispielsweise für eine Prüfung, ob geladener G-Code überhaupt in den Druckraum passt. Alle Angaben können sie später selbstverständlich in den Einstellungen anpassen. Die Verbindung zum Drucker nehmen Sie erst auf, nachdem Sie den Assistenten fertig durchgeklickt haben.

Dann nämlich erscheint in der linken oberen Ecke der Weboberfläche ein Kasten mit Verbindungseinstellungen. Die bestehen aus Drop-down-Menüs für den Port, die Baudrate und das im Assistenten erstellte Druckprofil. Der Name des Ports ist der Pfad zum seriellen Interface in üblicher Linux-Benennung. Zur Auswahl steht üblicherweise `/dev/ttyUSB0` oder `/dev/ttyACM0` wie bei unserem Prusa. Stecken noch mehr serielle USB-Geräte am

Raspi (der hat ja neben Octoprint noch Kapazitäten für andere Aufgaben frei) wechselt die Nummerierung der Devices je nachdem, welches vom Kernel beim Boot zuerst erkannt wird. Sollte Sie das stören, können Sie wie in [2] beschrieben eine UDEV-Regel für den Drucker erstellen. Eigene Namen für Devices müssen Sie in den Einstellungen im Bereich „Drucker“ auf der Seite „Serielle Verbindung“ im Textfeld „Zusätzliche serielle Ports“ hinzufügen.

Die Baudrate, mit der Ihr Drucker kommunizieren möchte, sollte in der Beschreibung zum Gerät benannt werden. Falls Sie dort keine Angabe finden, probieren Sie einfach mal 115200 aus. Das ist die Voreinstellung in der Konfiguration der Marlin-Firmware und auf der basieren die meisten Firmwares günstiger Drucker.

Das Druckerprofil ist normalerweise schon vorausgewählt, weshalb Sie anschließend nur noch den Haken bei „Verbindungseinstellungen speichern“ setzen wollen und anschließend auf den großen „Verbinden“-Knopf drücken. Nach ein



Der kleine Raspi ist unter dem 3D-Drucker-Gehäuse versteckt. Seine Kamera hängt als kleines Rechteck an der Vorderkante der Seitenscheibe.

paar Sekunden wechselt dessen Beschriftung auf „Trennen“ und im Temperatur-Reiter füllt sich das Diagramm mit Messwerten der Temperaturfühler von Heizbett und Hotend.

„Automatisch bei Serverstart verbinden“ sollten sie nur auswählen, wenn Sie immer nur mit Octoprint drucken und nie von SD-Karte und außerdem Drucker und Raspi stets gemeinsam einschalten. Dann spart das Häkchen dort einen Knopfdruck. Für mehr Übersicht in der linken Leiste können Sie den Kasten mit den Verbindungseinstellungen mit einem Klick auf die Überschrift einklappen.

Das Webinterface

Im Kasten „Status“ in der linken Leiste finden Sie Infos zum Fortschritt des aktuellen Drucks und Schätzungen zur Dauer. Darunter können Sie G-Code-Dateien hochladen, die Octoprint auf der SD-Karte des Raspi zwischenspeichert. Steckt eine SD-Karte im Drucker, erscheinen auch die G-Code-Dateien auf dieser Karte in der Liste. Hinter dem Schraubenschlüssel-Symbol finden Sie eine Einstellung, um nur eine der beiden G-Code-Quellen anzuzeigen.

Rechts von der Seitenleiste finden Sie einen Bereich mit mehreren Reitern. Die Standardansicht ist „Temperatur“ mit einem Diagramm mit den Thermistor-Messwerten der letzten Minuten. An dem können Sie leicht erkennen, ob Ihr Drucker ein PID-Tuning vertragen könnte. Dann schwingt die Temperaturkurve im Diagramm in Form einer Wellenlinie über, was bedeutet, dass die Parameter der Temperaturregelung nicht optimal eingestellt sind. Unter dem Diagramm können Sie Bett und Düse vorheizen. Wer Energie sparen möchte, legt eine Styrodur-Platte aufs Heizbett, was Staub fernhält und das Aufheizen beschleunigt. Die Platte müssen Sie aber wegnehmen, bevor Sie den Druck starten, weshalb ein manuelles Vorheizen hier zwingend zum Workflow gehört.

