



c't-Notfall-Windows 2023

Bevor nichts mehr geht: Bootfähigen Notfall-Stick einrichten
Viren killen, Windows heilen, Daten retten, Passwörter resettet

TEST

Mail-Clients für iPhone und iPad
KI-Textgenerator Neuroflash
Grafikkarten mit Intels Arc-GPUs
Linux-Smartphone PinePhone Pro
Mini-PC von Microsoft mit ARM-CPU
Nachhaltig: Mietkauf-Handy von Nokia

25 Router im IPv6-Test

Wo Fritzbox & Co. immer noch patzen

FOKUS

Fotos analysieren mit Google Lens
Twitter-Alternative Mastodon selbst hosten
Wie das Regime in Iran das Internet kontrolliert
Fake-Shops erkennen und Schäden vermeiden
Bezahlkarten für Stadion, Festival, Kantine
So komponieren Sie Musik in Python



€ 5,90

AT € 6,50 | LUX, BEL € 6,90

NL € 7,20 | IT, ES € 7,40

CHF 9.90 | DKK 64,00

Smart Home – aber mit Privatsphäre!

Steckdosen, Sensoren und LED-Lampen, denen Sie trauen können
Herstellerunabhängig und sicher mit Open-Source-Firmware





Homepage Yes

10 .de-Domains inklusive

- > Kostenlose SSL-Zertifikate für alle Domains
- > Viele 1-Klick-Apps inklusive
- > Webbaukasten
- > Webkonferenzlösung
- > 120 GB Webspace
- > 750 E-Mail-Adressen
- > 75 GB E-Mail-Speicher
- > 75 MySQL-Datenbanken

DAUERPREIS

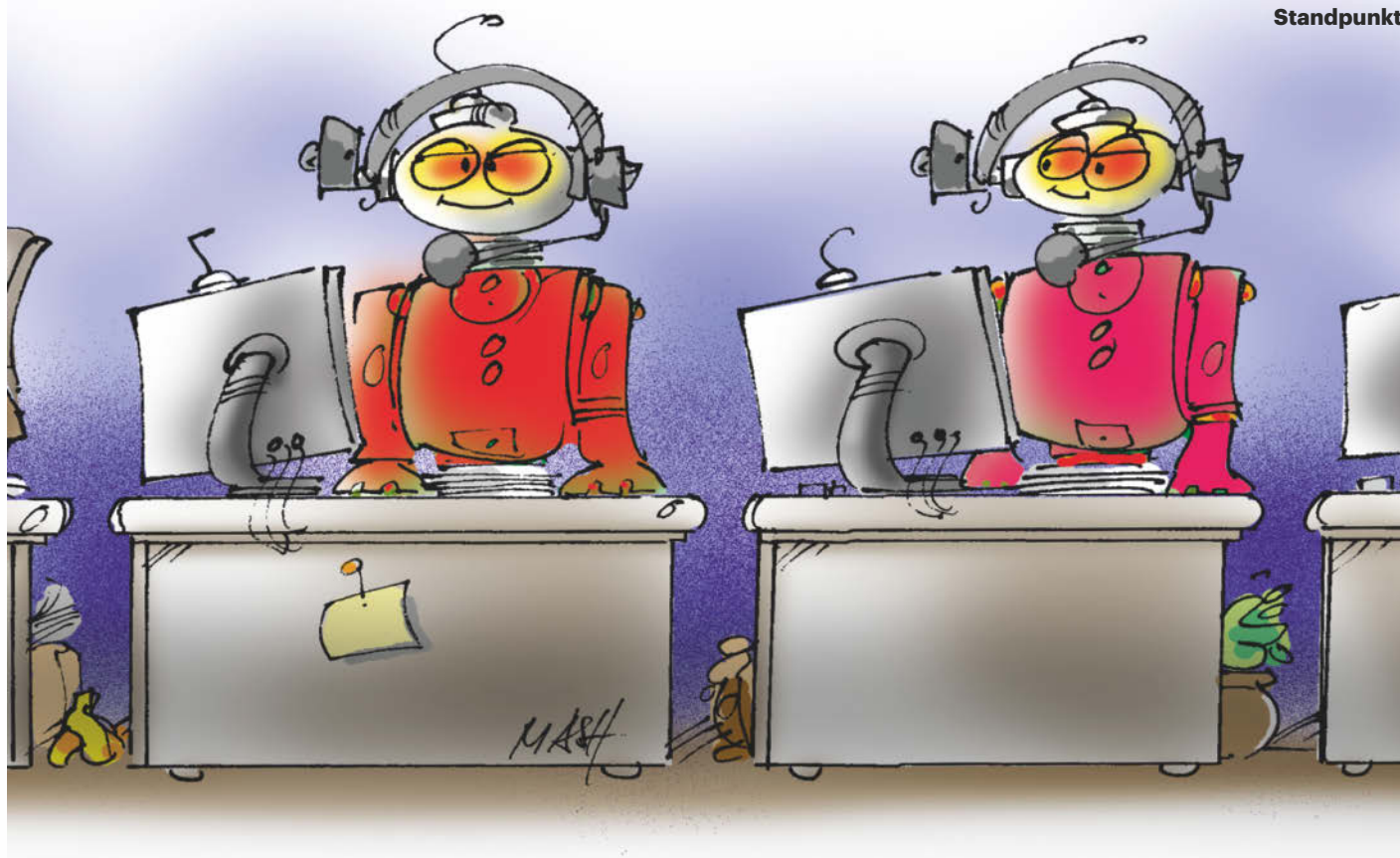
2,49
€/Monat*



**Angebot gültig bis
31. Januar 2023!**

* Preis/Monat inkl. 19% MwSt. Es fällt keine Einrichtungsgebühr an. Vertragslaufzeit 6 Monate, jederzeit kündbar mit einem Monat Frist zum Vertragsende.

030 - 20 18 10 00 | nur unter **www.1blu.de/yes**



ChatGPT: Disruptives Potenzial

ChatGPT, das neue Sprachmodell von Open AI, programmiert, textet und dichtet auf Anfrage und kann ihren eigenen Output bei Bedarf sogar nachjustieren. Ausprobieren kann den mächtigen Chatbot jeder, der einen OpenAI-Account anlegt; im Moment landet man aufgrund des großen Andrangs allerdings auf einer Warteliste.

ChatGPT ist so einfach zu nutzen wie Google. Doch wo Google auf eine Anfrage relevante Links liefert, aus denen der Nutzer sich die passende Antwort auf seine Frage erst heraussuchen muss, gibt ChatGPT eloquent ausformulierte Antworten, die sich direkt auf die Fragestellung beziehen. Entspricht die Antwort nicht dem Anspruch des Nutzers, kann er die KI bitten, nachzujustieren. Auf Wunsch geht sie stärker ins Detail, korrigiert sich selbst oder drückt sich einfacher aus. Das funktioniert sogar mit Programmcode. Das Problem: Immer wieder schleichen sich Fehler ein und die KI erzählt ganz einfach Quatsch. Oder sie liefert Code, der nicht funktioniert. Und anders als die Ergebnisse einer Google-Suche lassen die Antworten des Chatbots keine Rückschlüsse auf Quellen zu. Zur Klärung von Sachfragen ist die KI damit ziemlich wertlos.

Zu glauben, dass sie nicht trotzdem den Arbeitsalltag von PR- und Marketing-Experten, Textern und Software-Entwicklern umkrempeln könnte, wäre zu kurz gedacht. Eine kleine Website basteln,

eine Präsentation erstellen, einen Aufsatz schreiben - das alles kann ChatGPT viel schneller als ein Mensch. Die Qualität wird leiden, weil sich Algorithmic Bias einschleichen wird und es zu Fehlern kommen wird, wie sie nur eine KI machen kann.

Aber um Kosten einzusparen, werden Unternehmen trotzdem darauf zurückgreifen - für Aufgaben, bei denen eine gewisse Fehlerquote tolerierbar ist. Wenn überhaupt, wird man dann jemanden, der sich auskennt, dafür bezahlen, den Output der KI "mal schnell zu redigieren". DeepL hat die Übersetzungsbranche genauso verändert.

P. S.: Wer sich zu spät registriert hat und sich momentan noch nicht selbst von den Fähigkeiten des noch jungen Sprachmodells überzeugen kann, dem sei die c't-3003-Folge "Warum ChatGPT die Welt verändern wird" ans Herz gelegt: ct.de/chatgpt3003



Kathrin Stoll

Kathrin Stoll

Titelthemen

c't-Notfall-Windows 2023

- 14 **Selbstbau** jetzt mit vereinfachter Bedienung
- 20 **Probleme lösen** mit dem Notfall-Windows
- 26 **Virensuche** Vom Schnelltest zur Heilung

Smart Home – aber mit Privatsphäre

- 58 **Open Source** für flexible Heimvernetzung
- 62 **Marktübersicht** Alternative Firmwares
- 68 **LED-Lichtleisten** effektiv animieren

25 Router im IPv6-Test

- 104 **IPv6** Wo Fritzbox & Co. patzen

- 84 **Vorratsplaner-App** NoWaste

- 84 **Stofftiere sprechen lassen** mit ChatterPix Kids

- 85 **Windows-Tuner** PC Manager 1.2.5.3

- 86 **Notfallstrom** 20-Watt-Handgenerator

- 88 **Smart-Home-Zentrale** IKEA Dirigera

- 90 **Streaming-Controller** Loupedeck Live S

- 92 **Video-Upscaler** Topaz Labs Video Enhance AI

- 94 **Klaviersound-Programm** Pianoteq 8.0

- 95 **Passwortgenerator** mit Extraschutz

- 96 **Nachhaltig: Mietkauf-Handy von Nokia**

- 98 **Linux-Smartphone PinePhone Pro**

- 102 **Smartwatch** mit Blutdruckmessung

- 112 **Grafikkarten mit Intels Arc-GPUs**

- 116 **20 SSDs im Test: Schnell und günstig**

- 124 **KI-Textgenerator Neuroflash**

- 128 **Mail-Clients für iPhone und iPad**

- 134 **Audio-Interfaces** Günstig, mit USB-C

- 180 **Bücher** Ingenieur-Roman, KI verstehen

Aktuell

- 12 **Behördendigitalisierung** Totaler Fehlschlag
- 36 **Brasilien** Wider Bolsonaros Medienhetze
- 38 **Internet** Digitalgipfel, Chaos bei Twitter
- 39 **Server & Storage** Schnelles DDR5-RAM
- 40 **Bit-Rauschen** x86-CPU's, 2D-Halbleiter
- 42 **Grafikkarten** GeForce RTX 3060 (Ti)
- 43 **USB-C** wird ab Dezember 2024 Pflicht
- 44 **Apple** Besserer Schutz für iCloud
- 46 **Netzwerke** Microsoft kauft Faserhersteller
- 47 **Forschung** Brillenheizung, Diamant-Qubits
- 48 **Desinfec't** Update spürt Hintertüren auf
- 50 **Medizin-Telematik** Nun doch Software-Update
- 52 **Leser helfen Lesern** Fake-USB-Sticks, Skat
- 54 **Web-Tipps** KI-Kunst, Cruisen, Medienkompetenz

Test & Beratung

- 76 **Set-Top-Box** Apple TV 4K (2022)
- 77 **20-TByte-Festplatte** Toshiba Enterprise Capacity
- 77 **Festplattengeräuschsimulator** HDD Clicker
- 78 **Mini-PC von Microsoft mit ARM-CPU**
- 82 **Tintendrucker** schneidet automatisch auf A5

14 c't-Notfall-Windows 2023



Mit unserem Bausatz erzeugen Sie einen bootfähigen USB-Stick, mit dem Sie Viren finden, Daten retten, Bootprobleme lösen und vieles mehr. Schritt-für-Schritt-Anleitungen helfen, dass alles auch in hektischen Situationen gelingt.

Wissen

- 30** **Wie das Regime in Iran das Internet kontrolliert**
- 80** **Windows 11** ARM weiter unattraktiv
- 142** **Zahlen, Daten, Fakten** Videostreaming
- 144** **Bezahlkarten für Stadion, Festival, Kantine**
- 150** **Fake-Shops erkennen und Schäden vermeiden**
- 152** **Sicherheit** Interview über Lücken in Linux
- 154** **KI** erkennt nachweisbar Tumorgewebe
- 156** **So komponieren Sie Musik in Python**
- 162** **vertrac't** Auflösung der Rätsel

Praxis

- 164** **Twitter-Alternative Mastodon selbst hosten**
- 168** **Fotos analysieren mit Google Lens**

Immer in c't

- 3** **Standpunkt** ChatGPT: Disruptives Potenzial
- 6** **Leserforum**
- 11** **Schlagseite**
- 56** **Vorsicht, Kunde** Falsche Solaranlage
- 172** **Tipps & Tricks**
- 176** **FAQ** Windows Subsystem für Linux (WSL)
- 182** **Story** Wendy
- 190** **Stellenmarkt**
- 192** **Inserentenverzeichnis**
- 193** **Impressum**
- 194** **Vorschau 3/2023**

58 Smart Home – aber mit Privatsphäre



Vernetzt ja, aber leider auch abhängig vom Smart-Home-Hersteller – so geht es vielen Heimautomatisierern, egal ob Einsteiger oder Profi. Mit unseren Empfehlungen für Open-Source-Firmware befreien Sie Ihre Hardware von Cloud & Co.



156 Programmierung Mit Python Musik komponieren



104 IPv6 25 Router auf Tauglichkeit überprüft



Wie umgehen mit dem Clouddienst Microsoft 365? Über den Standpunkt der c't 1/2023 diskutierten c't-Leser im Onlineforum des Artikels.

Bild: MASH

Kaufpreis erstatten

Standpunkt: Microsoft 365, c't 1/2023, S. 3

Lizenzen für ein nicht legal einsetzbares Produkt sollten nichtig sein. Und somit sollte für alle bezahlten Lizenzen der Kaufpreis erstattet werden. Dann merkt Microsoft vielleicht auch etwas. Klar, wer bei eBay eine vietnamesische Secondhand-Lizenz gekauft hat, hat halt Pech gehabt. Aber die Behörden und Unternehmen, die diese Lizenzen in großem Volumen von deutschen Händlern oder gar Microsoft direkt kaufen, sollten das können.

Erlenmayr

Nicht unverzichtbar

Die Wirtschaft funktioniert nicht erst seit Microsoft 365. Es gibt genug andere, auch selbst hostbare Videokonferenzlösungen (oder deutsche Anbieter, die solche hosten). Sogar zu moderaten Kosten: ein Euro pro Monat pro Konferenzteilnehmer.

Werni29

Kann es nicht mehr hören

Ob Microsoft gegen geltendes Recht verstößt, muss ein Gericht klären. Und nicht die abgehobenen Datenschutzkonferenz-Mitglieder. Dazu nimmt Deutschland wieder eine Sonderrolle ein, hier ist der Datenschutz ganz besonders wichtig, viel wichtiger als in anderen EU Ländern.

Ich kann es nicht mehr hören. Anstelle eine europäische Alternative zu entwickeln, wird auf den bestehenden Standards rumgetrampelt. Ganz ehrlich: Unternehmen und Behörden, die es nicht nutzen wollen, können ja darauf verzichten. Aber in der

Wirtschaft muss Geld verdient werden, das verstehen unsere Staatsdiener nicht immer. Woanders hat man sich sinnvollerweise die besten Tools zunutze gemacht.

InspGadget

Nicht für vertrauliche Dokumente

Der E-Book-Reader Kindle Scribe im Großformat mit Schreibstift im Test, c't 1/2023, S. 78

Das Gerät ist für alle vertraulichen Dokumente unbrauchbar, weil man PDFs nicht einfach per USB auf das Gerät schieben kann, um dort Notizen [mit dem Stift, Anm. d. Red.] zu machen. Nur PDFs, die man über die E-Mail oder die Send-to-Kindle-Funktion über die Amazon-Server (wahrscheinlich DSGVO-widrig) an den Scribe schickt, kann man bearbeiten.

Was auch fehlt, ist eine Übersicht für ein PDF mit den gemachten Notizen. Ein 100-seitiges PDF zu durchblättern, um Notizen zu finden, ist äußerst unpraktisch. Also wie bei Amazon leider häufig: gut angefangen, aber im Detail dann doch zu kurz gesprungen.

ArcEnCiel DE

Per SteamLink ans Smart TV

FAQ: Steam Deck, c't 1/2023, S. 178

Eine Alternative sollte nicht unerwähnt bleiben: Wenn das Smart TV die entsprechende App mitbringt, funktioniert das auch drahtlos über SteamLink.

Sascha Heil

Steam Deck als PC

Ich hätte nicht gedacht, wie sehr mich das Teil [das Steam Deck, Anm. d. Red.] am Ende begeistert (immer noch). Tatsächlich nutze ich es mehr zum Programmieren und Arbeiten auf dem Desktop mit externem Monitor, statt darüber zu zocken.

Es läuft sehr flüssig und verbraucht verdammt wenig Strom. Es ist erstaunlich, wie viel an Software über Flatpak verfügbar ist. Was es da nicht gibt, kann man ja dank Root und Deaktivierung des Read-only-Modus installieren, zum Beispiel OpenVPN (funktioniert auch prima). Ein echter Alleskönner und sehr kompakt beim Reisen.

Landorin

Zusatzsoftware nützlich

Von Android bis Apple: 9 High-End-Smartphones im Vergleich, c't 1/2023, S. 16

Wenn man sich bei Smartphone-Tests in c't seit Jahren auf eines verlassen kann, dann ist es die an Borniertheit grenzende Abwertung von High-End-Samsungs wegen angeblicher „Bloatware“. Da wagt es Samsung tatsächlich, den Google-Programmen eigene Apps gegenüberzustellen. Den Redakteuren scheint es entgegen zu sein, dass sich Androiden aufgrund desselben Betriebssystems neben der Hardware vor allem auch durch Software unterscheiden müssen.

Ich zum Beispiel betrachte Samsungs OneUI als die gelungenste Android-Ober-

Wir freuen uns über Post

✉ redaktion@ct.de

💬 c't Forum

📘 c't Magazin

🐦 @ctmagazin

Ausgewählte Zuschriften drucken wir ab. Bei Bedarf kürzen wir sinnwährend.

Antworten sind kursiv gesetzt.

🕵️ Anonyme Hinweise
<https://heise.de/investigativ>



Damit Sie Ihre Arbeit erledigen. Nicht Ihre Arbeit Sie.

Ergonomische FlexScan-Monitore von EIZO:
mit automatischer Helligkeitsanpassung, flexiblem
Standfuß und entspiegeltem Bildschirm – für mehr
Komfort am Arbeitsplatz. Mehr auf eizo.de/ergonomie



Working with the Best



fläche und ziehe die Samsung-Apps (Galerie, Musik, Video, Notizen, Browser, Kalender usw.) den Google-Pendants jederzeit vor. Da diese Apps größtenteils exklusiv sind, ist diese Software für mich sogar ein Kaufgrund. Wenn, dann könnte Samsung eher die Google-Versionen weglassen.

Alexander

Alternative Mini-PC

Bauvorschlag für einen 13-Watt-PC, c't 26/2022, S. 26

Wenn man wenig Platz hat und nicht vorhat, das System um eine Grafikkarte aufzurüsten, dann tut es meiner Meinung nach auch ein Mini-PC. Leider ist die Auswahl dazu überschaubar, aber mein vor Jahren angeschaffter PB50 (Asus) soll laut Webseite in der Grundausstattung und im Idle-Modus auch nur etwas über 16 Watt verbrauchen. Gut, ich habe da eine zusätzliche 4-TByte-SSD und 64 GByte RAM verbaut, vermutlich stimmt dieser Wert so nicht mehr. Trotzdem: Was Portabilität und so weiter angeht, sind solche Geräte aus meiner Sicht ungeschlagen.

cd

Alternative OnlyOffice

Online-Officepakete von Apple, Google und Microsoft im Vergleich, c't 26/2022, S. 108

Alle vorgestellten Online-Office-Pakete scheitern am Datenschutz. Versuchen Sie, solch ein Paket doch mal einem Schulträger schmackhaft zu machen. Genauso viele Funktionen mit einer kompletten Plattform für die Zusammenarbeit hat sicherlich das aus Lettland stammende OnlyOffice. Zumindest für einzelne Nutzer kostenlos und auch nicht größere Funktionseinschränkungen als bei den vorgestellten Paketen. Und die Daten gehen definitiv nicht in die USA.

gh-edumation

Haltbarkeit von LEDs

Zahlen, Daten, Fakten: Beleuchtung, c't 26/2022, S. 114

Unter idealen Bedingungen halten LEDs wirklich so lange, wie draufsteht. Problematisch wird es allerdings, wenn es in der Leuchte zu einem Hitzestau kommt. Wäh-

rend Glühlampen und Halogen-Metall-dampflampen damit keine Probleme haben, wirken sich Temperaturen über 70 Grad Celsius auf LEDs stark auf die Lebensdauer aus.

Besonders betroffen sind davon Lampen mit höheren Leistungen, die schon ziemlich „auf Kante genäht“ sind. Ich hatte 100-Watt-Glühlampen durch 12-Watt-LEDs ersetzt. Leider fielen diese innerhalb weniger Monate aus. Nachdem ich innerhalb eines Jahres fünf Stück durch hatte, wechselte ich den Hersteller. Diese brennen heute noch.

Ayron

Modern, intelligent?

Smart Meter: Was Sie wissen sollten und wie Sie (vielleicht) eines bekommen, c't 26/2022, S. 116

Leider wird mittlerweile jeder Quatsch als intelligent, smart oder modern bezeichnet. In zehn Jahren heißt das Ding immer noch „moderne Messeinrichtung“ oder „intelligentes Messsystem“ und ist dabei weder intelligent (weil es ja nichts weiter kann als die Daten verfügbar zu machen) noch modern.

mbnbg

Kosten vs. Nutzen

Der Personenkreis, der von einem Smart Meter tatsächlich profitiert, ist sehr klein. Die wenigsten haben einen Saunaofen, einen Swimmingpool, eine Photovoltaikanlage oder ein Elektroauto, das sie an ihrer eigenen Wallbox aufladen.

Menschen, die all das nicht haben, haben von Smart Metern keinerlei Vorteile, aber den Nachteil, dass sie die massiv überhöhte Zählergebühr dafür abdrücken müssen.

Prokrastes

Segen und Plage

Buchkritik: Zaumzeug für Excel, c't 26/2022, S. 180

Excel und VBA sind im Alltag Segen und Plage zugleich. Einerseits kann man wunderbar schnell Berechnungen und Darstellungen aller Art (teil)automatisieren. Es gibt auch kaum einen Controller, der nicht Excel-Fan ist.

Andererseits werden Excel und VBA schnell zu Plage, wenn es „systemrele-

Fragen zu Artikeln

✉ Mail-Adresse des Redakteurs am Ende des Artikels

☎ Artikel-Hotline
jeden Montag 16–17 Uhr
05 11/53 52-333

vant“ innerhalb des Unternehmens wird. Dann nämlich darf es nur eine gültige Version geben, alle müssen darauf zugreifen können, es muss regelmäßig gesichert werden und schlussendlich soll es auch noch performant sein. Spätestens dann ist es eine Plage sondergleichen!

Dazu kommt noch, dass Makros am besten nur signiert genutzt werden sollten, was die Flexibilität schon wieder reichlich einschränkt. VBA generell zu erlauben, vielleicht sogar noch unternehmensweit, ist jedenfalls aus Sicherheitssicht ein Albtraum.

M76

Labels ignoriert

EU-Vorgaben bremsen Displayentwicklung aus, c't 26/2022, S. 54

Die Konsequenz ist, dass der Verbraucher diese Labels ignoriert. So geht es mir zum Beispiel bei LED-Lampen. Inzwischen haben fast alle LED-Lampen das Energie-label E oder F. Nur von Philips habe ich Lampen mit Energielabel A gefunden, die dann aber furchtbar teuer sind und teilweise auch nicht zu meiner Anwendung passen. Konsequenz: Ich kaufe irgendetwas und ignoriere das Label – ist sicher alles besser als Glühlampen.

Mr. Backspace

Ergänzungen & Berichtigungen

Zahl der Apotheken

Ein Blick in die Krankenakte des deutschen Gesundheitssystems, c't Jahresrückblick 2022, S. 142

Die Zahl der Apotheken in Deutschland liegt nicht bei rund 50.000. Laut Bundesvereinigung Deutscher Apothekerverbände (ABDA) waren es 18.176 Apotheken Ende November 2022.



Experience Multi Power

– Immer und überall

Experience Multi Speed

Mit den TP-Link Netzwerkprodukten erleben Sie schnellste Netzwerkgeschwindigkeiten auf Gigabit-Niveau. Die neueste WIFI 6 Technologie ermöglicht Streaming, Gaming und vieles mehr, in einer nie dagewesenen Geschwindigkeit und Stabilität.

Experience Multi Reach

Erweitern Sie Ihre Netzwerkreichweite und erleben Sie WLAN dort, wo Sie es nicht erwartet hätten. Mit erhöhten Reichweiten, Dank neuester Hardwarelösungen, empfangen Sie nun schnelles und stabiles WLAN genau da, wo Sie es brauchen.

Experience Multi Security

Machen Sie Ihr Netzwerk noch sicherer mit TP-Link Netzwerkprodukten. Seien es Gast-Netzwerke, die Verhinderung von Zugriffen auf das Hauptnetzwerk, andere Zugriffskontrollmechanismen, Kindersicherungsoptionen, VPN-Server und neueste WLAN-Verschlüsselungsstandards – TP-Link Netzwerkprodukte sorgen für Ihr sicheres Netzwerk.

Experience Multi Ease Installation

Anschließen und loslegen. Das ist mit den besonders nutzerfreundlichen Installationslösungen der TP-Link Netzwerkprodukte kein Problem. Vorbei ist die Zeit der intensiven Einarbeitung mit Hilfe der Bedienungsanleitung und der Frustration bei der Installation. Wir nennen es „Frustration Free Installation“.

Experience TP-Link OneMesh™

Beseitigen Sie WLAN-Empfangslöcher durch verbesserte Gerätekompatibilität, die Ihnen dabei hilft Ihr Netzwerk zu erweitern und Hochgeschwindigkeits-WLAN in Ihrem gesamten Haus zugänglich zu machen. Fügen Sie einfach TP-Link Netzwerkprodukte zu Ihrem OneMesh™-Ökosystem hinzu, um eine breitere WLAN-Abdeckung und schnelleres Streaming zu erreichen.



Entdecken Sie jetzt Multi Power:



Agile Softwareentwicklung im Unternehmen

Der nächste Schritt:
Von der Software- zur
Produktentwicklung

Online – 26. Januar 2023



Jetzt
Tickets
sichern!

Coden ist gut – mit der Produkt-Denke wird's noch besser

Viele Unternehmen entwickeln ihre Software **agil** – mal mehr, mal weniger, meist mit Erfolg und dem Gefühl, auf dem richtigen Weg zu sein. Aber das ist nur eine Seite der Medaille. Denn wenn das, was da entsteht, auch **erfolgreich** sein soll, dann muss die Software **als Produkt gedacht** und entwickelt werden.

Highlights aus dem Programm:

- ✓ Runter von der Insel! Agile Softwareentwicklung zu Ende gedacht
Konstantin Diener
- ✓ Das Produkt richtig bauen: 10-mal schneller von der Idee bis zum Kunden – ein Erfahrungsbericht
John Fletcher, Till Voß
- ✓ Das richtige Produkt finden: Product Discovery für mobile Whiteboards
Miriam Soltwedel
- ✓ Das richtige Produkt bauen: Stoppen wir den Feature-Wahn und schaffen echten Wert für Kunden!
Steffen Oehme

Ein Event für alle, die in ihrem Team Verantwortung dafür übernehmen, dass Software nicht nur agil, sondern auch erfolgreich entwickelt wird: für **Softwareentwickler:innen**, **Softwarearchitekt:innen** und **Teamleads**.

asu.inside-agile.de

Workshop am 2. Februar: Product-Discovery-Techniken für Entwickler



Weitere Schlagseiten auf ct.de/schlagseite

Im Land der Internetausdrucker

Warum das Gesetz zur Digitalisierung der Verwaltung scheiterte

2017 beschlossen Bund und Länder das Onlinezugangsgesetz: Rund 580 „Verwaltungsleistungen“ sollten bis Ende 2022 in ganz Deutschland digital verfügbar sein. Doch später reduzierte die Politik die Zielzahl auf 35. Und selbst dabei geht es häufig nur um Online-Anträge, die in den Behörden wieder ausgedruckt werden.

Von Christian Wölbert

Vor eineinhalb Jahren verschickte die Bundesregierung eine Pressemitteilung, die hoffen ließ, dass es nun endlich vorwärts geht mit der Digitalisierung der Verwaltung. Der digitale BAföG-Antrag sei „als erstes föderales digitales Verwaltungsangebot“ bundesweit verfügbar, meldete das Bildungsministerium. Im Klartext: Zum ersten Mal hatten Bund und Länder sich zusammengerauft, gemeinsam einen Onlinedienst entwickelt und diesen dann auch tatsächlich bundesweit eingeführt, statt wie bisher üblich jedes Bundesland oder gar jede Kommune die Software noch einmal neu erfinden zu lassen.

Was die Pressemitteilung nicht verriet: Die BAföG-Ämter müssen jeden digital eingereichten Antrag ausdrucken und abheften, da noch kein Bundesland sie mit einer E-Akte-Software ausgestattet hat. Wegen der „andauernden Drucklast“ habe man sogar zusätzliches Personal eingestellt, klagten Anfang Dezember die Studentenwerke, die die BAföG-Ämter in 15 Bundesländern betreiben. Außerdem müsse man fehlende Unterlagen stets per

Brief anfordern, denn einen Kanal für sichere digitale Kommunikation mit den Antragstellern habe man auch nicht. „Das ist insgesamt eine absurde Situation“, sagt Matthias Anbuhl, Chef des Dachverbands der Studierendenwerke, gegenüber c’t. Ein Prozess werde eben nur dann einfacher, wenn man ihn von A bis Z digitalisiere. „Alles andere führt zu Medienbrüchen, Mehrarbeit und Frust bei den Studierenden und in den BAföG-Ämtern.“

Digital ja, einfach nein

Das BAföG-Beispiel illustriert ein grundsätzliches Problem bei der Digitalisierung der Verwaltung: Das Onlinezugangsgesetz (OZG) verpflichtet Bund, Länder und Kommunen, bis Ende 2022 „ihre Verwaltungsleistungen auch elektronisch über Verwaltungsportale anzubieten“. Bei den Abläufen innerhalb der Behörden fordert das Gesetz jedoch keine Digitalisierung. Genauso wenig verlangt es eine Vereinfachung von Anträgen oder Prozessen.



Die unvollständige Digitalisierung der BAföG-Abwicklung führe zu „Medienbrüchen, Mehrarbeit und Frust“, kritisiert Matthias Anbuhl, Chef des Deutschen Studierendenwerks.

Die Folge: Landauf, landab haben Behörden und ihre Dienstleister in den vergangenen Jahren hektisch Onlineformulare gestrickt, um das OZG zu erfüllen. Doch Erleichterungen für Bürger und Behördenmitarbeiter kamen dabei selten heraus. So gilt etwa der BAföG-Antrag auch in seiner digitalen Form als Bürokratiemonster. „Wir haben etwa einen Antrag unter 200, der vollständig ist“, zitierte der Jugendsender „funk“ Anfang Dezember eine Sachbearbeiterin. In vielen Fällen müssen die Ämter mehrfach Unterlagen nachfordern, sodass es Monate dauert, bis das Geld fließt.

Aber selbst das offizielle OZG-Ziel – digitale Antragsformulare überall – haben die Behörden weit verfehlt. Eigentlich verpflichtet das Gesetz sie, Onlinedienste für rund 580 Leistungen bereitzustellen, von der Amateurfunkzulassung bis zu den „Zuwendungen bei Mehrlingsgeburten“. Doch in den ersten Jahren nach der Verabschiedung des Gesetzes 2017 passierte wenig. Die Hauptursache: Der Großteil der Leistungen liegt in der Zuständigkeit der über 11.000 Kommunen. Die meisten von ihnen sind chronisch klamm und haben dringendere Probleme, als Behördenleistungen digital aufzubereiten.

Nur noch 35 statt 580 Dienste

Bereits 2019 sagten Experten deshalb voraus, dass das OZG-Ziel nicht mehr erreichbar sei. Doch erst 2021 half der Bund mit Geld aus und stellte rund 1,6 Milliarden Euro für OZG-Projekte der Länder und Kommunen bereit. Die Bedingung: Die Länder und Städte sollten Onlinedienste anderer Länder und Städte übernehmen, statt alles selbst zu entwickeln. Doch der dafür eingerichtete Marktplatz („FIT-Store“) füllte sich nur langsam. Und das „Einer-für-alle-Prinzip“ änderte auch nichts daran, dass die neuen Dienste in die Softwarelandschaften der Kommunen integriert werden müssen.

Im Mai 2022 änderten Bund und Länder dann offiziell das Ziel: Sie beschlossen, 35 Verwaltungsleistungen zu „priorisieren“, um wenigstens diese bis Jahresende flächendeckend zur Verfügung zu stellen – also weniger als ein Zehntel der ursprünglichen Anzahl. Zu den 35 ausgewählten Leistungen zählen vor allem häufig nachgefragte wie Ummeldung, Elterngeld und Wohngeld. Anfang Dezember sagte Digitalminister Volker Wissing (FDP) in einem Interview mit dem Spiegel, dass auch die 35 priorisierten Leistungen

Bild: Kay Heselmann

„Verbranntes Geld“

Anke Domscheit-Berg ist digitalpolitische Sprecherin der Fraktion Die Linke im Bundestag. Sie hat die Umsetzung des OZG in den vergangenen Jahren intensiv verfolgt, unter anderem durch Gespräche mit Vertretern von Kommunen und durch Anfragen an die Bundesregierung. Im c't-Interview fordert sie den Bund auf, Lehren aus der gescheiterten OZG-Umsetzung zu ziehen.

c't: Frau Domscheit-Berg, wie lautet Ihr Fazit zum Onlinezugangsgesetz?

Anke Domscheit-Berg: Es war ein Rohrkrepierer mit Ansage. Man hat von Anfang an fundamentale Fehler gemacht, die man schon vor fünf Jahren hätte sehen können. Es fehlten Standards, Basisdienste und Verbindlichkeit und das Ziel war Schaulfensterdigitalisierung statt Ende-zu-Ende-Digitalisierung. Kommunen wurden kaum unterstützt, obwohl sie für die Dienste mit den höchsten Nutzerzahlen zuständig sind.

c't: Der Bund hat mit dem Corona-Konjunkturpaket rund 1,6 Milliarden Euro für Länder und Kommunen bereitgestellt. Kann man da wirklich sagen, dass sie im Stich gelassen wurden?

Domscheit-Berg: Von den 1,6 Milliarden flossen bis November nur 386 Millionen ab, auch weil viele Länder die Mittel nicht an die Kommunen durchreichen. Der Bundesregierung ist das offenbar egal. Auf meine Anfrage konnte sie nicht einmal sagen, welche Länder das Geld an Kommunen weitergeben. Mir erzählten Bürgermeister in Brandenburg, dass sie null Ressourcen für die OZG-Umsetzung



Bild: Jesco Denzel

haben, und deshalb da nichts machen. Andere beklagten fehlende Informationen und Planbarkeit.

c't: Gibt es nicht trotzdem positive Ergebnisse? Die Frist Ende 2022 wird zwar verfehlt, aber die Behörden bieten mehr Online-Anträge als vorher und arbeiten intensiv an weiteren.

Domscheit-Berg: Dass es immerhin kleine Fortschritte gibt, liegt daran, dass sich die Welt in fünf Jahren einfach weitergedreht hat. Und daran, dass wir eine Pandemie hatten, in der mehr Menschen verstanden haben, dass Digitalisierung elementar ist. Doch wenn es keine vernünftigen Schnittstellen zwischen dem Online-Antragsformular und der jeweiligen Fachsoftware innerhalb der Behörden gibt, bringt die Schaulfensterdigitalisierung auch nichts. Beispiel: digitaler BAföG-Antrag. Der hat weder den Studierenden etwas gebracht noch der Verwaltung. Das war einfach nur verbranntes Geld.

c't: Welche Lehren sollte die Bundesregierung daraus ziehen?

Domscheit-Berg: Sie muss auf Ende-zu-Ende-Digitalisierung setzen. Dafür braucht

es schnellstmöglich Basisdienste zum Beispiel für Identifizierung und Bezahlung, sowie Standards für Schnittstellen, Datenfelder und Prozesse. Nur dann kann bundesweit die Verwaltungsdigitalisierung funktionieren.

c't: Woher sollen diese Standards kommen? Wenn der Bund sie festlegt, dürfte das nicht alle Bundesländer erfreuen.

Domscheit-Berg: Man braucht Konsens mit den Ländern und dafür bessere Prozesse. Im Moment entscheiden Bund und Länder im IT-Planungsrat über Standards, und der trifft sich zweimal im Jahr für ein paar Stunden. Das ist ein unfassbarer Flaschenhals. Die Bundesregierung antwortete im Sommer auf meine Anfrage, dass es ohne Standards nicht geht. Aber der IT-Planungsrat hat das Thema erst für März 2023 auf der Agenda. Dann ist wieder ein halbes Jahr verloren.

c't: Im Entwurf für das OZG 2.0 ist von einer vollständigen elektronischen Abwicklung die Rede. Was müsste außerdem in das Gesetz hinein?

Domscheit-Berg: Mehr Unterstützung für die Kommunen, und wichtig ist das Mehrkanalprinzip. Egal, ob eine Bürgerin in der Behörde auftaucht, anruft oder ein Onlineformular ausfüllt, die Daten müssen am Ende an der gleichen Stelle ankommen und in ein- und demselben Fachverfahren bearbeitet werden. Das erfordert vorab eine Prozessoptimierung. Nur so erreicht man sowohl Nutzerfreundlichkeit und kürzere Bearbeitungszeiten als auch Entlastung in der Verwaltung.

bis Ende des Jahres nicht in allen Kommunen online sein werden.

Was hat das OZG also gebracht? Unzweifelhaft bieten die Kommunen deutlich mehr Online-Anträge als vor fünf Jahren. Doch einen Überblick darüber, was genau in welchen Städten geht, hat niemand. Das Bundesinnenministerium (BMI) pflegt zwar ein „Dashboard digitale Verwaltung“, doch dieses verrät nur, ob eine Leistung oder zumindest eine Teilleistung in mindestens einer Kommune online ist. Diese Darstellung sei beschöni-

gend, monierte im Frühjahr sogar der Bundesrechnungshof.

c't erfasst deshalb derzeit mit einer eigenen Umfrage unter den 30 größten deutschen Städten, welche besonders alltagsrelevanten Leistungen diese anbieten. Über die Ergebnisse berichten wir in einer der nächsten Ausgaben.

Zurzeit arbeitet die Bundesregierung an einem „OZG 2.0“. Ein Entwurf aus dem BMI, der von Netzpolitik.org veröffentlicht wurde (ct.de/y8gx), zeigt: Zumindest einige Lehren hat der Bund aus den bis-

herigen Problemen gezogen. So will das BMI künftig den Behörden eine „vollständige elektronische Abwicklung der Verwaltungsleistung“ vorschreiben. Außerdem soll die Verwaltung den Bürgern künftig ein Online-Postfach bieten, über das sie „medienbruchfrei“ mit den Behörden kommunizieren können. Eine Frist ist jedoch nicht mehr geplant. Es handle sich um eine „Daueraufgabe“, schreibt das BMI. (cwo@ct.de) **ct**

Entwurf OZG 2.0: ct.de/y8gx

c't-Notfall- Windows 2023

Überarbeiteter Bausatz mit vereinfachter Bedienung



Notfallsystem bauen	Seite 14
Erste Schritte	Seite 20
Viren jagen	Seite 26

Unser Notfall-Windows hilft seit Jahren, Windows-Installationen von außen auf den Zahn zu fühlen: Vom USB-Stick gebootet, jagt es Schädlinge, klont Festplatten, beseitigt Startprobleme, setzt Passwörter zurück oder prokelt sie aus den Windows-Untiefen heraus und vieles mehr. Wir haben den Bausatz auf ein neues Fundament gestellt und die Bedienung weiter vereinfacht.

Von Stephan Bäcker
und Peter Siering

Am liebsten würden wir Ihnen unser Notfall-Windows als Fertigsystem liefern, doch da steht Microsofts Lizenzpolitik im Weg (siehe Kasten unten rechts). Aber keine Angst: Auch mit dem Bausatz kommen Sie schnell ans Ziel – und wir haben ihn dieses Jahr sogar noch mal vereinfacht. Die folgenden Absätze erklären, wie Sie ihn benutzen und welche Voraussetzungen erfüllt sein müssen. Am Ende erfahren Sie auch, wie Sie sich helfen können, wenn der Bauversuch nicht auf Anhieb gelingt.

Bewährtes

Das Grundprinzip ist einfach und seit Jahren bewährt: Sie benötigen zum einen die Zip-Datei ctnotwin23.zip mit der Bauvorlage, die Sie bei uns herunterladen können. Zum anderen möchte der Bausatz einen Installationsdatensatz verarbeiten, sprich die Windows-Originaldateien, die man üblicherweise zum Einrichten des Betriebssystems verwendet („Quelldateien“ genannt). Die stellt Microsoft in Form von Evaluierungsversionen kostenlos zum Download bereit. Alle nötigen Links haben wir unter ct.de/yaj8 versammelt.

Wir raten unbedingt dazu, die von Microsoft bereitgestellten ISO-Dateien der Evaluierungsversionen herunterzuladen. Eine eventuell lokal vorhandene Installations-DVD oder eine vom Media Creation Tool erstellte ISO-Datei eignet sich oftmals nicht als Quelle, weil diese die

vom Bausatz benötigten Dateien in einem Dateicontainer aufbewahren, den der Bausatz nicht verarbeiten kann (ESD statt WIM). Sparen Sie Zeit und folgen Sie deshalb der Empfehlung.

Wenn Sie Wert auf aktuelle Treiber legen, sollten Sie auf die Evaluierungsversion von Windows 11 22H2 zurückgreifen. Die verträgt sich mit dem Bausatz. Auch ihr Vorgänger Windows 11 21H2 harmonisiert mit der Softwareauswahl. Auf Nummer supersicher gehen Sie mit der Evaluierungsversion von Windows 10 in Version 2004. Sie genügt für die meisten Notfalleinsätze, wenn es nicht um hochaktuelle Hardware geht – alle Treiber bringt das Notfallsystem ohnehin nicht mit und man muss gegebenenfalls nachhelfen (unter anderem, wie im Folgeartikel gezeigt).

Links zum Herunterladen finden Sie über ct.de/yaj8 und zusätzliche Hinweise auf der ebenda per Link erreichbaren Projektseite. Dort ergänzen und berichtigen wir gegebenenfalls diesen Artikel beziehungsweise die bereitgestellte Software. Außerdem finden Sie dort ein Forum für den Erfahrungsaustausch untereinander und als erste Anlaufstelle für eventuelle Probleme. Gern können Sie sich aber auch per Mail an uns wenden. Richten Sie diese bitte an notwin23@ct.de.

Um den Bausatz auszuführen, benötigen Sie einen PC mit einer von Microsoft noch mit Updates versorgten Windows-Version. Das sind wenige Wochen nach Erscheinen dieser Ausgabe nur noch zwei: Windows 10 und 11 – beide eignen sich gleich gut. Weil der Support für Windows 8.1 im Januar 2023 endet, haben wir es nur flüchtig getestet. Auf das längst überholte Windows 7 haben wir uns überhaupt nicht mehr eingelassen.

Für die herunterzuladenden Dateien und als Arbeitsbereich sollten vor Beginn rund 20 GByte Speicherplatz verfügbar sein. Der Bauplatz sollte auf jeden Fall auf einer SSD liegen. 8 GByte RAM genügen zum Bauen. Der USB-Stick, auf dem das fertige Notfallsystem landen wird, sollte mindestens 8 GByte Platz bieten. Sie tun sich einen Gefallen, den Stick eines renommierten Flash-Speicherherstellers zu nutzen – Baumarktgurken kosten nur Nerven und Zeit.

Geändertes

Für die Neuauflage haben wir entschieden, dass der Bausatz ausschließlich 64-Bit-Notfallsysteme herstellt: Quell-

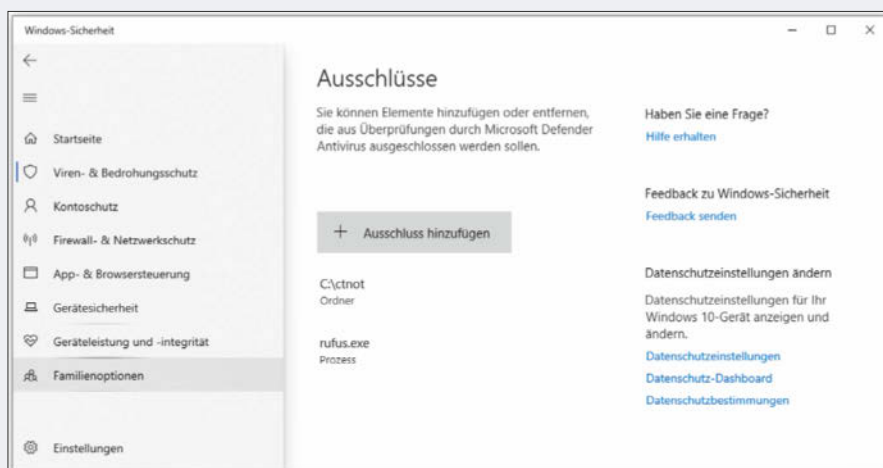
Hintergründe zum Bausatz

Seit jeher bedauern wir, dass wir ein auf Windows aufbauendes Notfallsystem nur als Bausatz bereitstellen können. Leider lizenziert Microsoft das als Grundlage verwendete Windows PE (Preinstallation Environment) nicht. PE als Minifassung von Windows hilft unter anderem bei jeder Windows-Installation. Es dient auch als Basis für die Wiederherstellungsumgebung (auch Windows RE genannt), die in einer separaten Partition auf einem PC schlummert und die Windows automatisch im Reparaturfall startet.

Rund um PE sind verschiedene Projekte für Bausätze mit angereichertem Werkzeugsatz entstanden. Die Projekte tun im Grunde alle das Gleiche: Sie bohren Microsofts PE-Umgebung auf. Dazu verwenden sie zumeist dieselbe Skriptsprache, die auf eine Software namens WinBuilder zurückgeht. Wir schauen uns diese Projekte intensiv an und nehmen das aus unserer Sicht attraktivste als Basis für unser Notfall-Windows. Die Skripte lassen wir schon länger nicht mehr von WinBuilder ausführen, sondern von der Open-Source-Software PEBakery.

Erste Etappe: Bauen vorbereiten

1. Lesen Sie den Artikel komplett, um die Voraussetzungen zu kennen und für eventuelle Probleme gewappnet zu sein.
2. Laden Sie eine ISO-Datei mit einer 64-Bit-Evaluierungsversion von Windows 10 oder 11 herunter (zwischen 3 und 5 GByte). Auf der Projektseite (siehe ct.de/yaj8) finden Sie direkte Download-Links.
3. Erstellen Sie ein Verzeichnis, in dem der Bauvorgang vonstattengehen soll, zum Beispiel C:\ctnot; nutzen Sie nur Buchstaben im Namen und vermeiden Sie lange, verschachtelte Pfade.
4. Definieren Sie in Ihrem Virens Scanner eine Ausnahme für dieses Verzeichnis; Windows Defender beispielsweise nennt die „Ausschlüsse“.
5. Laden Sie via ct.de/yaj8 das Zip-Archiv mit dem Bausatz (ungefähr 200 MByte) in dieses Verzeichnis herunter.
6. Entpacken Sie erst jetzt das Zip-Archiv in diesem Verzeichnis. Ohne Ausnahme würde Ihre Antivirus-Software womöglich einzelne Dateien „wegfressen“ und der Bau würde misslingen.
7. Binden Sie per Doppelklick die ISO-Datei als virtuelles Laufwerk ein. Es erhält einen Buchstaben, etwa F:.



Virenschutz- und andere Sicherheitssoftware müssen Sie zügeln, damit die nicht in den Bauprozess eingreift und Dateien wegfischt – Programme, die ein Notfallsystem sinnvoll ergänzen, können in anderem Kontext eine Gefahr darstellen.

dateien einer x86-Windows-Version verarbeitet er nicht. Meist kein Problem: Ein 64-Bit-Notfallsystem kann 32-Bit-Installationen behandeln, von einer Einschränkung abgesehen (siehe dazu Artikel auf Seite 20). Als Bausystem darf weiterhin eine 32-Bit-Installation dienen; allerdings nutzen die maximal 4 GByte RAM und so geht denen beim Bauen schnell der Speicher aus – das haben wir bei exzessiven Experimenten und mehreren Starts des Build-Prozesses erlebt.

Sie sollten den Bausatz in ein Verzeichnis entpacken, das am besten im Wurzelverzeichnis eines Laufwerks liegt, also zum Beispiel C:\ctnot. Ein Verzeichnis auf dem Desktop stellt eine gefährliche Wahl dar, weil ein dort platzierter Ordner

ctnot beispielsweise letztlich in C:\Users\Eugen-Ergün Mustermann\Desktop\ctnot landet und die Skripte des Bausatzes mit Bindestrichen, Leerzeichen und vielen weiteren Sonderzeichen ihre liebe Not haben (und vermutlich nur einen Teil der Varianten abfangen).

Ihrer Virenschutzsoftware müssen Sie abgewöhnen, dieses Verzeichnis zu schützen. Für den Windows-Defender rufen Sie „Windows-Sicherheit“ auf, klicken Sie sich dann über „Viren- & Bedrohungsschutz“ durch zu „Einstellungen verwalten“. Rollen Sie dort hinunter bis „Ausschlüsse“ und klicken Sie auf „Ausschlüsse hinzufügen oder entfernen“. Mit „Ausschluss hinzufügen“ fügen Sie den Ordner C:\ctnot und dann den Prozess „rufus.exe“ hinzu. Fertig.

Der Aufwand ist nötig, weil Programme, die der Bausatz selbst einsetzt, und einige der Programme, die er verarbeitet, für Sicherheitssoftware eine latente Gefahr darstellen. Mit der Ausnahmeregel finken Defender und seine Artgenossen nicht mehr dazwischen. Was wir aus Leseranfragen gelernt haben: Nicht jede Sicherheitssoftware hält sich an festgelegte Ausnahmen. Mitunter hilft nur, sie kurzzeitig ganz abzuschalten.

Mit angelegtem Bauplatz C:\ctnot, dorthin entpacktem `ctnotwin23.zip`-Archiv und der Ausnahmeregel für die Sicherheitssoftware müssen Sie noch die Windows-Quelldateien verfügbar machen. Doppelklicken Sie die heruntergeladene ISO-Datei der Evaluierungsversion, dann wird Windows diese als neues virtuelles Laufwerk einbinden. Wenn sich andere Software ISO-Dateien greift, sollte ein Rechtsklick auf die Datei und Auswahl von „Bereitstellen“ das Gleiche erledigen.

Loslegen

Im Ordner C:\ctnot finden Sie die Datei `PEBakeryLauncher.exe`. Starten Sie diese per Doppelklick. Die Benutzerkontensteuerung wird nachfragen, ob Sie das Programm starten wollen – es benötigt Admin-Rechte, stimmen Sie bei einem regulären Windows-Konto also der UAC-Nachfrage bitte zu. Nach einer kurzen Gedankenzeit erscheint die Oberfläche von PEBakery. Das ist das Programm, das die Baupläne in Handlungen umsetzt.

Es kann sein, dass PEBakeryLauncher zunächst empfiehlt, eine aktuelle Version der Windows Desktop Runtime einzurichten. Folgen Sie der Empfehlung, ohne geht es nicht. Auf ganz frisch installierten PCs könnten auch die Visual C++-Bibliotheken fehlen (PEBakery scheitert dann an einer fehlenden „`zlibwapi.dll`“). Sie finden das Installationspaket für die Visual C++-Bibliotheken ebenfalls unter ct.de/yaj8.

Auf der Willkommenseite von PEBakery werden Sie gebeten, den Pfad der Windows-Quelldateien festzulegen. Das kann ein Laufwerk oder ein Verzeichnis sein, wo die Originaldateien des Windows-Datenträgers zu finden sind, also die Inhalte der heruntergeladenen ISO-Datei und nicht die ISO-Datei selbst. Erscheint der gewählte Pfad in dem Feld hinter „Quelle“, eignen sich die Dateien für den Bausatz. Ungeeignetes Ausgangsmaterial erkennen die Skripte nach Auswahl des Laufwerks und melden das.

Wenn PEBakery mit der Auswahl der Quelldateien zufrieden war, betätigen Sie den mit „Build“ beschrifteten großen Knopf in der grünen Dachzeile von PEBakery und starten so den eigentlichen Bauprozess. Zu Beginn prüft der Bausatz jetzt, ob wir Updates veröffentlicht haben. Ist das der Fall, stoppt der Prozess, nachdem er die Updates eingespielt hat und fordert Sie auf, PEBakery erneut zu starten – nur so können wir sicherstellen, dass Updates auch an alle Stellen gelangen.

Je nachdem, welche Komponenten wir aktualisieren mussten, kann es sein, dass Sie erneut den Pfad der Windows-Quelldateien setzen müssen. Wie lang der Bauprozess dauert, hängt von Ihrem PC und der Bandbreite der Internetverbindung ab. Der Bausatz muss allerlei Dateien herunterladen und verarbeiten. Ein moderner PC mit SSD und 100-MBit-DSL baut das Notfallsystem in unter zehn Minuten zusammen – jedenfalls, solange alle angesteuerten Quellen auch erreichbar sind.

Ein erfolgreicher Baulauf schaltet den Knopf „USB-Stick mit Rufus bespielen“ scharf. Das Programm Rufus erzeugt startfähige USB-Datenträger. Damit Rufus den Stick sieht, müssen Sie ihn anstecken, bevor Sie den Knopf drücken. Achten Sie nach dem Start von Rufus darauf, dass es auch den richtigen Stick als Ziel ausgewählt hat. Die übrigen Felder lassen Sie



Drei über die Willkommenseite anstoßbare Schritte genügen, um den Bauvorgang zu starten und einen Stick mit dem fertigen Bausatz zu bespielen.

bitte, wie sie sind – alles ist fertig vor-eingestellt.

Wenn Rufus den Fortschrittsbalken komplett grün anzeigt und „Fertig“ darin steht, hat das Programm Ihren Stick komplettiert. Sie können ihn jetzt über die üb-

lichen Mechanismen auswerfen und einen PC versuchsweise davon booten.

Weitere Hinweise für den Einsatz der auf dem Stick enthaltenen Werkzeuge geben die folgenden Artikel. Eine Warnung dazu an dieser Stelle: Viele der Tools

Neues Fundament: PhoenixPE

Die letzten Fassungen des Notfall-Windows verwendeten als Fundament das Win10XPE-Projekt von ChrisR. Für den aktuellen Bausatz sind wir auf PhoenixPE als Basis umgestiegen, eine als Open Source entwickelte Alternative unter MIT-Lizenz.

Die Herkunft anderer PE-Projekte ist weniger klar. Sie werden meist in pseudonymreichen Foren von vielen seit Langem engagiert agierenden Kräften, aber auch ein paar sehr eigensinnigen Charakteren entwickelt. Der Quelltext einzelner Komponenten wurde nie offengelegt, vielleicht ist er sogar schon verschollen. Insofern war für uns PhoenixPE eine gute Wahl.

Hinter PhoenixPE steht vor allem Jonathan Holmgren, der unter dem Pseudonym „Homes32“ schon lange zu PE-Pro-

jekten beiträgt. Er hat ein zukunftsgewandtes, offenes Projekt auf die Beine gestellt und auf GitHub veröffentlicht. Der offene Ansatz erleichtert es, langfristig mit lästigen Altlasten aufzuräumen. Wir hoffen, mit unseren Erfahrungen und Ergänzungen dazu beitragen zu können.

Im ersten Aufschlag haben wir PhoenixPE für das Notfall-Windows 2023 wie folgt verändert: Wir ergänzen Werkzeuge, die sich in vorherigen Notfallsystemen bewährt hatten, aber in Original noch fehlten, etwa den Windows Defender Offline. Wir bauen eine Jahreslizenz von Drive SnapShot ein, die uns die Firma Tom Ehler Software freundlicherweise bereitstellt.

Wie auch schon bei den anderen PE-Projekten konfigurieren wir PhoenixPE so,

dass sich eine sinnvolle Softwareauswahl ergibt, und supporten sie im kommenden Jahr. Wir haben die Bedienoberfläche für den Bausatz stark vereinfacht; alle Schritte sind nun auf einer Seite zusammengefasst. Außerdem erhielt das Endprodukt einige Polituren: Die Startmenüstruktur ist anders und auf die Artikel abgestimmt.

Unter der Haube haben wir uns weniger vom Originalprojekt entfernt, als das bisher der Fall war. Es wird für erfahrene Nutzer mit PE-Ambitionen perspektivisch möglich sein, zwischen der c't-Edition von PhoenixPE und dem Original zu wechseln. Dabei gehen dann allerdings einige der Dinge verloren, die wir vereinfacht haben. Wir wollen das in einer zukünftigen c't vertiefen.



Pannenhilfe, wenn Downloads fehlschlagen: Rufen Sie die Seite für das betroffene Skript links im Projektbaum durch einen Klick auf den Eintrag (hier TestDisk & PhotoRec) auf ①. Lassen Sie das Skript mit etwas zeitlichem Abstand laufen ②. Schauen Sie in das Log, ob der Download geklappt hat ③, oder in den Ordner für das Programm in C:\ctnot\Workbench\PhoenixPE\Programs\TestDisk. Sollte sich die Versionsnummer geändert haben, können Sie über das Stiftsymbol ④ die Versionsnummer oder URL im Skript in einem Texteditor ändern. Bevor Sie das Skript mit ② erneut starten, muss PEBakery das Skript neu einlesen ⑤. Bei Erfolg starten Sie das Gesamtprojekt neu ⑥. Wenn es partout nicht klappt, können Sie das Skript vom Bau ausnehmen ⑦.

sind nicht ohne, Sie sollten diese nur mit Bedacht auf einem Produktiv-PC nutzen.

Umwege

Da der Bausatz etliche Programme herunterlädt, ist nicht auszuschließen, dass der Bau im ersten Anlauf nicht gelingt, weil mal ein Server streikt. Es genügt dann erfahrungsgemäß, einige Minuten zu warten und einen neuen Anlauf zu starten. Alles, was PEBakery bis dahin schon er-

folgreich heruntergeladen hat, verwendet es dann direkt und kommt so schneller an die Stelle, an der es nicht geklappt hat.

Das kann trotzdem nerven, weil bis dahin unter Umständen schon eine erkleckliche Zahl von Schritten auszuführen wäre. Sie können das abkürzen, indem Sie in dem Baum links in PEBakery das zuständige Skript lokalisieren, wahrscheinlich unter „Applications“, und mit einem Klick auf den Namen im rechten Fenster-

bereich öffnen. Dort finden Sie direkt unterhalb der grünen Kopfleiste von PEBakery einen Knopf, um das Skript allein auszuführen („Run Script“). Probieren Sie das, bis das Skript einmal erfolgreich durch läuft.

Den Erfolg erkennen Sie daran, dass der „Logs“-Knopf in der grünen PEBakery-Kopfleiste nicht orangefarben, sondern weiß ist. Was schief läuft, verrät ein Klick auf den orangefarbenen Knopf. Wählen Sie dann das Buildlog aus. Wird offensichtlich eine Datei heruntergeladen, aber nicht korrekt weiterverarbeitet, sollten Sie sich den Inhalt der Datei ansehen. Sie finden diese üblicherweise unter C:\ctnot\Workbench\Programs\<Name>.

Mitunter landen als Inhalt in der Datei erweiterte Fehlermeldungen des Webserver, der eigentlich das Programm beziehungsweise eine Installationsdatei dafür liefern sollte. Die Datei können Sie trotz der Endung zum Beispiel mit Notepad öffnen, indem Sie sie per Drag & Drop in ein geöffnetes Notepad-Fenster fallen lassen. Wenn sie eine Fehlermeldung enthält, sollten Sie die jetzt lesen können.

Meist genügt es aber, eine solche „Programmleiche“ durch Löschen zu entsorgen. Die verarbeitenden Skripte können sie nicht von der eigentlich erwarteten Datei unterscheiden. Sie versuchen sich trotzdem daran, sie zu verarbeiten, fallen dabei auf die Nase und der Bauvorgang

Zweite Etappe: Bauprozess starten

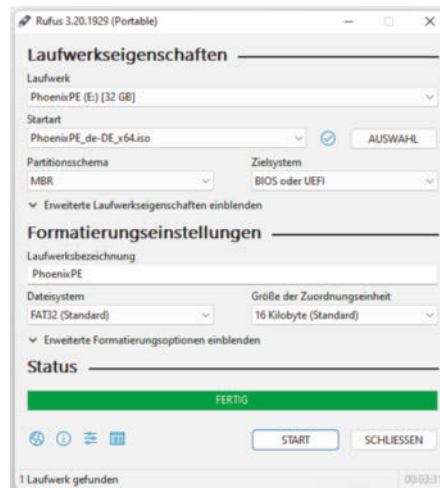
1. Rufen Sie im zuvor angelegten Verzeichnis, etwa C:\ctnot, das Programm PEBakeryLauncher.exe auf.
2. Windows zeigt Warnungen an, dass das Programm heruntergeladen wurde, erbittet Administratorrechte und startet bei Bedarf den Browser, um die Windows Desktop Runtime herunterzuladen. Erlauben Sie all das bitte.
3. Drei Bedienschritte genügen, um das Notfallsystem zu bauen; die angezeigte Bedienoberfläche in der rechten Fensterhälfte hilft Ihnen hindurch.
4. Wenn Sie das erste Mal den Build-Knopf drücken, kann es sein, das PEBakery zunächst Updates für den Bausatz einspielt. Es fordert Sie dann auf, das Programm erneut zu starten. Tun Sie das und starten Sie wieder bei Punkt 1.
5. Nach einem erfolgreichen Baulauf zeigt PEBakery kurz eine Erfolgsmeldung an und aktiviert den Knopf, um Rufus zu starten. Bevor Sie das tun, müssen Sie den Stick einstecken.
6. Achtung: Sobald Sie den Startknopf in Rufus betätigen, löscht das Programm den USB-Stick. Achten Sie also darauf, dass das richtige Laufwerk mit dem Stick ausgewählt ist und sich keine wichtigen Daten mehr darauf befinden.

bricht ab. Mit erneutem Start des Skripts sollte die korrekte Datei vom Server kommen und alles seinen geplanten Gang gehen.

Wenn eine Komponente partout nicht erhältlich ist, können Sie das zuständige Skript für den Baulauf deaktivieren. Entfernen Sie dazu das Häkchen vor dessen Namen in der linken Fensterhälfte. Im Fall von Programmen aus dem Bereich „Applications“ geht das gefahrlos. Bei anderen Abteilungen ist damit zu rechnen, dass es kein startfähiges Notfallsystem entsteht. Schauen Sie auf die Projektseite und ins Forum.

Happy End

Dieser Artikel thematisiert aus gutem Grund eventuelle Schwierigkeiten, die beim Bauen auftreten können. Aus mehreren Jahren aktivem Support für das Projekt können wir aber auch sagen: Die meisten Probleme entstehen dadurch, dass unsere Hinweise nicht beherzigt worden sind – wir wissen freilich auch, dass die nie perfekt sind.



Nach erfolgreichem Bau stecken Sie den Ziel-USB-Stick an und starten dann Rufus – es ist fertig konfiguriert, achten Sie aber darauf, dass wirklich das richtige Laufwerk ausgewählt ist.

Viele Standardsituationen überprüft der Bausatz und warnt vor dem Start, etwa bei aktiver Antivirus-Software oder zu Win-

dows-Konfigurationseinstellungen, die den Bau behindern. Wenn ein Problem länger anhält, nehmen Sie bitte mit uns Kontakt über die oben genannte E-Mail-Adresse oder im Forum auf. Die neue Version sichert die Bauprotokolle hochkomprimiert im Logs-Verzeichnis (etwa in C:\ctnot\logs). Schicken Sie die Datei gern mit.

Das fertige Notfallsystem als ISO-Datei finden Sie im Ordner Output (etwa in C:\ctnot\output). Wenn Sie diese Datei in einer virtuellen Maschine als DVD-Laufwerk einbinden, können Sie das System erforschen. In Details verhält es sich aber beim Betrieb von einem nicht beschreibbaren Medium etwas anders. Für den Praxiseinsatz sollte das Notfallsystem vom Stick starten, zumal Sie darauf auch Dateien kopieren können.

Bleibt uns nur, viel Erfolg beim Bauen zu wünschen. Berichten Sie auch gern, wie Ihnen das Notfallsystem geholfen hat. (ps@ct.de) **ct**

Downloads, Projektseite, Forum:
ct.de/yaj8

→ Das Krea-Tief überwinden!

NEU
im heise Shop

Mac & i Workshops 2022

In 13 neuen Profi-Workshops geht's um die Themen Storytelling, Daten visualisieren, Agil arbeiten, Zeichnen lernen, Fotos digitalisieren und vieles mehr. Dieses Mac & i Extra ist ein Muss für alle, die Neues ausprobieren und von den Profis lernen wollen.

Heft für 12,90 €

Auch als
PDF zum
Download!

shop.heise.de/mac-workshops22

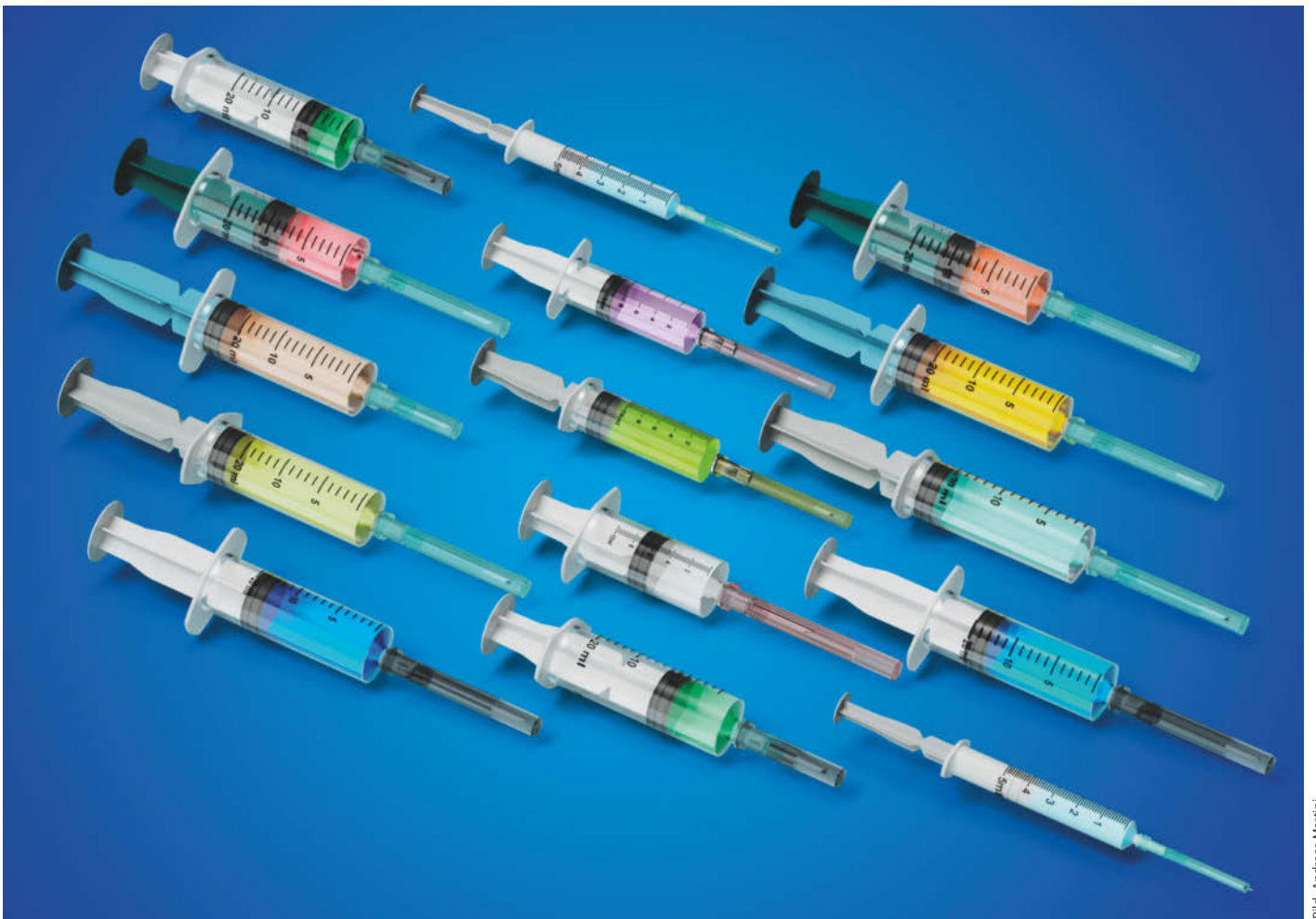


Bild: Andreas Martini

Medikamentensammlung

Schritt für Schritt: Probleme lösen mit dem c't-Notfall-Windows

Dateien verschwunden, Windows bootet nicht, Anmeldekennwort vergessen, Virenalarm: Schon ist der Puls auf 180. Doch fluchen bringt dann nichts. Greifen Sie stattdessen zu unserem Notfallsystem. Das hilft, wenn Windows kränkt. Unsere Anleitungen leiten Sie Schritt für Schritt durch die jeweils erforderlichen Therapien.

Von Axel Vahldiek

Es gilt unverändert: Viele Windows-Probleme lassen sich mit einem simplen Neustart lösen (merke: „Wenns nicht tut, hilft Reboot!“). Doch manchmal reicht das nicht. Dann schlägt die Stunde unseres Notfallsystems (Bauanleitung siehe S. 14). Dabei handelt es sich um eine saubere, bootfähige Rettungsumgebung. Nachdem der PC vom Stick gestartet hat, müssen Sie schon genau hinsehen, um Unterschiede zu einer herkömmlichen Windows-Installation zu entdecken. Einige gibt es aber doch. Dieser Artikel hilft beim Umgang damit und erklärt, wie Sie vom Stick booten, wie Sie sich einen Überblick verschaffen, die Onlineverbindung aktivieren und gegebenenfalls dafür nötige Treiber nachinstallieren, wie Sie BitLocker-geschützte Laufwerke entsperren und so weiter. Weitere

Schritt-für-Schritt-Anleitungen helfen Ihnen beim Restaurieren des Bootloaders und beim Zurücksetzen eines vergessenen Windows-Kennworts.

Für viele Probleme bringt unser Notfallsystem passende Werkzeuge mit. Es sind so viele, dass selbst die lange Tabelle in diesem Beitrag nur eine Auswahl bietet. Mitunter ist nicht mal auf den zweiten Blick ersichtlich, was sich damit alles anstellen und reparieren lässt. Sie können sich dennoch einen Eindruck davon verschaffen: Die Literaturliste in diesem Beitrag bietet eine Sammlung von c't-Artikeln mit Grundlagen und Praxis rund um das Notfallsystem. Einem unverändert wichtigen Thema widmen wir auch in dieser Ausgabe wieder einen separaten Artikel: der Virensuche mit dem c't-Notfall-Windows (siehe S. 26).

Die Schritt-für-Schritt-Anleitungen in diesen Artikeln kommen Ihnen bekannt vor? Sie täuschen sich nicht. So wie wir unser Notfall-Windows nicht in jedem Jahr komplett neu, sondern stattdessen immer weiter entwickeln, verfahren wir auch mit den Anleitungen: Wir überprüfen und aktualisieren sie Jahr für Jahr und berücksichtigen dabei auch Ihre Rückmeldungen und Wünsche. Die Anleitung zum Reparieren des Bootloaders beispielsweise ist dank eines neuen c't-Skripts nun deutlich kürzer. Verwenden Sie bitte stets die Anleitungen, die zur jeweiligen Version des Notfallsystems gehören.

Tipp für Plus- und Digital-Abonnenten der c't: Laden Sie die Beiträge aus dieser Ausgabe und jene, auf die die Literaturliste verweist, als PDF auf den Stick mit dem Notfall-System. Dann haben Sie im Ernstfall alles Nötige auf einem einzigen Stick beisammen.

Spezialversion Drive Snapshot

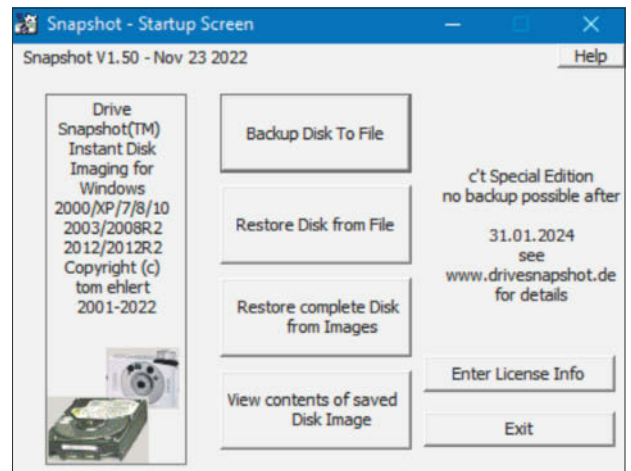
Zum Notfall-Windows gehört auch in diesem Jahr wieder eine Spezialversion des Imagers Drive Snapshot. Mit dem können Sie beispielsweise vor Reparaturversuchen Abbilder von Festplatten erzeugen (bis Ende 2023) und später bei Bedarf wiederherstellen (zeitlich unbegrenzt).

Auch in diesem Jahr ist wieder eine Spezialversion von Drive Snapshot an Bord. Damit erstellte Images sind auch dann nützlich, wenn bei einem Reparaturversuch etwas schiefging.

Das Verwenden des Imagers ist einfach: Booten Sie das Notfall-Windows und verschaffen Sie sich einen Überblick über die Laufwerke (siehe Schritt-für-Schritt-Anleitung). Rufen Sie anschließend aus dem Startmenü „Drive Snapshot“ auf. Zum Sichern wählen Sie „Backup Disk to File“, die Windows-Partition sowie Ziel und Name der Backup-Datei (am besten auf einer externen Festplatte). Nach einem Klick auf „Start Copy“ beginnt das Sichern. Das Zurückspielen gelingt ähnlich simpel: In Drive Snapshot „Restore Disk from File“ anklicken, die Backup-Datei und die Ziel-Partition auswählen und Sicherheitsnachfrage bestä-

tigen. Schon startet die Wiederherstellung.

Voraussetzung für den Einsatz von Drive Snapshot ist zwar das Bauen des Notfall-Windows mit unserem Bausatz. Anschließend läuft der Imager aber nicht nur unter dem gebooteten Notfall-Windows. Wenn Sie das auf dem internen Datenträger installierte Windows starten und den Stick mit dem Notfallsystem anstecken, finden Sie das Programm darauf im Ordner „Programs/Snapshot“. Sie können die Datei „Snapshot.exe“ direkt starten oder auf ein Backup-Laufwerk kopieren, um das Programm von dort zu starten und im Ernstfall mit dem Image zusammen parat



Gilt auch für Reparaturversuche: Backup!

Wenn Sie eine defekte Windows-Installation reparieren, kann es passieren, dass Windows anschließend noch kaputter ist. Und das muss keineswegs an Fehleinschätzungen oder Fehlbedienungen Ihrerseits liegen. So testen wir unser Notfallsystem zwar stets mit vielen Kollegen und noch mehr Testrechnern zeitaufwendig und intensiv. Doch trotzdem kann es passieren, dass uns etwas durchrutscht.

Bei der letztjährigen Version des Notfall-Windows übersahen wir einen geradezu fatalen Fehler. Es stellte sich erst im Nachhinein heraus, dass nach dem Analysieren eines Offline-Systems mit Autoruns die Registrierung der untersuchten Systeme Schaden nahm. Die in \Windows\System32\Config liegenden Dateien hatten nach der Analyse die Länge 0 und die Windows-Installation auf dem internen Datenträger startete nicht mehr. Hintergrund: Zum Analysieren lädt Autoruns die

Registry-Hives des zu durchsuchenden Systems. Bis zur Version 13 (die nun wieder im Notfall-Windows steckt) entlädt es sie korrekt wieder, ab Version 14 aber nicht mehr. Wir sprachen schon im Januar 2022 mit Programmautor Mark Russinovich über den Bug (er ist Technikchef für Azure bei Microsoft). Offenbar enthält aber selbst die aktuelle Autoruns-Fassung weiterhin keinen Fix.

Daher der Hinweis: Seien Sie sich stets bewusst, dass Sie mit unserem Notfall-Windows nicht nur diverse Probleme lösen, sondern womöglich auch neue produzieren können, wobei Bugs wie der von Autoruns zum Glück die Ausnahme sind. Gegen Fehlbedienungen hilft die Lektüre der Anleitungen, gegen Fehleinschätzungen eine gründliche Vorabrecherche, die aber zugegebenermaßen nicht jedermanns Sache ist und für die im Ernstfall oft auch die nötige Ruhe fehlt. Was in allen Fällen hilft:

ein Backup. Haben Sie ein Image der noch funktionierenden Installation, ist das Zurückspielen der Problemlöser schlechthin. Doch selbst ein Image einer defekten Installation hilft, wie Sie es mit Drive Snapshot aus dem Notfall-Windows heraus erzeugen können. Denn dann kommen Sie zumindest zum Ausgangspunkt Ihrer Reparaturbemühungen zurück.

Es sei noch ein weiterer Hinweis gestattet: Wir versuchen zwar, Bugs im Notfall-Windows schnellstmöglich zu beheben. Doch das Identifizieren eines Bugs ist nicht immer trivial. Als Folge vergeht oft einige Zeit von der ersten Meldung bis hin zur Erkenntnis, dass etwas faul ist. Schauen Sie daher bitte am besten direkt vor einem Reparaturversuch auf unsere Projektseite und am besten auch dort ins Forum. Dort finden sich Hinweise auf Bugs oft zuerst und wir reagieren dort auch zuerst.

Login Unlocker

Das Programm „Windows Login Unlocker“ kann Windows-Konten aufsperrern, die mit einem Microsoft-Konto verknüpft sind. An dieser Aufgabe scheitert das bewährte und im Notfall-Windows enthaltene „NTPWEedit“. Zur Bedienung des „Windows Login Unlocker“ gibt es wenig zu sagen, dafür mehr zu seinen Fähigkeiten und zur Herkunft: Den Login Unlocker sollten Sie nur in Notfällen einsetzen. Die Software stammt aus einem russischen Forum, die Weiterentwicklung wurde schon lange aufgekündigt. Wir haben dem Programm auf die Finger gesehen und nichts Bedenkliches entdeckt.

Seiteneffekte müssen Sie in Kauf nehmen: Beim Aufsperrern eines per Microsoft-Konto gesicherten Benutzerkontos wandelt das Programm dieses Profil in ein lokales ohne Passwort um. Das heißt, die Verbindung zu dem Online-Konto geht verloren. Wie auch bei NTPWEedit lassen sich anschließend mit NTFS-Hilfe verschlüsselte Dateien (EFS) nicht mehr lesen. (ps@ct.de)

zu haben. Es läuft ohne Installation. Alternativ können Sie zum Sichern unser Sicherungsskript c't-WIMage verwenden (ct.de/wimage). Eine Entscheidungshilfe, wann welches der beiden Werkzeuge das Richtige für Sie ist, finden Sie in [1].

Weiter geht es auf Seite 24.

Literatur

- [1] Axel Vahldiek, Ungleiche Zwillinge, Windows-Image mit Drive Snapshot oder mit c't-WIMage sichern? c't 21/2022, S. 164
- [2] Axel Vahldiek, FAQ: Booten von USB-Laufwerken, c't 24/2018, S. 172, auch kostenlos online lesbar unter ct.de/-4209809
- [3] Axel Vahldiek, Sortieren Sie selbst, Tipps zu Laufwerksbuchstaben unter Windows, c't 7/2019, S. 134
- [4] Axel Vahldiek, Wo ist sie, und wenn ja, wie oft?, Windows RE und die Recovery-Partition, c't 18/2021, S. 162
- [5] Axel Vahldiek, Fehlende Laufwerksbuchstaben bei Windows-11-Setup, c't 2/2022, S. 176, auch kostenlos online lesbar unter ct.de/-6302150
- [6] Jan Schüßler, Ereignisreich, Die Ereignisanzeige als Wegweiser bei Windows-Problemen nutzen, c't 20/2016, S. 104
- [7] Hajo Schulz, Schnellmesswerk, c't 18/2021, S. 80
- [8] Hajo Schulz, Die Zeit zurückdrehen, Datenrettung mit dem c't-Notfall-Windows, c't 22/2019, S. 24
- [9] Christof Windeck, Was ist kaputt?, So nutzen Sie das c't-Notfall-Windows für die Hardware-Diagnose, c't 2/2022, S. 24

Weitere Werkzeuge des c't-Notfall-Windows (Auswahl)

Ans Startmenü angeheftet	
Defender, Eset, McAfee, Trend Micro	Virens Scanner, siehe Artikel auf S. 28
Drive Snapshot	Imager: Erstellt Abbilder der Festplatte und spielt sie wieder zurück (Spezialversion: Erzeugt Images bis Ende 2023 und spielt sie zeitlich unbegrenzt zurück.)
Analyse	
Autoruns	Autostart-Analyse, siehe Artikel auf S. 28
Blue Screen View	Analyse von Bluescreens
FullEventLogView	Ereignisanzeige der Installation auf dem internen Datenträger einsehen [6]
Windirstat / WizTree	Datenträger-Füllstandsanalyse. WinDirStat ist bewährt, WizTree ist schneller [7]
Daten retten [8]	
BrowserDownloadsView	zeigt die Downloads eines Browsers (Taste F9 drücken zum Anpassen der Pfade)
BrowsingHistoryView	zeigt die History eines Browsers (Taste F9 drücken zum Anpassen der Pfade)
DMDE	Disk-Editor und Datenretter
DRW	EaseUS Data Recovery Wizard, Datenretter
FastCopy	Kopierprogramm
HDDRawCopy	erstellt vollständige Abbilder der Festplatte inklusive jener Sektoren, die das Dateisystem für leer hält
ImgBurn	Brennprogramm
Linux Reader	liest Laufwerke, die mit den Linux-Dateisystemen Ext2/Ext3/Ext4 und ReiserFS sowie Mac-Laufwerke, die mit HFS und HFS+ formatiert sind
Recuva / PhotoRec / TestDisk	Datenrettung: Daten / Bilder / Partitionen
ShadowCoyView	Versucht Daten aus Schattenkopien zu retten
Unstoppable Copier	Kopierprogramm, setzt auch bei Lesefehlern fort
Hardware [9]	
CPU-Z / GPU-Z / PCI-Z / SSD-Z	Informationen zu Prozessor und Arbeitsspeicher / Grafikkarte / PCI-Anschlüssen / SSDs
Crystal Disk Info	Informationen über die Datenträger
h2testw	prüft Integrität von Speichermedien (USB-Sticks)
HDTune	liest Smart-Werte von Festplatten/SSDs aus, enthält simplen Benchmark und Oberflächentest
HWinfo	Übersicht über die gesamte erkannte Hardware
HWMonitor	CPU-Überwachung
Prime95	CPU-Stresstest: „Torture Test“ erzeugt sehr hohe Prozessorlast, wahlweise auch auf nur einem Kern (Turbo-Test)
Speccy	Übersicht über die gesamte erkannte Hardware sowie zu einigen Windows-Details
Passwörter	
Keyfinder	liest Produktschlüssel aus
MailPassView	liest Zugangspasswörter von Mail-Clients aus
NTPWedit	setzt neue Windows-Passwörter (siehe Anleitung „Windows-Kennwort vergessen“)
PassReset	entfernt Windows-Passwörter (siehe Anleitung „Windows-Kennwort vergessen“)
SecurityQuestionsView	liest die hinterlegten Sicherheitsfragen zum Passwort aus
Windows Login Unlocker	sperrt Benutzerkonten auf, die mit einem Microsoft-Konto verbunden sind (siehe Kasten)
Utilities	
7-Zip	packt und entpackt diverse Archiv-Formate
AgentRansack	flexible Dateisuche
Alles mounten (ctmountall.bat)	Bindet in den Explorer des Notfall-Windows alle Volumes ein, die bislang keinen Laufwerksbuchstaben haben (siehe Anleitung „Fehlende Laufwerke einbinden“)
AnyDesk	Fernwartung
Bootice	Bootloader, MBR, UEFI-Einträge und mehr bearbeiten
Everything	schnelle Dateisuche auf NTFS-Laufwerken
FreeCommander	Dateimanager
HxD Editor	Hex-Editor
Macrium Reflect	Imager, taugt auch zum Klonen von Windows-Installationen [10]
MiniTool Partition Wizard	Partitionierer
VeraCrypt	Verschlüsselungsprogramm [11]
WinMerge	vergleicht Dateien und Ordner

- [10] Axel Vahldiek, Copy & Save, Windows-Installationen als Klon übertragen oder als Image sichern, c't 22/2019, S. 20
- [11] Jan Schüßler, Dicht und frei, Windows-Partition mit VeraCrypt verschlüsseln, c't 17/2020, S. 162
- [12] Axel Vahldiek, Mit der Brechstange, Störrische Windows-Updates wieder deinstallieren, c't 11/2018, S. 168
- [13] Axel Vahldiek, Plattenteiler, Partitionieren mit Windows-Bordmitteln – Teil 1: Datenträgerverwaltung, c't 2/2018, S. 154

- [14] Axel Vahldiek, Tipp-Schnippler, Partitionieren mit Windows-Bordmitteln – Teil 2: Diskpart, c't 3/2018, S. 144
- [15] Axel Vahldiek, Vielfach unterteilt, Die Partitionierung moderner Windows-PCs, c't 5/2018, S. 146
- [16] Titelthema: Windows entschlacken, Endlich wieder Platz auf der Windows-Partition, c't 8/2018, 5 Artikel ab S. 66
- [17] Axel Vahldiek, Wenn sonst nichts mehr geht, Probleme lösen mit dem Mini-Betriebssystem Windows PE, c't 10/2018, S. 162

AIoT

AI Kameras passend für die AIoT Revolution

- IoT-fähige Geräte mit MQTT Protokoll
- Cybersicher: UL CAP, NDAA konform, Secure by Default
- Edge-basierte Deep-Learning AI Analytik





Booten

1. Stick an den PC stöpseln, alle anderen USB-Laufwerke abziehen, PC starten. Im Idealfall bootet das Notfall-Windows ohne weiteres Zutun. Voraussetzungen: Der PC muss über mindestens 4 GByte RAM verfügen. Weil unser Notfallsystem eine 64-Bit-Architektur besitzt, muss der PC zudem in der Lage sein, ein 64-Bit-Betriebssystem zu starten. Das können aber seit mindestens zehn Jahren alle PCs bis auf extrem seltene Ausnahmen. Ob auf dem PC eine 32- oder 64-Bit-Installation von Windows läuft, spielt keine Rolle.
2. Falls der PC nicht vom Stick bootet, versuchen Sie es über das BIOS-Bootmenü (englisch „BIOS Boot Select“, BBS). Es erscheint üblicherweise nach dem Drücken einer Taste (oft Esc, F2, F8, F9, F10, F12 oder Entf). Mitunter erscheint ein Hinweis auf die richtige Taste direkt nach dem Einschalten auf dem Bildschirm. Falls ein großes Herstellerlogo die BIOS-Meldungen überdeckt, werden Sie das oft mit Esc oder in den BIOS-Einstellungen los.
3. Ignoriert der PC Ihre Tastendrucke und bootet direkt die Windows-Installation vom internen Datenträger, fahren Sie diese nicht wieder herunter! Wählen Sie stattdessen „Neu starten“. Während jener Zeit, in der Windows bereits heruntergefahren ist, aber noch nicht wieder hochfährt, sollte der PC auf Tastendrucke wieder reagieren.
4. Falls der Stick im BBS doppelt auftaucht, ist das kein Fehler: Er kann sowohl per UEFI als auch klassisch (Legacy BIOS) booten. Achten Sie im Bootmenü auf das, was zusätzlich zum Namen des Sticks in der gleichen Zeile steht, beispielsweise „EFI“ oder „UEFI“. Andersherum steht „CSM“ (Compatibility Support Module) für die klassischen BIOS-Mechanismen. Für Rettungseinsätze spielt es keine Rolle, welchen Eintrag Sie auswählen. Scheitert das Booten bei einem der beiden, versuchen Sie den anderen. Anders als bei manch anderen vom Stick bootenden Betriebssystemen spielt es für unser Notfall-Windows übrigens keine Rolle, ob Secure Boot aktiv ist oder nicht – es startet dank signiertem Loader in beiden Fällen anstandslos.
5. Viele weitere Tipps rund um das Booten von USB haben wir in einer FAQ zusammengestellt [2], die Sie auch vollständig online unter ct.de/-4209809 lesen können.



Übersicht über die Laufwerke verschaffen

1. Vorab: Die Laufwerksbuchstaben können sich von den gewohnten unterscheiden, denn jede Windows-Installation vergibt die Buchstaben selbst [3]. Das gilt auch für das Notfall-Windows. Normale Installationen merken sich die Zuordnung in ihrer jeweiligen Registry, das Notfall-Windows vergisst sie beim Neustart. Es bindet zudem zur Laufzeit eigene Laufwerke ein.
2. Explorer öffnen (via „Dieser PC“ auf dem Desktop, Explorer-Icon neben dem Startknopf oder Tastenkombination Windows+E).
3. Das Notfallsystem benutzt B: als RAM-Disk, X: als Systemlaufwerk und Y: für das Bootmedium. Achtung: Das Programm Macrium Reflect zum Klonen oder Sichern der Windows-Installation verwirft manchmal die Buchstaben. Ordnung lässt sich ohne Neustart wieder herstellen. Dazu

Windows-Taste drücken und eintippen:

LetterSwap.exe /Auto /BootDrive Y:

4. Ein Blick im Explorer auf die Dateien und Ordner hilft beim Identifizieren der Windows-Partition.



Fehlende Laufwerke einbinden

1. Die Windows-eigenen Partitionen, die den Bootloader sowie die Wiederherstellungsumgebung „Windows RE“ [4] enthalten, bindet unser Notfallsystem standardmäßig nicht ein (macht Windows auch nicht). Im Startmenü finden Sie unter „Alle Programme/Utilities“ ein Skript namens „Alles mounten (ctmountall.bat)“. Es versieht alle Partitionen mit einem Laufwerksbuchstaben (genauer: die darauf liegenden Volumes), die bislang im Explorer nicht zu sehen waren. Das Skript nimmt keinerlei Einfluss auf die Installation auf dem internen Datenträger.
2. In Windows 11 Version 21H2 hatte Microsoft einen Bug eingebaut [5]: Wenn Sie es frisch installiert und dabei dem Setup-Programm das Partitionieren des internen Datenträgers überlassen haben, kann es passieren, dass die Windows-Partition im Explorer des Notfall-Windows nicht auftaucht. Auch hier hilft das Skript „Alles mounten“.