Den Reiter „Steuerung“ brauchen sie immer dann, wenn der Drucker manuelle Eingriffe benötigt. Dort können Sie die den Nullpunkt anfahren und die Achsen in großen oder kleinen Schritten bewegen, ohne die passenden G-Codes auswendig kennen zu müssen. Falls eine Kamera angeschlossen ist, sehen sie dort auch aus der Ferne, was der Drucker tut. Wer stattdessen lieber G-Code tippt, nutzt den Reiter „Terminal“, das einen direkten Zugriff auf die serielle Verbindung zum Drucker erlaubt.



Steuern kann Octoprint den 3D-Drucker erst, wenn die Serielle Verbindung über das USB-Kabel klappt. Für Port und Baudrate schlägt Octoprint die üblichen Werte vor und speichert sie auch für später.

Zur Kontrolle während des Drucks dient der Reiter „GCode Viewer“. Darin zeigt Octoprint grafisch an, wie die per G-Code versendeten Bewegungsbahnen aussehen. Zuerst erscheinen sie im Browserfenster, gleich darauf sollte der Drucker die Bewegung in der echten Welt genau nachmachen. Da sich hier immer etwas bewegt, ist das der Reiter mit dem größten Unterhaltungswert.

Den Reiter „Zeitraffer“ brauchen Sie nur, wenn eine Kamera angeschlossen ist. Octoprint kann von Haus aus Zeitrafferauf-

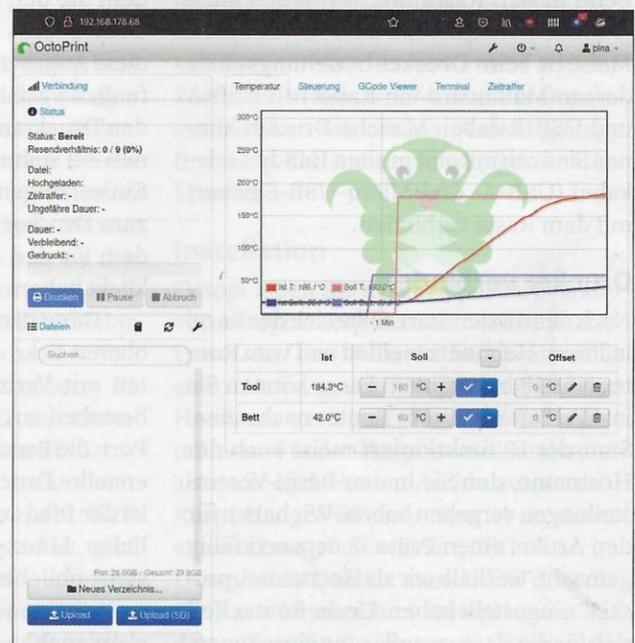
nahmen von den Drucken machen. Wie gut die mit den Bordmitteln von Octoprint aussehen, hängt mit dem Konstruktionsprinzip Ihres Druckers zusammen. Drucker nach dem Ultimaker-Prinzip [3] oder Core-XY fahren die Plattform nach unten weg und bewegen sie nicht in X- oder Y-Richtung. Bei solchen Druckern entstehen direkt hübsche Zeitraffer-Videos. RepRap-artige Maschinen wie der i3 oder Ender 3 bewegen aber das Bett in Y-Richtung, weshalb Zeitraffer-Videos zittrig werden. Für schöne Zeitraffer-Aufnahmen brauchen Sie bei solchen Maschinen ein Plug-in, das Fotozeitpunkt und Bettposition synchronisiert.