Netzwerk verbinden

1. Ist der PC per Kabel mit einem Router verbunden, stellt das Notfallsystem die Verbindung vollautomatisch her.
2. Alternativ können Sie sich auch per WLAN mit dem Netz verbinden, sofern dazu die Eingabe eines Passworts reicht – einen zusätzlichen Nutzernamen können Sie leider nicht eingeben.
3. Für eine WLAN-Verbindung klicken Sie in der Taskleiste im Bereich neben der Uhr auf das Netzwerksymbol.
4. Wählen Sie aus der Liste das gewünschte WLAN aus.
5. Falls der Treiber für den WLAN-Adapter fehlt, den von der Festplatte nehmen (siehe unten „Treiber nachinstallieren“).



Netzlaufwerk verbinden

1. In der Taskleiste doppelt auf das Netzwerksymbol neben der Uhr klicken.
2. Es öffnet sich der „PE Netzwerk Manager“. Darin links „Netzlaufwerke“ auswählen.
3. Laufwerksbuchstabe wählen, Pfad im Format \\Server\Freigabe, Benutzername und Kennwort eintippen, oben auf „Verbinden“ klicken.



Treiber nachinstallieren

1. Vorab: Klappt nicht immer und nur mit Treibern, die ohne Neustart installierbar sind.
2. Im Startmenü unter „Alle Programme/Windows-Bordmittel“ den „Geräte-Manager“ öffnen, unter „andere Geräte“ das Gerät ohne Treiber oder eines mit einer Warnmarkierung ansteuern.

3. In dessen Kontextmenü auf „Treibersoftware aktualisieren“ klicken, danach „Auf dem Computer nach Treiber- software suchen“. Den vorgegebenen Pfad („C:\Windows\ System32\DriverStore\FileRepository“) können Sie be- lassen, klicken Sie auf „Weiter“. Fehlt Laufwerk C:, hilft die Schritt-für-Schritt-Anleitung „Fehlende Laufwerke einbinden“.
4. Falls keine Treiber gefunden werden, das Ganze noch mal von vorn, aber mit anderem Pfaden: „C:\Programme“, „C:\ Programme (x86)“, „C:\Windows“, „C:<Herstellername>“, ... Sind Parallelinstallationen vorhanden, können Sie es ent- sprechend auch mit „D:\Windows“ und so weiter probieren (Laufwerksbuchstaben anpassen).
5. Nach einem Neustart des Notfallsystems ist die Prozedur er- neut erforderlich, weil es die Änderungen nicht speichert.



BitLocker-Laufwerk entsperren

1. Im Explorer im Kontextmenü des Laufwerks auf „Laufwerk entsperren“ klicken, Passwort eingeben.
2. Alternativ: Eingabeaufforderung öffnen (Icon neben dem Startknopf in der Taskleiste). Dort `manage-bde -unlock c: -pw` eingeben (Laufwerksbuchstaben anpassen). Lassen Sie sich nicht davon irritieren, dass beim Eingeben des Kennworts weder Buchstaben noch Sternchen angezeigt werden noch sonst etwas. Das Kennwort mit Enter bestätigen.
3. Bei Bedarf liefert der Aufruf `manage-bde -unlock c: -?` alter- native Mechanismen für das Entsperren.



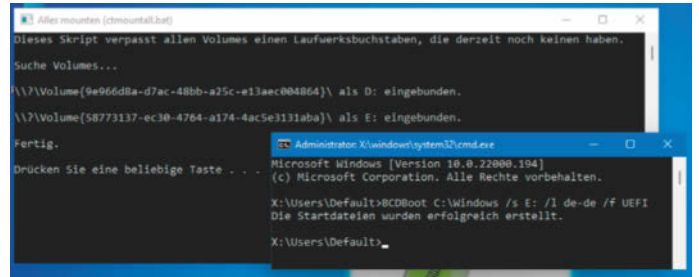
Programme nachrüsten

1. Vorab: Geeignet sind die meisten Programme, die es als por- table Version gibt. Solche lassen sich einfach herunterladen und unpacken; sie laufen dann ohne Installation.
2. Booten Sie das Notfall-Windows, starten Sie den Browser Firefox und laden Sie das nachzurüstende portable Programm herunter.
3. Entpacken Sie es auf den Stick mit dem Notfallsystem in den Ordner „Programs“. Starten Sie es testhalber. Das entpackte Programm bleibt auch über einen Neustart des Notfallsystems hinweg erhalten.



Windows-Kennwort vergessen

1. Warnung: Sofern Sie Dateien mit der Windows-eigenen NTFS-Dateiverschlüsselung EFS verschlüsselt haben, lassen sich diese nach dieser Prozedur aus Sicherheitsgründen nicht mehr entschlüsseln. Falls Sie kein Backup davon haben, sind die Daten dann verloren.
2. Nach dem Booten des Notfallsystems im Startmenü unter „Alle Programme/Passwörter“ das Programm NTPWEdit starten. Achtung: Das Programm entspermt nur herkömmliche, lokale Konten (für Microsoft-Konten siehe Kasten „Login Unlocker“).
3. Vorausgewählt ist die erste auf dem internen Datenträger erkannte Windows-Installation. Ein Klick auf „Open“ zeigt die Kontonamen.



Bootloader defekt? Ein c't-Skript bindet bei Bedarf mit einem simplen Doppelklick die Partition mit dem Bootloader ein, ein einzelner Kommandozeilenbefehl erzeugt einen neuen Boot- loader, und schon startet Windows wieder.

4. Konto auswählen, „Change password“ klicken, neues Pass- wort vergeben und bestätigen. Anschließend klicken auf „OK“ und „Save Changes“.
5. Um das Kennwort eines Kontos einer anderen Installation zu ändern, muss deren SAM-Datenbankdatei ausgewählt wer- den, die jeweils unter \Windows\system32\config zu finden ist. Der Auswahldialog öffnet sich nach einem Klick auf die drei Punkte neben der Pfadangabe.
6. Die Schnell- und schmutzig-Alternative: PassReset (unter „Alle Programme/Passwörter“) entfernt kurzerhand die Pass- wörter ausgewählter Konten, vergibt aber keine neuen. Zum Anmelden an ein solches Konto reicht dann das Drücken der Entertaste.



Windows-Bootloader reparieren

1. Aus dem Startmenü unter „Alle Programme/Utilities“ den Eintrag „Alles mounten (ctmountall.bat)“ aufrufen. Das Skript verpasst allen Volumes einen Laufwerksbuchstaben, die der- zeit noch keinen haben. Es verwendet dabei von C: über D:, E: und so weiter jeweils das, was frei ist.
2. Starten Sie den Explorer und durchsuchen Sie die Laufwerke. Identifizieren Sie die Windows-Partition und merken Sie sich deren Laufwerksbuchstaben (zum Beispiel C:).
3. Identifizieren Sie im Explorer das Laufwerk mit dem Boot- loader. Finden Sie eines, auf dem im Wurzelverzeichnis bloß ein Ordner namens EFI mit Unterordnern namens „Boot“ und „Microsoft“ liegt, merken Sie sich dessen Laufwerks- buchstaben (beispielsweise E:) sowie „UEFI“. Achtung: Bei Linux-Parallelinstallationen können weitere Ordner auf die- sem Laufwerk vorhanden sein. Entdecken Sie stattdessen ein Laufwerk mit dem Ordner „Boot“ und der Datei „bootmgr“, merken Sie sich dessen Buchstaben (auch hier diene E: als Beispiel) und „BIOS“.
4. Eingabeaufforderung öffnen (Icon neben dem Startknopf in der Taskleiste).
5. Der Befehl `bcdboot C:\Windows /s E: /l de-de /f UEFI` restau- riert den Bootloader, sodass Windows anschließend wieder startet. Passen Sie C:\Windows und E: (für die Bootloader-Lauf- werk) bei Bedarf an. Tauschen Sie zudem gegebenenfalls UEFI gegen BIOS. Obacht: Linux-Bootloader gehen bei dem Proze- dere eventuell verloren und müssen dann ebenfalls restauriert werden.

(axv@ct.de) **ct**



Vom Schnelltest bis zur Intensivtherapie: Mit dem c't-Notfall-Windows besitzen Sie ein universelles Hilfsmittel bei Virenbefall. Wir leiten Sie Schritt für Schritt durch den Heilungsprozess.

Von Axel Vahldiek

Die reine Lehre besagt: Wenn bei einem Betriebssystem auch nur der geringste Verdacht auf einen Virenbefall besteht, gehört es gelöscht und neu aufgesetzt. Oder, noch besser, Sie ersetzen es durch ein vor dem Virenbefall erstelltes Backup. Genau für solche Situationen ist es ja da. So jedenfalls die Theorie, denn in der Praxis ist ein Backup dann eben doch nicht da oder veraltet, defekt, unvollständig ... Doch selbst wenn Sie über ein rechtzeitig angefertigtes, aktuelles, vollständiges und getestetes (!) Backup verfügen, sieht es bei um Hilfe rufenden Freunden und Verwandten meist anders aus. Dann schlägt die Stunde des Notfall-Windows. Die aktuelle Version hat vier Virens Scanner an Bord. Damit können Sie versuchen, Viren auch ohne Neuinstallation loszuwerden. Weil das Notfallsystem vom Stick startet, hat der gesuchte Schädling auf dem internen Datenträger keine Chance, die Suche zu sabotieren – er läuft ja nicht.

Schnelltest

Eine gründliche Virenprüfung dauert je nach Hardware und zu prüfender Datenmenge gern mal Stunden. Zu ersten Ergebnissen können Sie aber weit schneller gelangen, denn unser Notfallsystem bietet eine Art Virenschnelltest. Der ist zwar bei Weitem nicht so gründlich und wenn dabei keine Schädlinge zu entdecken sind, können trotzdem welche vorhanden sein. Aber wenn Sie dabei Auffälligkeiten entdecken, dann wissen Sie wenigstens, dass die gründliche Suche mit den Virens Scannern lohnt. Der Trick: Das Sysinternals-Programm „Autoruns“ kann alle Autostart-Einträge der Windows-Installation durchforsten und die gefundenen Programme auf einen Schlag von über 70 Scannern prüfen lassen. Das gelingt im Idealfall sogar rasend schnell, denn Autoruns lädt dazu Hashes der ausführbaren Dateien bei VirusTotal.com hoch, die sich

Bild: Andreas Martini

Digitales Virostatikum

Schädlingssuche mit dem c't-Notfall-Windows

viel schneller prüfen lassen als die kompletten Dateien. Das ist ein von Google betriebener Dienst. Nur bei dort unbekannten Hashes ist der Upload der zu prüfenden Datei selbst erforderlich.

Noch ein Schnelltest

Auch beliebige einzelne Dateien können Sie mit dem Notfall-Windows einem Schnelltest unterziehen. Klicken Sie dazu im Kontextmenü einer verdächtigen Datei auf „Senden an/Sigcheck“. Sigcheck ist

ebenfalls ein Programm von Sysinternals. Es prüft erstens die Signatur der Datei, bildet zweitens diverse Prüfsummen (MD5, SHA1, SHA256 ...) und lädt drittens ebenfalls einen Hash bei VirusTotal hoch. Das Ergebnis erscheint in einer zwar hässlichen, aber funktionalen Eingabeaufforderung. Was die Interpretation der Ergebnisse betrifft: Es gilt im Wesentlichen dasselbe wie bei Autoruns. Sofern die Datei von einem bekannten Anbieter signiert ist und kein Virens Scanner etwas zu

meckern hat, ist sie wahrscheinlich harmlos – obwohl es keine Garantie dafür gibt, dass dem wirklich so ist. Wenn hingegen die Signatur fehlt oder Seltsamkeiten aufweist, sollten Sie Vorsicht walten lassen.

Literatur

- [1] Axel Vahldiek, c't-Notfall-Windows: Autoruns und Parallelinstallation, c't 4/2021, S. 172, auch kostenlos online lesbar unter ct.de/-5022965
- [2] Hajo Schulz, Power-Updates, Bequemere Programm-Updates mit WinGet, c't 20/2022, S. 148



Vorbereitungen

1. Falls auch nur der geringste Verdacht auf einen Erpressungstrojaner besteht: Rechner sofort hart ausschalten! Anschließend Notfall-Windows booten und alles an Daten retten, was noch unverschlüsselt ist.
2. Sonst das auf der Platte installierte Windows laufen lassen, aber alle Netzwerkverbindungen kappen.
3. Explorer öffnen, im Kontextmenü der Windows-Partition (üblicherweise C:) „Eigenschaften“ auswählen, auf „Bereinigen“ klicken, um die Datenträgerbereinigung zu starten. Dort „Systemdateien bereinigen“ anklicken, Nachfrage bestätigen, alle Häkchen setzen, Nachfragen bestätigen.
4. Browser-Cache leeren. Firefox: „Einstellungen/Datenschutz und Sicherheit/Chronik löschen“. Edge: im Drei-Punkte-Menü klicken auf „Einstellungen/Datenschutz, Suche und Dienste/Browserdaten jetzt löschen: Zu löschende Elemente auswählen“. Chrome: Strg+Umschalt+Entf drücken, den „Zeitraum“ auf „Gesamte Zeit“ umstellen, „Daten löschen“ anklicken.
5. Im Mail-Client Papierkorb und Spam-Ordner leeren.



Virenschnelltest mit Autoruns

1. Notfall-Windows booten, Netzwerkverbindung herstellen, Windows-Partition auf der Festplatte identifizieren (siehe vorangehenden Artikel).
2. Aus dem Startmenü „Autoruns“ aufrufen.
3. Laufenden Scan bei Eile durch Drücken der Esc-Taste abbrechen.
4. In der Menüleiste unter „Options“ auf „Scan Options“ klicken. Häkchen vor „Check VirusTotal.com“ setzen. Auf „Rescan“ klicken.
5. In der Menüleiste auf „File“ und „Analyze Offline System“ klicken. Im Dialog hinter „System Root“ den Pfad zum Windows-Ordner eintragen (üblicherweise C:\Windows), hinter „User Profile“ den Pfad des Nutzerprofils (C:\Users\<Kontoname>).
6. Nach dem Scan in der Spalte „Virus Total“ nachschauen (Anzeige dazu eventuell nach rechts scrollen): Steht hier hinter einem Autostart-Eintrag „0/76“, haben null Scanner etwas gefunden. Die Zahl hinter dem Schrägstrich ist die Anzahl der

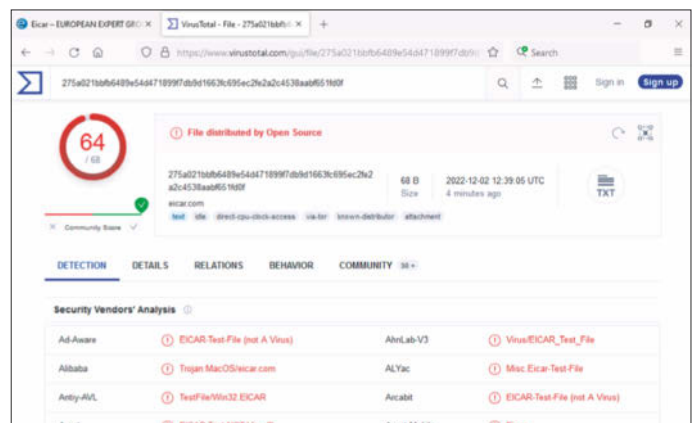
prüfenden Scanner und variiert, entscheidend ist die Zahl vor dem Schrägstrich. Steht hier eine andere Zahl als 0, kommts drauf an: Ist es nur eine 1, handelt es sich vermutlich um einen Fehlalarm, bei 2 oder 3 womöglich auch. Spätestens bei höheren Zahlen ist aber eine gründliche Virensuche angebracht.

7. Sollten auf dem PC verschiedene Nutzerkonten verwendet werden, Vorgang mit deren Nutzerprofilen wiederholen.
8. Bei Windows-Parallelinstallationen bitte beachten: Jede Windows-Installation muss vom Notfall-Windows mit dem Laufwerksbuchstaben eingebunden sein, den sie selbst zu haben glaubt. Wenn sich also beide Installationen jeweils auf C: wähen, wird sie das Notfall-Windows trotzdem als C: und D: einbinden, und dann müssen Sie vor der Prüfung von D: mit Autoruns die Buchstaben D: und C: in der Datenträgerverwaltung tauschen. Details dazu haben wir in [1] beschrieben.



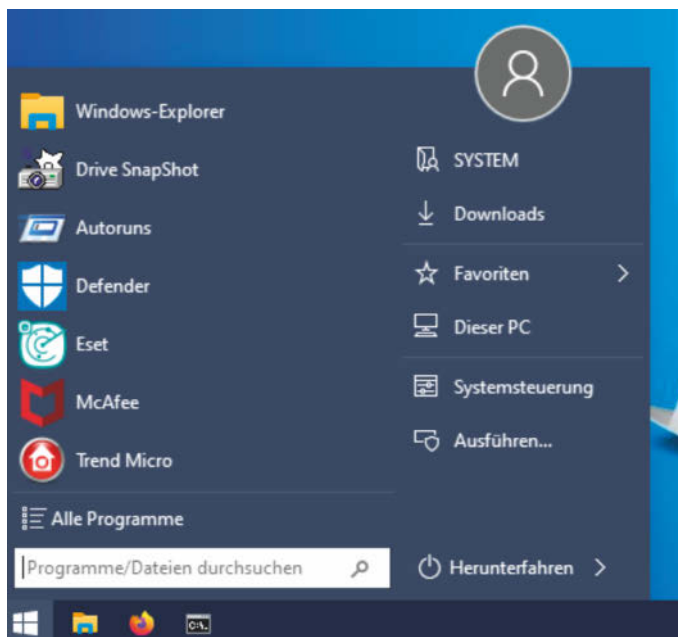
Virenschnelltest mit Sigcheck

1. Notfall-Windows booten, Netzwerkverbindung herstellen, Windows-Partition auf der Festplatte identifizieren (siehe S. 20).



Eine verdächtige Datei können Sie im Notfall-Windows bei Googles Webdienst VirusTotal hochladen, wo sie von über 70 Virenscannern auf einen Schlag geprüft wird. Zudem sind dort viele weitere Details über die Datei zu finden.

2. Im Explorer verdächtige Datei auswählen, in ihrem Kontextmenü auf „Senden an“ und „Sigcheck“ klicken. Die Ausgabe erscheint in einer Eingabeaufforderung.
3. Zeile „Verified“ prüfen: „Signed“ deutet auf Vertrauenswürdigkeit hin. Alles andere ist ein Alarmsignal, vor allem, wenn die Datei von einer großen Firma wie Microsoft und Google stammen soll. Das gilt für „Unsigned“ ebenso wie für eine vorhandene, aber als nicht vertrauenswürdig eingestufte Signatur (beispielsweise: „Die digitale Signatur des Objekts konnte nicht bestätigt werden“, „Ein Zertifikat wurde explizit durch den Aussteller gesperrt“ oder „Eine Zertifikatskette zu einer vertrauenswürdigen Stammzertifizierungsstelle konnte nicht aufgebaut werden“).
4. Steht ziemlich weit unten in der Zeile „VT detection“ als Ergebnis „0/76“, hat keiner der auf VirusTotal.com versammelten Scanner etwas Verdächtiges gefunden. Die Zahl hinter dem Schrägstrich ist die Anzahl der beteiligten Scanner und variiert, entscheidend ist die Zahl vor dem Schrägstrich. Der Link zur Ergebnisseite der Prüfung steht eine Zeile tiefer. Sie können ihn wie gewohnt mit der Maus markieren, per Strg+C in die Zwischenablage kopieren und im Firefox in die Adresszeile einfügen.



Im Startmenü des Notfall-Windows finden Sie „Autoruns“ für einen Virenschnelltest und gleich vier Virens Scanner für eine gründliche Schädlingssuche.

Virensuche ...

1. Notfall-Windows booten, Windows-Partition auf der Festplatte identifizieren (siehe S. 20).
2. Wichtig: Vor dem Start eines Scanners Netzwerkverbindung herstellen.
3. Scanner nacheinander (!) laufen lassen (siehe folgende Anleitungen). Die Reihenfolge ist egal. Vor jedem weiteren Suchlauf das Notfallsystem neu starten und wieder bei der Anleitung „Virensuche ...“ beginnen.

... mit Defender Offline

1. Vorab: Der Defender kann nur 64-Bit-Windows-Installationen prüfen. Falls bei Ihnen ein 32-Bit-Windows installiert ist: weiter beim nächsten Scanner.
2. Aus dem Startmenü „Defender“ aufrufen. Das Programm beginnt sofort mit der Virensuche, brechen Sie diese durch Klick auf „Cancel scan“ ab.
3. Im Reiter „Update“ auf „Update definitions“ klicken. Warten, bis die frischen Virendefinitionen geladen sind.
4. Im Reiter „Home“ unter „Scan Options“ „Custom“ auswählen, auf „Scan now“ klicken.
5. Laufwerke auswählen, auf „OK“ klicken, die Virensuche beginnt.

... mit Eset Online Scanner

1. Nach dem Booten des Notfall-Windows einige Sekunden warten. Dann aus dem Startmenü „Eset“ aufrufen, auf „Erste Schritte“ klicken, Nutzungsbedingungen akzeptieren.

2. Es kann passieren, das die Software als Nächstes eine neue Produktversion von sich herunterlädt und sich dann beendet. Wie sich die künftige Version verhalten wird, lässt sich nicht vorhersagen, aber falls es wie bisher läuft, geht es so weiter: Programm einfach erneut starten und, wichtig: Häkchen vor „Neueste Produktversion herunterladen“ entfernen.
3. Im Dialog „Bevor wir beginnen“ nach Wunsch entscheiden.
4. „Benutzerdefinierter Scan“ anklicken, Laufwerke auswählen, auf „Speichern und Fortfahren“ klicken.
5. Über Quarantäne von potenziell unerwünschten Anwendungen entscheiden (Vorsicht, alle Dateien in der Quarantäne werden beim Beenden des Notfall-Windows gelöscht!). Auf den Link „Erweiterte Einstellungen“ klicken, Einstellungen prüfen, auf den Zurück-Knopf oben klicken.
6. Auf „Prüfung starten“ klicken. Programm aktualisiert sich, die Virensuche beginnt.

... mit Trend Micro HouseCall

1. Aus dem Startmenü „Trend Micro“ aufrufen. Mit Klick auf „Next“ die Datenschutz-, im nächsten Dialog die Lizenzbestimmungen bestätigen.
2. Auf den Link „Settings“ klicken. Im Reiter „Smart Feedback“ auf Wunsch das Häkchen vor „Enable Trend Micro Smart Feedback“ entfernen (sonst schickt die Software Informationen zu Ihren Dateien an den Hersteller).
3. In den Settings im Reiter „Scan Type“ „Custom Scan“ auswählen, Häkchen vor die zu prüfenden Laufwerke setzen, mit „OK“ bestätigen.
4. Wahlweise Häkchen vor „Include my home Network“ entfernen oder lassen, auf „Scan now“ klicken. Die Virensuche beginnt.



... mit McAfee Stinger

1. Aus dem Startmenü „McAfee“ aufrufen. Nutzungsbedingungen akzeptieren.
2. Oben rechts auf „Advanced“ und dann auf „Settings“ klicken. Unterhalb von „Scan Targets“ und „Scan Options“ alles anhängen. Unterhalb von „On threat detection“ („was tun bei Virenfund?“) wählen: „Remove“ verschiebt in Quarantäne, „Report“ weist nur auf den Fund hin. Letzteres ist für eine weitere Analyse sinnvoll (siehe Schritt-für-Schritt-Anleitung „Virenfund“). Pull-down-Menü „GTI settings – Sensitivity“ auf „Very High“ ändern (also auf das höchste Heuristik-Level). „Save“ anklicken.
3. Unterhalb der Schaltfläche „Scan“ auf den Link „Customize my scan“ klicken. Laufwerke auswählen, „Scan“ anklicken, Virensuche startet.
4. Falls Sie nach dem Ende des Suchlaufs weitere Programme starten wollen, klicken Sie mit der rechten Maustaste auf das Schildsymbol im Infobereich der Taskleiste (neben der Uhr), wählen Sie „Remove Real Protect“ und bestätigen Sie die Nachfrage. Bei unseren Tests kam es sonst zu Abstürzen von Firefox & Co.



Virenfund

1. Entscheiden, ob die infizierten Dateien in Quarantäne geschoben, gelöscht oder ignoriert werden sollen. Obacht: Die Quarantäne wird beim Beenden des Notfall-Windows gelöscht!
2. Infizierte Datei für genauere Analyse in Firefox bei VirusTotal.com hochladen.
3. Auf Wunsch: Infizierte Datei für weitere Recherche an einen sicheren Ort kopieren, am besten per kennwortgeschütztem ZIP-Archiv, welches Sie mit 7-Zip erstellen (im Startmenü unter „Alle Programme/Utilities“).
4. Infizierte Datei löschen.



Nacharbeiten bei Virenfund

1. Noch unter dem Notfallsystem die Hosts-Datei kontrollieren (C:\Windows\System32\Drivers\etc): per Rechtsklick mit Notepad öffnen, dann unbekannte Zeilen mit # auskommentieren oder löschen.
2. Auf 64-Bit-Systemen prüfen, ob es unter „C:\Windows\System32\Drivers\etc“ eine weitere Datei namens „hosts“ gibt; die dann genauso behandeln.
3. Installiertes Windows starten.
4. Kontrollieren: Firewall, Virens Scanner, Plug-ins von Browser und Mail-Client, Proxy-Einstellungen von Windows, Browser und Mail-Client.
5. Erst danach Netzwerkverbindung wieder herstellen.
6. Aktualisieren: Windows Update, Virens Scanner, Browser, Mail-Client, PDF-Reader. Das gelingt bei modernen Windows übrigens auf einen Schlag mit `winget upgrade --all` [2].
3. Möglichst noch prüfen: Netzwerkfreigaben, Autostarts, laufende Prozesse. (axv@ct.de)



262 Seiten · in Farbe · 34,90 €
ISBN 978-3-86490-912-2



2. Auflage
294 Seiten · in Farbe · 34,90 €
ISBN 978-3-86490-881-1



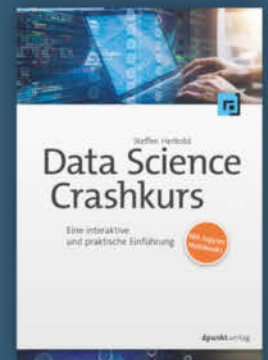
4. Auflage · 300 Seiten · 34,90 €
ISBN 978-3-86490-896-5



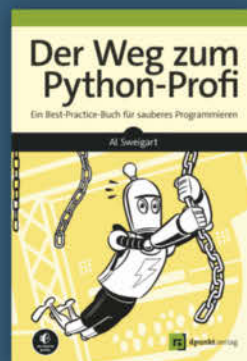
174 Seiten · 24,90 €
ISBN 978-3-86490-850-7



318 Seiten · 34,90 €
ISBN 978-3-86490-900-9



346 Seiten · in Farbe · 34,90 €
ISBN 978-3-86490-862-0



424 Seiten · 34,90 €
ISBN 978-3-86490-874-3



456 Seiten · 36,90 €
ISBN 978-3-86490-878-1



dpunkt.verlag

Bundle up!
Print & E-Book nur auf
www.dpunkt.de

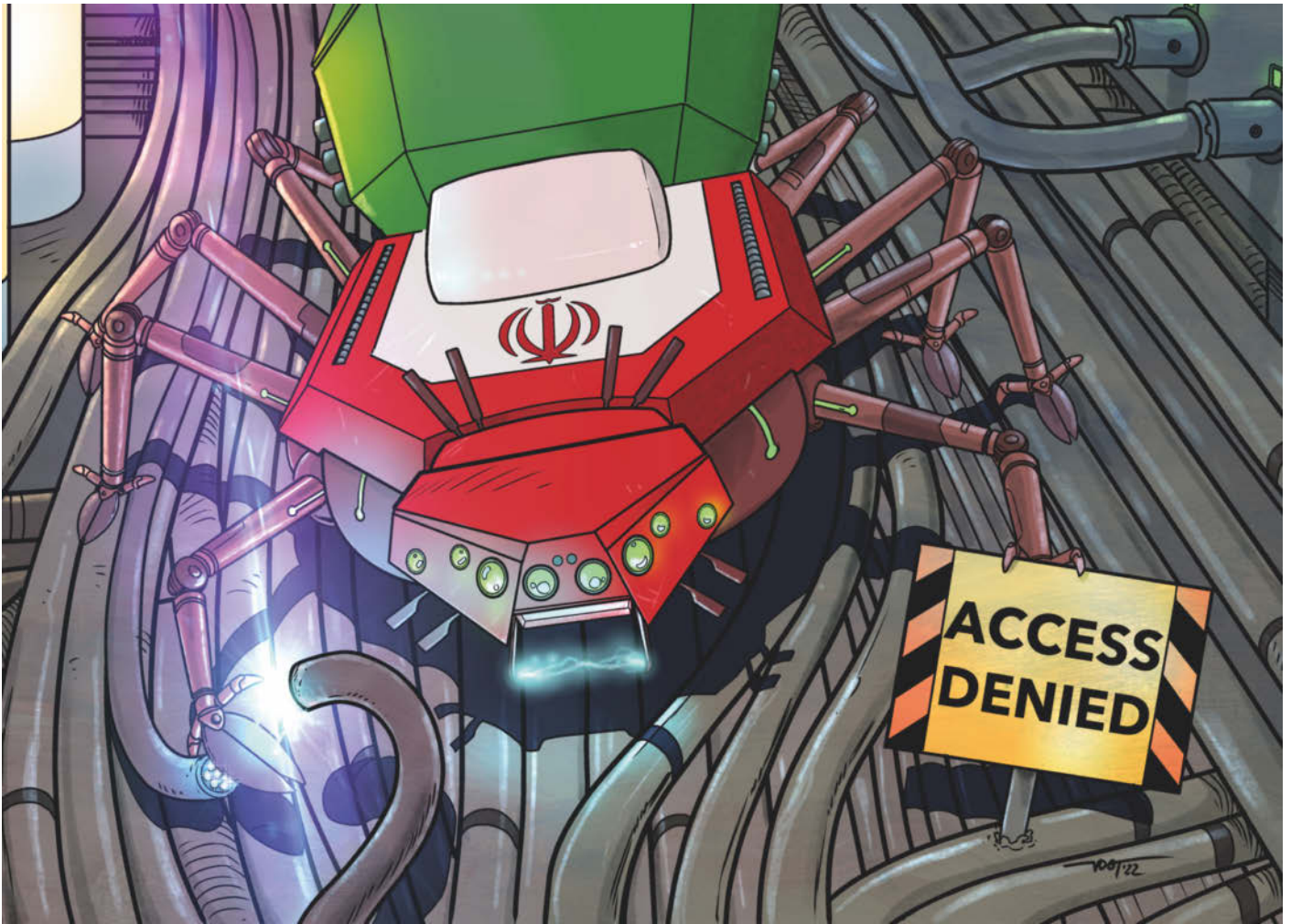


Bild: Michael Vogt

Im Überwachungsnetz

Wie das iranische Regime IT und Netzkontrolle gegen die Proteste nutzt

Nicht nur die IP-Infrastruktur und Mobilfunknetze, auch viele iranische IT-Firmen sind staatlich kompromittiert. Paradoxerweise halfen die US-Sanktionen dabei, Überwachungsstrukturen auszubauen. Diese nutzt der Staatsapparat nun, um die Proteste kleinzuhalten.

Von Marcus Michaelson und Maryam Mirza

Nik Yousefi meldete Anfang Oktober in seinem bislang letzten Tweet: „Gestern haben sie meine Wohnung gestürmt.“ Kurz zuvor hatte der in Teheran lebende Filmemacher auf Instagram ein Video zur Unterstützung der landesweiten Proteste gegen die iranische Regierung veröffentlicht, das sich in den sozialen Medien rasant verbreitete. Dann war er untergetaucht, um einer drohenden Verhaftung zu entgehen. Nachdem die Beamten ihn nicht aufgefunden hatten, seien sie direkt zum Haus seiner Freunde gefahren, so Yousefi. An deren Adresse konnten sie nur über den Lieferdienst Snap Food gelangt

sein, bei dem er einmal Essen dorthin bestellt habe.

Wenig später wurde Nik Yousefi aufgegriffen und sitzt seitdem im berüchtigten Evin-Gefängnis in der iranischen Hauptstadt Teheran ein. Und er ist längst nicht der einzige Dissident, dem Regime-Agenten mithilfe der Daten von Snap Food nachspürten. Seit mehr als drei Monaten unternimmt die iranische Regierung viel, um die Protestbewegung zu unterdrücken – und das Internet ist sowohl für die Protestierenden als auch für das Regime zu einem entscheidenden Werkzeug geworden.

Auslöser der Unruhen war der Tod der 22-jährigen Jina Mahsa Amini. Die junge Frau aus der kurdischen Provinzstadt Saqqez wurde am 13. September 2022 während einer Besuchsreise in Teheran von der Sittenpolizei festgenommen, weil ihr Kopftuch angeblich nicht korrekt saß. In der Haft hat man sie geschlagen. Sie starb drei Tage später an ihren Verletzungen.

Die Proteste gegen das brutale Vorgehen der Sittenpolizei und den offiziellen Kopftuchzwang erfassten schnell das ganze Land. Auf den Straßen entläßt sich bis heute eine lang aufgestaute Wut über staatliche Misswirtschaft, die Diktatur und die Stellung von Frauen in der Gesellschaft. Und die Regierung schlägt brutal zurück. Menschenrechtsorganisationen geben bislang fast 500 getötete Protestierende und über 18.000 Inhaftierte an (Stand Mitte Dezember 2022).

Die Start-ups und der Staat

Im Bestreben nach umfassender Kontrolle hat der Sicherheitsapparat selbst alltägliche Internetanwendungen im Visier. Gehackte E-Mails, die Aktivisten des Anonymous-Kollektivs im Oktober ins Netz stellten, zeigen, dass auch bekannte iranische Internetfirmen mit dem Regime kooperieren. Die Mails geben einen Einblick in die Korrespondenz der IT-Unternehmen mit der obersten Zensurbehörde des Landes.

Der frühere Start-up-Unternehmer Arash Zad ist von der Authentizität der Dokumente überzeugt. Ihm zufolge haben einige Firmen weitaus mehr als notwendig mit der Behörde kooperiert – um sich gut zu stellen oder um Konkurrenten zu schädigen. Der Betreiber eines Online-Bezahlendienstes etwa habe die Zensoren auf eine Domain des Exilsenders Manoto TV aufmerksam gemacht, über die Iraner den Journalisten Fotos und Videos zukommen lassen konnten. „Das war eines der scheußlichsten Dinge, auf die ich in diesen Mails gestoßen bin“, erklärt Zad im Gespräch mit c't.

Iranische Start-ups haben lange Jahre davon profitiert, dass es keine internationale Konkurrenz gab. Denn bereits seit 1979 existieren US-Sanktionen gegen Iran. Da sie großen Technologiekonzernen den Zugang zum iranischen Markt versperren, entstanden viele lokale Klon-Produkte. Mit großem Erfolg ersetzt etwa Cafe Bazaar seit 2011 de facto den Play Store von Google. Als Kopie des Amazon-

Konzepts dominiert Digikala den Onlinehandel.

Kurz währende Hoffnung

Das Atomabkommen von 2015 ließ Hoffnung auf eine Entspannung der Beziehungen Irans zu Europa und den USA aufkeimen. Nun interessierte sich auch das Ausland für diesen rapide wachsenden Markt. Im Juni 2015 sollte die iBRIDGE-Konferenz in Berlin aufstrebende iranische Talente mit internationalen Investoren zusammenbringen. So erwarb eine niederländische Firma Beteiligungen an Cafe Bazaar. Und auch die Berliner Rocket-Internet-Gruppe, die in Konzerne wie United Internet und Alibaba investiert ist, streckte ihre Fühler nach Iran aus.

Der Traum von einem Silicon Valley des Mittleren Ostens zerplatzte allerdings schnell. Im September 2015 setzten die Revolutionsgarden Arash Zad fest, der damals zu den Pionieren der iranischen Tech-Szene zählte. Nur wenige Stunden nach seiner Verhaftung wurden seine E-Mail-Konten für eine Phishing-Kampagne genutzt, die sich gegen iranische Techies im In- und Ausland richtete. Wegen „Kontakten zu regimfeindlichen Gruppen“ musste Arash Zad für mehr als zwei Jahre ins Gefängnis, davon verbrachte er fünf Monate in einer Einzelzelle. Das war ein klares Signal: Der iranische Sicherheitsapparat würde nicht tatenlos dabei zuse-

c't kompakt

- Die US-Sanktionen haben begünstigt, dass eine isolierte iranische IT-Infrastruktur entstand, die unter staatlicher Überwachung und Kontrolle steht.
- Das Regime kann sowohl Mobilfunknetze als auch internationale IP-Verbindungen nach Belieben blockieren – auch begrenzt auf einzelne Regionen in Iran.
- Twitter und VPNs spielen eine große Rolle, um die globale Aufmerksamkeit für die Proteste gegen das Regime aufrechtzuerhalten.

hen, wie ein international vernetzter IT-Sektor aufblüht.

Im Januar 2020 ergriffen die Revolutionsgarden den recht bekannten Softwareingenieur Behdad Esfahbod, der in Kanada für Facebook arbeitete und seine Familie in Teheran besuchen wollte. In der Isolationshaft wollten sie ihn dazu zwingen, iranische Aktivisten im Ausland auszuspionieren, die daran arbeiteten, die iranische Internetzensur zu umgehen. Auch im Zuge der derzeitigen Proteste hat das Regime mehrere Tech-Experten verhaftet, darunter den prominenten Pro-

iBRIDGE BERLIN

SIGN UP NOW!
Secure your Early Bird Rate

www.iBRIDGES.org

PROGAM INCLUDES

- | Iran's Entrepreneurship Case Studies
- | Start Up Best Practices
- | Cutting Edge Tech Trends
- | Social Innovation Salons
- | Pitch Shops
- | Idea Markets

HIGH TECH ENTREPRENEURSHIP IN IRAN:
Opportunities and Challenges

4 - 6 June 2015 | City Cube | Berlin

CONFERENCE

Bild: ibridges.org

Als die USA 2015 ihre Sanktionen gegen Iran lockerten, entstand auf Start-up-Konferenzen wie der iBRIDGE in Berlin die Hoffnung auf ein Silicon Valley im Mittleren Osten.



Bild: Arash Zad

Arash Zad, einst Pionier der iranischen Start-up-Szene, wurde von den Revolutionsgarden festgesetzt und landete für zwei Jahre im Gefängnis.

grammierer Amiremad Mirmirani, bekannt als Jadi. Er hatte in seinem Podcast die mittlerweile von der Europäischen Union sanktionierte iranische Firma Arvan Cloud für ihren Beitrag zur staatlichen Internetzensur kritisiert.

Um unter Irans autoritärem Regime zu bestehen, bleibe den Internetfirmen oft gar keine andere Wahl als zu kooperieren, erklärt Amin Sabeti, Gründer des Computer Emergency Response Team in Farsi (CERTFA). Dies ist eine Organisation, die sich auf erste Hilfe bei Cyberattacken staatsnaher Hacker spezialisiert hat. „Wenn ein Staatsanwalt wissen will, wer wann ein Taxi genommen hat oder die

Revolutionsgarden bei denen im Büro stehen und Zugriff auf Nutzerdaten verlangen – bei wem wollen sie sich beschweren? Wie sollen sie Widerstand leisten?“

Die Betreiber der beliebten Navigationsapp Balad zogen Ende Oktober die Konsequenz. Unter den aktuellen Bedingungen sei es ihnen nicht mehr möglich, die Rechte ihrer Nutzer zu schützen, verkündeten sie auf Instagram. Deshalb wollten sie ihren Dienst in den nächsten Monaten einstellen, Mitarbeiter würden versetzt oder entlassen.

Werden iranische Internetnutzer nach den jüngsten Erkenntnissen zur staatlichen Überwachung ihr Verhalten ändern? Arash Zad ist skeptisch. „Vielleicht sind einige jetzt vorsichtiger bei der Nutzung dieser Apps, immerhin könnten ihre Freiheit oder ihr Leben auf dem Spiel stehen. Aber es ist auch ein Markt mit vielen Monopolen – für viele Dienstleistungen gibt es nur einen Anbieter. Die meisten Leute haben sich an diese bequemen Services gewöhnt.“

Nationales Internet

Wie nur wenige andere Länder greift Iran in die Netzarchitektur ein, um innerhalb seiner Landesgrenzen größtmögliche Kontrolle über Datentransfers und Kommunikation zu erlangen. Die Weichen für den Ausbau eines „nationalen Internet“ stellte das Regime nach den Protesten gegen die Manipulation der Präsidentschaftswahlen im Jahr 2009.

Schon damals mobilisierte sich eine Opposition über soziale Netzwerke und erzielte internationale Aufmerksamkeit. Westliche Medien betitelten die Demonstrationen in den iranischen Städten als

„Twitter-Revolution“. Ein Jahr später, unter dem Eindruck der Aufstände des Arabischen Frühlings, beschrieb die damalige US-Außenministerin Hillary Clinton das Internet in einer viel beachteten Rede als Waffe im Kampf gegen Diktatoren. Sie versprach Unterstützung für Netzaktivisten auf der ganzen Welt.

Zugleich wurden die iranischen Atomanlagen zum Ziel eines der ersten internationalen Cyberangriffe gegen eine kritische Infrastruktur. Mit dem Schadprogramm Stuxnet wollten die USA und Israel die Nuklearanreicherung sabotieren. Für das Regime in Teheran wurde das Internet damit zu einem strategischen Schlachtfeld.

Das Ziel war klar: Man wollte ein Netz, das leicht zu überwachen und zugleich resilient gegenüber Angriffen von außen bleibt. Bis 2020 wurden die Anbindungen zum globalen Internet auf wenige Knotenpunkte reduziert. Experten gehen davon aus, dass inzwischen fast alle Verbindungen über die Telecommunication Infrastructure Company laufen, die direkt dem IT-Ministerium untersteht und zudem von Funktionären des Sicherheitsapparats beaufsichtigt wird. Parallel dazu hat der Staat die Zahl der Netzwerke im Land ausgebaut. Im Vergleich zu den Nachbarländern erreicht Iran eine hohe Konnektivität innerhalb seiner Landesgrenzen und will so dem nationalen Netz Stabilität geben.

Staatlich geförderte Anwendungen wie der Messenger Soroush und die Super-App Rubika sollen globale Plattformen ersetzen. Rubika ist über ein Geflecht staatsnaher Firmen mit einem durch die Revolutionsgarden kontrollierten Konsortium verbunden. Das chinesische Vorbild WeChat lässt grüßen. 2021 tauchten plötzlich auf Rubikas Instagram-Klon die Profile prominenter iranischer Sportler, Schauspieler und Influencer auf. Die Originalprofile waren zuvor ohne deren Wissen bei Instagram gelöscht worden.

Werkzeuge der Repression

Im November 2019 zeigte das Regime erstmals, dass es mittlerweile totale Kontrolle über die Infrastruktur hat. Aus Wut über die drastische Erhöhung der Benzinpreise gingen Menschen im ganzen Land auf die Straße. Die Proteste wendeten sich schnell gegen auch gegen die Regime-Elite hinter Revolutionsführer Ali Khamenei. Die Reaktion folgte prompt: Innerhalb eines Nachmittags schalteten alle großen Internetprovider ihre Netzwerke ab. Fünf



Bild: dpa

Trotz staatlicher Kommunikationsblockaden dauern die Proteste in Teheran und vielen anderen Städten des Landes an.

Tage lang war Iran von der Welt abgeschnitten. Für die in London ansässige Organisation Netblocks, die weltweit Internetsperren dokumentiert, war diese Blockade aufgrund des Ausmaßes und der technischen Komplexität der bislang schwerwiegendste Shutdown ihrer Messungen.

Erst als die Provider das Land allmählich wieder ans globale Netz anschlossen, traten die Zeugnisse der staatlichen Gewalt zutage. Amnesty International konnte auf Basis von Handyvideos und Fotos mehr als dreihundert Männer, Frauen und Kinder identifizieren, die während der Proteste von Regimekräften getötet wurden. Schätzungen zufolge liegt die tatsächliche Zahl aber bei bis zu 1500 Todesopfern.