Octolapse

Octolapse durchforstet den G-Code nach geeigneten Stellen, um ein Einzelbild für eine Zeitrafferaufnahme aufzunehmen. Wenn der Druckkopf und vor allem das Druckbett nämlich bei jeder Zeitrafferaufnahme an den gleichen X- und Y-Koordinaten stünden, sähe es im Video so aus, als würde der Druckkopf ohne zittern nach oben wegfahren, während magisch unter ihm ein Plastikteil entsteht.

Octolapse sucht dafür nicht nur die ideale Stelle im G-Code, sondern fügt auch bewusst zusätzliche Bewegungen ein, falls der Druckkopf nicht ohnehin an der gewünschten Fotoposition vorbeikommt. Wo Kopf und Bett stehen, wenn Octolapse knipst, lässt sich in einer Registerkarte einstellen, die rechts neben der Zeitraffer-Karte erscheint, sobald man das Plug-in installiert hat.

Octoprint zeigt im Browserfenster links Statistiken zum laufenden Druck und darunter die bereit gelegten G-Code-Dateien. Rechts davon zeigen mehrere Reiter die Temperaturen von Düse und Bett, erlauben manuelle Steuerbefehle und zeigen Bilder von einer Webcam, falls angeschlossen.



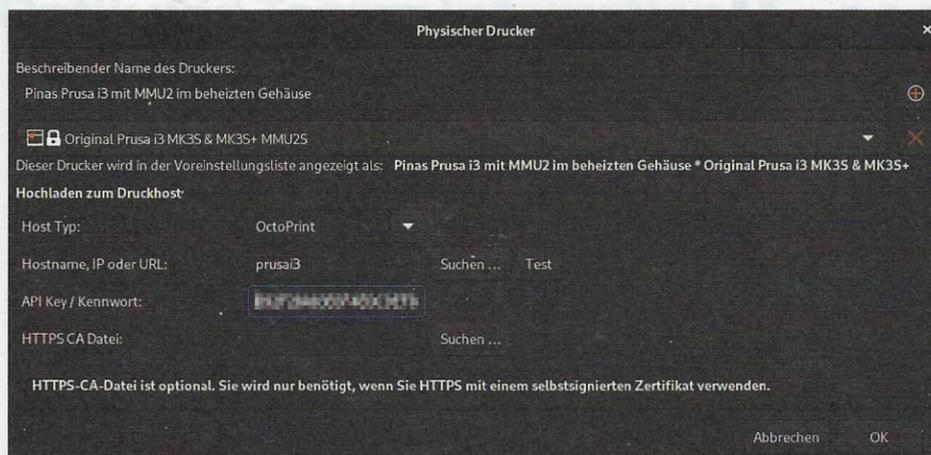
Erfordert die Fotoposition bei jedem Schichtwechsel zusätzliche Bewegungen, dauert der Druck ein wenig länger und die Schichten haben jeweils eine Sekunde oder zwei mehr Zeit, sich abzukühlen. Für PLA spielt das meist keine große Rolle, bei heißer verarbeiteten Kunststoffen kann die Pause aber die Druckqualität beeinflussen (manchmal auch zum Besseren).

In den Einstellungen können Sie auch die Videoqualität und die Bildfrequenz einstellen. HEVC funktioniert auf dem Raspi leider nicht, da er dafür keinen Hardware-Encoder hat. Die Videodateien sind zwar auch mit H.264 angenehm klein, zeigen aber sichtbare Kompressionsartefakte.

Plug-ins

Neben Octolapse gibt es Dutzende weitere Plug-ins, mit denen Sie Octoprint an Ihre Bedürfnisse anpassen können. Beispielsweise können Sie mit dem Firmware-Updater die Software auf dem Drucker-Mainboard austauschen, ohne das USB-Kabel umstecken zu müssen. Die Plug-ins installieren Sie über den „Pluginmanager“ unter der Überschrift „Octoprint“ in den Einstellungen. Nach der Installation bringen viele Plug-ins eine Konfigurationsseite mit, die in den Einstellungen unter der Überschrift „Plugins“ auftaucht.