Als im September 2022 die Proteste über den Tod von Jina Amini ausbrachen, hatte das Regime also bereits Erfahrungen gesammelt. Schnell ordnete der Nationale Sicherheitsrat die Blockade von WhatsApp und Instagram an, den letzten noch zugänglichen internationalen Plattformen. Selbst Onlinespiele mit Chat-Funktion wurden gesperrt, um Regimekritikern keine Nischen zu bieten. Ein landesweiter Shutdown aber blieb bislang aus, weil die Regierung wirtschaftliche Schäden fürchtet. Stattdessen arbeitet man mit zeitlich und regional begrenzten Sperrungen.

Ein vom Open Observatory of Network Interference (OONI) und Partnerorganisationen veröffentlichter Report

dokumentiert für die ersten Wochen der Proteste „digitale Ausgangssperren“: Von Nachmittag bis Mitternacht unterbrachen die drei größten Mobilfunkanbieter ihre Dienste. Die Nutzer verloren die Verbindung zum mobilen Datenverkehr, der für viele Iraner der einzige Zugang zum Internet ist. Dies sollte die Kommunikation der Protestler auf den Straßen erschweren.

Das Regime nutzt Deep Packet Inspection, um VPN-Verbindungen in den Datenströmen zu erkennen und zu blockieren. Auch drosselt es die Geschwindigkeit der Datenübertragung. Dadurch können Aktivisten kaum noch Fotos und Videos versenden. „Das ist wie ein Wasserhahn, aus dem nur noch ein paar Tropfen kommen. Man kann zwar behaupten, dass es einen Wasseranschluss gibt, aber in Wirklichkeit nützt der Hahn niemandem etwas“, umschreibt Amin Sabeti vom CERTFA diese Situation.

Am stärksten von der Zensur betroffen sind die Provinzen Kurdistan und Belutschistan, wo das Regime ungleich härter gegen die protestierende Bevölkerung vorgeht. Die von ethnischen und religiösen Minderheiten bewohnten Regionen werden seit jeher stark vom Staat diskriminiert. In den kurdischen Städten seien die Verbindungen oft tagelang unterbrochen, berichtet Kaveh Ghoreishi, ein kurdisch-iranischer Journalist, der in Berlin lebt: „Mitunter nutzen Aktivisten SIM-Karten aus den benachbarten kurdischen Provinzen im Irak, um die Internetzensur

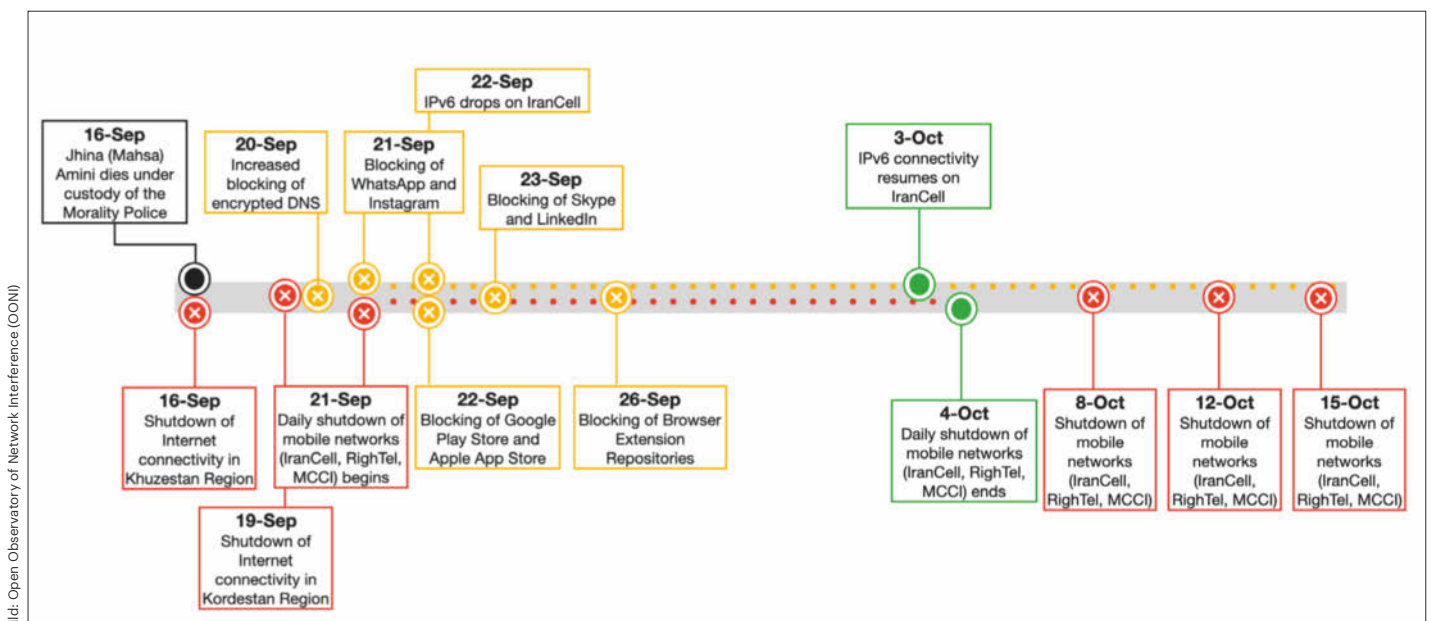
zu umgehen. Aber diese Verbindungen werden von der iranischen Regierung mit Störsendern unterbrochen.“

Das Onlinemagazin The Intercept berichtete im Oktober auf Basis geleakter Dokumente von einem Überwachungsprogramm, das der iranischen Regierung umfassende Kontrolle über den Mobilfunk gibt. Das System könne Verbindungen ausspähen, manipulieren und gezielt unterbrechen. Zudem erlaube es den Behörden, Nutzer aus den schnelleren 3G- und 4G-Netzen zu veralteten 2G-Verbindungen zu zwingen. Dort sind viele Funktionen heutiger Smartphones nicht nutzbar und Daten lassen sich leichter abschnorchen.

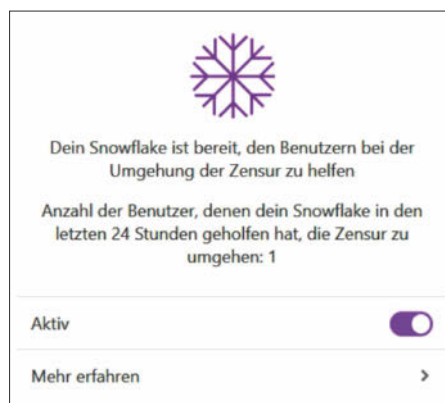
Inwieweit Iran für dieses Programm Unterstützung aus dem Ausland erhalten hat, ist nach einer ersten Auswertung der Dokumente noch nicht klar. Kooperationen im IT-Bereich bestehen mit Russland und China. Vor allem China hilft mit Technologie und Know-how bei Internetzensur und digitaler Überwachung. Die chinesische Firma Tiandy hat Iran kürzlich ein Kamerasystem mit Gesichtserkennungssoftware verkauft, das die Aufgaben der Sittenpolizei bei der Durchsetzung der Kleidungs Vorschriften übernehmen könnte.

Kampf um Aufmerksamkeit

Nach der bitteren Erfahrung vom November 2019 wissen iranische Aktivisten, wie wichtig es ist, das weltweite Interesse an ihrem Widerstand aufrechtzuerhalten.



Das Open Observatory of Network Interference (OONI) hat staatliche Netzeingriffe in den ersten vier Wochen des Protests zusammengetragen.



Mit dem Browser-Add-on Snowflake stellt man einen Proxy ins Tor-Netz bereit und kann live verfolgen, ob er genutzt wird.

Gelingt es der Regierung, eine totale Kommunikationssperre durchzusetzen und den Kontakt zur internationalen Öffentlichkeit zu unterbrechen, können die Revolutionsgarden noch hemmungsloser gegen die Bevölkerung vorgehen. Unter hohem Risiko nehmen deshalb Aktivisten noch immer Videos auf und schicken sie außer Landes.

Die Übernahme von Twitter durch Elon Musk im Oktober traf die iranische Protestbewegung daher zum falschen Zeitpunkt. Über Twitter können Nachrichten aus Iran unmittelbar internationale Journalisten und Politiker erreichen. Nichtregierungsorganisationen nutzen das auf der Plattform verbreitete Videomaterial zur Dokumentation von Menschenrechtsvergehen. Während westliche Nutzer – auch viele Medienschaffende – in den ersten Tagen nach Musks Übernahme in Scharen zu alternativen Angeboten wie Mastodon wechselten, bleibt iranischen Journalisten und Aktivisten dieser Ausweg versperrt, wollen sie wertvolle Reichweite behalten.

Mahsa Alimardani von der britischen Nichtregierungsorganisation (NGO) Article 19 weist auf neue Sicherheitslücken hin, die durch den Verkauf von Twitter entstehen. Die für Menschenrechte und Sicherheit zuständigen Teams der Plattform hätten aufgrund jahrelanger Bemühungen von NGOs Erfahrung beim Umgang mit Nutzern aus autoritären Ländern gesammelt: „Wann immer eine Aktivistin verhaftet wurde, haben diese Teams schnell deren Accounts gesichert.“ Das sei wichtig, um den Missbrauch der Konten zu verhindern und kritische Daten zu

schützen. Viele dieser Mitarbeiter sind nun von Musk entlassen worden. „Die privaten Admins bei Mastodon wissen gar nicht, wie man solche Risikogruppen schützen muss“, erklärt Alimardani.

Nur wenige Tage nach Ausbruch der Proteste tat die US-Regierung endlich das, was Internetaktivisten schon seit Jahren gefordert hatten: Washington lockerte die Sanktionen, die Iranern die Angebote US-amerikanischer Technologiekonzerne verwehrt hatten. Mit dem üblichen Aplomb kündigte Elon Musk sofort an, seinen Satelliten-Internetdienst Starlink für Iran freizuschalten. Tatsächlich sind mittlerweile einige Empfangsgeräte ins Land gelangt. Diese bergen jedoch auch Risiken, da die Sicherheitsdienste deren Nutzer möglicherweise lokalisieren können.

Hilfe erwünscht


Weitaus hilfreicher wäre es, leistungsstarke VPNs bereitzustellen, da sich viele Internetaktivisten einig. Anwendungen wie Psiphon und Tor verzeichnen in den letzten Monaten steigende Nutzerzahlen in Iran. Beide tunneln den Datenverkehr über ein Netzwerk von Computern und helfen so, Blockaden zu umgehen und die Anonymität im Netz zu bewahren [1]. Das Tor-Projekt bietet die Browser-Erweiterung Snowflake an, einen Proxy, mit dem

auch Nutzer in Deutschland über ihren heimischen Computer Menschen aus Iran schnell Zugang zum Tor-Netzwerk geben können.

Der Leiter der Community-Arbeit bei Tor, Gustavo Gus, berichtet, dass nach anfänglichem großen Erfolg Snowflake im Oktober plötzlich für iranische Nutzer des Tor-Proxys Orbot blockiert war. Mit Orbot lassen sich die Apps auf Android-Smartphones über Tor schützen. Es habe zwei Wochen gedauert, bis man eine Lösung entwickeln konnte: „Unter den Bedingungen von Zensur und Überwachung ist es sehr schwer, mit Nutzern in Iran zu kommunizieren. Wir brauchen immer Feedback von Leuten, die unsere Anpassungen testen. Viele Kanäle aber sind blockiert.“

Die große Nachfrage aus Iran habe das Team an den Rand seiner Kräfte gebracht. „Es ist, als ob man in einer Küche arbeitet, auf einmal kommen viel mehr Gäste und wollen Essen“, erzählt Gustavo. Tor bräuchte mehr Freiwillige, die auf ihren Servern einen eigenständigen Proxy für Snowflake installieren, der mehr Bandbreite bietet als Privatzugänge, und die Kapazität des Netzwerks erhöht.

Stefan Leibfarth, der für den Chaos Computer Club in Stuttgart einen Exit-Node für Tor betreibt, betont, dass Freiwillige in Deutschland einen wesentlichen Anteil der benötigten Server und Bandbreite für den gesamten Service stellen. Dieses Engagement sei meist rein ehrenamtlich. „Dafür wünschen wir uns mehr öffentliche Aufmerksamkeit und Anerkennung“, sagt Leibfarth. Eine direkte staatliche Finanzierung sieht er skeptisch, hält aber eine breite Förderung durch verschiedene Geldgeber für wünschenswert.

Um das iranische System der Überwachung und Internetkontrolle zu schwächen, müssten letztlich alle Unternehmen, die in irgendeiner Form darin involviert sind, Konsequenzen spüren, denkt der frühere Start-up-Pionier Arash Zad. Ob dies tatsächlich geschieht, ist derzeit ungewiss, denn noch sind die Folgen der Protestbewegung für das Regime und die Gesellschaft Irans nicht abzusehen. (hob@ct.de) 



Journalistinnen wie Gilda Sahebi retweeten Informationen aus Iran und steigern damit die Aufmerksamkeit für die Protestbewegung.

Literatur

- [1] Ronald Eikenberg, Freies Internet für freie Bürger, Wie Surfer Netzsperrungen und Zensur umgehen, c't 8/2022, S. 14

Erwähnte Dokumentationen: ct.de/y6ep



B1 Consulting Managed Service & Support

individuell – umfassend – kundenorientiert

Neue oder bestehende Systemlandschaften stellen hohe Anforderungen an Ihr IT-Personal. Mit einem individuellen Support- und Betriebsvertrag von B1 Systems ergänzen Sie Ihr Team um die Erfahrung und das Wissen unserer über 150 festangestellten Linux- und Open-Source-Experten.

Unsere Kernthemen:

Linux Server & Desktop · Private Cloud (OpenStack & Ceph) · Public Cloud (AWS, Azure, OTC & GCP) · Container (Docker, Kubernetes, Red Hat OpenShift & Rancher) · Monitoring (Icinga, Nagios & ELK) · Patch Management · Automatisierung (Ansible, Salt, Puppet & Chef) · Videokonferenzen

Unser in Deutschland ansässiges Support- und Betriebsteam ist immer für Sie da – mit qualifizierten Reaktionszeiten ab 10 Minuten und Supportzeiten von 8x5 bis 24x7!



B1 Systems GmbH - Ihr Linux-Partner

Linux/Open Source Consulting, Training, Managed Service & Support

ROCKOLDING · KÖLN · BERLIN · DRESDEN · JENA

www.b1-systems.de · info@b1-systems.de

© Copyright by Heise Medien.

Bolsonaros verheerendes Erbe

Brasilien: Lula weckt Hoffnung auf mehr Pressefreiheit

Am 1. Januar löst Luiz Inácio Lula da Silva den bisherigen Präsidenten Jair Bolsonaro in Brasilien ab. Dessen Regierung hatte die Arbeit von Journalisten in und außerhalb des Internets mit Gewalt, Hetze und Desinformation bekämpft. Ein Überblick von Reporter ohne Grenzen zeigt, wie groß die Herausforderungen für Lula sind, die Pressefreiheit in Brasilien zu verbessern.

Von Juliane Matthey

Nach vier Jahren Amtszeit hat die Regierung des rechtsextremen Präsidenten Jair Bolsonaro nicht nur im Regenwald ein Bild der Verwüstung hinterlassen. Auch die Pressefreiheit geriet unter Beschuss: Kritische Journalisten wurden mit orchestrierten Hetzkampagnen gedemütigt und stigmatisiert. Diese Attacken gingen sowohl von Bolsonaro selbst und seinem engsten Umfeld als auch von seiner Anhängerschaft aus.

Behörden verweigerten Journalisten Informationen und die Regierung missbrauchte den öffentlich-rechtlichen Rundfunk zu Propagandazwecken. Auf der Rangliste der Pressefreiheit von Reporter ohne Grenzen rutschte Brasilien seit 2018 von Platz 102 auf Platz 110 von 180 Staaten ab.

Besonders zugenommen hat unter Bolsonaro die Onlinehetze gegen Medienschaffende – vor allem gegen Frauen. Der prominenteste Fall ist der der Journalistin Patricia Campos Mello. Sie hatte im Wahlkampf 2018 aufgedeckt, dass Geschäftsleute eine Desinformationskampagne via WhatsApp für Bolsonaro finanziert hatten. Bei der späteren Untersuchung bezeichnete das oberste Wahlgericht Brasiliens die Kampagne als „ein illegales Schema zur Verbreitung von Falschnachrichten“. Als ein Parlamentsausschuss diese Vor-

würfe im Februar 2020 aufarbeitete, verbreiteten Bolsonaro, sein Sohn Eduardo und weitere Politiker die Behauptung, Campos Mello habe ihre Informationen für sexuelle Gefälligkeiten erhalten.

Dies trat eine Cybermobbing-Welle von sexualisierten, frauenverachtenden Beleidigungen und Drohungen gegen Campos Mello los, die so weit ging, dass die Journalistin einen Leibwächter brauchte und sich später entschied, nicht mehr von Pro-Bolsonaro-Demonstrationen zu berichten. Zahlreiche andere Journalistinnen fühlen sich ständig bedroht, einige schlossen ihre Social-Media-Accounts. Zum Welttag gegen Internetzensur setzte Reporter ohne Grenzen Bolsonaro und sein von der Nichtregierungsorganisation titulierte „Hasskabinett“ am 12. März 2020 auf seine Liste der weltweiten „Feinde des Internets“.

Hetzkampagnen online

Im Präsidentschaftswahlkampf 2022 nahm die Intensität der Aggression weiter zu. Allein im ersten Monat des offiziellen Wahlkampfs ab Mitte August zählte Reporter ohne Grenzen 2,8 Millionen Posts mit anstößigen oder aggressiven, gegen Journalisten gerichteten Inhalten. Besonders viele griffen weibliche Medienschaffende an, allen voran die Fernsehmodera-

torin und Kolumnistin Vera Magalhães mit knapp 27.000 Hassmeldungen.

Die Desinformation in sozialen Medien hat in Brasilien unter Bolsonaro einen überwältigenden Einfluss auf die öffentliche Debatte gewonnen. Dies begann schon im Wahlkampf 2018 mit der erwähnten illegalen Desinformationskampagne über WhatsApp – der wichtigsten Nachrichtenquelle für viele Brasilianer. Ähnlich wie Donald Trump in den USA verbreitete Bolsonaro seine Version der Wahrheit lieber über Social Media, anstatt den unbequemerem Umweg über die klassischen Medien zu gehen.

Die US-amerikanischen Betreiber der großen sozialen Netzwerke setzten dem wenig entgegen: YouTube löschte etwa im September 2021 insgesamt 15 Videos von Bolsonaros Kanal – aufgrund von Falschinformationen zur Pandemie. Twitter und Facebook mussten im Juli 2020 mit einem Urteil des Obersten Gerichtshofs Brasiliens zur Sperrung von 16 Konten hochrangiger Bolsonaro-Anhänger wegen „andauernder Verbreitung von Fake News“ gezwungen werden.

Die Hetzkampagnen im Cyberspace hatten Folgen in der Realität: Physische Gewalt bis hin zu Morden an Journalisten sind in Brasilien zwar kein neues Phänomen; die Zahlen stiegen unter Bolsonaros



Während einer Präsidentschaftsdebatte des Fernsehsenders Bandeirantes las der spätere Wahlsieger Lula (links) im Wahlkampf dem inzwischen abgelösten Bolsonaro die Leviten.

Präsidentschaft jedoch rapide an. Laut der Journalistengewerkschaft Abraji erhöhte sich die Zahl der „schweren Fälle“ – also körperliche Angriffe, Einschüchterung, Drohungen und Beschlagnahme oder Zerstörung von Ausrüstung – vom 1. Januar bis 17. November 2022 gegenüber dem Vorjahreszeitraum um 89 Prozent auf 153.

Bolsonaro kritisierte keinen dieser Fälle. Als im Juni der Journalist Dom Philips und sein Begleiter Bruno Pereira bei ihrer Recherche zur Abholzung und zum Landraub im Amazonasgebiet ermordet wurden, gab Bolsonaro den Opfern selbst die Schuld. Ihre investigative Recherche im Regenwald sei ein „Abenteuer, das man niemandem empfehlen kann“.

Akten unter Verschluss

Aufgrund der hohen Konzentration privater Medienunternehmen – zehn Konglomerate im Besitz von zehn Familien mit großer Nähe zu Politik und Kirchen teilen quasi den gesamten Medienmarkt unter sich auf – spielt der öffentlich-rechtliche Rundfunk eine umso wichtigere Rolle in Brasilien. Unter Bolsonaro wandelte er sich aber immer weiter zu einem Propagandawerkzeug der Regierung.

So beschwerten sich Mitarbeiter, sie dürften die brasilianische Militärdiktatur von 1964 bis 1985 nicht mehr als solche benennen, allenfalls der Begriff „Militärregime“ war erlaubt. Oppositionspolitiker bekamen kaum noch Sendezeit. Dies galt sowohl im jüngsten Präsidentschaftswahlkampf für den Herausforderer Luiz Inácio Lula da Silva als auch für den Gouverneur von São Paulo, João Doria, in der Frühphase der Corona-Pandemie. Er hatte Bolsonaro für dessen Pandemiemanagement kritisiert und eigenhändig die ersten Impfdosen aus China importiert.

Zugleich erschwerte Bolsonaro Journalisten den Zugang zu sonst öffentlichen Informationen. Per Dekret verfügte er, dass verschiedene Dokumente mit kompromittierenden Details über ihn, seine Familie und seinen Umgang mit der Corona-Pandemie für hundert Jahre unter Verschluss bleiben sollen. Die für geheim erklärten Informationen reichen von seinem persönlichen Impfstatus bis hin zur informellen Einbeziehung seiner Söhne in die katastrophale Coronapolitik des Landes.

Die Pandemie kostete in Brasilien fast 700.000 Menschen das Leben. Weil es unmöglich war, verlässliche Informationen von der Regierung zu bekommen,



Bild: Silvia Izquierdo/AP/dpa

Der Journalist Dom Philips (links) und der Indigena-Experte Bruno Pereira wurden 2022 bei Recherchen im Amazonas ermordet. Im Wahlkampf forderten Anhänger des später gewählten Präsidenten Lula „Gerechtigkeit für Dom und Bruno“.

schlossen sich mehrere Medienunternehmen im Sommer 2020 zusammen, um belastbare Zahlen zu Infektionen und Todesfällen zu ermitteln.

Die Wahrheit gewinnt

Öffentliche Gegeninformation war unter diesen Bedingungen schwierig zu organisieren. Reporter ohne Grenzen antwortete mit der Kampagne „The Truth Wins“. Dazu nutzte die Organisation die Gewinnzahlen der nationalen Lotterien in Brasilien, aber auch in Russland und der Türkei, als Zugangscodes für unabhängige Nachrichten: Wenn Nutzer auf Twitter nach den jeweils aktuellen Gewinnzahlen suchten, landeten sie auf den Konten der Kampagne und bekamen kritische Meldungen sowie Artikel von Medienschaffenden zu lesen, die zur Zielscheibe ihrer Regierungen geworden waren.

Mit Unterstützung prominenter Journalistinnen wie Patricia Campos Mello erreichte die brasilianische Kampagne mehr als 600.000 Follower. Reporter ohne Grenzen hätte sich in dem mit 214 Millionen Einwohnern bevölkerungsreichsten Land Lateinamerikas größeren Zuspruch gewünscht, konnte durch die inzwischen beendete Twitter-Kampagne aber immerhin die öffentliche Debatte um Themen wie Onlinehetze und Desinformation verbreitern.

Herausforderungen für Lula

Mit Beginn seiner neuen Amtszeit warten also große Herausforderungen auf Präsi-

dent Lula. Aus Sicht von Reporter ohne Grenzen muss seine Regierung einen Kommunikationsstil reaktivieren, der die unabdingbare Rolle kritischer Medien in einer Demokratie würdigt und sie nicht als Staatsfeinde stigmatisiert. Dies hätte viel mehr als nur symbolische Bedeutung: Eine Verurteilung von Gewalt gegen Journalisten – egal ob physischer oder verbaler Natur, im Alltag oder in den sozialen Medien – kann zu einem Abbau der Aggressivität und Verrohung in der Gesellschaft beitragen.

Zweitens muss Lula die Autonomie und redaktionelle Unabhängigkeit des öffentlich-rechtlichen Rundfunks wiederherstellen und die Zugangsbeschränkungen zu Dokumenten und Informationen aufheben. Die schwierigste Aufgabe wird jedoch der Kampf gegen Hetzkampagnen und Desinformation in den sozialen Medien. Sie werden mit Bolsonaros Abtritt nicht verschwinden. Zu befürchten ist, dass sie auf hohem Niveau verharren oder sogar zunehmen.

Eine wichtige Maßnahme dagegen wäre eine demokratisch legitimierte Regulierung von Inhalten auf Onlineplattformen. Die Bolsonaro-Regierung hatte bereits einen Gesetzesentwurf verfasst, der eine solche Regulierung der Onlineplattformen verhindern sollte. Mit Lulas Wahlsieg ist dieses Gesetz nun immerhin gestoppt. Die Regierung muss sich nun ein neues Gesetz überlegen, das die Betreiber der Onlineplattformen stärker in die Pflicht nimmt. (hag@ct.de) **ct**

Digitalgipfel: Ran an die Daten

Anfang Dezember fand der erste Digitalgipfel unter der Ägide der Ampel statt. Dort spielte vor allem das Motto „Daten – gemeinsam digitale Werte schöpfen“ eine Rolle. Konkrete Ideen, wie das funktionieren soll, konnte die Regierung aber nicht präsentieren.

Der Bundesminister für Digitales und Verkehr Volker Wissing (FDP) war nicht der einzige Redner, der „eine Datenkultur, an der alle mitwirken“ anstrebt. Das „Recht auf Datensouveränität“ müsse aber gewahrt bleiben, forderte Wirtschaftsminister Robert Habeck von den Grünen. Einen regulatorischen Rahmen, der aufzeigt, wie das funktionieren soll, konnte die Bundesregierung allerdings nicht vorstellen. Eigentlich wollte sie auf dem Gipfel ihre neue Datenstrategie präsentieren. Doch das Papier ist noch nicht fertig.

Daher wurde das sogenannte Dateninstitut in den Fokus gerückt. Es soll die Datenverfügbarkeit und -standardisierung vorantreiben sowie Treuhändermodelle und Lizenzen etablieren. Welche Bereiche des Datenteils das Institut konkret voran-

treiben und dabei Hilfestellung leisten soll, ist aber noch unklar. Die Gründungskommission schlägt in ihrem Initialbericht vor, die Aufgaben und Arbeitsweise des Dateninstituts auf der Basis von konkreten Anwendungsfällen zu entwickeln. Für den Aufbau und die Arbeit des Dateninstituts sollen von 2023 bis 2025 jährlich 10 Millionen Euro zur Verfügung stehen, die das Parlament aber noch freigeben muss.

Nachdem drei Wochen vor der Veranstaltung bekannt wurde, dass Vertreter

zivilgesellschaftlicher Organisationen überhaupt nicht eingeladen waren, erhielten diverse Akteure doch noch eine Einladung – aber nur als Besucher, nicht, um auf den Bühnen mitzudiskutieren. Christian Humborg, Vorstand von Wikimedia Deutschland, kritisierte daher: „Viel zu oft stehen wirtschaftliche Interessen im Vordergrund“. Und für Markus Beckedahl von netzpolitik.org ist der Digitalgipfel schlicht „nicht mehr zeitgemäß und sollte nicht weitergeführt werden“. (jo@ct.de)



Bild: Kay Nietfeld/dpa

Die beiden Bundesminister Volker Wissing (Digitales, rechts) und Robert Habeck (Wirtschaft) wollen die Datenwirtschaft stärken – konkrete Pläne dafür konnten sie aber nicht präsentieren.

Twitter unter Kostendruck

Das **Chaos bei Twitter** nach der Übernahme durch Elon Musk scheint unverändert anzuhalten. Das legt ein Bericht der New York Times nahe. Musk versuche mit Hochdruck die Kosten zu senken. So habe Twitter seit Wochen keine Miete für die Zentrale in San Francisco und Büros auf der ganzen Welt bezahlt. Intern sei diskutiert worden, welche Folgen es haben würde, sollten den Tausenden entlassenen

Angestellten die fälligen Abfindungen nicht bezahlt werden. Auch entlasse Musk weiterhin Personal.

Der wieder eingeführte Abodienst Twitter Blue soll frisches Geld in die Kassen spülen. Für acht beziehungsweise elf US-Dollar im Monat gibt es den blauen Haken neben dem Profilnamen. Twitter-Blue-Nutzer bekommen zudem 50 Prozent weniger Werbung zu sehen. (jo@ct.de)



Der Abodienst Twitter Blue mit einem blauen Haken neben dem Profilnamen (beziehungsweise einem goldenen Haken für Business-Accounts) soll Geld in die Kasse spülen.

Krankmeldungen jetzt digital

Ab dem 1. Januar sind Arbeitgeber dazu verpflichtet, die **elektronische Arbeitsunfähigkeitsbescheinigung (eAU)** der Arbeitnehmer digital abzurufen. Gesetzlich versicherte Erkrankte müssen die Arbeitsunfähigkeitsbescheinigung nicht mehr an ihre Krankenkasse und ihren Arbeitgeber weiterleiten. Das erledigt die Praxis, die die Bescheinigung Ende-zu-Ende-verschlüsselt mit dem KIM-Dienst (Kommunikation im Medizinwesen) über die Telematikinfrastruktur – die zum Austausch von Patientendaten gedacht ist – an die Krankenkasse schickt.

Die Erkrankten müssen ihren Arbeitgeber allerdings weiterhin über die Erkrankung informieren. Ist der Arbeitgeber über die Krankschreibung informiert, stellt er bei gesetzlich Versicherten digital eine Anfrage zum Abruf der eAU bei der Krankenkasse. Für privat Versicherte hingegen ändert sich nichts. (jo@ct.de)

Superschneller DDR5-Serverspeicher

SK Hynix kündigt Speichermodule mit Multiplexer Combined Ranks (MCR) an, die 66 Prozent höhere Datentransferraten erreichen als solche der Geschwindigkeitsklasse DDR5-4800.

Server für High Performance Computing (HPC) benötigen Arbeitsspeicher mit möglichst hoher Datentransferrate. DDR5-RAM der Klasse DDR5-4800 liefert immerhin schon 50 Prozent mehr Durchsatz als bisher gängiges DDR4-3200-RAM. Neue CPU-Serien wie der AMD Epyc 9004 steigern die Transferaten durch mehr RAM-Kanäle (zwölf statt acht beim Epyc 7003), riesige L3-Caches oder im Gehäuse integriertes High Bandwidth Memory (HBM, Xeon Max).



Bild: SK Hynix

DDR5-Speichermodule mit Multiplexer Combined Ranks (MCR) sollen Daten mit bis zu 64 GByte/s übertragen. Mit welchen kommenden Prozessoren sie funktionieren, ist noch offen.

Einen anderen Weg schlägt SK Hynix gemeinsam mit Intel und Renesas ein: Multiplexer-Combined-Ranks-(MCR-)DIMMs. Der bei Registered DIMMs (RDIMMs) ohnehin vorhandene Pufferchip (Buffer) arbeitet dabei anders: Er steuert je zwei Ranks des MCR-DIMMs parallel an und überträgt deren Daten-signale schnell nacheinander über den Speicherbus. Ein MCR-RDIMM mit zwei Ranks aus DDR5-4800-Chips arbeitet laut SK Hynix dadurch wie ein DDR5-8000-Modul und liefert statt 38,4 bis zu 64 Gigabyte pro Sekunde, was einer Steigerung von rund 66 Prozent entspricht.

Das gelingt allerdings nur, wenn auch der Speichercontroller im jeweiligen Prozessor MCR-tauglich ist und das BIOS die logischen RAM-Adressen passend verteilt. Denn bei unmittelbar aufeinanderfolgenden Zugriffen auf denselben Rank kann ein MCR-RDIMM nicht schneller sein als ein normales RDIMM. Welche Prozessoren MCR beherrschen, verrät SK Hynix nicht, aber es dürften kommende Xeons für den HPC-Einsatz sein.

Als Rank eines DIMMs bezeichnet man eine Gruppe von SDRAM-Chips, die zusammen 64 Nutzdatenleitungen bedienen, plus die für Error Correction Code (ECC) nötigen Chips. (ciw@ct.de)

Kurz & knapp

Kioxia hat eine weitere Serie von **Server-SSDs in EDSFF-Bauform** vorgestellt. Die XD7P ist im E1.S-Format erhältlich, sie unterstützt PCIe 4.0 und die neue Version 2.0 der NVMe-Spezifikation. Die maximale Kapazität beträgt 7,68 TByte, die SSDs sollen pro Tag eine Schreibleistung verkraften, die ihrer Gesamtkapazität entspricht (1 Drive Write Per Day, DWPD). Die XD7P soll sich an die Datacenter-NVMe-SSD-Spezifikation des Open Compute Projects (OCP) halten, bei entsprechender Kundenanfrage will Kioxia die SSD mit der schnelleren PCIe-5.0-Schnittstelle aufrüsten.

TDK, ein Hersteller von Magnetscheiben für Festplatten, hat vom philippinischen Staat eine Subvention von rund 4,2 Millionen Euro zur Erweiterung seines dortigen Werkes erhalten. TDK will eine **Produktionslinie für MAMR-Platter** aufbauen, die wahrscheinlich ausschließlich beim Festplattenhersteller Toshiba zum Einsatz kommen. Toshiba setzt für Kapazitäten ab 30 TByte auf eine Technik namens MAS-MAMR, welche ein neues Magnetmaterial erfordert.

Unsere Online-Workshops zum Jahresstart

CAk
Cyber Akademie

Awareness – Phishing, Social Engineering und Schadsoftware

- Aktuelle Cybergefahren leicht verständlich erklärt
- Social Engineering & Phishing aktuelle Angriffe und Szenarien
- Passwortsicherheit

24.01.2023 | 09:00–11:00 Uhr

Umsetzung und Compliance-Kontrolle DSGVO in der öffentlichen Verwaltung

- Grundlagen und Definitionen der DSGVO, BDSG
- Informations- und Dokumentationspflichten
- Auftragsverarbeitung und Umgang mit Datenschutzverletzungen

24.01.2023 | 09:00–17:00 Uhr

Incident Response – Wie reagiert man korrekt auf Sicherheitsvorfälle?

- Vorbereitende Schritte für eine nachfolgende IT-Forensik
- Analysieren und Schließen von ausgenutzten Sicherheitslücken
- Analyse des Sicherheitsvorfalls: technisch und organisatorisch

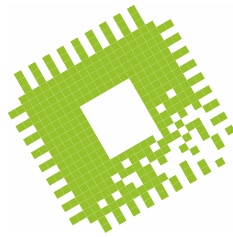
07.–08.02.2023 | 08:30–14:30 Uhr



Weitere Informationen zu diesen und anderen Seminaren unter:
www.cyber-akademie.de



Bit-Rauschen



Viele neue x86-Prozessoren, 2D-Halbleiter und weniger CEO-Boni

Auf der IT-Messe CES werden AMD und Intel zahlreiche CPU-Neuheiten verkünden, vor allem für Notebooks. Forscher arbeiten an superdünnen Schichten für künftige Chips. Intel-Chefs bekommen weniger Geld.

Von Christof Windeck

Die Spatzen pfeifen von den Dächern, dass AMD und Intel auf der Fachmesse CES in Las Vegas am 5. Januar 2023 ein CPU-Feuerwerk zünden wollen. Besonders viele neue Prozessorserien werden für Gaming-Notebooks und mobile Workstations erwartet. AMD hatte schon vor Monaten angekündigt, dass die mobile Ryzen-Familie um die Zen-4-Typen Ryzen 7040 (Phoenix) und 7045 (Dragon Range) wachsen soll. Die Intel-Planungen für mobile Raptor Lakes wie Core i-13000H und 13000HX sind bereits auf asiatischen Webseiten aufgetaucht. Auch U- und P-

Raptoren sind geplant, Google spuckt bereits Hinweise unter anderem auf Core i7-1360P, i5-1350P, i5-1340U und i5-1330U aus. Wie schon 2022 dürften Notebooks mit den neuen Prozessoren erst mit etlichen Wochen Versatz im Einzelhandel auftauchen. Am schnellsten könnte es wieder bei Gaming-Notebooks gehen, für die Nvidia auch mobile RTX-40-GPUs im CES-Gepäck haben dürfte.

In der zweiten Jahreshälfte steht bei Intel dann schon der aus Chiplets zusammengesetzte „Meteor Lake“ alias Core i-14000 oder auch i-1400U/P an. Nach Spekulationen kommt er nur in Mobilversionen für Notebooks und NUCs. Für Desktop-PCs gibt es bloß einen „Refresh“ von Raptor Lake, also leicht verbesserte Varianten. Ähnliches plant AMD für den Ryzen 7000 „Rembrandt“.

Schon früh im Jahr, vielleicht schon im Januar, wollen AMD und Intel billigere und sparsamere Versionen von Ryzen 7000 und Core i-13000 für Desktop-Rechner bringen. Von denen gibt es bisher nur teure High-End-Versionen. Von AMD erwartet man zudem Ryzen-7000-X3D-Versionen mit deutlich größerem L3-Cache, der viele PC-Spiele und einige Digital Audio Workstations (DAWs) enorm beschleunigt. Man munkelt, dass außer einem Achtkerner (Ryzen 7 7800X3D) auch Versionen mit 12 und 16 Kernen kommen, im Maximalausbau mit 192 MByte L3-Cache. Intel will mit dem 6-GHz-Heißsporn Core i9-13900KS kontern. Für Freunde unserer „optimalen PC“-Bauvorschläge aus c't 26/2022 spannender sind Varianten wie Core i5-13600 und Core i7-13700, die mehr Kerne als ihre Alder-Lake-Vorgänger haben dürften, aber den Kühlerventilator nicht überstrapazieren.

Am 10. Januar soll endlich Intels Xeon-SP Gen 4 „Sapphire Rapids“ starten, auch als „Xeon Max“ mit schnellem High Bandwidth Memory (HBM) direkt im CPU-Gehäuse eingebaut. Offenbar plant Intel auch Workstation-Varianten, nämlich Xeon W-3400 und W-2400 alias

Sapphire Rapids-112L (mit 112 PCIe-5.0-Lanes) und -64L (mit 64 Lanes). Die „Base Power“ soll schon beim Xeon W-2400 mit höchstens 24 Kernen 225 Watt betragen, beim Xeon W-3400 mit bis zu 56 Kernen angeblich 350 Watt. Kurzzeitig hatte ein Händler bereits das passende Mainboard Supermicro X13SWA-TF mit dem Chipsatz W790 im Angebot. Es soll demnach über 900 US-Dollar kosten. Mainboards für einen Epyc 9004 oder einen Ryzen Threadripper Pro 5000 liegen ebenfalls in dieser Preisklasse.

2D-Halbleitermaterialien

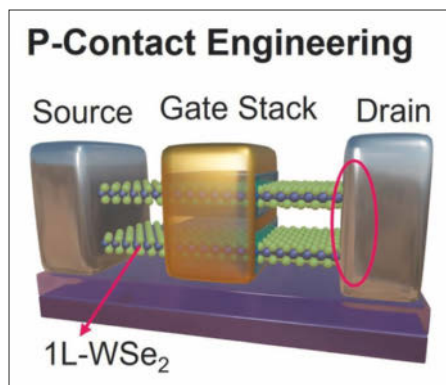
Auf Konferenzen der Halbleiterbranche werden immer häufiger sogenannte 2D-Materialien vorgestellt. Dabei geht es um ultradünne Schichten, die besondere Eigenschaften zeigen. Einige Forscher erwarten, dass sich diese Techniken eignen, die Skalierung nach der etwa 2028 bis 2030 erwarteten 1-Nanometer-Chip-generation fortzuführen. Dann erwartet Intel übrigens erste Bauelemente mit insgesamt mehr als 1 Billion Transistoren, die allerdings aus mehreren Chiplets zusammengesetzt sind. Das mag für CMOS-Logikchips viel sein, aber NAND-Flash-Speicherchips mit über 200 Funktionslagen dringen fast schon in solche Bereiche vor.

Eines der 2D-Materialien ist Molybdändisulfid (MoS_2 , auch Molybdän(IV)-sulfid genannt), das man bisher eher als Additiv für Motoröl kennt. Intel erforscht ultradünne MoS_2 -Lagen für die Fertigung künftiger Chips. Ein Team unter Beteiligung von TSMC stellte auf dem International Electron Device Meeting (IEDM) 2022 den Aufbau eines Feldeffekttransistors (p-FET) vor, bei dem einlagiges Wolframdiselenid (WSe_2) den leitenden Channel bildet.

Gelsingers Sparzwang

Im Jahr 2021 kassierte Intel-Chef Pat Gelsinger für seine Dienste noch rund 178 Millionen US-Dollar, den Löwenanteil in Form von Aktienoptionen. Allerdings hat er es nicht geschafft, Intels Aktienkurs wie eigentlich erhofft zu steigern, sondern der sank im Gegenteil deutlich. Beides führte zu Kritik und im November wurde sein Anrecht auf Optionen und Boni deutlich zusammengestrichen und an verschärfte Erfolgsziele geknüpft. Auch andere Intel-Führungskräfte sollen deutlich kleinere Brötchen backen. (ciw@ct.de)

Podcast Bit-Rauschen: ct.de/yawq



Wenige Atomlagen dünne „2D“-Materialien wie Wolframdiselenid (WSe_2) sind Hoffnungsträger von Chipentwicklern. TSMC zeigte diesen Versuchsaufbau für einen p-FET mit leitenden WSe_2 -Schichten.

DIE FRÜCHTE DEINER ARBEIT.

Cordaware **bestzero**: Verbindet Menschen mit Applikationen, nicht mit Netzwerken



bestzero®



VPN

Remote Zugriff auf lokale Ressourcen **schnell** und **einfach** bereitstellen.

Keine offenen eingehenden Ports erforderlich => **Zero-Firewall-Config.**



✓ Verfügbar für Windows, macOS, Linux und Android

Cordaware GmbH Informationslogistik +++ Fon +49 8441 8593 200 +++ info@cordaware.com +++ www.cordaware.com



Grafikkarten-Nachschlag: GeForce RTX 3060 8 GByte und RTX 3060 Ti GDDR6X

Nvidia ändert bei Spielegrafikkarten für Full-HD- und WQHD-Auflösung die Speicherausstattung, jedoch nicht nur zum Besseren.

Nvidia hat je eine neue Variante der rund zwei Jahre alten Gaming-Grafikkarten GeForce RTX 3060 und RTX 3060 Ti veröffentlicht. Die GeForce RTX 3060 Ti GDDR6X erhält, wie es die Bezeichnung bereits verrät, schnelleres GDDR6X-RAM. Im Vergleich zur bisherigen GeForce RTX 3060 Ti mit GDDR6-RAM klettert der Speicherdurchsatz von 448 auf 608 GByte pro Sekunde.

Alle weiteren technischen Daten bleiben unverändert: In der GA106-GPU rechnen 4864 Shader-Kerne, die mit 1,41 GHz (Boost: 1,67 GHz) arbeiten. Die 8 GByte Videospeicher hängen über 256 Leitungen am Grafikchip. GDDR6X-RAM verwendet eine vierstufige Pulsamplitudenmodulation (PAM4) und kann deshalb

zwei Bits pro Symbol übertragen im Unterschied zu GDDR6 mit nur zwei Stufen (PAM2) und einem Bit pro Symbol. Erste Karten mit dem schnelleren Speichertyp sind bereits im Handel, sie kosten mit 530 Euro etwa 50 bis 70 Euro mehr als die GDDR6-Varianten.

Zusätzlich zur 12-GByte-Version der GeForce RTX 3060 bietet Nvidia nun auch eine mit 8 GByte GDDR6-RAM an. Mit der Größe allein ist es aber nicht getan. Weil der GPU-Hersteller weniger Speicherkanaäle der GA106-GPU bestückt, schrumpft das Speicher-Interface von 192 auf 128 Bit und damit auch der Durchsatz von 360 auf 240 GByte/s.

Damit liegt die GeForce RTX 3060 mit 8 GByte bei der 3D-Performance deutlich näher an der langsameren GeForce RTX 3050. Die Zahl der Shader-Kerne von 3584 sowie deren Takt (1,32 GHz, Boost: 1,777 GHz) belässt Nvidia bei der abgespeckten Karte unverändert. Für die Ge-

Force RTX 3060 8 GByte verlangen die Kartenhersteller 350 bis 380 Euro, was nur unwesentlich unter dem Preis der flotteren 12-GByte-Variante (390 bis 420 Euro) liegt. (chh@ct.de)



Bild: KFA2

KFA2 rüstet die GeForce RTX 3060 Ti GDDR6X 1-Click OC Plus nicht nur mit schnellerem GDDR6X-RAM aus, sondern auch mit einem großen Kühler, der drei Steckplätze beansprucht.

Sonderheft c't Hardware-Guide

In den vergangenen Monaten sind viele attraktive PC-Komponenten erschienen. Das Sonderheft c't Hardware-Guide hilft durch mehrere Kaufberatungsartikel und zahlreiche Tests, die richtigen Teile für den Bau eines PCs auszuwählen. Als Basis können Sie unsere Bauvorschläge verwenden, um damit beispielsweise einen sparsamen Allrounder, eine leistungsstarke High-End-Maschine oder einen kompakten Gaming-PC zusammenzustellen.

In der großen Massenspeicher-Kaufberatung erfahren Sie, für welchen Einsatzzweck SSDs und Festplatten optimal taugen und wie Sie das richtige Modell auswählen. Das **Sonderheft c't Hardware-Guide** gibt außerdem Tipps

zum Aufrüsten von Rechnern mit den ersten Ryzen-Generationen. In den Tests treten AMD Ryzen 7000 und Intel Core i-13000 gegeneinander an. Zudem haben wir dazu passende Mainboards sowie SSDs, Grafikkarten und PC-Gehäuse unter die Lupe genommen.

Das Sonderheft c't Hardware-Guide gibt es auf Papier im heise Shop und im Handel für 14,90 Euro. In digitaler Form lässt es sich für 12,99 Euro über den heise Shop, direkt in unseren Android- und iOS-Apps oder bei Amazon erwerben. Das Kombiangebot aus Digital und Print kostet 19,90 Euro.

(chh@ct.de)



Kurz & knapp

Für kompakte PCs, Notebooks und mobile Spielkonsolen bietet Sabrent die **PCIe-4.0-SSD Rocket 2230** an. Dank des M.2-2230-Formats mit lediglich drei Zentimetern Länge passt sie fast überall hinein. Der Hersteller verspricht eine Transfargeschwindigkeit von bis zu 5 GByte/s. Die SSD gibt es mit 256 GByte, 512 GByte und 1 TByte Kapazität.

Der **aktive Display-Adapter CAC-1588** von Club 3D erlaubt es, Notebooks mit nur einem USB-C-Anschluss gleichzeitig zu laden und einen HDMI-Monitor daran zu betreiben. Über USB-C nimmt er bis zu 100 Watt per Power Delivery entgegen. Sofern das Notebook DisplayPort 1.4 kann, liefert der 70 Euro teure Adapter per HDMI 2.1 4K-Auflösung mit 120 Hertz oder 8K mit 60 Hertz und unterstützt HDR10+.

USB-C wird ab Dezember 2024 Pflicht

Ab 28. Dezember 2024 müssen alle neuen Mobilgeräte eine USB-C-Buchse haben. Das betrifft vor allem iPhones, vereinheitlicht aber auch generell Schnellladetechniken – und geht doch nicht weit genug.

Die Europäische Union hat das Datum festgesetzt, ab dem alle neu auf den Markt gebrachten Mobilgeräte mit Ladebuchse über USB-C laden müssen: Stichtag 28. Dezember 2024. Der Beschluss gilt für Smartphones, Tablets, Digitalkameras, Kopfhörer, Headsets, mobile Spielkonsolen, tragbare Lautsprecher, E-Reader, Tastaturen, Mäuse, tragbare Navigationssysteme und die Ladeetuis von In-Ear-Kopfhörern. Ausgenommen davon sind Geräte, die nicht kabelgebunden laden, also beispielsweise die In-Ear-Kopfhörer selbst oder nur drahtlos ladende Geräte. Erst ab April 2026 sollen USB-C-Ladebuchsen dann auch für Notebooks Pflicht werden.



USB-C ist verdrehsicher, lädt bis derzeit 100 Watt, später 240 Watt und bietet weitere Möglichkeiten.

Geräte, die mit mehr als 15 Watt (der alte USB-Standard mit 5 V, 3 A) laden, müssen dabei explizit USB Power Delivery unterstützen; proprietäre Schnellladetechniken sind zusätzlich zulässig. Bislang laden die meisten Smartphones über USB PD nur mit 20 bis 30 Watt und erreichen höhere Ladeleistungen ausschließlich mit ihrem eigenen Netzteil.

Apple als letzter großer Hersteller von Smartphones ohne USB-C hat angekündigt, sich zu fügen – die gesamte iPad-Familie hat der Konzern inzwischen auf USB-C umgestellt. Der taiwanische Analyst Ming-Chi Kuo will erfahren haben, dass schon alle Varianten des iPhone 15 USB-C bekommen, die teureren sogar Thunderbolt 3 – obwohl Apple im Herbst 2024 sogar noch ein iPhone 16 mit Lightning in der EU herausbringen dürfte. Eine zeitgemäße Ladegeschwindigkeit ist aber nicht zu erwarten, weil selbst das iPad Pro nur mit 20-Watt-Netzteil ausgeliefert wird.

Einige andere Hersteller bringen noch vereinzelt unter die Verordnung fallende Geräte mit Micro-USB-Buchse heraus, manche Kameras haben proprietäre Anschlüsse. Das letzte Mal wird das zum Weihnachtsgeschäft 2024 passieren dürfen.

Die EU will als nächstes die Erweiterung von USB Power Delivery auf 240 Watt in die Verordnung einbringen. Was noch fehlt, ist ein Standard zum drahtlosen Laden à la Qi – und eine Ausweitung der Verordnung auf akkubetriebene Haushaltsgüter, beispielsweise Rasierer, Haarschneider oder Handstaubsauger. Die Argumente dafür sind die gleichen: weniger Elektroschrott, mehr Komfort für die Anwender. (jow@ct.de)

VR-Brillen Meta Quest wieder erhältlich

Die VR-Brillen vom Facebook-Konzern Meta sind wieder im deutschen Shop gelistet. Die Meta Quest 2 kostet 450 Euro, für das neue **Topmodell Meta Quest Pro** sind 1800 Euro fällig (siehe Test in c't 25/2022, S. 114). Beide funktionieren sowohl eigenständig als auch an einen PC angeschlossen.

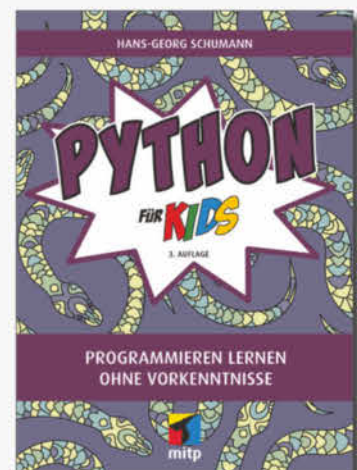
Die VR-Hardware von Meta und vom seit 2014 zu Facebook gehörenden VR-Spezialisten Oculus war wegen eines Missbrauchsverfahrens des Bundeskartellamts seit September 2020 nicht in Deutschland erhältlich. Das Kartellamt störte sich an der Account-Verknüpfung: Man brauchte einen Facebook-Account, um die

Headsets zu betreiben. Ein Verkaufsverbot sprach das Bundeskartellamt aber nicht aus, vielmehr hatte sich Meta dazu entschieden, während des Verfahrens keine VR-Brillen in Deutschland zu verkaufen.

Die Zwangsverknüpfung hatte Meta im Sommer aufgehoben, nun benötigt man ein von Facebook unabhängiges Konto. Seitdem prüfte die Behörde, ob die neue Option gesetzeskonform implementiert wurde. Ende November kündigte das Bundeskartellamt dann an, dass Meta alle Bedenken ausgeräumt habe und dass einem Verkaufsstart in Deutschland nichts im Wege stehe. (Daniel Herbig/jow@ct.de)



Auch als E-Book oder Bundle in unserem Shop erhältlich: www.mitp.de/0479



Auch als E-Book oder Bundle in unserem Shop erhältlich: www.mitp.de/0619



Auch als E-Book oder Bundle in unserem Shop erhältlich: www.mitp.de/0601

Hartes Obst

Nutzen und Grenzen von Apples Advanced Data Protection

Drei neue Maßnahmen sollen die Angriffsfläche von Apples Diensten iCloud, iMessage und Apple-ID deutlich verkleinern. Eine weitere Chance lässt Apple aber ungenutzt, obwohl die erforderliche Sicherheitstechnik schon seit Jahren vorliegt.

Von Dušan Živadinović

Alle großen Cloud-Dienste sind rund um die Uhr Angriffen ausgesetzt, weil sie enorme Mengen an Nutzerdaten enthalten, die Angreifern Geld bringen würden. So steht auch Apples iCloud ständig im Fokus böswilliger Hacker. Mitte Dezember kündigte der Konzern an, die in der iCloud gespeicherten Daten mit einer Ende-zu-Ende-Verschlüsselung abzusichern, die User-Daten auch dann schützt, wenn die iCloud geknackt werden sollte. Außerdem will Apple auch die Dienste iMessage und Apple-ID härten.

Die bisher ungeschützten iCloud-Daten soll man mittels der Option Advanced Data Protection bald ohne besondere Vorkenntnisse absichern können. Dazu gehören Backups von iPhones und iPads, iMessage-Nachrichten, Fotos, Notizen, Safari-Lesezeichen, Erinnerungen, Sprachmemos und alle auf iCloud Drive gespeicherten Daten. Die Technik setzt iOS 16.2 voraus und erscheint zunächst in den USA, ab Anfang 2023 dann in weiteren Ländern.

Für die bisher fehlende Verschlüsselung von iCloud-Backups wurde Apple schon hart kritisiert; auf staatliche Nachfrage kann der Konzern in Fällen, die er selbst als begründet einstuft, solche iCloud-Daten herausgeben. So kann aber auch ein Unrechtsregime Daten etwa von Oppositionellen verlangen.

Konzern-Chef Tim Cook hatte erstmals 2018 angekündigt, dass Apple seinen

eigenen Zugang zu den iCloud-Daten der Nutzer sperren will. Weil das jahrelang nicht passierte, spekulierten Beobachter, dass die Firma die Änderung auf Druck der US-Bundespolizei FBI nicht umgesetzt habe. Mit der Advanced Data Protection wird auch Apple keinen Schlüssel für die in den eigenen Rechenzentren gespeicherten Daten mehr haben.

Ungenutztes Potenzial

E-Mails, Kontakte und Kalender bleiben von der Advanced Data Protection aus-

genommen, obwohl sie ebenfalls vertrauenswürdige Daten enthalten. Apple begründet die Auslassung damit, dass alle drei Kategorien schwer zu schützen seien, weil sie aus heutiger Sicht auf unzureichend konzipierten Protokollen gründen. Zudem sollen die „zahlreichen Anwendungen anderer Hersteller weiterhin darauf zugreifen können“. Kurz: Nutzer sollen weiterhin beliebige Mail- oder Kalender-Apps nutzen können.

Auswege nennt Apple nicht, obwohl sie auf der Hand liegen: Kalender und Kontakte kann man selbst schützen, indem man sie im Heimnetz auf einem NAS-Server mit beispielsweise NextCloud lagert. Und wer den steinigsten Weg auf sich nimmt, kann E-Mails per SMIME oder PGP selbst Ende-zu-Ende verschlüsseln (etwa mit GPG Mail für rund 24 Euro). Da lässt Apple aber noch Potenzial liegen, denn Macs, iPhones und iPads könnten ja schon beim Anlegen eines Mail-Kontos oder auf Wunsch nachträglich zugehörige PGP- oder SMIME-Schlüssel erzeugen. Die Keys könnten dann per Advanced Data Protection geschützt in der iCloud lagern, für den Fall, dass ein Nutzer seine Keys verliert oder ein System von Grund auf neu einrichtet.

Ebenfalls ab Anfang 2023 können Nutzer ihre Apple-ID bei der Zwei-Faktor-Authentifizierung mit einem Hardware-Sicherheitsschlüssel schützen. Außerdem kündigt Apple eine Verifizierungsoption für den iMessage-Key des Gesprächspartners an. Damit könne man ab 2023 sicherstellen, dass man nur mit der richtigen Person kommuniziert und niemand mitliest. So schließt Apple zu Messengern wie Signal auf, die diese Funktion schon seit Jahren bieten. Sie dürfte auch iMessage gegen aufwendige Spionageversuche staatlich finanzierter Hacker wappnen.

FBI zutiefst besorgt

In den USA erntete Apple geteiltes Echo. Das FBI kritisiert, dass die Advanced Data Protection die Möglichkeiten der Sicherheitsbehörde einschränke, Bürger vor Angriffen und kriminellen Handlungen zu schützen. Das teilte die Behörde in einer Stellungnahme gegenüber der Washington Post mit und zeigte sich „zutiefst besorgt“. Die Electronic Frontier Foundation (EFF) wertet die Verschlüsselung als „eines der allerwichtigsten Tools zum Schutz der Privatsphäre und Sicherheit online“. (dz@ct.de) **ct**

Dokumente zu Apples Sicherheitssystemen: ct.de/y9ae



Das Mitte Dezember erschienene iOS 16.2 enthält Funktionen, um in Apples iCloud die Verschlüsselung fast sämtlicher Daten einzuschalten. In Apples europäischen Rechenzentren wird die Option ab Anfang 2023 aktiviert.

Mit dir sind wir wir.

2023 wird dein Jahr - als Teil der ROSSMANN-IT!

Forbes **2022**
**WORLD'S BEST
EMPLOYERS**

POWERED BY STATISTA

Deine Skills einbringen & die ROSSMANN-IT voran-
bringen? Starte das neue Jahr mit einer Veränderung
und werde Teil unseres Teams!

Jetzt bewerben!
jobs.rossmann.de



Microsoft kauft Faserhersteller

Der Softwarekonzern Microsoft hat die britische Firma Lumenity übernommen. Der Deal kommt unerwartet, denn Lumenity stellt Hohlkernfasern her, was erst auf den zweiten Blick in Microsofts Portfolio passt.

Microsoft hat zwar eine Hardwaresparte, ist bisher aber nicht als Hersteller von Netzwerkinfrastruktur aufgefallen. So erstaunt die jüngst erfolgte Übernahme der britischen Firma Lumenity. Doch mit Blick auf die Physik und Microsofts international vernetzte Azure-Rechenzentren ergibt das einen Sinn: In Luft läuft ein optisches Signal um knapp 50 Prozent schneller als in Glas. Deshalb ist in Hohlkernfasern (Hollow-core Fiber, HCF) die Datenlaufzeit rund ein Drittel kürzer als in herkömmlichen Glasfasern. Ein Ping (Round-Trip Time, RTT) über HCF ist damit auf einer 5000 Kilometer langen Transatlantikstrecke um satte 16 Millisekunden schneller.

HCF sind schon seit 20 Jahren bekannt. Sie zeigten im interessanten Wel-

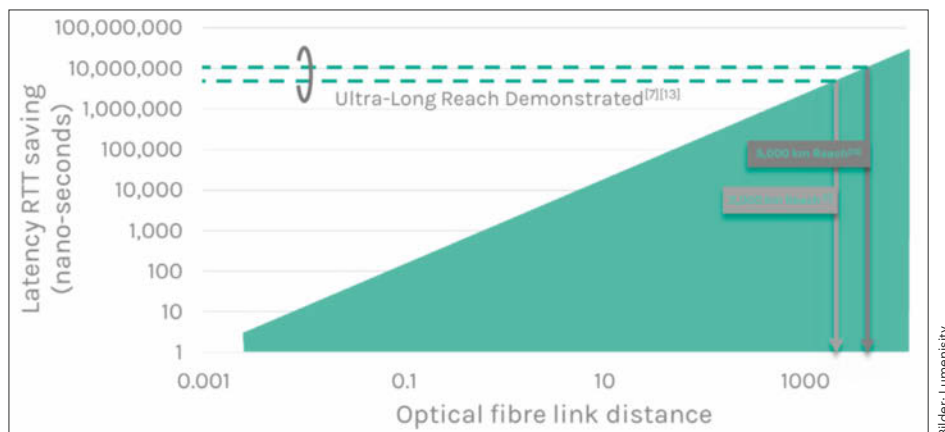
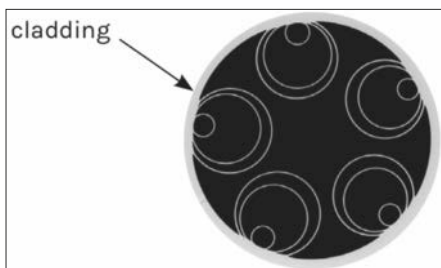
lenlängenbereich bei 1,5 Mikrometern bislang aber einen viel stärkeren Signalverlust (je nach Typ 2 dB/km bis mehrere 100 dB/km) als Fasern mit Glaskernen (typisch 0,2 dB/km). Deshalb taugten HCF bisher nicht für lange Strecken.

Lumenity hat als 2017 von der Universität Southampton ausgegründetes Unternehmen Hohlkernfasern mit einem neuen Aufbau weiterentwickelt und patentiert. Die NANF (Nested Antiresonant Nodeless Hollow-core Fiber, siehe ct.de/yyb6) getaufte Faser ist mit 0,6 dB/km zwar noch nicht ganz so verlustarm wie aktuelle Glasfasern. Sie soll im Labor aber schon ihre Tauglichkeit für Langstrecken

und Kompatibilität zu herkömmlichen optischen Transceivern für 400 und 800 Gbit/s bewiesen haben. Wichtig für den Alltagsbetrieb ist ferner, dass NANF laut Lumenity im Unterschied zur bisher gebräuchlichen HCF-Variante PBGF (Photonic Band-Gap Fiber) spleißbar ist.

Weiterentwickelte HCF-Varianten sollen im Labor schon 0,28 dB/km Dämpfung erreicht haben. Auch das dürfte Microsoft bewogen haben, Lumenity für eine nicht genannte Summe zu übernehmen und so ins Fasergeschäft einzusteigen. (ea@ct.de)

NANF-Beschreibung: ct.de/yyb6



Lumenitys NANF-Hohlkernfaser begrenzt den lichtleitenden Luftkern mit Glaskapillaren, die unerwünschte Ausbreitungsmoden unterdrücken. Luft senkt wegen seiner gegenüber Glas höheren Signalgeschwindigkeit die Latenz beim Datentransport.

Qualcomm verteilt Wi-Fi-7-Chipmuster

Einen knappen Monat nach TP-Links Ankündigung der ersten Wi-Fi-7-Router für 2023 (siehe c't 26/2022, S. 48) hat Qualcomm seine ersten beiden Wi-Fi-7-Bausteine für kleine Netze vorgestellt: Der IPQ5322 alias „Immersive Home 326 Platform“ hat laut Kurzdatenblatt vier mit 1,5 GHz getaktete ARM-Cortex-A53-Kerne und zwei Multigigabit-Ethernetports (5 und 10 Gbit/s). Er funkt in drei WLAN-Bändern (2,4, 5 und 6 GHz) über jeweils zwei MIMO-Streams mit bis zu 320 MHz Signalbreite. Das soll eine WLAN-Summendatenrate von 10,6 Gbit/s brutto ergeben.

Sein Geschwister IPQ5332 (3210 Platform) legt bei sonst gleicher Ausstattung mit einer 2+4+4-Konstellation mehrere MIMO-Streams drauf und soll 20,7 Gbit/s Summendatenrate erreichen. Wie bei solchen Chips üblich helfen eine Packet Processing Engine und eine Security Engine den ARM-Kernen, etwa beim Einsatz in WLAN-Router. Qualcomm nennt Linux (Kernel 5.4) und OpenWrt als unterstützte Betriebssysteme und liefert nach eigener Angabe bereits Muster an Geräteentwickler aus. Erste Produkte mit den Bausteinen erwartet der Chiphersteller für das zweite Halbjahr 2023. (ea@ct.de)

Kurz & knapp

Lancom Systems **SD-WAN-Gateway ISG-5000 soll bis zu 1000 Filialen per IPsec-VPN ans Unternehmensnetz binden.** Der ab 5700 Euro (UVP) erhältliche Router hat zwei SFP+-Ports für jeweils 10 Gbit/s Durchsatz sowie sechs Gigabit-Ports. Ab Werk unterstützt er bis zu 100 VPN-Tunnel, mehr gibts über kostenpflichtige Lizenzen. Auf gleichem Weg kann man ihn um eine Hotspot-Funktion, Content Filtering oder Clustering ergänzen. Zum Verwalten der VPN-Konstellation muss man den ISG-5000 in die kostenpflichtige Lancom-Management-Cloud einbinden.

Goldheizung am Brillenglas

Eine aufgedampfte Nanoschicht aus Gold verschafft Brillengläsern neue Funktionen: Sie können Wärmestrahlung absorbieren und zudem Strom leiten.

Mit einer feinen Goldbeschichtung schützt ein Forscherteam um Dimos Poulikakos und Thomas Schutzius an der ETH Zürich Brillengläser vor dem Beschlagen. Die für sichtbares Licht transparente Schicht absorbiert den größten Teil der Infrarotstrahlung aus dem Sonnenlicht. Damit heizt sich das Glas um bis zu acht Grad auf, wie die Forscher beobachteten. Zusätzlich sei es auch möglich, die Goldschicht durch einen elektrischen Stromfluss zu beheizen.

In der Herstellung dampfen die Forscher im Vakuum kleinste Goldmengen auf die Glasoberfläche auf, ein Verfahren, das die Industrie zum Beispiel in der Optik und der Mikroelektronik bereits breit einsetzt. Für ihre Neuentwicklung betten sie den Goldfilm zwischen zwei Schichten aus Titandioxid ein. Die Stärke der vollständigen Sandwich-Beschichtung beträgt gerade einmal zehn Nanometer. Bereits vor drei Jahren haben die Wissenschaftler einen Vorläufer ihrer Entwicklung vorgestellt. Ihre jüngste Goldbeschichtung ist nun deutlich dünner, transparenter und auch biegsamer. Die passive Heizwirkung könnte außer Brillen auch Autoscheiben von Kondensströpfchen befreien. (agr@ct.de)

DLR investiert in Diamant-Qubits

Im Wettlauf um die Quantencomputer der Zukunft ist die Technik der dafür benötigten elementaren Qubits noch offen [1]. Die großen US-Konzerne IBM und Google sowie das EU-Projekt OpenSuperQ setzen beispielsweise auf supraleitende Schaltkreise. Parallel dazu hat die Quantencomputing-Initiative des DLR (Deutsches Luft- und Raumfahrtzentrum) im Oktober 2022 verschiedene Projekte zu Qubits in Ionenfallen in Auftrag gegeben. Zusätzlich bestellte die DLR-Initiative Anfang Dezember bei zwei Start-ups für 57 Millionen Euro Qubits im Diamantgitter.

SaxonQ und XeedQ, beide mit Sitz in Leipzig, erzeugen **Unregelmäßigkeiten in der Gitterstruktur künstlicher Diamanten**. Im Kohlenstoffgitter bauen sie einzelne Stickstoffatome jeweils in Nachbarschaft zu einer Fehlstelle (Nitrogen-Vacancy, NV) ein. Solche im Diamantgitter verankerten NV-Zentren sind als Qubits nutzbar – und das sogar bei Raumtemperatur. Quantencomputer mit dieser Technik sollen einmal in Flugzeugen und Satelliten mitfliegen. Derzeit bauen SaxonQ und XeedQ erste Vier-Qubit-Computer. In vier Jahren sollen sie 32-Qubit-Systeme liefern, die das DLR im Innovationszentrum Ulm betreiben will. (agr@ct.de)

Literatur

- [1] Arne Grävmeyer, Wettlauf der Quantenprozessoren, IBM liegt mit 433-Qubit-Chip derzeit vor deutschen Projekten, c't 26/2022, S. 40



Bild: ETH Zürich

Ein Brillenglas mit Passivheizung beschlägt nicht so leicht wie ein herkömmliches Glas (links).

Sichern Sie Ihr gesamtes Bürogebäude mit nur EINEM System
IoT-basiert ■ Zutrittskontrolle ■ Einbruchalarmierung ■ Videoüberwachung

Sicherheitstechnik wird einfach und digital.

Jedes Unternehmen hat einen Bedarf an physischer Sicherheit. Darauf hat Kentix eine revolutionär einfache Antwort entwickelt.

Lernen Sie diese jetzt kennen – kentix.com



Tür zu!

Desinfec't spürt nun Hintertüren auf

Dank eines Updates eignen sich die beiden 2022 erschienen Desinfec't-Versionen nun noch besser für eine professionelle Malware-Jagd.

Von Dennis Schirmmacher

Besonders brenzlig wird es, wenn sich Cyberkriminelle nach erfolgreichen Attacken unbemerkt eine Hintertür auf Computern einrichten. Im privaten Bereich schieben sie dadurch oft weitere Malware wie Sniffer auf Systeme, um darüber etwa eingetippte Passwörter abzugreifen. Im geschäftlichen Umfeld nutzen Kriminelle die Hintertür in der Regel als Sprungbrett, um darüber weitere PCs zu attackieren. Das Sicherheitstool der c't-Redaktion Desinfec't hilft jetzt bei der Erkennung.

Schlupfloch entdecken

Eine Hintertür lässt sich über mehrere Wege einrichten, beispielsweise über Remote-Access-Trojaner (RAT). Haben die in Desinfec't integrierten Anti-Viren-Scanner von etwa Eset und WithSecure die

Schädlinge schon in ihren Datenbanken, kann das Sicherheitstool nach einer Aktualisierung der Signaturen der Virenscanner dem Schadcode auf die Spur kommen.

Oft nisten sich Angreifer aber über Cobalt Strike Beacons [1] dauerhaft auf Computern ein, für deren Erkennung Desinfec't bislang nicht optimiert war. Cobalt Strike ist eigentlich ein legitimes kommerzielles Tool für Pentester und Datenforscher, die damit Systeme auf Sicherheit abklopfen oder Spuren von Angreifern verfolgen. Es ist eine Art Schweizer Taschenmesser für Sicherheitsforscher. Doch Angreifer missbrauchen die darin enthaltenen Tools und richten sich damit nach erfolgreichen Attacken einen Fernzugriff auf kompromittierten Systemen ein.

Für Malware-Profis

Um bösartigen Cobalt Strike Beacons effektiver auf die Spur zu kommen, hat Google im November 2022 spezielle Erkennungsregeln veröffentlicht. Als Erkennungsmerkmal für den missbräuchlichen Einsatz nutzt Google eigenen Angaben zufolge unter anderem eine Versionserkennung. Denn in der Regel setzen Angreifer geackte Versionen von Cobalt Strike ein und diese sind in der Regel veraltet.

Die Erkennungsregeln fußen auf Yara. Dabei handelt es sich um ein quelloffenes Framework, unter anderem mit Erkennungsmustern für Trojaner. Den Open Threat Scanner (OTS) in Desinfec't kann man mit eigenen Regeln füttern, um sich so einen auf bestimmte Szenarien optimierten AV-Scanner zu erstellen [2]. Das hat 2019 beispielsweise die Uni Gießen im großen Stil gemacht, um so Tausende Rechner auf Ransomware-Befall zu untersuchen.

Ausgebauter Funktionsumfang

Da Cobalt Strike Beacons in der aktuellen Bedrohungslandschaft vergleichsweise weiter verbreitet sind, stellen wir für Desinfec't 2022 ab sofort das p5- und für Desinfec't 2022/23 das p4-Update bereit. Die Updates sollten sich bei aktiver Internetverbindung automatisch installieren. Ob das geklappt hat, erkennen Sie an der Versionsbezeichnung oben rechts auf dem Desktop im Statusfenster. Klappt die Aktualisierung nicht automatisch, müssen Sie sie mit folgenden Befehlen manuell anstoßen:

```
sudo apt-get update
sudo apt-get -y dist-upgrade
```

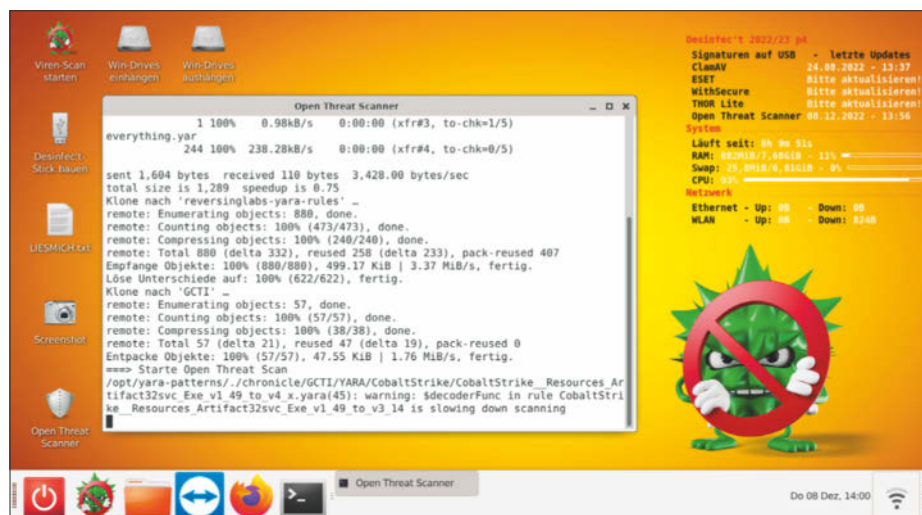
Das Update erweitert das Signatur-Update des OTS um die Google-Repositories, so dass die Erkennungsregeln bei der Aktualisierung des Scanners geladen werden. Beim Start von OTS kann dann eine Warnung erscheinen, dass damit ressourcenintensive Regeln abgearbeitet werden. Darüber hinaus erhält OTS standardmäßig Updates aus dem Repository von ReversingLabs. Deren Credo ist eine hohe Erkennungsrate und möglichst wenig Fehlalarme.

Die Schadcode-Suche über OTS richtet sich an Malware-Profis. Denn die Ergebnisse sind nur mit Erfahrung in diesem Bereich richtig zu deuten. Eins muss ebenfalls klar sein: Desinfec't ist ein Analysetool und kann infizierte Systeme nicht reparieren. Doch gerade mit OTS und dem ebenfalls integrierten Thor Lite Scanner können Profis wertvolle Erkenntnisse über kompromittierte Systeme sammeln.

(des@ct.de) 

Literatur

- [1] Jürgen Schmidt, So wird Windows angegriffen, Neue Techniken und Tools von Cybercrime und staatlichen Hackern, c't 24/2022, S. 17
- [2] Mattias Schlenker, Scannen mit eigenen Waffen, Den Open Threat Scanner von Desinfec't 2020 erweitern, c't 16/2020, S. 164



Achtung: Wie man an der CPU-Auslastung im Statusfenster sieht, kostet die Erkennung von Cobalt Strike Beacons sehr viele Ressourcen, dennoch ist sie wichtig.

Rechtssichere E-Mail-Archivierung made in Germany

Einfach. Zuverlässig. Weltweit erprobt.

MailStore Server

bietet GoBD-konforme E-Mail-Archivierung für kleine und mittelständische Unternehmen und hilft bei der Einhaltung der EU-DSGVO.



Warum E-Mail-Archivierung?

- Langfristige, manipulationssichere Aufbewahrung geschäftskritischer Kommunikation
- Ständige Verfügbarkeit und Wieder auffindbarkeit von E-Mails für alle Anwender
- Ideale Ergänzung zu einer Backup-Lösung

Ihre Vorteile

- Schutz vor Datenverlusten
- Schnelle Suche über E-Mails und Dateianhänge
- Verschlüsselte Speicherung und Compliance-Funktionen
- Nahtlose Integration in Microsoft Outlook
- Unabhängigkeit von PST-Dateien
- Regelmäßig unabhängig zertifiziert



**Kostenlose
30-Tage-
Testversion**

Mehr Informationen auf www.mailstore.com/de
oder direkt unter 02162-502990.

Konnektoren laufen länger

Gematik stimmt Laufzeitverlängerung im Gesundheitswesen per Software-Update zu

Hersteller von Hardware-Konnektoren, mit denen Praxen und Apotheken Gesundheitsdaten austauschen, sollen die Laufzeit der Sicherheitszertifikate künftig doch per Software verlängern. Trotzdem müssen allein bis Ende März 2023 über 35.000 Konnektoren getauscht werden. Ärzteverbände beziffern den Schaden auf über 70 Millionen Euro und fordern Aufklärung von den Krankenkassen.

Von Detlef Borchers

Die halbstaatliche Projektgesellschaft Gematik hat die „Laufzeitverlängerung gSMC-K“ wieder in die Spezifikation für Konnektoren im Gesundheitswesen aufgenommen. Diese Laufzeitverlängerung von Konnektoren durch ein Software-Update sei von den Herstellern „verpflichtend umzusetzen.“ Demnach müssen die Hersteller die Laufzeit der Sicherheitszertifikate nach Ablauf ihrer fünfjährigen Gültigkeit um bis zu drei Jahre verlängern. Die Zertifikate sind auf kleinen Kryptokarten (gSMC-K) gespeichert, die im Gehäuse der Konnektoren stecken.

Demnach könnten Konnektoren ohne Hardwaretausch bis Ende 2025 betrieben werden. Ab dem 1. Januar 2025 sollen die Konnektoren laut Krankenhauspflegeentlastungsgesetz (KHPfLEG) nach und nach durch digitale Identitäten (eID) ersetzt werden, mit denen sich dann Ärzte und Versicherte beim Zugriff auf die Telematische Infrastruktur (TI) ohne Spezialhardware authentifizieren. „Damit die Laufzeitverlängerung von Praxen und Krankenhäusern als eine Alternative zum Konnektortausch Akzeptanz findet, erarbeiten die Bundesmantelvertragspartner zurzeit eine neue, pauschale Finanzierungsver-

einbarung für die Anbindung an die TI“, erklärte die Gematik. Mit Verweis auf das KHPfLEG, das eine Finanzierung durch TI-Pauschalen gestattet, hofft die Gematik, dass „so Anreize für die günstigeren Alternativen zum Tauschen“ gesetzt seien. Zusätzlich sollen 2023 neue Hosting-Lösungen zur Verfügung gestellt werden, wie die Bundesregierung auf Anfrage der Linksfraktion mitteilte.


Zweckwidrige Geldverwendung

Die c't hatte über das Jahr 2022 hinweg die von der Gematik, aber auch die von der Kassenärztlichen Bundesvereinigung (KBV) beschriebene Notwendigkeit des Komplettaustauschs der Konnektor-Hardware bezweifelt. Die Maßnahme, die pro Konnektor 2300 Euro kostet, entzieht dem Gesundheitswesen Geld, das anderswo dringend gebraucht wird. Zuletzt hatte der Chaos Computer Club beschrieben und exemplarisch programmiert, wie ein Software-Update der am längsten im Einsatz befindlichen KoCo-Konnektoren der CompuGroup Medical (CGM) aussehen könnte.

Der Streit um die Laufzeitverlängerung ist mit dem Einlenken der Gematik aber noch nicht beendet. Anfang Oktober stellte die AG KZVen, ein Zusammen-

schluss der Kassenärztlichen Vereinigungen aus sieben Bundesländern, beim Spitzenverband der gesetzlichen Krankenkassen einen Antrag auf Prüfung des „Verdachts der zweckwidrigen Verwendung von GKV-Mitteln“ (siehe ct.de/yect). Die AG KZVen bezweifelt darin, dass insbesondere der Konnektorhersteller CGM die Spezifikationsvorgaben ordnungsgemäß umgesetzt hatte und dies von der Gematik bei der Zulassung der Konnektoren geprüft wurde. Dadurch müssten laut AG KZVen bis Ende März 2023 allein 35.441 Konnektoren von CGM ausgetauscht werden. Dies belaste die gesetzlichen Krankenversicherungen mit unnötigen Mehrkosten in Höhe von 72,7 Millionen Euro brutto.

Angesichts der bisherigen Probleme mit der Telematischen Infrastruktur darf man gespannt sein, ob die im KHPfLEG vorgeschriebenen und überaus ambitionierten Termine tatsächlich eingehalten werden. Bei Verschiebungen sind immerhin keine Strafzahlungen vorgesehen. Mit der Einführung der eID bis spätestens zum 1. Januar 2025 und dem damit verbundenen Start der „TI 2.0“ sollen nach und nach nicht nur alle Hardware-Konnektoren verschwinden. Ebenso können sich Versicherte dann mit ihrer eID per App authentifizieren, wenn sie ein E-Rezept einlösen oder auf ihre elektronische Patientenakte zugreifen. Aus gut informierten Kreisen war zu hören, dass die elektronischen Gesundheitskarten und Lesegeräte auf Wunsch aber weiter genutzt werden könnten.

Die Neuerungen betreffen künftig nicht nur die gesetzlich Versicherten, sondern auch Privatpatienten. Besonders weit ist die Barmer Krankenkasse mit der eID: Sie will ihre von T-Systems und Verimi entwickelte eID bereits Ende 2023 vorstellen. Bis 2025 sollen sich dann auch alle privaten Krankenkassen (PKV) wieder in der telematischen Infrastruktur des Gesundheitswesens einfinden, aus der sie sich 2010 verabschiedet hatten. (hag@ct.de) 

Spezifikationen und Anträge: ct.de/yect



Bild: Kay Nietfeld/dpa

Apps statt Karten und Konnektoren: Ab 2025 sollen sich Ärzte und Patienten per digitaler Identität im Gesundheitssystem authentifizieren.

Mit unseren Telefonen kann mehr als nur Telefonieren!

Nutzen Sie die beste Kommunikationslösung. Mit einem breit gefächerten Produktportfolio hochqualitativer IP-Lösungen möchte Snom nicht nur die besten IP-Telefone der Welt anbieten, sondern auch die Bedürfnisse der Nutzer in allen Branchen erfüllen.

+ Kommunikation

+ Fernsteuerung

+ Überwachung

+ Made in Berlin

+ Lokalisierung

+ Alarmierung

+ Hybrid



Snom D865

Gefälschte USB-Sticks jetzt auch im Einzelhandel

„Das hast du wohl bei Wish bestellt“ ist synonym für miese Produkte und sogar Fälschungen. Die fing man sich bislang bei Billiganbietern im Internet ein, doch nun erwischte es unseren Leser Roland Schramme sogar bei Markenware im Ladengeschäft.

Der USB-Stick mit nominell 16 GByte hing in einer auf den ersten Blick authentischen Verpackung im Laden. Auch sein Preis war nicht auffällig niedrig. Daheim war im Betrieb jedoch an USB-3.0-Geschwindigkeit nicht zu denken, keine 10 MByte/s flossen über den Anschluss. Vor allem aber meldete das c't-Tool H2testw den Stick als defekt. Roland Schramme machte uns auf seinen Fund aufmerksam, um auch andere c't-Leser zu warnen.

Beim fraglichen „Kingston“ Data Traveler SE9 (DTSE9) gab es bei genauerer

Betrachtung gleich mehrere Ungereimtheiten. USB 3.0 konnte wohl erst der Kingston „Data Traveler Special Edition 9 G2“ (DTSE9G2). Der Stick aus Bruneck ist auch für einen alten Stick korrekt mit „DTSE9H/16GB“ auf der Seite beschriftet. Auf der Verpackung steht aber an der rechten Seite „USB 3.1/3.0/2.0“, was Kingston selbst wohl nie so geschrieben hat. Beim echten DTSE9H/16GB stand „USB 2.0“, beim DTSE9G2/16GB dann aber nur „USB 3.0/2.0“, also nicht auch noch „3.1“.

Außerdem hat der falsche Stick nur die vier Kontakte für USB 2.0, schon USB 3.0 und erst recht 3.1 sind damit unmöglich. Bei unserer Recherche fanden wir einen chinesischen Anbieter, der „Cheap Replacement for Kingst“ im Programm hat – also Augen auf beim USB-Stick-Kauf.

(ciw@ct.de)



Auf der Blisterverpackung sind kleine Details unstimmtig, die aber nur nach ausführlicher Google-Recherche auffallen.

Skat-Buddy: Kartenzähler selbst gebaut

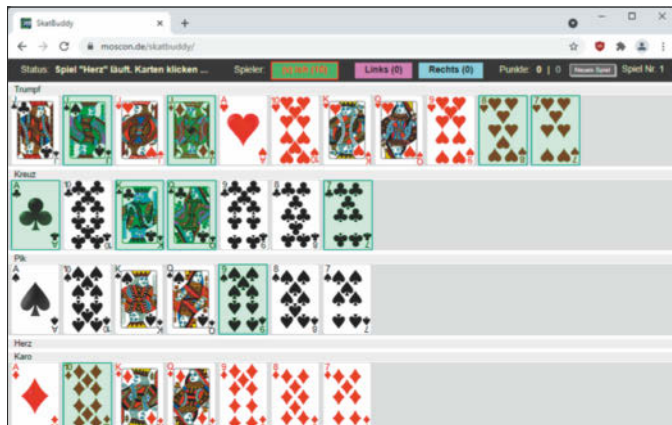
c't-Leser Marc-Oliver Scheele hat uns für die Rubrik Leser helfen Lesern sein Programmierprojekt Skat-Buddy eingesandt. Das für Skatspieler, die einen Übungspartner zum Kartenzählen brauchen, nützliche Programm ist im Javascript-Framework Vue.js geschrieben, der Quellcode steht auf GitHub bereit (siehe ct.de/yvj9). Skat-Buddy ist kein eigenständiger Spielpartner, die ausgespielten Karten muss man manuell anklicken. Dann agiert das Programm als Gedächtnisstütze, um den Überblick über gespielte Karten und den

aktuellen Punktestand zu behalten. Scheele merkt an, dass man den Buddy auch um eine Hilfsfunktion erweitern könnte, die Tipps für die auszuspielenden Karten gibt.

Wer das Programm einfach nur ausprobieren möchte, findet eine im Browser lauffähige Version auf Scheeles Website unter www.moscon.de/skatbuddy/. Für Programmierinteressierte bietet es ein praktisches Beispiel, um sich in Vue.js einzuarbeiten.

(csp@ct.de)

Download und Website: ct.de/yvj9



Der Skat-Buddy kann auch Nichtspielern als Anschauungsobjekt für Vue.js-Programmierung dienen.

Leser helfen Lesern: Ihre Ideen und Projekte

In der Rubrik „Leser helfen Lesern“ veröffentlichen wir **Projekte und Ideen, die unsere Leser umgesetzt haben**. Dabei spielt es keine Rolle, ob es sich um eine Hardwarebastelei, einen Life-Hack, ein Skript oder einfach nur eine clevere Konstruktion handelt. Das Onlineforum zu bisherigen Vorschlägen finden Sie unter ct.de/lhl.

Zögern Sie nicht, uns auch Probleme zu schildern, für die Sie auf eine Lösung aus der Community hoffen. Selbstverständlich können Sie selbst entscheiden, ob wir Ihren Namen nennen sollen oder ihn vertraulich behandeln. Schicken Sie uns Ihre Vorschläge bitte per E-Mail an folgende Adresse: leserhelfenlesern@ct.de

Im Forum ist die Frage offen, wie man Fehlern beikommt, die ein als WLAN-Hotspot konfigurierter Raspberry Pi nach Neustarts produziert. Der Hostapd-Dienst braucht dabei zu lange, um das WLAN zu konfigurieren. Außerdem sucht jemand eine Windows-Software zum Scannen, die ähnlich komfortabel funktioniert wie Smartphone-Apps.



WIR MACHEN KEINE WERBUNG. WIR MACHEN EUCH EIN ANGEBOT.



ct.de/angebot

Jetzt gleich bestellen:

 ct.de/angebot

 +49 541/80 009 120

 leserservice@heise.de

ICH KAUF MIR DIE c't NICHT. ICH ABONNIER SIE.

Ich möchte c't 3 Monate lang mit über 30 % Neukunden-Rabatt testen.
Ich lese 6 Ausgaben als Heft oder digital in der App, als PDF oder direkt im Browser.

**Als Willkommensgeschenk erhalte ich eine Prämie nach Wahl,
z. B. einen RC-Quadrocopter.**

© Copyright by Heise Medien.



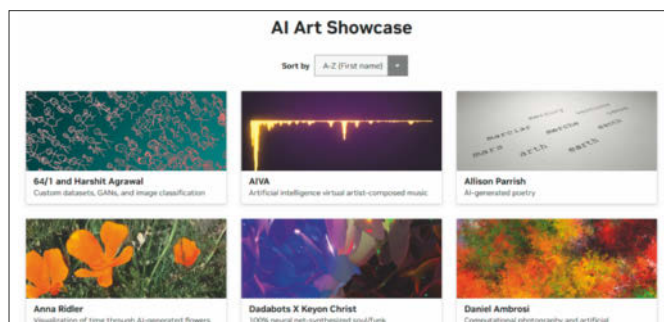
KI-Kunst und -Horror

nvidia.com/en-us/research/ai-art-gallery

aiartgal.com

oddvibe.com

Dass man mithilfe künstlicher Intelligenz Kunst schaffen kann, dürfte spätestens seit dem Durchbruch von KI-Bildgeneratoren wie Dall-E oder Midjourney klar sein. Künstler nutzen KI allerdings schon länger, und zwar auf ganz verschiedene Weise. Die **Nvidia-Forschungswebsite** stellt Künstler und ihre Werke vor und zeigt auch den Entstehungsprozess der Arbeiten.



Mit einem der Bildgeneratoren kann jeder selber zum Künstler werden. Dabei hilft ein Gefühl für die Prompts – die Texteingaben, mit denen man die Bilder-KIs steuert. In der **AI Art Gallery** können sich angehende KI-Künstler inspirieren lassen. Dort finden sie Millionen KI-generierter Bilder mitsamt der Prompts, die sich im Volltext durchsuchen lassen.