Wir haben für unseren Prusa i3 neben dem „Firmware Updater“ noch „Octolapse“ und den „Print Time Genius“ installiert. Letzterer nutzt statt Octoprints eigener Schätzung die Restzeit-Angaben, die der Prusa Slicer im G-Code hinterlassen kann.



Prusa Slicer kann die Octoprint-API benutzen, um G-Code direkt in den Druckserver zu laden.

Damit das klappt, müssen Sie in den Plugin-Einstellungen den Haken bei „Use Slic3r PE M73 time remaining“ setzen und im Prusa Slicer unter „Druckereinstellungen/Allgemein“ im Kasten „Firmware“ den Haken bei „Unterstützt Restzeit“ setzen.

Prusa Slicer kann auch das Octoprint-API benutzen, um Druckaufträge mit einem Knopfdruck an den Drucker zu versenden. Erzeugen Sie dafür zunächst in den Octoprint-Einstellungen unter der Überschrift „Funktionen“ bei „Application Keys“ einen API-Key für den Prusa Slicer. Kopieren Sie die kryptische Zeichenfolge in die Zwischenablage und wechseln Sie in den Slicer. Gehen Sie dort in die Druckereinstellungen und klicken oben in der Leiste auf das Zahnrad-Symbol. Es öffnet sich der Einstellungsdialog zum „Physischen Dru-

cker“, wo Sie zunächst einen neuen Namen für Ihren real existierenden 3D-Drucker vergeben müssen. Als „Host Typ“ wählen Sie dann OctoPrint, als Hostnamen den Namen beziehungsweise die IP-Adresse des Druckers im Heimnetz (Angabe ohne „http://“) und im Feld „API Key“ fügen Sie die Zeichenkette aus der Zwischenablage ein. Die „HTTPS CA Datei“ darf leer bleiben, wenn beide Geräte im gleichen Netz stehen. Danach erscheint nach dem Slicen unten rechts ein Knopf, der den G-Code direkt zum Drucker schickt.

Dank solcher Kleinigkeiten kann Octoprint die Arbeit mit dem 3D-Drucker erleichtern und beschleunigen: Wir konnten dank Octoprint mehr als die Hälfte der Laufwege zum Drucker einsparen. Voraussetzung ist allerdings ein 3D-Drucker, der bereits von der SD-Karte ordentliche Drucke abgeliefert hat. Als Bonus macht Octoprint tolle Zeitrafferaufnahmen, mit denen wir ab sofort den Freundes- und Bekanntenkreis per Videonachricht im Messenger beeindrucken. Beispiele finden Sie über ct.de/ypwc. Nur Katzenbesitzer mit Laserpointern kriegen noch mehr Klicks. (pmk@ct.de) ct

Literatur

- [1] Ronald Eikenberg, Raspi-Schnellstart, Raspberry Pi superschnell einrichten durch Vorkonfiguration, c't 11/2021, S. 132
- [2] Pina Merkert, Funkbrücke für Thermostate, Homegear bindet MAX! und HomeMatic-BidCoS zeitgemäß ins Smart Home ein, c't 19/2020, S. 160
- [3] Pina Merkert, Ultimaker gegen seine Klone, 3D-Drucker nach dem Ultimaker-Prinzip schon ab 350 Euro, c't 1/2019, S. 130

Downloadlinks und Doku: ct.de/ypwc



Eine Kamera am Raspi ermöglicht es, den Drucker bei der Arbeit zu überwachen. Neben der Raspi-Kamera funktionieren auch USB-Webcams. Die gleiche Kamera schießt auch die Bilder für Zeitraffer-Videos.