Bei der Beschreibung von KI-Bildgeneratoren stehen in der Regel die besonders gelungenen Bilder im Fokus. Dabei erzeugen Dall-E, Midjourney und Konsorten massenhaft Ausschuss. Die Website **Oddvibe** hat sich besonders gruseligen KI-generierten Bildern verschrieben – allesamt „Fotos“ von Menschen oder Tieren. Mal sind ihre Extremitäten merkwürdig verrenkt oder an den falschen Stellen mit dem Körper verbunden. Mal gibt es zu viele davon. Auf jeden Fall ist die Site nichts für Zartbesaitete. (jo@ct.de)

Im Browser rumcruisen

slowroads.io

dinosaurgame.net

Völlig entspannt und ohne andere Verkehrsteilnehmer mit einem Elektroauto durch die Gegend fahren – damit ist zum kostenlosen Browser-Spiel **slow roads** schon alles gesagt. Der Entwickler anslo hat es als Hommage an den Peak District im Vereinigten Königreich und an die Arcade-Rallyespiele entwickelt, die er als Kind gespielt hat. Er will damit austesten, wie gut sich Landschaften prozedural generieren lassen und wo die Grenzen der 3D-Anwendungsentwicklung mit JavaScript liegen. Man kann die Jahreszeit vorgeben, durch die man fährt, und entscheiden, ob man sein Vehikel per Maus oder Tastatur steuern will. Und wer mal komplett abschalten möchte, aktiviert Autodrive und schaut einfach nur zu.



Ein vielleicht nicht ganz so entspanntes, aber ebenso unterkomplexes Spiel wie slow roads ist das **Dinosaurier-Spiel** in Chrome. Der Browser zeigt einen Dino an, wenn er keine Netzverbindung hat – oder wenn Sie bei bestehender Netzverbindung <chrome://dino> ins Adressfeld eingeben. Klicken Sie auf die Leertaste, rennt der Dino los. Ihre Aufgabe ist es, ihn durch Klicks auf die Leertaste über gelegentlich erscheinende Kakteen hüpfen zu lassen. Die Website dinosaurgame.net macht das Spiel auch für Nutzer anderer Browser zugänglich und bietet noch mehr. So kann man sich dort an wöchentlichen Wettbewerben beteiligen oder einen Freund herausfordern. (jo@ct.de)

Die News nutzen

usethenews.de/de

Wie informieren sich unter 30-Jährige über die Nachrichtenlage? Wie vermittelt man jungen Menschen Medienkompetenz? Und wie bereitet man News so auf, dass sie die junge Zielgruppe erreichen? Mit dem Projekt **#UseTheNews** wollen die Nachrichtenagentur dpa und Partner aus Medien und Medienforschung der veränderten Nachrichtennutzung auf den Grund gehen und neue Informationsangebote speziell für die Generation Z entwickeln.



Die Website des Projekts richtet sich also an verschiedene Zielgruppen: Junge Menschen können Teil einer Community werden und sich mit Medieninteressierten zwischen 16 und 22 Jahren über Journalismus und Nachrichtenangebote austauschen. Journalisten können sich über die Entwicklung neuer Nachrichtenformate und Medienangebote für junge Leute informieren. Lehrer finden Materialien und Tipps, mit denen sie in ihrem Unterricht Nachrichtenkompetenz vermitteln können. (jo@ct.de)

Diese Seite mit klickbaren Links: ct.de/yn8n

Ein Hoch auf Brotkasten und Co.!

NEU



Auch als
PDF zum
Download



Retro Gamer Spezial Heimcomputer

VC-20, Acorn BBC Micro, Sinclair ZX 81, Commodore 64, Sinclair Spectrum, Apple II, Atari 800 XL, Schneider CPC, Atari ST und Commodore Amiga - die zum Teil vergessenen Stars dieses brandneuen Sonderheftes!

Über 150 Spiele-Klassiker auf den wichtigsten Maschinen der 1980er beleuchtet das neue Retro Gamer-Sonderheft auf fast 200 Seiten: Bard's Tale, Zak McKracken, Defender of the Crown, Another World und viele viele mehr.

shop.heise.de/rg-homecomputer

16,95 € >

 heise Shop

shop.heise.de/rg-homecomputer >

> Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 20 €. Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

© Copyright by Heise Medien.

Sonnenflecken

Greenakku patzt bei Lieferung einer Solaranlage



Solaranlagen sind aufgrund der angespannten Energieversorgung seit Monaten heiß begehrt. Umso ärgerlicher, wenn der Lieferant die falsche Ware liefert und anschließend nicht mehr reagiert.

Von Tim Gerber

Strom wird unablässig teurer und eine wirksame Preisbremse lässt weiter auf sich warten. Wer das Geld erübrigen kann, besorgt sich deshalb eine Solaranlage, um bei Sonnenschein ein wenig an der Stromrechnung zu sparen. Das wollte auch Jörg H. und bestellte am 11. Juli im Onlineshop von Greenakku eine Komplettanlage aus zwei Photovoltaikmodulen und einem Wechselrichter nebst Installations- und Befestigungsmaterial für 945 Euro, die er auch umgehend bezahlte. Als Lieferfrist waren 7 bis 12 Werktage angegeben.

Im August und September fragte der Kunde mehrfach telefonisch nach und erfuhr, dass einzelne Teile wie Dachhaken noch fehlten und man auf deren Zuliefe-

rung warte. Letztlich vereinbarte man eine Teillieferung des verfügbaren Materials, insbesondere der Solarpanels.

Kleckerweise

Doch als nach drei Monaten geduldigen Wartens am 13. Oktober endlich die heiß ersehnten Module bei Jörg H. eintrafen, war er etwas enttäuscht. Statt der bestellten Panels mit 380 Wp hatte Greenakku ihm welche mit lediglich 335 Wp geliefert. Umgehend reklamierte der Kunde die Falschlieferrung und bat um Lieferung der bestellten Ware. Das Unternehmen reagiert erst nach über zehn Tagen mit einer E-Mail vom 24. Oktober. Darin bedauerte Marie M. von der Firma Bosswerk, die den

Webshop unter dem Namen Greenakku betreibt, die Unannehmlichkeiten und bot ihm an, die Module gegen einen Preisnachlass zu behalten. Wenn er damit nicht einverstanden sei, werde man umgehend den Austausch gegen die bestellten Module veranlassen.

Der Kunde antwortete prompt, dass er mit dem Vorschlag generell einverstanden sei und wollte wissen, wie hoch denn der Preisnachlass nach Vorstellung des Verkäufers sein solle? Doch darauf erhielt er keine Antwort.

**VOR
SICHT
KUNDE!**

Bittbrief ohne Wirkung

Am 4. November traf das noch ausstehende Montagematerial ein. Aber es fehlten noch immer der Wechselrichter, die Anschlusskabel und die zugehörige Wieland-Steckdose. Deshalb rief Jörg H. den Kundenservice an und fragte nach dem fehlenden Material. Zudem wollte er sich nach der Höhe der Erstattung erkundigen, konnte dazu von dem Hotline-Mitarbeiter aber nichts in Erfahrung bringen. Immerhin trafen am 7. November dann der noch fehlende Wechselrichter und das Kabel ein. Doch der Kühlkörper des Wechselrichters war verbogen und die Anschlussdose fehlte ganz. Abermals rief er am selben Tag beim Händler an, rügte die Mängel und fehlende Anschlussdose und schlug seinerseits nun einen Nachlass von 150 Euro für die falschen Module vor. Darüber konnte sein Gesprächspartner freilich nicht befinden und versprach eine Rückmeldung per E-Mail.

Ein weiteres Mal fragte Jörg H. am 11. November telefonisch bei dem Händler nach seiner bezahlten Ware, konnte aber erneut keine konkreten Aussagen erlangen. Nun war der Kunde mit seiner Geduld am Ende und verfasste einen Brief an den Geschäftsführer von Bosswerk, Thorsten Felzen. Darin schilderte er den gesamten Vorgang und bat den Unternehmenschef darum, sich der Sache doch persönlich anzunehmen, damit der Vorgang nach nunmehr über vier Monaten seit Bestellung und Bezahlung abgeschlossen werden könne. Den Brief versandte er per Einschreiben an die Unternehmensadresse.

Am 24. November erhielt er immerhin ein Angebot, ihm wegen der Beschädigung des Wechselrichters 25 Euro zu erstatten, welches er umgehend annahm. Bei dieser Gelegenheit fragte er ein weiteres Mal nach der ausstehenden Erstattung für die falschen Module und wegen der diversen weiteren Probleme mit seiner Bestellung nach. Die Antwort blieb aus, also erkundigte er sich am 27. November erneut erfolglos. Die Hoffnung wollte Jörg H. aber immer noch nicht aufgeben. Der Verkäufer hatte schließlich allgemein keinen schlechten Ruf und eine zwischenzeitliche Bestellung diversen Montagematerials vom 7. November hatte Greenakku binnen einer Woche korrekt ausgeliefert.

Da in Sachen Solaranlage aber jede weitere Reaktion des Unternehmens ausblieb und auch sein Brief an den Ge-

schäftsführer nicht zu einem Einlenken geführt hatte, wandte sich Jörg H. am 30. November an c't. Nach Durchsicht der umfangreichen Korrespondenz des Kunden wandten wir uns am 8. Dezember per E-Mail und zusätzlich per Fax an die Firma Bosswerk und fragten nach, warum man bislang nicht auf die aus unserer Sicht berechtigten Anfragen des Kunden reagiert habe.

Kein Lichtblick

Bis Redaktionsschluss erhielten wir jedoch keine Antwort von dem Unternehmen. Auch bei Jörg H. meldete sich niemand mehr, um die Sache abschließend zu klären. Er steht nach wie vor im Regen, anstatt mit Sonne Strom produzieren zu können. Eventuell kann er dem Unternehmen auch den Verlust durch fehlende Stromerzeugung in Rechnung stellen, da es die angegebenen Lieferfristen erheblich überzogen hat. Dem Kunden wird jedenfalls kaum etwas anderes übrigbleiben, als einen Anwalt einzuschalten, um seine Rechte auf vollständige und mängelfreie Lieferung durchzusetzen. Er sollte auch prüfen, ob nicht ein vollständiger Rücktritt vom Vertrag für ihn besser wäre, da Photovoltaikanlagen ab Jahresbeginn 2023 von der Umsatzsteuer befreit sind und dadurch knapp 20 Prozent billiger werden.

Der Markt für diese Anlagen ist von hoher Nachfrage und Lieferengpässen geprägt und für Händler sicher eine Herausforderung. Eine Rechtfertigung dafür, seine vertraglichen Lieferpflichten nicht zu erfüllen, ist das allerdings nicht. (tig@ct.de) **ct**

Greenakku bietet eine große Zahl verschiedener Solaranlagen an. Kommt es bei der Lieferung zu Schwierigkeiten, lässt man Kunden auch schon einmal im Regen stehen.

The screenshot shows the Greenakku website with three main product offerings under the 'selfPV' brand:

- selfPV Komplettpaket ab 370Wp:** Includes a solar module (370Wp) and a microinverter. Price: 496,- € (Aktionpreis 399,- €). Delivery: 8-15 Werktage.
- selfPV Komplettpaket ab 400Wp:** Includes a solar module (400Wp) and a microinverter. Price: 559,- € (Aktionpreis 469,- €). Delivery: 8-15 Werktage.
- selfPV Balkonpaket (Runde Stäbe) 405Wp:** Includes a solar module, inverter, and cables. Price: 759,- € (Aktionpreis 638,- €). Delivery: 8-15 Werktage.

Additional information on the right side of the page includes a warning: 'Anschluss mit Schuko-Stecker ist kein Gesetzesverstoß!' and a note about VDE compliant connection. There is also an advertisement for 'McMakler Magazin' and 'Hochschule für Technik und Wirtschaft HTW Berlin'.

Smart Home ohne Zwang

Flexible Heimvernetzung mit Open Source



Darum Open Source Seite 58
Firmware für Steckdosen und Sensoren Seite 62
LEDs mit WLED steuern Seite 68

Bild: Thorsten Hübner

Das vernetzte Zuhause kann leicht zum Krampf werden, wenn Lampen, Schalter und Sensoren nicht miteinander sprechen wollen. Und bei Produkten mit Cloudverbindung kann der Hersteller die Gewohnheiten der Kunden ausschnüffeln. Wer dagegen auf freie Firmwares und lokale Verarbeitung setzt, muss zwar etwas mehr forschen und einrichten, gewinnt aber ungemein viel Freiheit.

Von Jan Mahn

Hand aufs Herz: Sind Sie wirklich zufrieden mit Ihrer Hausautomation oder gibt es Ecken, die schon lange nerven? Oder haben Sie die vernetzten Geräte bisher im Baumarktregal liegen gelassen, weil die Erfahrungen von Freunden und Verwandten allzu abschreckend waren? Oder gehören Sie gar zu denen, die das ganze vermeintlich smarte Gelumpe irgendwann wütend abgerissen und durch ausgenommen dumme Technik ersetzt haben?

Vielleicht haben wir da etwas für Sie: zunächst die beruhigende Nachricht, dass Sie nicht allein sind, wenn Sie frustrierende Erlebnisse auf dem Weg zum vernetzten Heim gemacht haben. Die meisten machen eher früher als später die bittere Erfahrung, dass das Zusammenspiel mit Geräten verschiedener Hersteller zur Qual werden kann und dass manch Anbieter nur an die Vernetzung gedacht hat und keine Werkzeuge zum Automatisieren anbietet.

An der bescheidenen Nutzererfahrung gekaufter Hardware haben einige Firmen jahrelang hart gearbeitet. Einerseits sind da Hersteller mit bekannten Markennamen. Bei denen ist das „Netflix-Prinzip“ eine auf der Management-Etage etablierte Strategie. Dahinter steckt die Idee, dass man mit einmaligen Verkäufen von Hardware nichts verdienen könne und man Kunden stattdessen zu Monatsabos überreden müsse. Mehrwert im Abo, das verkaufte Gerät ist nur Mittel zum Zweck. Die Heizungssteuerung Tado zum Beispiel ist mit 69,99 Euro für einen Thermostaten schon im oberen Preisbereich, beherrscht einige simple Automationen aber nur,

wenn man 2,99 Euro im Monat abdrückt. Die Telekom möchte 2,95 Euro im Monat sehen, um auch Geräte, die per Home-matic IP und Zigbee angebunden sind, in das Komplettpaket MagentaZuhause zu integrieren. Bosch vermietet Speicherplatz für Videos der Überwachungskameras für 2,99 Euro im Monat.

Bei solchen Strategien passt es nicht ins Konzept, dass die Kunden eine fremde App oder eine selbst gebaute Website benutzen, um ihr Haus zu steuern. Sie sollen schließlich bei jedem Öffnen der App daran erinnert werden, was es im eigenen Universum noch zu entdecken gibt.

Ein Kandidat, um die Misere mit beschränkten Ökosystemen zu beenden, steht seit Ende 2022 bereit: Matter ist der neue Standard der Connectivity Alliance und soll eine ökosystemunabhängige Einrichtung von Geräten möglich machen [1]. Dass Amazon, Bosch, Eve, Google, Philips und Samsung mitspielen wollen, ist vielversprechend, so richtig begonnen hat das Matter-Zeitalter aber noch nicht: Ganz frisch hat etwa Ikea eine neue Zigbee-Bridge namens Dirigera auf den Markt geworfen (siehe S. 88), die demnächst Matter sprechen soll – die Firmware dafür ist aber noch nicht fertig. Ob Matter eine Chance hat, wird erst das Jahr 2023 zeigen.

Importware

Meilenweit von Matter entfernt sind Smart-Home-Produkte aus dem Bau- oder Supermarkt. Die finden ihren Weg ins Regal ganz anders, als man es als Kunde erwartet: Die Einkäufer der Märkte oder Importeure suchen nach interessant dreinschauender Hardware auf Fernost-Handelsplattformen wie Alibaba und kaufen die Ware für eine Aktion ein. Im einfachsten Fall übersetzt der Importeur nur die

Anleitung und erfüllt die rechtlichen Pflichten – wenn etwas mehr Zeit ist, lässt er die mitgelieferte App noch übersetzen und bringt sie mit dem Logo des Auftraggebers in die App-Stores. Dann heißt die Smart-Home-App wie der Supermarkt, der das Produkt verkauft, dahinter steckt aber keinesfalls ein ausgeklügelter Plan des Supermarktes, ein Ökosystem aufzubauen und zu pflegen, um den Kunden daran zu binden – nächstes Jahr kann die smarte Lichterkette von einem anderen Hersteller stammen, der fix eine eigene App mit einem Server in China zusammengezimmert hat. Für die Kunden garantieren solche strategischen Fehlritte größtmögliche Frustration. Marktführer für diese Art Hardware ist der chinesische Anbieter Tuya, der einen festen Platz in deutschen Supermarktregalen hat.

Lidl hat lange auf Geräte des Herstellers Targa gesetzt und sie unter dem Markennamen Silvercrest vertrieben – mit einer Silvercrest-Smart-Home-App. Anfang Dezember 2022 dann die schlechte Nachricht: Diese App wird im Juli 2023 eingestellt. Immerhin müssen die Geräte dann nicht in den Elektroschrott. Die Kunden sollen einfach auf die Homematic-IP-App umsteigen. Das Beispiel zeigt dennoch, wie abhängig man sich als Kunde von einem Anbieter macht.

Das Patentrezept, um alle Smart-Home-Probleme zu lösen, gibt es zwar nicht. Aber auf den folgenden Seiten stellen wir Ihnen eine Strategie vor, die aus unserer Sicht zu mehr Freude mit der Hausvernetzung führt: Wenn Hersteller ihre Ökosysteme vernageln, ist unsere Antwort Open-Source-Software. Denn in der Szene hat sich viel getan. Entstanden sind die Projekte stets aus dem Frust von privaten Bastlern. Aus dem wuchsen aktive Communities, die so groß geworden sind, dass mittlerweile auch Firmen fertige Hardware mit Open-Source-Software ausliefern.

Typberatung

Wer sich für ein vernetztes Gerät entscheidet, hat meist eine sehr genaue Vorstellung, welchen Mehrwert er davon erwartet, und Wünsche und Ansprüche sind sehr individuell. Dennoch gibt es ein paar Smart-Home-Typen mit ähnlichen Anforderungen. Unsere These: Jeder dieser Heimvernetzer profitiert von Hardware mit quelloffener Firmware.

Der Gelegenheits-Automatisierer hat im Angebot des Supermarkts mal als Im-

pulskauf eine WLAN-LED eingepackt, die App des Herstellers heruntergeladen und steuert seitdem eine Wohnzimmerlampe bequem vom Sofa aus. Dass dieser simple Schaltbefehl einen Umweg über einen chinesischen Server genommen hat, ist ihm nicht so wichtig. Dass die WLAN-Wetterstation, die er im Jahr darauf im selben Laden gekauft hat, eine weitere App erfordert, stört ihn nur ein wenig. Komplett automatisieren will er seine Wohnung ohnehin nicht.

Ein Umstieg auf eine cloudfreie quell-offene Alternative kann sich für ihn aber lohnen und ist kein großer Aufwand, wie der Artikel auf Seite 62 zeigt – die Firmware ist schnell getauscht. Im Gegenzug bekommt der Nutzer seine Privatsphäre zurück und erhält die Gewissheit, dass er ab jetzt mit einer Software arbeitet, die aktiv gepflegt wird.

Ganz anders geht der **Komplettpaket-Kunde** ans Smart-Home-Projekt. Er träumt seit seinen ersten Investitionen davon, eines Tages alles von der Heizung über die Rollläden bis zum Licht zu steuern. Im Gegenzug bindet er sich auch gern an ein Herstelleruniversum oder nutzt Google- oder Apple-Home-Funktionen. Dass alle Nutzungsdaten irgendwo beim Anbieter landen, hat er akzeptiert – im Gegenzug erfreut er sich an der Sprachsteuerung per Siri, Alexa oder „Hey Google“. Die anfängliche Euphorie ist ein bisschen getrübt, denn eines wollte er eigentlich nie: Basteln. Daher hat er bei jedem Kauf darauf geachtet, dass jedes Produkt mit seinem System kompatibel ist. Trotz

allem hat er schon mehrere Bridges für Funkstandards im Haus, darunter Zigbee, Z-Wave und das ganz neue Protokoll Thread. Er musste für die Einrichtung schon sieben verschiedene Apps installieren und ist noch immer einige Schritte von seinem Traum entfernt, dass zum Beispiel die Waschmaschine auf den Wechselrichter der PV-Anlage reagiert.

Auch für ihn lohnt ein teilweiser Umstieg auf quelloffene Alternativen. Einsteigen kann er mit einer neuen Vernetzungs- und Automationssoftware. Die populärsten sind Node-Red und Home Assistant (siehe ct.de/yfr4). Riesige Communities haben sich darum gekümmert, über Hersteller-APIs und Funk-Sticks allerlei Hardware anzubinden, den Gerätezoo zu bändigen. Für Geräte, die mit dem Funkprotokoll ZigBee arbeiten, ist Zigbee2MQTT das Werkzeug der Wahl. Das Projekt übersetzt ZigBee Nachrichten in das IoT-Steuerprotokoll MQTT und öffnet die Tür, alles mit komplexen Logiken in Node-Red miteinander zu kombinieren.

Der **Smart-Häuslebauer** hat keine Probleme mit nicht kompatiblen Ökosystemen, was aber nicht heißt, dass er gar keine Probleme hat. Nachrüst-E27-Glühlampen und nachträglich angebaute smarte Heizkörperthermostate sind ihm fremd. Er hat bereits beim Hausbau mit dem Elektriker verhandelt und die vernetzte Vollausstattung bestellt. Licht, Heizung und Rollläden werden über eine zentrale Steuerung eines namhaften Herstellers kontrolliert, dafür wurden im Rohbau eigene Leitungen für die Steuer-



Open-Source-Firmware inside: Die E27-Lampen von Athom kommen mit WLED vorinstalliert. Ein leichter und günstiger Einstieg in die farbenfrohe Welt der LED-Beleuchtung.

protokolle KNX und DALI verlegt, neben dem Zählerschrank hängt ein Schrank für die Steuerung. An zentraler Stelle im Haus gibt es jetzt ein Touchdisplay, über das man Szenen anwählt und programmiert – Putzlicht, Fernsehabend, Urlaubsmodus. Abends fahren die Rollläden herunter und auch die Fußbodenheizung gehört ins Gesamtkonzept. Dazu hat jeder Bewohner eine App mit allen Steuerungsfunktionen auf seinem Telefon. Einmal eingerichtet, funktioniert das System sehr rund und bei Problemen kann man immer noch den Elektriker rufen. Ein bisschen neidisch ist der Häuslebauer aber doch auf die Bastler, weil ihm die Flexibilität fehlt – schließlich kann er nicht mal eben eine smarte Schreibtischlampe im Möbelhaus einpacken und in sein System integrieren.

Auch für ihn kann sich eine (zusätzliche) Steuerzentrale mit Node-Red oder Home Assistant lohnen. KNX-Integrationen sind schon erfunden und werden gut gepflegt. Schnell hat man das smarte Fertig-Haus erweitert und die Freiheit erkaufte, mal eben eine günstige WLAN-Schaltsteckdose in der Küche mit in eine Szene einzubauen.

Der Hobby-Automatisierer und Bastler weiß aus eigener (teils leidvoller) Erfahrung, dass man erst viel Zeit ins Automatisieren stecken muss, bevor ein vernetztes Heim im Alltag Zeit spart und Komfort bringt. Das ist aber nicht schlimm

	Kostenlos	Mit Auto-Assist
Geofencing	Push-Nachricht	Automatisiert
Fenster-Offen-Erkennung	Push-Nachricht	Automatisiert
Care & Protect	✗	✓
Energy IQ	✗	✓
Raumluf-Komfort	✓	✓
Intelligenter Zeitplan	✓	✓
Auswertungen und Statistiken	✓	✓
Wettervorhersage-Steuerung	✓	✓
Inklusive App Updates	✓	✓
Smart Home Integrationen	✓	✓
Preise	Kostenlos. Bei allen tado° Geräten inbegriffen.	€2,99 pro Monat / €24,99 pro Jahr. In der App buchbar. Jederzeit kündbar.

Hersteller Tado macht, was Kunden am Smart Home nervt: Schon für eine einfache Temperaturserkennung – eine Selbstverständlichkeit bei vernetzter Heizungssteuerung – fordert das Unternehmen ein kostenpflichtiges Abo.

– das Vernetzen und Optimieren ist für ihn Hobby und vergnügliches Feierabendprogramm. Funktionieren müssen die Geräte aber dennoch zuverlässig. Insbesondere, wenn noch andere im Haushalt wohnen, die das Hobby nicht teilen, von einem Lichtschalter aber zu Recht erwarten, dass er das Licht auch schaltet. Mit den anderen Nutzern hat er deshalb ausgehandelt, dass Neuanschaffungen erst in seinem Arbeitszimmer erprobt werden, bevor er sie in anderen Räumen installieren darf. Für ihn sind Open-Source-Firmwares Standard, denn Clouds und Sprachassistenten kommen ihm nicht ins Haus. Für diesen Typus haben wir zwei Empfehlungen: Tasmota (siehe S. 62) ist das Werkzeug für alle Schalt- und Sensorikaufgaben. Weniger bekannt, dafür umso farbenfroher, ist RGB-LED-Spezialist und Animationstalent WLED – mehr auf Seite 68.

Quelloffen und standardisiert


Ein paar quelloffene Firmwares möchten wir Ihnen auf den folgenden Seiten beson-

ders empfehlen, die meisten sind für WLAN-Geräte gemacht: Tasmota, ESP-Easy und ESPurna. Der Markt an WLAN-Steckdosen, WLAN-Lichtschaltern, Schaltaktoren für Rollläden, Zwischenstecker und WLAN-Leuchtmitteln mit E27-Fassungen ist mittlerweile groß und gleich mehrere Open-Source-Firmwares warten darauf, auf solchen Geräten eingesetzt zu werden. Dass Sie heute dafür nicht mal zum Bastler werden müssen, weil es sogar kommerzielle Produkte mit populärer Open-Source-Firmware gibt, zeigt der Artikel ab Seite 62. Der LötKolben kann im Schrank bleiben.

Die Domäne solcher Firmwares sind Umgebungen, in denen man vorwiegend schnödes Licht braucht, das man ein- und ausschalten sowie dimmen will. Doch Licht ist mehr als hell und dunkel – nämlich auch farbenfroh und auf Wunsch animiert. Auch für solche Steuerungsaufgaben gibt es eine Open-Source-Software, die sich absolut nicht hinter kommerziellen Produkten verstecken muss – im Gegenteil.

WLED hat eine herausragende Oberfläche in einer App und im Browser. Wie Sie mit WLED Farbe ins Heim holen und was es zu beachten gibt, wenn die LED-Streifen länger werden, lesen Sie ab Seite 68.

Keine Angst

Egal ob Sie sich zur Gruppe der Gelegenheits-Automatisierer zählen oder überzeugter Komplettpaket-Kunde oder Häuslebauer sind, der Blick über den Tellerrand auf herstellerunabhängige Alternativen lohnt auch dann, wenn Sie Smart Home nur nutzen und nicht als Hobby betreiben wollen. Den schnellsten Einstieg in die cloudfreie Smart-Home-Welt gibt es mit fertig geflashter Hardware, aber auch vorm Einspielen von Firmware muss man keine Angst haben. (jam@ct.de) 

Literatur

- [1] Berti Kolbow-Lehradt, Smartes Durcheinander, Erste konkrete Termine für Smart-Home-Zubehör mit Matter, c't 25/2022, S. 50

Hier kommt Verstärkung



**Inklusive
Experimentierset**

Das **Make-Sonderheft** bietet einen praxisorientierten Einstieg in Schaltungen mit Operationsverstärkern inkl. Experimentierset. Will man Sensorsignale verarbeiten oder verstärken, Spannungen überwachen oder Audiosignale filtern: Mit geringem Aufwand und ohne komplizierte Berechnungen setzt man Operationsverstärker ein. Das Heft erklärt, wie alle Schaltungen funktionieren.

- Operationsverstärker verstehen
- Komparatoren und Schmitt-Trigger erklärt
- Spannungsversorgungen und virtuelle Masse
- Schaltungen selbst entwerfen und berechnen
- Viele praktische Anwendungen
- Inkl. Experimentierset Operationsverstärker

Heft + Experimentierset für nur 49,95 €



shop.heise.de/make-opv



Bild: Thorsten Hübner

Cloudlos glücklich

Marktübersicht: Alternative Smart-Home-Firmwares und Fertiggeräte

Verschlossene Hersteller-universen sind schön und gut, bis es ein bestimmtes Gerät von genau diesem Hersteller nicht gibt oder er gar pleitegeht. Cloudfrei lebt es sich besser und unabhängiger. Zum Glück gibt es Optionen, mit denen Sie Ihr Smart Home ohne Herstellerbindung betreiben können.

Von Andrijan Möcker

Wer nicht gerade ein Haus komplett neu plant, fängt meist klein mit Smart Home an. Vielleicht ist es die Angebotsware im Discounter, wo die erste WLAN-Schaltsteckdose für 20 Euro im Regal liegt, die man sich mal eben gönnt, um die nervigen handprogrammierten Zeitschaltuhren zu ersetzen. Vielleicht sind es die Trådfri-Glühlampen, die man beim IKEA-Einkauf mitnimmt. Dass man sich dabei für ein Herstelleruniversum entscheidet, wird einem oft erst später klar. Die Konsequenzen, wenn Hersteller dazukommen, sind viel-

fältig: Man benötigt mehrere Apps, nichts spielt zusammen und weniger technisch versierte Mitbewohner beschweren sich.

Dabei gibt es Alternativen und viele Möglichkeiten, Ihr Smart Home cloudfrei und herstellerunabhängig aufzubauen. Zugegeben, ganz unkompliziert ist das nicht: Doch wer sich einfuchst, vernetzt alles mit allem, bedient sich flexibel bei vielen Herstellern und übersteht deren Pleiten unbeschadet. Um Ihnen den Einstieg zu erleichtern, beleuchten wir in diesem Artikel quelloffene Smart-Home-Firmwares, fertige Hardware dafür, Zig-

ct kompakt

- Smart Home geht auch cloudfrei, ohne Ärger mit Herstelleruniversen.
- Open-Source-Firmwares wie Tasmota, ESPEasy und so ESPurna helfen dabei.
- Auch die Auswahl hersteller-unabhängiger Zentralen ist groß.

bee-Übersetzer sowie universelle Zentralen und geben Ihnen Anknüpfungspunkte zum Loslegen – auch mit Hardware, die Sie vielleicht schon haben.

Freie (Server-)Wahl

Quelloffene Firmware-Alternativen ohne Cloudzwang öffnen das Tor zur cloudlosen Smart-Home-Welt. Entstanden sind sie, nachdem ab 2015 der WLAN-fähige Mikrocontroller ESP8266 der chinesischen Firma Espressif in immer mehr Smart-Home-Geräten aufgetaucht ist – von No-Name-Anbietern und mit Cloudzwang. Primär waren das Glühlampen und Schaltaktoren, aber auch Bewegungsmelder, Temperatur- und weitere Sensoren.

Das ungefähr zur selben Zeit veröffentlichte Espressif-Software-Development-Kit erlaubte Entwicklern, eigene Firmwares zu bauen und die Cloudfirmware zu ersetzen. Da manche Hersteller die fürs Flashen benötigten Pins gut erreichbar auf der Platine positionieren, gelingt der Firmwaretausch bei vielen Geräten leicht. Schnell entwickelte sich eine Gemeinschaft, die kollektiv an den cloudfreien Firmwares arbeitet und gerätespezifische Parameter hinzufügt, damit möglichst viele Geräte unterstützt werden. Denn an welchem Pin welcher Sensor, welcher Schalter und welches Relais hängt, variiert von Modell zu Modell.

Heute sind Tasmota, ESPurna, ESPEasy und ESPHome die am weitesten verbreiteten Open-Source-Firmwares für Smart-Home-Anwendungen auf dem ESP8266 sowie dessen Nachfolger ESP32. Alle zeichnen sich durch gute Dokumentationen aus, sind mit den großen herstellerunabhängigen Smart-Home-Zentralen kompatibel und sprechen zudem das Telemetrieprotokoll MQTT – mehr dazu später. Da ESPHome eher ein Baukasten und

keine fertige Firmware ist, stellen wir nur die ersten drei vor.

Tasmota

Tasmota ist das Urgestein der alternativen Smart-Home-Firmwares für den ESP8266. Der Name steht für Theo-Arends-Sonoff-MQTT-OTA. Der Entwickler, der Niederländer Theo Arends, schrieb die Firmware ab 2016 zunächst, um Smart-Home-Geräte des chinesischen Herstellers Itead zu entclouden. Der hatte zu diesem Zeitpunkt eine „Sonoff“ getaufte Marke in den Handel gebracht und bot vergleichsweise günstige 230-Volt-Schaltaktoren an – natürlich mit Cloudanbindung.

Heute ist Tasmota eine der am weitesten verbreiteten Firmwares und in vielen Sprachen erhältlich; 2022 erschien Version 12. Der Funktionsumfang ist kontinuierlich gewachsen und so eignet sich die Firmware sowohl für einfache als auch für komplexere Anwendungsfälle: Wer etwa nur eine Schaltsteckdose aus der Entfernung schalten möchte, kann das über das HTTP-API direkt erledigen – beispielsweise mit einem Smartphone-Widget. Zudem gibt es einige Android- und iOS-Apps (siehe ct.de/yp84), die Tasmota komfortabel direkt konfigurieren und steuern können.

Aber auch über 150 Sensoren und Peripheriegeräte haben die Entwickler integriert. Das geht vom einfachen Dallas-DS18B20-Temperatursensor über Boschs BMP-Serie (Temperatur-, Luftfeuchte- und Gassensoren) bis hin zu GPS-Empfängern für sehr genaue NTP-Zeitserverdienste oder LiDAR (Radartechnik mit Licht). Damit taugt Tasmota auch für komplexere Smart-Home-Geräte sowie für Eigenbauten, bei denen man nicht selbst Programmcode schreiben möchte.

Wem Fremdsprachen schwerfallen, der wird sich zudem darüber freuen, dass Tasmota in den meisten europäischen Sprachen erhältlich ist.

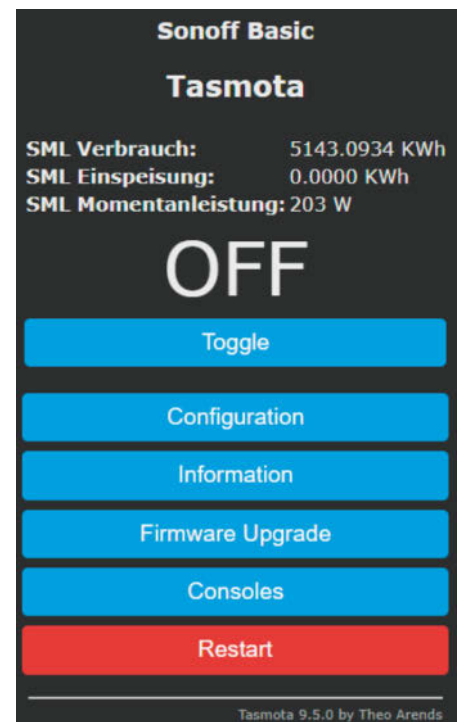
Schaltfreiheit

Tasmotas großer Vorteil gegenüber anderen Firmwares sind die geräteunabhängigen Abbilder, die man nach der Installation flexibel konfigurieren kann. Wer etwa ein neues Gerät mit ESP entdeckt, kann Tasmota in der Regel erst mal gefahrlos installieren und dann nach und nach die korrekten Pins für Sensoren, Relais, Schalter und so weiter ermitteln. Die Pins weist man im Menü zu und kann sie nach einem Neustart, der beim ESP nur wenige Sekunden dauert, sofort testen.

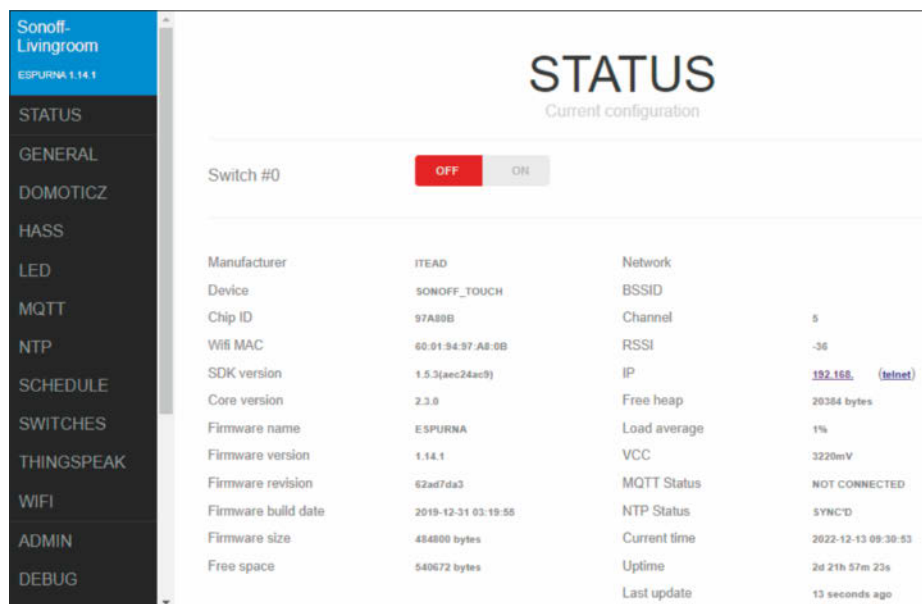
Trotz dieser Flexibilität ist Tasmota einsteigerfreundlich. Anstatt für bereits unterstützte Geräte spezifische Firmwares auszuteilen, besitzt die Firmware ein Template-System: Pindefinitionen und andere benötigte Parameter können in Textform mit anderen geteilt und so einfach, ohne die Firmware neu zu kompilieren, eingefügt werden. Aktuell sind Templates für über 2500 Geräte erhältlich: Schaltsteckdosen, Lichtschalter, Glühlampen, Controller für LED-Streifen, Stromzähleradapter, Wandthermostate für Fußbodenheizungen, Aroma Diffusoren, Ventilatoren, ja sogar Heißluftfriteusen (ct.de/yp84).

Dabei fesselt Tasmota einen aber nicht an den einen Anwendungszweck, den das Gerät erfüllt: Wenn Schalter und Aktor nicht gerade direkt auf der Platine miteinander verbunden sind, können Nutzer diese in der Firmware entkoppeln. Drückt man dann den Schalter, wird das dann nur noch per MQTT und Konsole mitgeteilt.

Tasmota besitzt zudem eine eigene Regel-Funktion, die erlaubt, einfache Logiken direkt auf dem Gerät auszuführen. Beispielsweise kann man Schaltaktionen an Sonnenauf- und -untergang knüpfen



Schlicht und einfach: Tasmota beschränkt sich im Webinterface aufs Nötigste. Den Großteil von Tasmotas weiteren Funktionen konfiguriert man über Kommandozeilenbefehle in der Webkonsole.



Espurnas Webinterface wirkt übersichtlicher als das von Tasmota, bietet aber auch weniger Einstellungen. Anders als Tasmota liefert Espurna geräte-spezifische Firmwaredateien aus, sodass direkt alles funktioniert.

oder bei langem Drücken eines Knopfes eine Nachricht per MQTT senden [1].

Möchten Sie mit Tasmota loslegen und ein Gerät bestellen, schauen Sie am besten zuerst in die Dokumentation und die Geräteliste, die wir unter ct.de/yp84 verlinkt haben [2, 3]. Die Schwierigkeit des Entcloudens reicht von leicht bis sehr schwierig, je nach Gerät. Für die, die sich gar nicht ans Öffnen von Geräten herantrauen, haben wir im Abschnitt „Cloudfrei eingekauft“ einige Alternativen.

Hilfe für Tasmota und andere Smart-Home-Themen findet man in vielen sozialen Netzwerken und Foren, auch auf Deutsch. Beachten Sie dabei jedoch, dass das kein Serviceangebot ist; wenn Ihr Beitrag den Eindruck erweckt, dass Sie nicht selbst versucht haben, das Problem mithilfe der Dokumentation zu lösen, gibt es oft keine Antworten.

ESPurna

Espurna ist das katalanische Wort für „Funke“ und das Projekt des Spaniers Xose Pérez. Genau wie Tasmota entstand das Projekt ab etwa 2016 mit dem Ziel, ESP-Smart-Home-Geräte aus der Cloud zu holen. Pérez entwickelt, laut eigenen Angaben, das Projekt vollständig in seiner Freizeit und als alleiniger Hauptentwickler. Allerdings tragen auch bei Espurna Pull Requests (vorgeschlagene Programmcode-änderungen) und Issues (Probleme, Vor-

schläge etc.) auf GitHub maßgeblich zur Entwicklung bei.

Espurna kommt mit gerätespezifischen Firmwareabbildern, die genau auf den Anwendungsfall der jeweiligen Hardware abgestimmt sind. Damit ist es zwar weniger flexibel, liefert Nutzern aber direkt eine funktionierende, stabile Firmware. Außerdem kann auch Espurna mit vielen Sensoren sprechen und taugt somit auch für spezielleres Gerät oder eigene Projekte. Wobei man nicht vermeiden

kann, sich grundlegend mit dem Code auseinanderzusetzen und diesen für den eigenen Anwendungsfall anzupassen und zu kompilieren.

Das Webinterface ist Espurnas besonderes Schmankerl: Es ist übersichtlich, schnell und unkompliziert. Es zeigt deutlich, dass Espurna weniger experimentellen Charakter haben soll als etwa ESPEasy oder Tasmota. Alle Menüpunkte sind verständlich beschriftet und man muss nahezu nichts über die Kommandozeile erledigen. Auch REST-API- und MQTT-Strukturierung gefallen uns zum Teil besser als bei Tasmota. Praktisch ist außerdem, dass Espurna automatisch einen WLAN-Access-Point zur Konfiguration öffnet, wenn das eingestellte Funknetz nicht verfügbar ist – etwa nach einem Umzug oder Routertausch.

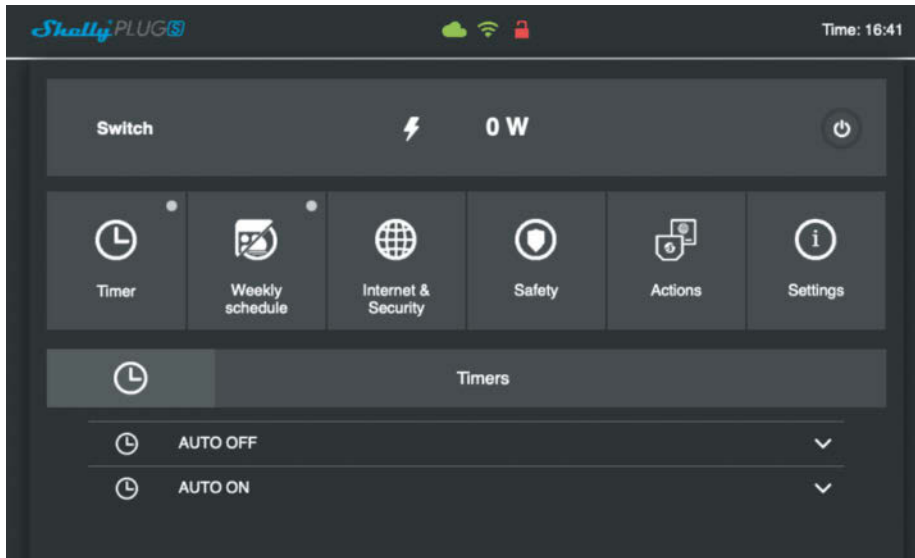
Ein paar kleinere Abstriche muss man jedoch machen: Espurna und die dazugehörige Dokumentation sind ausschließlich auf Englisch verfügbar. Zudem dauert es länger, bis neue Geräte von Espurna unterstützt werden, weil die Community kleiner ist. Wenn man neue Geräte erst mit Tasmota einrichtet, muss man sich darauf einstellen, eine Firmware-Mischung im Heimnetz zu haben. Links zu Dokumentation & Co. finden Sie unter ct.de/yp84.

ESP Easy

ESP Easy läuft nicht nur auf dem ESP8266, sondern auch auf dessen Nachfolger ESP32, und der Name ist Programm: Die Firmware ist genauso frei konfigurierbar wie Tasmota, macht aber einen besseren Job, das Anfän-

ESP Easy Mega: ESP_Easy								
Main Config Controllers Hardware Devices Rules Notifications Tools								
	Task	Enabled	Device	Name	Port	Ctrl (IDX)	GPIO	Values
Edit	1	✓	Environment - DS18B20	Sensor1	28-f9-97-9b-b2-17-2-16	1	GPIO-2 (D4)	Temperature: 15.50
Edit	2	✓	Analog input - internal	Lichtsensor		1	ADC (TOUT)	Analog: 912.00
Add	3							
Add	4							
Add	5							
Add	6							
Add	7							
Add	8							
Add	9							
Add	10							
Add	11							
Add	12							

ESP Easy hat mehr experimentellen Charakter als die anderen Firmwares, ist aber einfach und übersichtlich. Weil das Webinterface Zugang zu allen Einstellungen gewährt, muss man nichts auf der Kommandozeile erledigen.



Shelly bietet eine Mischung aus Cloud und cloudfrei. Wer möchte, kann die Cloudfunktion deaktivieren und die Geräte ausschließlich über das lokale Webinterface steuern. MQTT ist auch an Bord.

gern zugänglich zu machen. Das Webinterface ist mächtig, aber gleichzeitig gut sortiert und damit leicht zu verstehen.

Die Kommandozeile muss man bei ESP Easy so gut wie gar nicht bemühen: Am ESP angeschlossene Komponenten (Sensoren, Relais etc.) werden über die Geräteregisterkarte zunächst erstellt und benannt, anschließend weist man die dafür genutzten Pins zu. Hardwarespezifische Parameter – etwa die Messgenauigkeit und -häufigkeit eines Sensors – sind ebenso über das Menü zugänglich. Die Geräteregisterkarte liefert zudem einen Überblick über sämtliche eingerichtete Peripherie und deren Sensorwerte beziehungsweise Schaltzustand. Die übersichtliche Liste macht ESP Easy besonders attraktiv für Projekte mit mehreren Sensoren.

Schnittstellen, um Werte ins Netzwerk oder ins Internet weiterzuleiten, heißen in ESP Easy „Controllers“ und bis zu drei können gleichzeitig bespielt werden. MQTT und HTTP sowie mehrere softwarespezifische Varianten für etwa FHEM, ThingSpeak oder InfluxDB sind an Bord. Besonders praktisch: Die Firmware kippt nicht sämtliche Daten bei allen Controllern ab; wo Werte landen, kann man in den Geräteeinstellungen festlegen.

ESP Easys Regel-Funktion führt Logiken direkt auf dem ESP aus. Tasmota kann das zwar auch, ESP Easy macht es einem jedoch einfacher und übersichtlicher. Die Firmware hat zudem eine Variablenliste, mit der man einen direkten Überblick über

alle verfügbaren Werte bekommt, die man in der Regel-Funktion einsetzen kann. Das schließt Systemwerte wie Laufzeitähler (Uptime) und IP-Adresse ein, sodass man beispielsweise eigens zusammengestellte Statusmeldungen versenden kann. Auch bei akkubetriebenen Projekten punktet ESP Easy mit einfach zugänglichen Energiespareinstellungen.

Links zur Dokumentation und deren passenden Einsteigerbeiträgen haben wir unter ct.de/yp84 verlinkt. Außerdem lesen Sie in c't 24/2020 ab Seite 146 einen Praxisbeitrag zum Einsatz von ESP Easy mit DS18B20-Temperatursensoren [4].

Shelly

Auch wenn Tasmota & Co. weite Verbreitung finden, gibt es noch nicht viele Produkte, die auch ohne Cloud funktionieren. Einen Sonderweg beschreitet Hersteller Alterco aus Bulgarien, der mit seiner

Marke Shelly ein umfangreiches Sortiment an Schaltaktoren (für den Einbau in der Lichtschalterdose oder im Schaltkasten auf einer Hutschiene), Sensoren und steuerbaren Leuchtmitteln (unter anderem mit E27- und GU10-Fassung) aufgebaut hat – allesamt mit WLAN- oder LAN-Anbindung. Zunächst spricht Shelly eine Zielgruppe an, die mit Basteln und Selbstvernetzen nichts zu tun haben will. Über eine App bringt man die Geräte ins Netzwerk und verbindet sie mit der Cloud des Herstellers. Dort platziert man sie in Räumen, baut Szenen und bekommt Statistiken.

Die Anbindung an Cloud und App ist aber ausdrücklich optional, denn die Geräte funktionieren auch lokal. Dann kann man sie per HTTP im Netzwerk steuern, der Hersteller bietet eine offene Dokumentation für das API – ein einfacher Einstieg für Gelegenheits-Automatisierer, die zum Beispiel mit einem kleinen Curl-Skript das Licht abschalten wollen. Wer einen MQTT-Broker betreibt, tippt dessen Zugangsdaten in die Firmware und befiehlt seine Shellys darüber [5, 6].

Weil die mitgelieferte Software bereits so offen ist und niemanden in die Cloud zwingt, muss man sie nicht zwangsläufig durch eine Open-Source-Alternative ersetzen. Wer das dennoch vorhat und zum Beispiel Tasmota aufspielen will, bekommt vom Hersteller keine Hürden in den Weg gestellt. Bei vielen Shelly-Produkten sind die Pins zum Flashen herausgeführt, sodass ein Firmwaretausch mit einem USB-Serial-Adapter schnell erledigt ist. Noch einfacher geht es bei vielen Shelly-Produkten über ein Over-the-Air-Update, also per WLAN. Die Tasmota-Dokumentation beschreibt den einfachen Prozess für viele der Geräte.

Cloudfrei eingekauft

Produkte von Shelly sind nicht die einzige Option für Geräte ohne Cloudzwang. Tas-

Schaltaktoren mit vorinstalliertem Tasmota wie diese Zwischenstecker gibt es günstig bei Onlinehändlern. Damit entfällt das umständliche Flashen der alternativen Firmware, was eine Menge Zeit spart.



motas Bekanntheit hat mittlerweile dazu geführt, dass es fertige Geräte im freien Handel gibt, die mit der Open-Source-Firmware ausgeliefert werden. Man kann also direkt Cloudfreies einkaufen; das lästige Öffnen und Flashen der Geräte entfällt. Die Hersteller beschränken die Anleitungen meist auf die Grundlagen und gehen – zu Recht – davon aus, dass Nutzer wissen, was sie kaufen.

Der deutsche Hersteller Delock hat etwa die Schaltsteckdosen 11826 und 11827 (mit Leistungsmessfunktion) mit Tasmota im Sortiment. Im deutschen Online-Shop mediarath.de erhält man Smart-Home-Aktoren sowohl mit Cloudfirmware als auch mit Tasmota vorinstalliert. Reichelt bietet die Delock-Geräte und Shelly an.

Auf Amazon, eBay und AliExpress tummeln sich ebenso einige Händler, die einem Geräte mit Tasmota ab Werk anbieten; auf Amazon und eBay sollten Sie darauf achten, dass die Ware nicht aus Fernost geliefert wird, denn dann müssen Sie unter Umständen lange warten und Einfuhrumsatzsteuer zahlen. Bei Aliexpress kann man sich dessen fast sicher sein, wobei die Einfuhrumsatzsteuer direkt abgerechnet wird und somit der nervige Besuch beim Zoll entfällt.

Das Bestellen innerhalb der EU lohnt sich aber nicht nur wegen der kürzeren Wartezeit, sondern auch wegen der Haftung: Wer Geräte von außerhalb in die blauen Länder schafft, haftet als EU-Importeur auch erst mal dafür; brennt die Schaltsteckdose aus Shenzhen selbst und das Haus ab, muss man sich für Schadenersatz in China mit den Behörden und Gerichten auseinandersetzen.

Zigbee2MQTT

Die Auswahl cloudfreier WLAN-Geräte ist derzeit noch klein, gerade für batteriebetriebene Geräte, und dass nicht jeder – überhaupt und auch immer wieder – einen Lötkolben bemühen möchte, um ein Gerät auf eine cloudfreie Firmware umzuflashen, ist auch verständlich. Hier hakt Zigbee2MQTT ein: Das Softwareprojekt des Niederländers Koen Kanter nutzt Zigbee-USB-Adapter und Bridges mit passender Firmware, um Zigbee-Geräte ohne Umweg über die Cloud direkt anzusprechen. Die Zigbee-Bridge des Herstellers mit Cloudzwang fällt also weg. Über das Telemetrieprotokoll MQTT finden Smart-Home-Zentrale und Zigbee-Gerät dann zusammen.

Zigbee ist ein Funkprotokoll, das sich das 2,4-GHz-Band mit WLAN teilt, aber deutlich schmalere Kanäle nutzt und energieeffizienter ist. Der große Vorteil: Der Protokollunterbau von Zigbee ist standardisiert und so muss man nicht in Verschlüsselungen einbrechen oder Firmwares austauschen, um an die Daten der Smart-Home-Hardware zu kommen. Hinzu kommt, dass Geräte mit fester Spannungsversorgung ein Mesh-Netz bilden und so kleinerer, batteriebetriebener Hardware dabei helfen, die Basis zu erreichen.

Wer Zigbee kennt, wird vielleicht zuerst an bunte Glühlampen denken und damit hat das Protokoll tatsächlich auch mal seinen Anfang gemacht; Philips Hue beispielsweise. Doch das Geräteangebot ist in den vergangenen Jahren stark gewachsen und hakt genau dort ein, wo man mit Tasmota & Co. oft an Grenzen stößt: Es gibt batteriebetriebene Atmosphärensensoren und Öffnungsmelder, Lichtschalter, Heizkörperthermostate, Schalt-

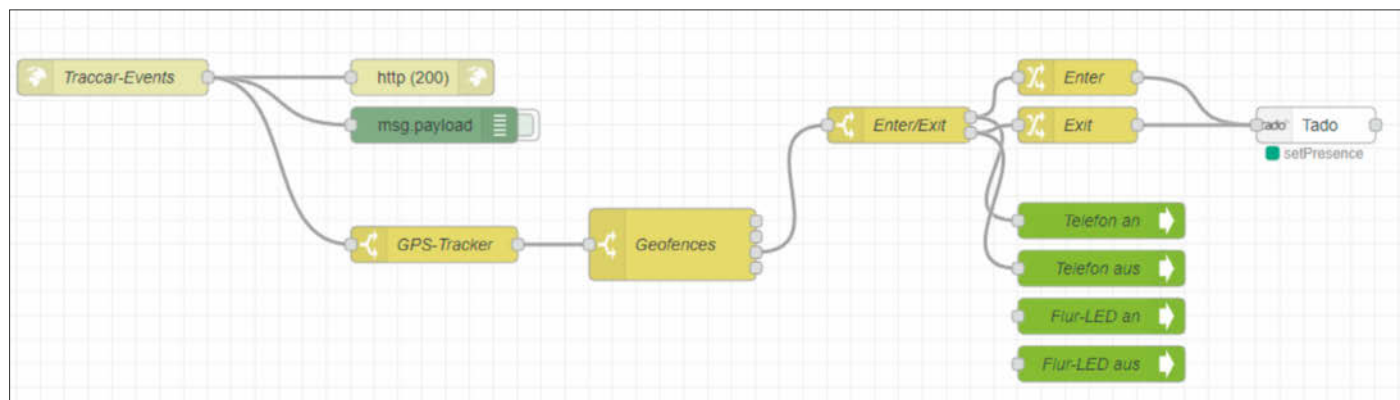
steckdosen und weiteres. Die Dokumentation von Zigbee2MQTT listet mittlerweile über 2500 unterstützte Geräte; der Großteil ist ordentlich dokumentiert und mit Hinweisen zum Kopplungsprozess versehen.

Da das Projekt ähnlich große Aufmerksamkeit wie die ESP-Firmwares erhält, ist es auch in viele Smart-Home-Zentralen gut integriert. Home Assistant etwa erhält von Zigbee2MQTT direkt Informationen zu verbundenen Geräten, sodass man dessen MQTT-Discovery-Funktion nutzen kann, um Zigbee-Geräte aufzunehmen.

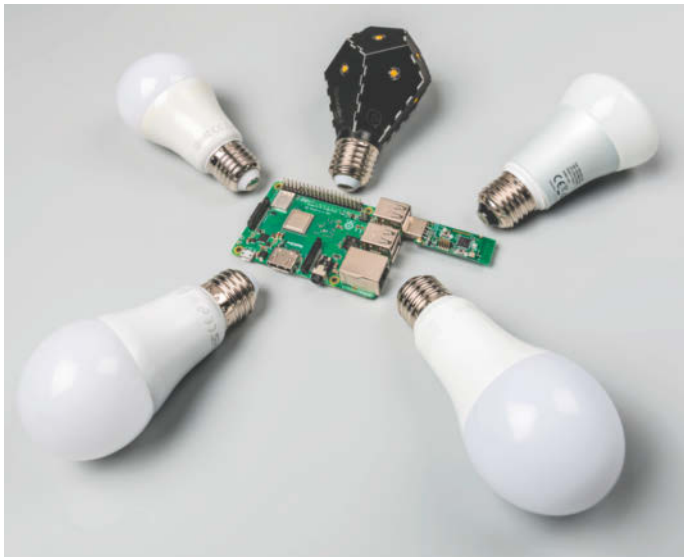
Wie Sie mit Zigbee2MQTT starten, haben wir bereits 2018 beschrieben. Das Grundprinzip hat sich seitdem nicht geändert, der Einstieg ist sogar einfacher geworden, weil die große Aufmerksamkeit dafür gesorgt hat, dass es nun Zigbee-USB-Sticks mit passender Firmware für Zigbee2MQTT im Onlinehandel gibt. Auf manchen ist sogar ein Chip, um die Firmware ohne Programmieradapter zu aktualisieren. Unseren Artikel zu Zigbee2MQTT finden Sie in c't 24/2018 [7]; werfen Sie auch einen Blick in die unter ct.de/yp84 verlinkten Dokumentationsseiten, bevor Sie loslegen.

Alles mit allem vernetzen

Damit das cloudlose Smart Home auch so wirklich smart wird, braucht es eine herstellerunabhängige Zentrale, denn die Ressourcen des ESPs sind dafür zu begrenzt. In der Regel kann diese Aufgabe ein kleiner sparsamer Linux-Computer mit ARM-CPU übernehmen. Der Raspberry Pi etwa ist seit Jahren für diesen Zweck beliebt, da er nur wenige Watt benötigt und über Jahre Updates erhält. Der Chipmangel hat 2022 allerdings dazu ge-



Mit Node-Red fällt das Erstellen von Logiken leicht. Die Flussdiagrammsteuerung bietet zudem viele Integrationen für unterschiedliche (Smart-Home-)Protokolle.



Ein USB-Stick für etwa 30 Euro genügt, um die Smart-Home-Zentrale mithilfe von „Zigbee2MQTT“ Zigbee-fähig zu machen. Für das Funkprotokoll gibt es sowohl Lampen als auch Schaltaktoren, Sensoren und Weiteres – und das relativ günstig.

führt, dass der Pi enorm teuer geworden ist; sparsame x86-Mini-PCs und alte Thin Clients taugen oft genauso als kostengünstiger Heimserver.

Die Frage nach der besten oder passenden herstellerunabhängigen Zentrale ist indes eine Frage, die – je nachdem, wen man fragt – religiöse Züge annehmen kann. In der Redaktion etwa hat sich die grafische Flusssteuerung Node-Red beliebt gemacht. Aber auch openHAB, HomeAssistant oder ioBroker kommen bei c't-Redakteuren zum Einsatz. Erfahrungsgemäß findet man den persönlichen Liebling nur durchs Recherchieren und Ausprobieren. In den Literaturverweisen finden Sie Artikel zu den erwähnten Smart-Home-Zentralen und über ct.de/yp84 Links zu deren Websites [8-12].

(amo@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Jan Mahn, Weltsprache, Das Protokoll MQTT für robusten Datenaustausch in Industrie und Hausautomation, c't 6/2018, S. 164
- [2] Peter Siering, Ent-Cloudet, c't 17/2018, S. 52
- [3] Andrijan Möcker, Solarmeter, Balkonkraftwerke: Stromproduktion messen, c't 19/2022, S. 108
- [4] Andrijan Möcker, Sanfter Einstieg, IoT-Projekte leicht realisieren mit ESPEasy, c't 24/2020, S. 146
- [5] Jan Mahn, WLAN-Schalterchen, c't 24/2018, S. 64
- [6] Jan Mahn, Wolkenloses Thermometer, c't 19/2022, S. 76
- [7] Jan Mahn, Luftbrückenbau, Zigbee-Geräte ohne Cloud und Hersteller-Bridge betreiben, c't 24/2018, S. 164
- [8] Jan Mahn, Reaktionsmaschine, Einstieg in Heimautomation mit Node-Red, c't 15/2018, S. 142
- [9] Andrijan Möcker, Badlüfter reloaded, Node-Red: Innenbäder mit IoT richtig lüften, c't 16/2019, S. 132
- [10] Merlin Schumacher, Rotfront!, Grafische Oberflächen für Node-Red entwickeln, c't 2/2019, S. 160
- [11] Dr. Thomas Romeyke, ESP-Heimat, ESPHome-Geräte mit Home Assistant zentral steuern, c't 15/2021, S. 154
- [12] Stefan Porteck, Leitstelle, Philips Hue mit OpenHAB 3 steuern und erweitern, c't 20/2022, S. 144

Firmwares, Hardware, Smart-Home-Zentralen, Apps:
ct.de/yp84

Es gibt 10 Arten von Menschen.

iX-Leser und die anderen.



Jetzt Mini-Abo testen:

3 Hefte + Bluetooth-Tastatur

nur 19,35 €

www.ix.de/testen



www.ix.de/testen



leserservice@heise.de



49 (0)541 800 09 120



Bild: Thorsten Hübner

Animierte Schattenfuge

WLED: Open-Source-Firmware für adressierbare LEDs mit spektakulären Effekten

Mit der freien ESP-Firmware WLED bauen Sie mit minimalem Aufwand bunte LED-Lichter ins Smart Home ein. Mit unseren Tipps gelingt das phänomenal günstig und kaum schwieriger, als schwedische Möbel aufzubauen.

Von Klaus Greff

Das Licht zündet in der Ecke neben dem Bad. Rasend fliegt der helle Punkt an der Schlafzimmertür vorbei. An der Ecke im Flur verliert er an Geschwindigkeit, bevor er plötzlich in roten Funken explodiert. Die verglühn in der Schattenfuge über dem Fernseher, als bei der Bad-Tür der nächste helle Punkt auf seine Reise startet.

Smartes Licht kann spektakulär aussehen. Das wilde Feuerwerk ist aber nur einer von mehreren Dutzend Lichteffekten, die WLED beherrscht. Die LED-Licht-Firmware kann auch sanft wabernde Was-

serwellen wie beim Tauchen, romantische Sonnenuntergänge und steriles Kaltweiß anzeigen, um beim Putzen kein Stäubchen zu übersehen. Damit Sie das richtige Licht beim Horrorfilm genießen können und nicht schon vorher bei der Lichtinstallation Horror erleben müssen, versorgen wir Sie mit den wichtigsten Tipps, um mit WLED loszulegen.

WLED läuft auf den bei Bastlern beliebten Mikrocontrollern ESP8266 und ESP32 von Espressif mit eingebautem WLAN. Die kosten weniger als 5 Euro und verbrauchen selbst mit aktiver WLAN-

Verbindung stets weniger als 2 Watt. WLED ist quelloffen und wird unkompliziert auf den integrierten Flash-Speicher der Mikrocontroller installiert. Die Firmware kümmert sich um die WLAN-Verbindung, spricht mit der WLED-App fürs Smartphone, mit MQTT-Brokern sowie Home Assistant und anderen Steuerzentralen; all diese Funktionen konfiguriert man komfortabel über ein Webinterface. Vor allem aber gibt WLED die richtigen Signale an ansteuerbare LED-Streifen weiter, deren Datenleitung man im einfachsten Fall direkt mit einem GPIO vom Mikrocontroller verbinden kann.

Ob Sie einzeln ansteuerbare LEDs brauchen, sollten Sie zuerst abklären, weil sie auch Nachteile mit sich bringen. Reicht es, wenn der ganze Streifen nur gemeinsam die Farbe wechseln kann, kann man Streifen mit höherer Spannung einbauen, beispielsweise 12 Volt. Durch die höhere Spannung hält sich die Stromstärke in Grenzen und Sie können dünnere Kabel verlegen. WLED kann solche Streifen mit einem PWM-Signal pro Farbkanal steuern, eine Datenleitung gibt es dann nicht und die Streifen sind nicht anfällig für elektromagnetische Einstreuungen. Ein Kompromiss sind Streifen, die zwei oder drei LEDs in Gruppen zusammenfassen. Sie laufen mit mehr als 5 Volt, die Auflösung der Effekte ist aber reduziert. Die schönsten Effekte mit der feinsten Auflösung bekommen Sie nur mit 5-Volt-Streifen und dicken Kabeln.

QuinLED

Einzeln ansteuerbare LED-Streifen sehen im Smart Home besonders dann gut aus, wenn das Licht gestreut wird, man also nicht direkt auf die LEDs schaut. Es gibt beispielsweise Aluminiumprofile mit einer milchigen Kunststoffabdeckung – sogenannte Diffusoren –, hinter der man die LEDs nicht einzeln erkennt. Richtig edel sehen sie aber auch aus, wenn sie in einer Schattenfuge verschwinden und nur indirekt die weiße Decke beleuchten.

Bestückt man die Schattenfugen eines ganzen Raumes, kommen schnell einige Hundert LEDs zusammen. Typische Streifen mit WS2812- oder SK6812-LEDs laufen mit niedrigen 5 Volt, sodass sich in der Summe Ströme über 20 Ampere ergeben. Die Leiterbahnen auf den Streifen haben dafür einen zu großen Widerstand, sodass die LEDs nach circa 2 Metern oder 100 LEDs an Helligkeit verlieren. Der blaue Farbkanal ist davon stärker betroffen,

daher werden weiß eingestellte LEDs am Ende des Streifens zunehmend gelb. Abhilfe schaffen zusätzliche 5V-Einspeisungen alle paar Meter und dicke Kupferkabel, die die Versorgungsspannung parallel zum Streifen mitführen – mehr dazu später.

Über viele Meter nimmt aber auch die Spannung auf der Signalleitung ab, sodass die hinteren LEDs immer anfälliger gegen induktive Einstreuungen werden. Das Problem ist besonders deutlich, wenn man die Datenleitung direkt an einen GPIO-Pin vom Mikrocontroller hängt, weil der nur 3,3 Volt liefert. Für eine störungsfreie Raumbelichtung sollte man das Daten-signal also lieber auf die maximal erlaubten 5 Volt verstärken, beispielsweise mit einem Optokoppler.

Letztlich will man eine Platine für den Mikrocontroller, Optokoppler für die Datenleitung, eine Sicherung und solide Klemmen, um auf der Leiter balancierend nicht mit dem Lötkolben hantieren zu müssen. All das kombiniert die hervorragende QuinLED-Platine, ein Open-Hardware-Projekt für LED-Magier. Auf der Projektwebseite (siehe ct.de/yey2) finden Sie Gerber-Files, die Sie ohne Änderung als Zip-Datei bei Platinenfertigern wie JLCPCB oder PCBWay hochladen können. Manche dieser Fertiger bestücken die Platinen gleich mit SMD-Bauteilen, Sie können die Platinen aber auch separat bestellen und die Bauteile selbst bestücken. Da die SMD-Bauteile alle recht hitzebeständige Widerstände und Kondensatoren sind, eignet sich QuinLED als Übungsprojekt fürs SMD-Löten.

ct kompakt

- Mithilfe der freien WLED-Firmware kitzelt man allerlei tolle Effekte aus LED-Streifen heraus. Die Open-Hardware-Platine QuinLED erleichtert den Einbau.
- WLED funktioniert ohne Cloud, spricht MQTT und stellt ein HTTP-API bereit. Außerdem kann man alles über die WLED-App steuern.
- Die Firmware läuft auf den günstigen WLAN-Mikrocontrollern ESP8266 und ESP32.

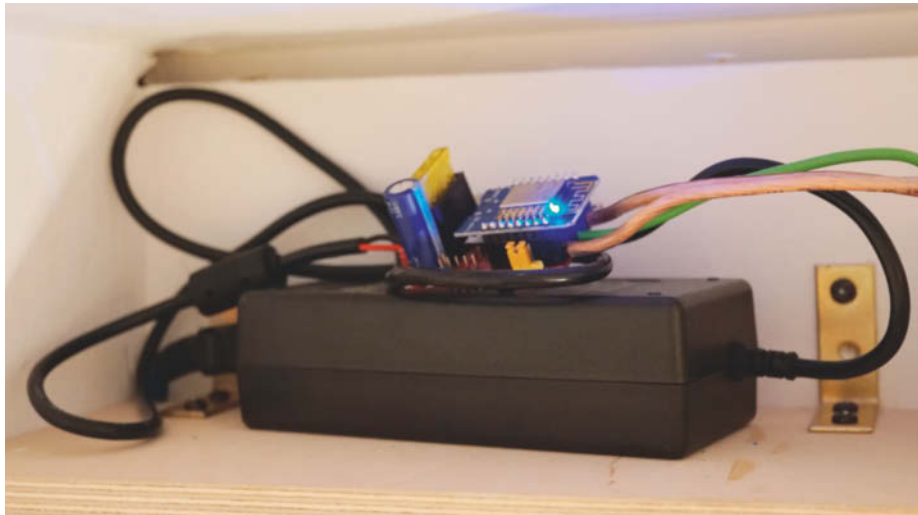
Tipps für die Installation

Im Prinzip besteht eine WLED-Installation immer aus einem mächtigen 5-Volt-Netzteil, dem Mikrocontroller und dem Streifen selbst. QuinLED setzt auf die ESP8266-USB-Platine Wemos D1 Mini oder dessen ESP32-Variante, die beide einen Spannungswandler integrieren, der die 5 Volt vom Netzteil auf die 3,3 Volt Versorgungsspannung des Mikrocontrollers reduziert.

Starke 5-Volt-Netzteile werden meist schon für LED-Installationen beworben und sind bei einschlägigen Händlern zu finden. Da sie oft die teuerste Einzelkomponente des Systems sind, lohnt es sich, nach Angeboten mit gutem Preis-Leistungs-Verhältnis zu suchen. In unserem



In dieser Wohnung sind die LED-Streifen in der Schattenfuge zur Decke versteckt. Das indirekte Licht blendet nicht und die Effekte wirken noch schöner, wenn man keine einzelnen Lichtpunkte von den LEDs sieht.



QuinLED nimmt das Mikrocontroller-Board Wemos D1 huckepack. Darunter sind Klemmen für die dicken Kabel mit der Versorgungsspannung. Auf dem Bild stellt ein gebrauchtes Netzteil die nötigen 5 Volt und maximal 20 Ampere bereit.

Test haben mehrere billige No-Name-Netzteile gebrummt, was wohl mit unsauber gewickelten Spulen und Kondensatoren mit nicht exakt passender Kapazität zusammenhängt. Im mittleren Preissegment fanden wir dagegen zufriedenstellende Angebote. Die QInLED-Dokumentation gibt Empfehlungen für gute Netzteile (siehe ct.de/yey2). Der typische Formfaktor ist $10 \times 20 \times 4,2$ Zentimeter mit einer Reihe von Schraubklemmen auf einer Seite. Achten Sie beim Kauf unbedingt auf eine saubere Trennung der Netz- und der Niederspannungsseite. Wenn wegen eines Netzteilfehlers 230 Volt an den Streifen anliegen, besteht wegen der berührbaren Kontakte Lebensgefahr.

An den Schraubklemmen muss man selbst den Stecker mit 230 Volt anschließen, weshalb wir dringend empfehlen, die Kabel zu crimpen. Entsprechende Sets aus Crimpzange und Crimphülsen sind so günstig zu bekommen, dass es keine Ausreden gibt, die Kabel weniger professionell anzuschließen. Außerdem müssen Sie die Netzteile berührungssicher platzieren oder in ein Gehäuse einbauen, weil die integrierte Kunststoffabdeckung unvorsichtige Kinderhände nicht ausreichend fernhält.

Ab mehreren Metern Länge reichen die Leiterbahnen auf den Streifen nicht mehr aus, weshalb Sie parallel zum Streifen dicke Kupferkabel verlegen sollten, um alle paar Meter eine zusätzliche Einspeisung verbinden zu können. Wir haben gute Erfahrungen mit Lautsprecherkabeln gemacht, die Sie problemlos auch mit Quer-

schnitten von $1,5 \text{ mm}^2$ und mehr bekommen können. So dicke Kupferkabel leiten allerdings so viel Wärme ab, dass man sie nur mit sehr leistungsfähigen Lötkolben löten kann. Wer keinen solchen zu Hause hat, kann eventuell die edle Lötstation im nächsten Makerspace nutzen oder auf gecrimpte Verbindungen ausweichen.

Die zusätzlichen Einspeisungen alle paar Meter sind ganz einfach: Kurze Kabel verbinden die Löt pads auf den LED-Streifen mit den parallel geführten Kabeln für 5 Volt und Masse. Falls die Länge zufällig passt, können Sie auch die mitgelieferten 3-Pin-Verbinder der Streifen verwenden. In der Praxis kann es aber durchaus schwierig sein, Kabel und Streifen ordentlich in die Schattenfuge zu fummeln. Mit Steckern an der dicken Zuleitung kann man sich das Leben erheblich erleichtern, allerdings müssen das welche sein, die die großen Ströme auch aushalten. Wir haben beispielsweise mit XT30-Steckern gute Erfahrungen gemacht. Man kennt die gelben Stecker von Lithium-Akkus, von Modellautos, Flugzeugen oder Drohnen. Mit einem starken Lötkolben sind die Stecker schnell angelötet und sie passen wegen ihrer schmalen Außenmaße noch in viele Fugen, wo Stecker aus dem Autozubehör zu dick wären. Verbauen Sie auf keinen Fall Stecker, die den Stromstärken nicht gewachsen sind, weil die überhitzen und ein ernsthaftes Brandrisiko darstellen!

Die Streifen werden merklich warm, wenn die LEDs leuchten. Kleben sie auf einer Aluminiumschiene, hilft die bei der Wärmeabfuhr. Wir haben aber auch Strei-

fen ohne zusätzliche Kühlung ohne Schäden über Jahre betreiben können. Die hohe Temperatur macht allerdings den Kleber weich, weshalb es nötig sein kann, mit Klemmen nachzuhelfen, besonders wenn Streifen an der Decke halten sollen.

Firmware flashen

Die meisten ESP-Platinen wie der Wemos D1 integrieren einen USB-UART-Adapter, sodass der USB-Anschluss für die Programmierung schon vorhanden ist. Den schließen Sie einfach ohne weitere Hardware am PC an, der daraufhin ein serielles Gerät erkennt. Für macOS und Linux ist das so gewöhnlich, dass sie gar keine Meldung anzeigen, Windows informiert über eine Treiberinstallation. Die nötigen Treiber sind auf allen Desktop-Betriebssystemen integriert.

Für die einfachste Installation besucht man danach mit Edge oder Chrome die Webseite install.wled.me (siehe ct.de/yey2). Die installiert standardmäßig die neueste Version mit einem Klick auf den Install-Button.

Wer mehr Kontrolle haben will, kann die Firmware aber auch mit `esptool.py` installieren. Das ist das gleiche Programm, das die ArduinoIDE und PlatformIO unter der Haube fürs Schreiben der Firmware der ESPs benutzen. Die Anleitung auf der Projektwebseite (zu finden über ct.de/yey2) listet die Parameter auf, die man `esptool.py` jeweils mitgeben muss.

Die kompilierten Binärdateien (.bin) der Firmware findet man im Repository bei GitHub unter Releases. Im Dateinamen steht jeweils, für welchen Mikrocontroller sie gedacht sind. Man braucht die Datei nicht nur für die Installationsmethode mit `esptool.py`, sondern auch für Over-The-Air-Firmware-Updates in einem schon installierten WLED.

Ein Firmware-Update ist ratsam, wenn man nicht sicher ist, die richtige WLED-Version laufen zu haben. Wir haben beispielsweise Leuchtmittel von Athom mit E27-Fassung bei Aliexpress gekauft und wollten dem chinesischen Hersteller nicht vertrauen, dass die vorinstallierte WLED-Version keine Hintertüren enthält (die Leuchtmittel nutzen einen ESP02 mit nur 2 MByte Flash). Die Gefahr ist gebannt, sobald man die Firmware einmal mit einer aktuellen Version überschrieben hat. Anschließen muss man für solche Updates nichts: Eine WLAN-Verbindung, beispielsweise mit dem Gastnetz der Fritzbox, reicht.

01. – 02.02.23

Dienste mit SELinux absichern

SELinux einfach abzuschalten, wenn es Probleme gibt, ist üblich, aber unklug. Der zweitägige Workshop zeigt, wie man das System stattdessen so nutzt, dass alles besser abgesichert ist und trotzdem funktioniert.



29.03.23

Einführung in den Kea DHCP Server

Der Workshop gibt eine vollständige Einführung in die neue Kea-DHCP-Software auf Unix- und Linux-Systemen. Sie lernen, wie man das Kea-DHCP-System installiert, konfiguriert und wartet. Der Workshop beinhaltet auch eine Auffrischung des DHCPv4-Protokolls und erklärt DHCPv6 für IPv6-Netzwerke.



09. – 10.05.23

Docker und Container in der Praxis

Der Workshop richtet sich an Entwickler und Administratoren, die neu in das Thema einsteigen. Neben theoretischem Wissen über Container geht es um die Herausforderungen im Alltag sowie eigene Container-Erfahrungen auf der Kommandozeile.



Sichern Sie sich Ihren Frühbucher-Rabatt:

www.heise-events.de/workshops

Einstellungen

Der erste Schritt nach der Installation ist immer, die WLAN-Daten anzugeben. Dafür verbindet man sich mit einem vom WLED-Mikrocontroller aufgespannten WLAN und gibt dort die SSID und das Passwort fürs Heimnetz an. WLED startet dann einmal neu, besorgt sich vom Router eine IP-Adresse und stellt über die sein Webinterface und die APIs bereit. Im Prinzip macht die WLED-App fürs Smartphone nichts anderes, als dieses Webinterface für alle Lichter anzuzeigen. Sie hat aber auch eine Funktion, um WLED-Lichter zu finden, sodass man sich mit der App das Nachschauen der IP-Adresse im Router sparen kann.

Egal ob mit dem Browser über die IP-Adresse oder mit der App öffnet sich dann das Interface. Zu den Einstellungen kommt man über das Zahnrad „Config“. Dort sind zunächst die „LED Preferences“ entscheidend. Stellen Sie dort im „Hardware setup“ die Anzahl der LEDs im Streifen und die Art der LEDs ein. WS281x sind die Neopixel-Streifen mit den Grundfarben Rot, Grün und Blau. Beliebte sind auch SK6812, die eine zusätzliche weiße LED (RGBW) mitbringen. In der Einstellung „Color Order“ darunter kann man auch die Farbreihenfolge umstellen, falls Farbkänaäle vertauscht sind. Darunter findet sich auch die Einstellung für den GPIO-Pin, der die Datenleitung ansteuert. Bei QuinLED ist Pin 2 beim klassischen D1 Mini mit ESP8266 korrekt, für die Variante mit ESP32 stellen Sie Pin 16 ein. Stellt man bei der LED-Anzahl oder beim LED-Chip falsche Werte ein, leuchten zwar nicht die richtigen LEDs, es geht aber nichts kaputt.

Einen MQTT-Server trägt man in den Einstellungen unter „Sync Interfaces“ ein. Dort finden sich auch Einstellungen, um WLED mit Amazons Alexa anzusprechen oder mit Philips-Hue-Lampen zu koppeln.

Wenn Streifen abbiegen oder sich gar durch mehrere Räume schlängeln, kann man sie in Software in Segmente aufteilen, ohne die Schere ansetzen zu müssen. Die kann man jeweils einzeln steuern oder gemeinsam, beispielsweise gespiegelt in Effekt-Presets ansprechen. Wir haben das genutzt, um einen spiralförmig umlaufenden LED-Streifen um eine Schminklampe so aufzuteilen, dass ein 5 Pixel breiter Lichtrahmen entsteht. Ein Feuereffekt kann bei dem durch gespiegelte Segmente auch von der rechten unteren Ecke zur linken oberen Ecke brennen statt nur im Kreis. Die Segmenteinstellungen kann man für jedes Preset separat festlegen, weshalb sie nicht unter den Einstellungen auftauchen, sondern über einen eigenen Tab im Haupt-Screen erreichbar sind.

App Interface

Das Interface jedes WLED-Geräts zeigt unter seinem ersten Tab „Colors“ zuoberst ein Farbrad mit Schieberegler für RGB und Weiß-Kanal, falls vorhanden. Der Schieberegler stellt die Helligkeit ein, das Farbrad legt nur den Farbton fest. Wird der RGB-Kanal mit Weiß überlagert, bleichen die Farben zunehmend aus. Zusätzlich kann man mit einem weiteren Schieberegler die Farbtemperatur in Kelvin einstellen – eine willkommene Funktion für Fotografen.

Darunter finden sich bunte Punkte, um besonders schnell häufig gebrauchte Grundfarben einzustellen. Unter denen

Wie dick müssen die Kabel sein?

RGB-LEDs nehmen maximal 0,2 Watt auf, RGBW-LEDs bis zu 0,25 Watt. Übliche Streifen haben 60 LEDs pro Meter, es gibt aber auch dichter gepackte Streifen, die bis zu 144 LEDs in einen Meter quetschen. Ein Rechenbeispiel für einen 60-RGBW-LEDs/Meter-Streifen in der Schattenfuge eines 6 Meter langen Flurs:

$$\frac{6m \times 60 \frac{1}{m} \times 0,25W}{5V} = 18A$$

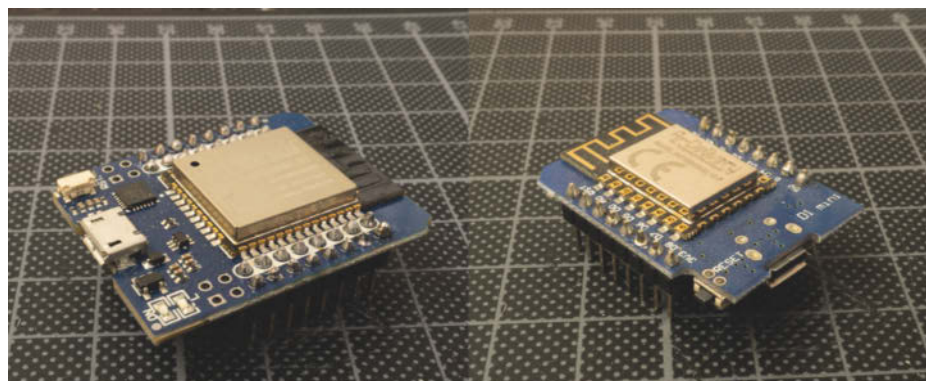
Kabelquerschnitte

Kabelquerschnitt	Strombelastbarkeit
0,75 mm ²	12 A
1 mm ²	15 A
1,5 mm ²	18 A
2,5 mm ²	26 A

reihen sich drei etwas größere Kreise mit den Ziffern 1 bis 3 auf. Sie fungieren als Parameter für die mit einem Stern markierten Farbpaletten darunter. Effekte können Farbpaletten nutzen, manche sind mit geänderter Palette kaum wiederzuerkennen. Feuer in eiskaltem Blau ist durchaus möglich.

Im zweiten Tab gibt es Effekte. Das sind zum Teil spektakuläre Animationen wie zu Beginn des Artikels beschrieben. Lichteffektmeister können sich hier austoben. Gästen kann man mit schnellen Effekten eindrücklich vorführen, wie futuristisch das Smart Home ist. Im Alltag braucht man die aber nicht. Wir haben daher einige sehr langsame Effekte in Presets eingebaut, die schöne Lichtstimmungen beim Musik hören zaubern oder die Kamingespräche in die richtige Atmosphäre tauchen. Presets sind nicht nur über den vierten Tab erreichbar, man kann sie auch über API-Calls oder MQTT-Befehle abfahren und damit in die sonstige Hausautomation einbinden. Profi-Tipp: Man kann Emojis als Namen vergeben, was WLED als einzelnes Zeichen wertet. Fünf so kurz benannter Presets kann man mit einem „Quick load label“ aus einem Zeichen unter „Quick Load“ ablegen.

Damit Effekte nicht nerven und sich optisch in die Wohnung einfügen, lohnt es sich, Zeit in die Suche nach den perfekten



Die ESP-Mikrocontroller stecken unter der kleinen Blechabdeckung. Für komfortablen Einsatz kauft man sie aufgelötet auf einer kleinen Platine mit Spannungswandler und USB-Konverter. Den Wemos D1 gibt es mit einem einkernigen ESP8266 (rechts) und dem zweikernigen ESP32 (links). Beide passen in die Pinleisten der QuinLED-Platine.

Wir schreiben Zukunft.



35 %
Rabatt

2 Ausgaben MIT Technology Review
als Heft oder digital
inklusive Prämie nach Wahl

mit-tr.de/testen



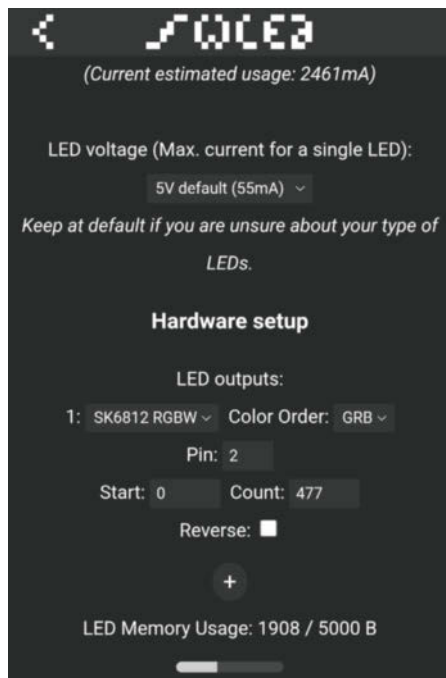
mit-tr.de/testen



leserservice@heise.de



+49 541/80 009 120



In „Config/LED Preferences“ stellt man den Streifentyp (hier SK6812 für RGBW-LEDs) und die LED-Anzahl ein. Stimmt die Einstellung nicht, bekommen manche LEDs kein Signal, es geht aber nichts kaputt.

Einstellungen zu investieren. Das über Tabs verteilte Webinterface ist leider etwas unintuitiv. Ein effizienter Workflow dafür sieht folgendermaßen aus: Erstellen Sie zuerst ein Preset. Setzen Sie dann die Palette im ersten Tab auf „Default“, um Effekte zunächst so zu sehen, wie sie eigentlich gedacht waren. Wählen Sie danach einen Effekt aus der langen Liste im Effekt-Tab. Der Schieberegler mit der Uhr stellt die Geschwindigkeit ein. Meist muss man die stark reduzieren. Darunter gibt es noch mit einem Flammen-Symbol einen Regler für die Effekt-Intensität. Die bewirkt bei jedem Effekt ein bisschen etwas anderes. Die WLED-Doku erklärt, was der Regler einstellt. Danach wechselt man noch mal zum Farb-Tab und stellt dort die Farbpalette ein. Als Bonus kann man zuletzt noch softwaredefinierte Segmente erstellen, die jeweils einen kompletten Satz an Einstellungen haben. Beim Erstellen kopieren neue Segmente die bestehenden Einstellungen, sodass man für ein gespiegeltes Segment nur den Haken bei „Reverse Direction“ setzen muss.

Synchronisierte WLEDs

Das WLED-Interface hat einen Sync-Knopf, den man braucht, wenn sich meh-

rere separate WLED-Geräte gleich verhalten sollen. Hat man beispielsweise zwei getrennte LED-Streifen mit je einem eigenen Mikrocontroller hinter zwei Möbelstücken im gleichen Zimmer angebracht, kann man die gemeinsam steuern. Gleiches gilt für mehrere Athom-Leuchtmittel im gleichen Raum.

Die WLED-Geräte schicken sich für die Synchronisation UDP-Pakete mit Einstellungen zu. WLEDs agieren gemeinsam, wenn sie in der gleichen „Sync group“ in „Sync Interfaces“ stehen und der Sync-Knopf aktiviert ist. Der Knopf entscheidet nicht nur, ob ein Gerät die Pakete verschickt, sondern auch, ob es bereit ist, welche zu empfangen. Man muss Sync also bei allen beteiligten WLEDs aktivieren.

WLED überträgt den eingestellten Effekt, die Effekt-Parameter, Helligkeiten und die Farben. Segmenteinstellungen werden nicht übertragen, weil sie ohnehin unterschiedlich sind. Hat man mehrere ähnliche WLED-Lampen im gleichen Raum, ist es naheliegend, auf denen jeweils gleichnamige Presets anzulegen. Leider aktiviert die Synchronisation keine gleichnamigen Presets, sodass im Preset perfekt eingestellte Segmente nach der Synchronisation nicht mehr stimmen.

Ein Workaround ist, auf die Sync-Funktion zu verzichten und die Presets über simultane Netzwerkbefehle beispielsweise von Home Assistant zu starten. Die Pakete kommen so schnell hintereinander an, dass die Lampen gefühlt gleichzeitig umschalten. Damit das klappt, muss man auf allen WLEDs nur gleichnamige Presets mit passenden Einstellungen anlegen.

Lichtwecker

In den Einstellungen kann man unter „Time & Macros“ nicht nur einen NTP-Server für die Abfrage der genauen Uhrzeit angeben. Mit „Time-controlled presets“ kann man sich auch leicht einen schicken Lichtwecker basteln.

Dafür erstellt man ein Preset, das extrem langsam über 15 Minuten die Helligkeit steigert und die Farbe von Blau über Rot zu Warmweiß ändert. Der Effekt heißt „Sunrise“ und funktioniert mit der „Default“-Palette schon hervorragend. Achten Sie lediglich darauf, die Geschwindigkeit nur knapp über 0 einzustellen.

Die Nummer dieses Presets tragen Sie zusammen mit einer Uhrzeit in der Liste der zeitgesteuerten Presets ein. Hinter dem Eingabefeld setzen Sie je einen

Haken, an welchen Wochentagen WLED die Zeitsteuerung einschalten soll.

Mit der Zeitsteuerung kann man sich auch Pomodoro-Timer für Arbeit und Pausen am Homeoffice-Tag bauen oder mit einem Feuerwerk den Feierabend einläuten. Je nachdem, was das Smart Home sonst noch tun soll, kann es aber auch sinnvoll sein, solche Automatismen lieber in der Smart Home-Zentrale statt im WLED festzulegen.

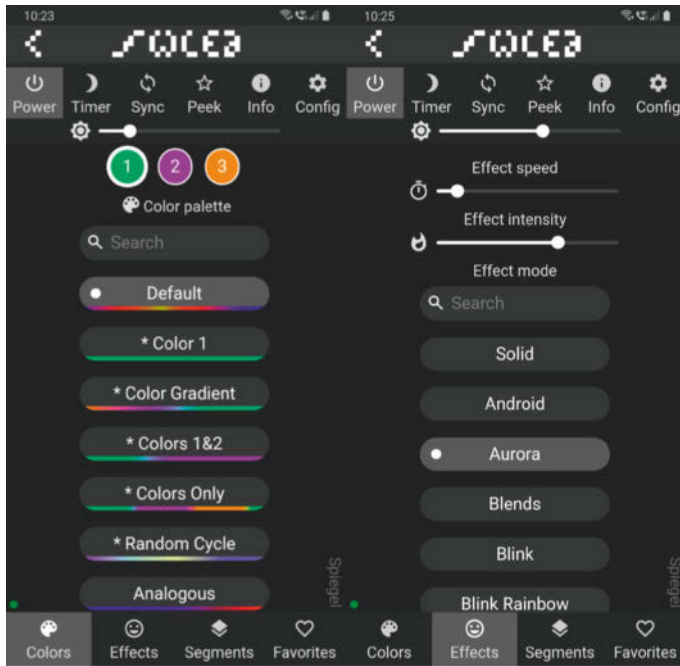
Hass-Integration

Viele Smart-Home-Steuerungen sind in der Lage, WLED-Geräte direkt zu steuern. Beispielsweise gibt es in Home Assistant einen eigenen Gerätetyp für WLED, der die Einrichtung sehr einfach macht. Meist kommt man darüber aber nicht an alle Einstellungen.

Steuerungen wie Home Assistant oder NodeRed erlauben aber immer auch konfigurierbare HTTP-Requests. Über das REST-API kann man mit HTTP-Requests



Die WLED-App zeigt nur das Webinterface, an das man auch mit jedem Browser kommt. Das begrüßt einen mit der Farbauswahl und dem Helligkeitsregler oben. Als Effekt ist „Solid“ vorausgewählt, sodass die eingestellte Farbe auch direkt sichtbar ist.

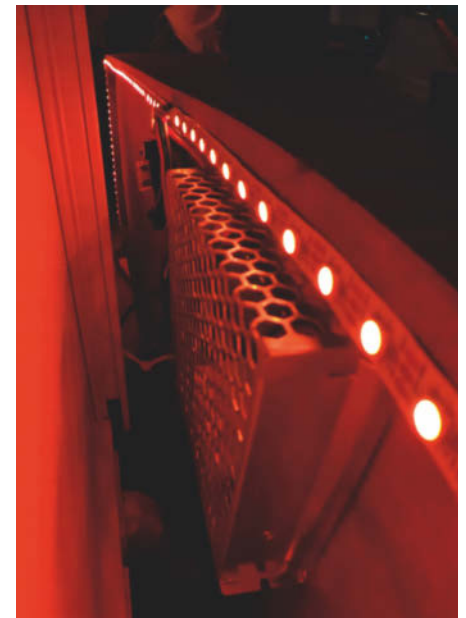


Um Effekte einzustellen, muss man den ersten und den zweiten Tab vom Webinterface kombinieren. Wir empfehlen zuerst mit der „Default“-Palette im zweiten Tab den Effekt auszuwählen und danach im ersten Tab die Feineinstellung für die Farbpalette vorzunehmen.

ist gut bedienbar und bietet Zugriff auf alle Funktionen, auf größeren Displays erspart einem das Webinterface das meiste Scrollen. Vor allem aber beherrschen WLED-Geräte nativ MQTT und integrieren sich ohne Bridge in zentrale Smart-Home-Steuerungen wie Home Assistant oder NodeRed. WLED lässt sich so leicht integrieren, weil die ESP-Mikrocontroller WLAN-Geräte sind. Als WLAN-Geräte verbrauchen sie aber auch ein bisschen mehr Strom als alternative Leuchten mit ZigBee. Außerdem haben die Netzteile nur eine Effizienz von rund 80 Prozent, sodass die Geräte stets ein paar zusätzliche Watt elektrischer Heizleistung in die Wohnung holen.

Letztlich sind die einzeln steuerbaren LED-Streifen vor allem interessant, wenn man Lust hat, mit Lichtstimmungen herumzuspielen. Das macht spätestens dann Spaß, wenn das erste 1D-Feuerwerk im Flur explodiert. In unseren Augen sind WLED-Installationen genau so, wie smartes Licht sein sollte: eine bunte Spielerei, die man nach Herzenslust konfigurieren, programmieren und automatisieren kann. (pmk@ct.de) **ct**

Firmware-Download, Platinen, Dokumentation: ct.de/yey2



Statt in einer Schattenfuge kann man die LED-Streifen auch sehr schön an der Rückseite von Möbeln anbringen. Sie strahlen dann von dort auf die weiße Wand. Der Kasten mit dem Sechseckgitter ist das Netzteil, das hier nur maximal 10 Ampere liefern muss, weil der Streifen kürzer ist.

alles einstellen, was mit WLED geht. Besonders praktisch ist das Aktivieren von Presets kombiniert mit einer definierten Helligkeit.

WLED stellt zwei verschiedene API zur Verfügung: ein älteres mit HTTP-URL-Parametern und ein neueres, dem man die gleichen Informationen als JSON-Payload mitgibt. Das JSON-API wäre zu bevorzugen, wenn das nicht ein fieses Problem hätte, auf das man nicht gleich kommt: Die Reihenfolge der Schlüssel ist in einem JSON-Objekt nicht fest definiert. Gibt man beispielsweise sowohl ein Preset als auch eine Helligkeit an, kann es sein, dass WLED zuerst die Helligkeit einstellt und danach erst das Preset aktiviert. Nur leider enthält das Preset eine Helligkeitseinstellung, die die aus der JSON-Nachricht überschreibt. Das ältere API hat dieses Problem nicht, weil die Parameter da in einer definierten Reihenfolge stehen.

Die Parameter des HTTP-API listet die Dokumentation auf (siehe ct.de/yey2). Will man beispielsweise das WLED-Gerät mit der IP 192.168.111.237 in einem warmweißen Ton ohne Farbwechsel (Effekt 0) und mit halber Helligkeit einschalten, schickt man einen GET-Request an: `http://192.168.111.237/?win&T=1&A=128&FX=0&CL=hFF905B`

Der Parameter `T` dient zum Ein- und Ausschalten, `A` stellt die Helligkeit ein und `FX` wählt den Effekt aus. Setzt man Effekt-Farben mit `CL`, steht hinter dem Parameter keine Zahl, sondern ein Hex-Wert. Der muss mit dem Buchstaben `h`

anfangen, danach kommen die Hex-Ziffern je zweistellig für Rot, Grün und Blau, also `RRGGBB`. Bei Streifen mit Weißkanal muss man den voranstellen, sodass sich `WWRRGGBB` ergibt. Effekt- und Farbangaben kann man sich sparen, wenn man mit `PS` ein Preset auswählt.

Die Kette an URL-Parametern kann man ohne Veränderung auch als Payload für MQTT-Nachrichten verwenden. Je nachdem, ob eine MQTT-Nachricht JSON oder einen String mit URL-Parametern enthält, verwendet WLED den neuen oder den alten API-Code. MQTT-Nachrichten lassen sich beispielsweise besonders leicht mit NodeRed verschicken.

Fazit

Bei LED-Streifen ergibt sich die ungewöhnliche Situation, dass die Einbaubedingungen stets so individuell sind, dass Hersteller kaum fertige Produkte anbieten können. Der Selbstbau lohnt sich, weil die Streifen nicht nur futuristisch aussehen, sondern auch sehr angenehmes, diffuses Licht in die Wohnung zaubern. Mit WLED, dessen Code man weder anpassen noch kompilieren muss, sind LED-Lichtinstallationen so einfach, wie sie nur sein können. Außer bei der 230-Volt-Verkabelung kann man auch kaum Fehler machen, weshalb sich WLED-Installationen als Smart-Home-Bastelei für Einsteiger eignen.

WLED ist praktisch ausentwickelt, was man unter anderem an den Leuchtmitteln von Athom sieht, bei denen die freie Firmware vorinstalliert ist. Die App

Sparsamer Luxus

Apple TV 4K (2022) im Test



Apples Zentrale für TV, Games und Smart Home rechnet schneller und streamt auch in HDR10+, verbraucht und kostet aber weniger als der Vorgänger.

Von Berti Kolbow-Lehradt

Nach nur einem Jahr hat Apple seine Set-Top-Box Apple TV 4K erneut aktualisiert. Unter der Haube rechnet ein leistungsstärkeres SoC, genauer gesagt eine angepasste Version von Apples A15-Bionic-Chip. Dieser steckt auch im iPhone 13 und 14, nutzt dort aber sechs statt wie in der TV-Box fünf Rechenkerne.

Der Speicherplatz verdoppelt sich im Vergleich zur vorherigen Generation auf wahlweise 64 oder 128 GByte. Gleichzeitig sinkt der Preis um 30 Euro. Das günstigere Apple TV (170 Euro) mit weniger Speicher empfängt und sendet Daten nur per WLAN. LAN und das IoT-Protokoll Thread bleiben der Variante mit mehr Speicher vorbehalten, die wir getestet haben.

Äußerlich unterscheidet sich das dritte Apple-TV-Modell mit 4K-Ausgabe in einem kosmetischen Aspekt vom Vorgänger: Dem eingravierten Apfel-Logo fehlt der „tv“-Namenszusatz. Außerdem ist das Gerät mit Maßen von 93 × 93 × 31 Millimeter um rund fünf Millimeter geschrumpft und mit etwa 210 Gramm nur noch halb so schwer. Hauptgrund dafür ist, dass Apple keinen Lüfter mehr eingebaut, die Box kühlt sich nun passiv.

Die beigelegte Siri-Fernbedienung ist bis auf ein Detail identisch mit der des Vorgängermodells: Sie tankt jetzt per USB-C statt Lightning neue Energie. Die Laufzeit beträgt laut Apple weiterhin mehrere Monate. Das Ladekabel muss man genauso wie die Strippen für HDMI 2.1 und – beim Ethernet-Modell – für LAN selbst bei-

steuern. Außer per Netzkabel empfängt und sendet das Apple TV 4K Daten unverändert mit Wi-Fi 6.

Energiespar-Modell

Der APSI-Benchmark bescheinigt dem 2022er Apple TV eine um rund 40 Prozent höhere Rechenleistung als dem Vorjahresmodell (von 26,5 Punkte auf 37,4 Punkte). Das kommt näherungsweise an den „bis zu“ 50-prozentigen Temposchub heran, den Apple nennt.

In der Praxis reizen weder Video-streams noch die meisten verfügbaren Spiele die neu gewonnene Leistungsreserve aus. Von den getesteten Renn-, Action- und Sportspielen entlockt das neue Apple TV einzig dem jüngst erschienenen „Football Manager 2023 Touch“ höhere Bildraten. Damit erscheinen 3D-Spielfeldszenen minimal flüssiger als auf der Vorgängergeneration. Bei allen anderen Games waren keine Unterschiede sichtbar.

Apple verspricht bis zu 30 Prozent geringeren Stromverbrauch, und unsere Vergleichsmessungen bestätigen das. Im Standby sinkt der Verbrauch von 1,35 auf 0,85 Watt. Bei der Anzeige des Startbildschirms mit Videotitel-Karten verbraucht die Box 2 statt 3 Watt. Das Streaming ausgewählter Folgen von „The Boys“ zieht 2 bis 4 statt 3 bis 4 Watt. Für die Darstellung von 3D-Spielen wie „NBA 2K23 Arcade Edition“ reichen nun 10 statt 12 bis 15 Watt Leistung.

Streaming in HDR10+

In Sachen Streaming stellt die neue Set-Top-Box Inhalte mit erweitertem Kontrastumfang jetzt auch im Format HDR10+ dar – nicht nur in HDR10 und Dolby Vision. Es gibt allerdings kaum Inhalte in HDR10+, weil sehr wenige Fernseher darauf angewiesen sind.

Skurril: Nicht einmal Apples hauseigener Streamingdienst Apple TV+ weist in der App der Set-Top-Box Inhalte in HDR10+

aus. Amazon Prime Video ist einer der wenigen Dienste, die überhaupt derlei Material anbieten. Viel davon sehen kann man ohnehin nicht: Genau wie in einem früheren Test (c't 13/2019, S. 46) erwies sich die Formaterweiterung als ineffektiv.

Smart-Home-Fans bietet das neue Apple TV keine zusätzliche Funktion. Sie müssen bei der Wahl zwischen den beiden Modellvarianten aufpassen, sich nicht unbeabsichtigt einzuschränken. Nur die teurere Version mit 128 GByte und Ethernet dient als Schaltzentrale für Zubehör mit dem Mesh-fähigen Funkprotokoll Thread. Den neuen Smart-Home-Kommunikationsstandard Matter unterstützen immerhin beide.

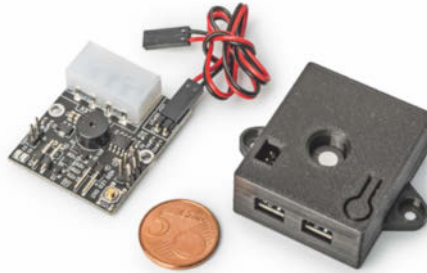
Fazit

Das Apple TV 4K (2022) ist eine luxuriös ausgestattete Set-Top-Box fürs Streaming, Gaming und Smart Home. Gleiches gilt aber für das Vorjahresmodell: Steht es schon unter dem TV, lohnt sich der Neukauf kaum. Der Leistungszuwachs ist in den meisten Apps nicht spürbar und schon der Vorgänger war trotz seines Lüfters im Alltag kaum hörbar. Als Ersatz für Apple TVs von 2017 oder älter handelt es sich dagegen um einen guten Deal. Dafür greift man am besten zum Topmodell. Der geringe Aufpreis von 20 Euro lohnt sich allein wegen des doppelten Speichers.

(sha@ct.de) **ct**

Apple TV 4K (2022)

Streamingplayer mit Gaming und Heimsteuerung	
Hersteller, URL	Apple, apple.de
Lieferumfang	Box, Siri Remote (USB-C), Netzkabel
Konnektivität	Thread, Ethernet (nur 128-GByte-Modell), Wi-Fi 6, AirPlay 2, Bluetooth 5, IR, HDMI 2.1
AV-Standards	HDR10, HDR10+, Dolby Vision; Dolby Digital, Dolby Digital Plus, Dolby Atmos
Leistungsaufnahme	0,85 Watt (Standby), bis 12 Watt (Betrieb)
Preis	170 € (64 GByte) / 190 € (128 GByte)



Noch eine drauf

Toshiba packt eine weitere Scheibe in das Gehäuse seiner Enterprise-Festplatte, damit steigt die Kapazität auf 20 TByte.

Toshiba ist der kleinste der drei verbliebenen Festplattenhersteller und hinkt bei der maximalen Kapazität der Laufwerke meistens etwas hinterher. Mit der MG10ACA-20TE schließt das Unternehmen nun wieder etwas auf: 20 TByte fasst das Server-Laufwerk, Konkurrent Western Digital aber liefert bereits welche mit 22 TByte aus.

Den Kapazitätsgewinn gegenüber dem Vorgänger erreicht Toshiba praktisch ausschließlich durch den Einbau einer zehnten Scheibe in das Gehäuse. Zum Beschreiben der winzigen magnetischen Domänen setzt Toshiba auf die Technik FC-MAMR, welche den Magnetfluss des Schreibkopfes schärfer fokussiert. Ansonsten handelt es sich um eine Festplatte mit konventioneller Aufzeichnungstechnik (Conventionell Magnetic Recording, CMR).

In den Außenzonen erreicht die MG10ACA20TE lesend und schreibend rund 280 MByte/s, innen sind es knapp 130 MByte/s – übliche Werte für eine mit 7200 Umdrehungen pro Minute rotierende Festplatte.

Toshiba gewährt fünf Jahre Garantie, die maximale Arbeitslast pro Jahr beträgt 550 TByte. Für ein Laufwerk dieser Kapazität ist die MG10ACA20TE sehr günstig. (ll@ct.de)

Toshiba Enterprise Capacity

Server-Festplatte mit 20 TByte	
Hersteller, URL	Toshiba, toshiba-storage.com
Bezeichnung	MG10ACA20TE
Systemanf.	SATA GG, AHCI
Preis	372 €

Retrorassel

SSDs geben keine Geräusche von sich. Eine kleine Platine rüstet den Festplattensound bei PCs nach.

Der HDD Clicker ist ein nicht ganz ernstgemeintes Projekt für Nostalgiker und Retro-PCs. Die kleine Platine bringt das typische Festplattenklackern in moderne PCs mit SSD zurück. Die Umsetzung ist so simpel wie genial. Die Platine hängt über ein mitgeliefertes Kabel am HDD-LED-Anschluss des Boards und erhält ihren Strom über einen Molex-Stecker. Ein aufgelöteter 8-Bit-Mikrocontroller ATtiny13A wandelt die Signale für die Festplatten-LED in Töne um und gibt sie über einen kleinen Lautsprecher aus. Das Signal für die LED am Gehäuse geht dabei nicht verloren, denn der HDD Clicker schleift es an einen Pfostenanschluss durch. Drückt man einen Taster, spielt der Festplattengeräuschsimulator auch ohne Eingangssignal das Klackern ab.

Wir haben den HDD Clicker sowie die alternativ erhältliche Silent-Variante im 13-Watt-PC aus c't 26/2022, Seite 26 getestet. Das leisere Modell war subjektiv näher am Geräusch moderner Festplatten. Den fertigen HDD Clicker gibt es im belgischen Onlineshop Serdashop für 25 Euro zu kaufen. Optional bietet der Händler ein passendes 3D-gedrucktes Gehäuse für 10 Euro Aufpreis an sowie für wenige Euro zusätzliche Anschlusskabel beziehungsweise SATA-Molex-Stromadapter. (chh@ct.de)

HDD Clicker

Festplattengeräuschsimulator	
Hersteller, URL	Serdashop, www.serdashop.com
Anschlüsse	Molex, HDD-LED-Eingang, HDD-LED-Ausgang
Lautheit (normal / Silent)	1,2 sone / 0,8 sone
Preis (mit Gehäuse)	25 € (35 €)

Smart gespart



**Heft + PDF mit
29 % Rabatt**

Dieses **heise online-Sonderheft** rund um den smarten Haushalt zeigt Ihnen viele spannende Produkte, die Zeit und Energie sparen, sich als Helfer im Alltag beweisen und oben-dreien noch Spaß machen:

- 11 smarte Heizkörperthermostate im Test
- Smarte Schließsysteme: Was Sie beim Kauf beachten müssen
- Alexa & Co. ins Smart Home einbinden
- Displays: Amazon Echo Show vs. Google Nest

**Heft für 14,90 € • PDF für 12,99 €
Bundle Heft + PDF 19,90 €**

shop.heise.de/ho-wohnen22

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 20 € (innerhalb Deutschlands). Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

ARM-Box

Mini-PC mit ARM-CPU: Microsoft Windows Dev Kit 2023 für Entwickler



Im Microsoft-PC für Windows-Programmierer rechnet ein ARM-Prozessor statt einer x86-CPU. Damit ist er quasi der Windows-Kontrahent des Mac mini mit Apple M1. Aber nicht alles, was hinkt, ist auch ein Vergleich, wie der Test beweist.

Von Christof Windeck

Ach, es könnte so schön sein: Das „Windows Dev Kit 2023“ ist ein leiser, sparsamer und kompakter Windows-11-PC. Allerdings ist er mit knapp 700 Euro ziemlich teuer und hat einen ARM-Prozessor statt einer x86-CPU von AMD oder Intel.

Eigentlich verspricht ein ARM-Chip Vorteile, wie Apple mit den hauseigenen M1- und M2-Prozessoren beweist. Doch Microsoft und der Kooperationspartner Qualcomm, der den Snapdragon 8cx Gen 3 mit acht ARM-Kernen beisteuert, bekommen das ARM-Windows-Zusammenspiel seit zehn Jahren nicht in den Griff. Das zeigt auch der Test des Windows Dev Kit 2023 wieder einmal. Allerdings verkauft es Microsoft zu dem Zweck, die Situation zu verbessern: Es ist für Entwickler gedacht, die Windows-Programme mit ARM-Code schreiben. Man kann es aber auch einfach als Alltagscomputer benutzen, und so haben wir es getestet.

Schöne Schale

Auf den ersten Blick gefällt der Minicomputer: Das hochwertige Gehäuse wirkt unauffällig-schick und ist kompakter als ein Mac mini. Doch während letzterer ein eingebautes Netzteil hat, liegt beim Microsoft-Rechnerlein ein separates 90-Watt-Netzteil im Karton. Es wirkt in doppeltem

Sinn überdimensioniert: Einerseits ist es ziemlich groß und andererseits hätte ein schwächeres mit 60 Watt genügt.

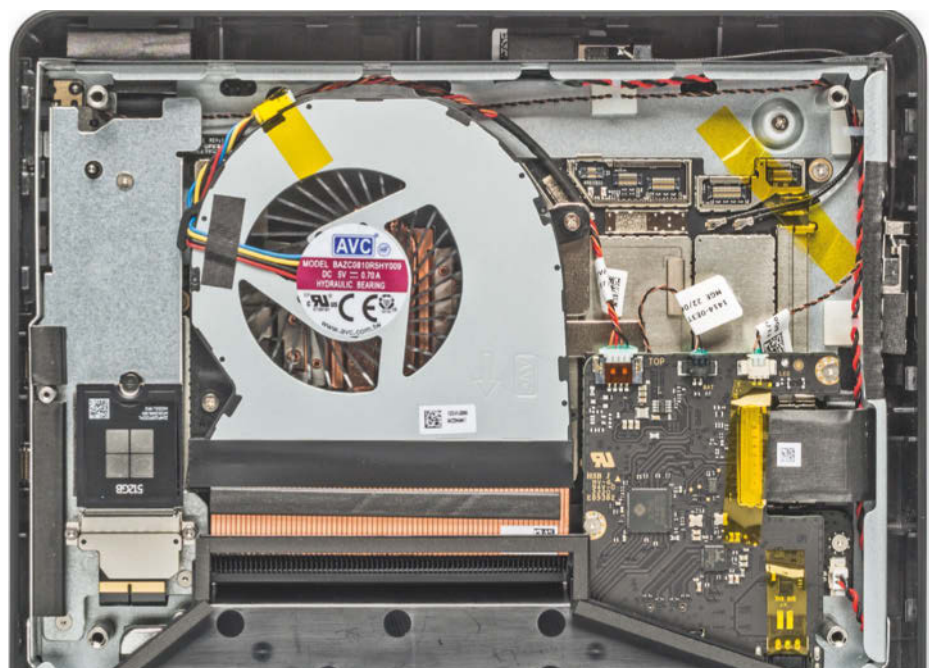
Der Arbeitsspeicher ist mit 32 GByte großzügig bemessen; die flinke 512-GByte-SSD im winzigen M.2-2230-Format ist wechselbar. Die Schnittstellen reichen für den Einsatzzweck aus: Es gibt zwei USB-C- und drei USB-A-Buchsen, die alle jeweils bis zu 10 Gbit/s übertragen (USB 3.2 Gen 2), sowie Ethernet, WLAN und Mini-Displayport (mDP). Per mDP und USB-C lassen sich ein oder zwei Displays mit Auflösungen bis zu 4K und 60 Hz anschließen. Auf USB4, Thunderbolt, analoge Audioanschlüsse und Kartenleser müssen Käufer des Dev Kit 2023 verzichten – das gibt es nur in der x86-Welt.

Mit 3,2 Watt im Leerlauf (ohne Ethernet) ist der kleine Computer sehr sparsam, aber auch x86-Rechner wie der NUC 12 [1] brauchen kaum mehr. Unter Volllast zeigt

te unser Messgerät maximal 40 Watt, wobei der Lüfter noch einigermaßen leise bleibt. Windows-Notebooks mit Snapdragons waren bisher jedoch stets lüfterlos.

40 Watt unter Volllast sind einerseits deutlich weniger, als Mini-PCs mit aktuellen Core-i- oder Ryzen-Prozessoren schlucken (kurzzeitig über 80 Watt [1]). Andererseits sind es aber rund 30 Prozent mehr als bei Mini-PCs mit Celeron N oder Pentium N [2] oder bei einem Apple Mac mini mit M1-Chip, die bei Volldampf jeweils rund 30 Watt Leistung aufnehmen.

Der M1 im Mac mini liefert obendrein deutlich mehr Rechenleistung als der Snapdragon 8cx Gen 3, der alleine schätzungsweise über 30 Watt zieht. Dieser hohe Wert überrascht, weil der Snapdragon 8cx Gen 3 eng verwandt ist mit dem Snapdragon 888 für Smartphones, der ebenfalls mit 5-Nanometer-Technik gefertigt wird und acht ARM-Kerne hat.



Der Qualcomm Snapdragon 8cx Gen 3 im Microsoft Windows Dev Kit 2023 verheizt relativ viel Leistung, aber der Lüfter bleibt auch unter Last recht leise.

Würde ein Smartphone-Prozessor 30 Watt verheizen, wäre der Akku nach einer halben Stunde leer (bei einem 16-Wattstunden-Akku mit 4500 mAh).

Der Snapdragon 8cx Gen 3 hat aber viel mehr starke CPU-Kerne als der 888, nämlich je vier Cortex-X1 und Cortex-A78. Der 888 hat nur einen X1 und drei A78, dazu kommen vier Effizienzkerne vom Typ A55. Qualcomm bringt also den 8cx Gen 3 auf Kosten des Stromdursts enorm auf Trab. In den aktuellen Notebooks Lenovo ThinkPad X13s und Microsoft Surface Pro 9 arbeitet derselbe Chip deutlich genügsamer.

Mäßige Performance

Mit Windows-Programmen, die für ARM-CPU optimiert wurden, fühlt sich das Windows Dev Kit 2023 flott an. Leider gibt es davon noch sehr wenige und viele stammen von Microsoft selbst: der Browser Edge, Office und die Videokonferenzsoftware Teams. Aber es gibt etwa auch einen Zoom-Client mit ARM-Code.

In der Adreno-GPU des Snapdragon stecken Hardware-Videodecoder für H.264, H.265 und VP9. YouTube-Videos mit 4K-Auflösung laufen in allen Browsern problemlos und auch AV1-Videos spielt der Rechner ab.

Der Benchmark Geekbench 5 nutzt unter Windows ebenfalls ARM-Code, erlaubt aber lediglich grobe Vergleiche. Im Geekbench 5 liegt der Snapdragon 8cx Gen 3 im Bereich von AMD Ryzen 5 5500U und Core i5-1240U, aber deutlich hinter einem Apple M1.

Ein ganz anderes Bild zeigt sich mit x86-(64-)Code, etwa beim Cinebench R23: Dort hinkt der 8cx Gen 3 deutlich hinterher, vor allem schwächelt er bei der Singlethreading-Performance. Sie liegt noch unter der des Billigprozessors Celeron N5105 [2]. Deshalb fühlen sich viele x86-Apps träge an, trotz großem RAM und flinker SSD. Das gilt auch für andere Browser als den vorinstallierten Edge, etwa Google Chrome und Firefox. In LibreOffice Impress dauert schon das Öffnen einer 5,5-MByte-Präsentation ein paar Sekunden, der PDF-Export dieser Datei dauert rund 8 Sekunden. Ein vier Jahre alter Core i5-8400 schafft das etwa doppelt so schnell.

Mangels ARM-optimierter Software rechnet der Snapdragon 8cx Gen 3 in der Praxis also oft deutlich langsamer als aktuelle x86-Prozessoren, obwohl seine Leistungsaufnahme in einem vergleichbaren Bereich liegt.

Während der Tests fielen einige Bugs auf. So waren ein paar kleine Darstellungsfehler sichtbar, anscheinend sind die Windows-Treiber der im Snapdragon integrierten Adreno-GPU noch immer nicht ausgereift. Die für Datentransferraten verwendeten USB-SSDs wurden nicht an allen Ports erkannt, an den USB-A-Buchsen klappte es besser als an USB-C. Bei der Messung der Volllast-Leistungsaufnahme von CPU und GPU gleichzeitig stürzte der Rechner reproduzierbar ab; mit Last nur entweder auf GPU oder CPU lief der hingegen problemlos.

Weil man die meisten Treiber gar nicht erst installieren kann, ist man auf USB-Geräte, Drucker und Scanner festgenagelt, die Windows 11 von sich aus unterstützt.

Der Snapdragon 8cx Gen 3 enthält auch den Microsoft-Sicherheitscontroller Pluton. Er macht sich bisher aber nur als Firmware-TPM (Trusted Platform Module, fTPM 2.0) bemerkbar.

Es gelang uns nicht, auf dem Dev Kit 2023 parallel zu Windows 11 auch Linux zu installieren. Wir haben zwei Distributionen für ARM-Chips ausprobiert, doch beide brachen die Installation mit Fehlermeldungen ab. Das Windows Subsystem

for Linux (WSL) ließ sich jedoch aktivieren, sogar inklusive GUI-Apps.

Fazit

Das Windows Dev Kit 2023 ist ein schicker Mini-PC, der meistens flüsterleise bleibt. Leider bestätigt der Test wieder einmal, dass Windows auf ARM-Hardware nicht zu begeistern vermag. Obwohl das meiste funktioniert, gibt es zu viele Nachteile: oft lahmer als billigere x86-Technik, nur unwesentlich sparsamer, langsamere Schnittstellen, fehlende Treiber und lückenhafte Kompatibilität zu x86-Software.

Microsoft möchte es jedoch ohnehin vor allem an Entwickler verkaufen, die darauf ARM-optimierte Windows-Software programmieren sollen. Die Chancen dafür, dass Windows on ARM bald größere Verbreitung erfährt, sind allerdings eher gering – siehe den folgenden Artikel auf Seite 80.

(ciw@ct.de) 

Literatur

- [1] Christof Windeck, Kleiner Zwölfender, Mini-PC Intel NUC12WS mit Hybridprozessor Core i7-1260P, c't 25/2022, S. 56
- [2] Christof Windeck, CeleNUC, Mini-PC: Der 160-Euro-Barebone Intel NUC11 mit Celeron N5105, c't 22/2022, S. 64

Microsoft Windows Dev Kit 2023

Mini-PC mit ARM-Prozessor Qualcomm Snapdragon 8cx Gen 3	
Hardware-Ausstattung	
CPU / Kerne / Takt (Turbo)	Qualcomm Snapdragon 8cx Gen 3 (SC8280XP) / 4 Cortex-X1 + 4 Cortex-A78, bis zu 3 GHz
RAM / SSD	32 GByte LPDDR4X (verlötet) / Kioxia BG4 512 GByte (M.2 2230/PCIe 3.0 x4)
Grafik (-speicher)	Qualcomm Adreno (vom Hauptspeicher)
Sound-Chip (Chip) / TPM	– / fTPM 2.0 (Microsoft Pluton)
Netzwerk-Interface (Chip, Anbindung), WLAN	1 Gbit/s (Microsoft/Realtek, USB 3.0), Wi-Fi 6E, 2x2, Bluetooth 5.3 (im SoC integriert)
Abmessungen	19,7 cm × 2,9 cm × 15,4 cm (Tiefe 19 cm mit Stromstecker)
Netzteil	Microsoft Model 1749 90 Watt, 1,5 m Kabel
Anschlüsse hinten und links	1 × Mini-DP, 3 × USB-A 10 Gbit/s, 1 × LAN, Stromanschluss, 2 × USB-C 10 Gbit/s
Elektrische Leistungsaufnahme, Datentransfer-Messungen und Geräuscentwicklung	
Soft-Off / Energie Sparen / Leerlauf	0,3 / 0,9 Watt / 3,2 Watt (mit 4K-Monitor an DP)
Volllast: CPU / Grafik	40 / 24 Watt
M.2-SSD / USB 10 Gbit/s lesen (schreiben)	2,4 (1,5) GByte/s / 940 (960) MByte/s
Geräuscentwicklung	<0,1 / 0,7 sone (Leerlauf / Volllast)
Funktionstests	
Secure Boot ab- / CSM einschaltbar	✓ / – (nur UEFI-Bootmodus)
Bootedauer bis Login m. Fastboot	25 s
Parallelbetrieb Monitore (Ports)	2 × 4K 60 Hz (mDP + USB-C / 2 × USB-C)
Systemleistung	
Cinebench R23: 1 / alle Threads	606 / 3835 Punkte
3DMark: Fire Strike	2927 Punkte
Bewertung	
Systemleistung: Office / Rendering / Spiele	○ / ○ / ○○
Geräuscentwicklung / Systemaufbau	⊕ / ⊕⊕
Preis / Garantie	700 € / 3 Jahre
✓ funktioniert – funktioniert nicht ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht	

Pflegenotstand

Weshalb ARM-Rechner mit Windows nicht attraktiver werden

Seit zehn Jahren arbeitet sich Microsoft an ARM-Notebooks ab. Doch sie sind noch immer schlechter als welche mit Prozessoren von AMD oder Intel. Und das wird sich nicht so bald ändern.

Von Christof Windeck

Die ersten Windows-RT-Tablets kamen 2013 auf den hiesigen Markt. Darauf lief eine Variante von Windows 8 für ARM-Prozessoren, die nicht mit den x86-Chips von AMD und Intel kompatibel sind. Dank einer Emulationsschicht konnte man zwar auch 32-Bit-x86-Programme nutzen, aber nur lahm.

Windows RT war ein Fehlschlag und seither ist Microsoft mit ARM-Geräten nicht grundsätzlich weitergekommen. Kooperationspartner Qualcomm liefert mittlerweile zwar viel schnellere Snapdragon-Chips und unter Windows 11 laufen auch die meisten 64-Bit-x86-Programme dar-

auf. Doch nach wie vor fühlen sich x86-Anwendungen zäh an und manche funktionieren gar nicht. Noch immer gibt es kaum ARM-kompatible Windows-Treiber für Peripheriegeräte.

Nur wenige PC-Hersteller springen auf den ARM-Zug auf, außer Microsoft selbst (Surface Pro 9 mit 5G) liefert derzeit nur Lenovo (ThinkPad X13s) ein Gerät mit dem aktuellen Snapdragon 8cx Gen 3. Irrsinnigerweise kosten diese Mobilrechner über 1500 Euro und sind deutlich langsamer als billigere mit Intel Core i5-1200U oder AMD Ryzen 6000U.

Unterdessen zeigt Apple mit den hauseigenen Chips M1 und M2, wie effizient und flott ARM-Technik laufen kann. Dieses „Apple Silicon“ ist nicht nur schneller als sämtliche Qualcomm-Chips, sondern die Apple-Software reizt seine Vorteile auch aus. Zudem rennt die x86-Emulation in macOS erstaunlich flink.

Software-Problem

Ab 2023 will Qualcomm stärkere „Oryon“-Rechenkerne bringen. Doch die können das Windows-ARM-Problem nicht lösen. Denn es liegt bei der Software: Selbst wenn der Oryon schneller wäre als dann

erhältliche x86-Chips, frisst die x86-Emulationsschicht einen Teil dieser Performance auf. Solange nicht jedes beliebige Windows-Programm optimiert wurde, bleibt die ARM-Technik im Vergleich mit x86-Rechnern stets im Nachteil.

Viele Firmen und Privatleute nutzen Windows jedoch genau deshalb, weil viele verschiedene Programme laufen, auch ältere Software ohne Anpassungen. Wer hingegen flexibel auf andere Apps ausweichen kann oder sowieso alles mit Webdiensten im Browser erledigt, der braucht auch kein Windows. Solche Leute können stattdessen ein MacBook nehmen oder ein iPad mit Tastatur, ein Chromebook oder ein Android-Tablet. Viele dieser Geräte sind deutlich billiger als Windows-ARM-Notebooks.

Für viele Windows-Nutzer bieten ARM-Notebooks mehr Nach- als Vorteile. Leichte, lüfterlose Langläufer wären auch mit lahmen x86-Prozessoren machbar – aber die kauft kaum jemand. Viel mehr Kunden wünschen höhere Performance und akzeptieren dafür im Gegenzug Lüfter. Und eingebaute Mobilfunkmodems fragen hauptsächlich Firmenkunden nach, weshalb man sie in Business-Notebooks mit x86-CPU ebenfalls bekommt.

Nicht nur Henne und Ei

Seit zehn Jahren hängt Windows on ARM an einem Henne-und-Ei-Problem fest: Weil es nur wenige ARM-optimierte Windows-Apps gibt, kaufen wenige Menschen ARM-Notebooks. Weil nur wenige ARM-Notebooks auf dem Markt sind, optimieren wenige Entwickler ihre Windows-Software dafür. Ganz anders hält es Apple, wo x86 keine Zukunft mehr hat.

Die Situation wäre besser, wenn die x86-Emulationsschicht flotter wäre; aber das bekommt Microsoft nicht hin. Alternativ könnte Microsoft billigere ARM-Rechner in den Markt drücken. Beispielsweise könnten sparsame, langlebige, lüfter- und geräuschlose 200-Euro-Boxen Schulungsräume, Callcenter und viele Büros erobern. Doch anscheinend will Qualcomm unbedingt teure Windows-Notebooks bestücken, um damit höhere Profite zu erzielen als mit Snapdragons für Smartphones.

Die Strategie „lahm, aber teuer“ kann jedoch nicht funktionieren. Auch zehn Jahre nach dem Start der Windows-Rechner mit ARM-Chips ist es unverständlich, welche Ziele Microsoft damit verfolgt. Solange das so bleibt, ist der Erfolg unwahrscheinlich.

(ciw@ct.de) **ct**



Schicke Schale, schwacher Kern: Im Microsoft-Tablet Surface Pro 9 steckt der bisher schnellste ARM-Prozessor von Qualcomm, aber im Praxisvergleich mit der x86-Konkurrenz hinkt es hinterher.

Google Shopping – Comparison Shopping Services (CSS)

**Sparen Sie bis zu 20 % Klickkosten
bei Ihrer Google-Shopping-Kampagne**



**mehr Reichweite,
mehr Klicks,
mehr Kunden**

Zusammen machen wir Ihre Kampagnen erfolgreicher!

Sprechen Sie uns an! Wir erstellen Ihnen eine individuelle Strategie zur Bewerbung Ihrer Produkte in Abstimmung mit Ihren Verkaufszielen. Telefon 040 800 80 1710

**Erfolgreiches
Marketing
vor Ort.**



Heise RegioConcept
© Copyright by Heise Medien

Telefon 040 800 80 1710
www.heise-regioconcept.de



Drucken, kopieren, schneiden

Multifunktionsdrucker mit automatischem Papierschnitt zu DIN A5

Für kurze Listen und Notizen ist ein A4-Blatt oft zu groß. Der Tintendrucker Brother DCP-J1800DW passt die Druckausgabe auf Wunsch an das DIN-A5-Format an und schneidet das A4-Papier automatisch in das kleinere Format – praktisch oder nur Spielerei?

Von Rudolf Opitz

Der Brother-Multifunktionsdrucker DCP-J1800DW empfiehlt sich als Familiengerät für kleinere Aufträge, für die das A5-Format ausreicht oder etwa für Restaurants, die häufig Flyer oder Menükarten drucken. Er skaliert A4-Druckvorlagen automatisch auf das A5-Format und schneidet eingelegtes A4-Papier nach dem Druck in zwei A5-Blätter.

Abgesehen von einem Print&Cut-Label sieht man dem J1800DW die Sonderfunktion nicht an. Der klassische Heim-Multifunktionsdrucker ist mit einem 150-Blatt-Papierfach, einer ausziehbaren Ablage darüber und einem anklipbaren Bedienpanel mit gut bedienbarem Touchscreen und drei Funktionstasten ausgestattet. Für Sonderformate gibt es einen

hinteren Einzelblatteinzug. Beim ersten Ausdruck zog unser Testgerät zusammen mit dem Papier im Einzug auch ein Blatt aus dem vorderen Fach ein. Nach einem Firmware-Update bei der Installation der Software passierte dies nicht mehr. Wahlweise kann man die Firmware auch über das Einstellungsmenü direkt am Gerät aktualisieren. In der Papierverwaltung am Gerät und im Treiber lässt sich der Einzelblatteinzug aber nicht manuell auswählen.

Die Klappe des Flachbettscanners trägt einen flachen Vorlageneinzug für 20 Blatt. In den Scharnieren hat sie 2,5 Zentimeter Spiel, was Scans aus dickeren Büchern erleichtert. Ein USB-Port zum Drucken von oder zum Scannen auf einen Speicherstick fehlt, die Buchsen für die USB-Verbindung zum PC und Ethernet liegen Brother-typisch versteckt unter der hochklappbaren Scannereinheit.

Schnitt ins Portemonnaie

Zu dieser für Heimdrucker typischen Ausstattung kommt beim J1800DW die automatische Schnittfunktion von A4-Papier ins A5-Format: Man wählt sie in den Treibereinstellungen aus und für Kopien direkt am Gerät. Druckt man vom PC etwa ein mehrseitiges Word-Dokument oder PDF und setzt im Treiber das Häkchen für den Papierschnitt, platziert das Brother-Gerät zwei Seiten auf eine A4-Seite und zerteilt sie anschließend. In der Ausgabe landen dann zwei bedruckte A5-Seiten. Das funktioniert auch bei aktiviertem Duplexdruck zuverlässig. Das Papiermesser lässt sich nicht wechseln, aber Brother gibt auf das Gerät drei Jahre Garantie.

Das automatische Messer ist tief im oberen Papierweg eingebaut. Selbst wenn man weit in die Papieraussage greift oder die Papierkassette darunter entfernt – etwa um die Papierannahmewalzen zu reinigen –, kommt man mit dem Messer nicht in Berührung. Außerdem funktioniert der Papierschnitt nur bei eingelegtem A4-Papier, nicht bei anderen Formaten. Das Messer trennt das bedruckte A4-Blatt stets quer und mittig; andere Schnittarten gibt es nicht. Die bei ungeraden Seitenzahlen entstehenden A5-Leerblätter lassen sich sammeln und später bedrucken. Das soll laut Hersteller Zeit und Geld sparen.

Zeit spart der flott arbeitende J1800DW mit der gut funktionierenden Schnittfunktion in der Tat, doch das Geldargument zieht angesichts des deutlich

über 200 Euro teuren Druckers und besonders wegen dessen hohen Tintenkosten nicht: Mit den Standardpatronen, die mit lediglich 200 Normfarbseiten nach ISO/IEC 24711 eine geringe Reichweite haben, kostet eine ISO-Farbseite happige 25 Cent an Tinte, selbst der Schwarzanteil beträgt schon 8,5 Cent. Da fallen die 1 bis 1,2 Cent für ein Blatt A4-Normalpapier (80 g/m²) nicht weiter auf. Immerhin gibt es XL-Patronen mit 500 Seiten Reichweite, die die Tintenkosten auf immer noch hohe 17,8 Cent drücken – das sind Preise, die wir sonst nur von Farblaserdruckern kennen.

Immerhin leistet der J1800DW dafür gute Arbeit: Im gleich schnellen Entwurfs- und Normaldruck schaffte er im Test knapp 17 Seiten pro Minute, mit Schnittfunktion waren es noch 13,3 Seiten. Der „Schnell“ genannte Entwurfsdruck bringt Text und besonders Farbflächen etwas blasser zu Papier, was Tinte spart, Text blieb aber gut lesbar. Erst in der Qualität „Beste“ druckt der J1800DW deutlich langsamer. Mit bloßem Auge sah Text damit gut aus, erst unter der Lupe fielen unsaubere Ränder stets an der linken Buchstabenseite auf. Grafikdrucke gefielen mit gleichmäßigen Farb- und Graufächern, Fotos zeigten gute Farben und Details in dunklen Bildbereichen, doch störten durchweg feine Streifen, die auch nach erneuter Kalibrierung nicht verschwanden. A4-Normal- und Fotopapier bedruckt das Brother-Gerät randlos, nur bei aktivem Papierschnitt bleiben etwa drei Millimeter Rand.

Das Drucken klappte auch vom Smartphone problemlos: Via Apple AirPrint und den Google-Druck-Plug-ins von Brother und der Mopria ließ sich sogar die Schnittfunktion aktivieren, wenn wir vor Druck das Papierformat A5 auswählten. Die Brother-App „Mobile Connect“ empfängt auch Scans vom Multifunktionsdrucker, brauchte beim Drucken aber sehr lange zum Rendern von Bildern und Druckseiten.

Kopien erstellt der J1800DW im Schwarz-Weiß-Modus merklich schneller als in Farbe. Praktisch: Die Schnittfunktion bei gleichzeitigem Skalieren auf A5 lässt sich auch beim Kopieren aktivieren und druckt zudem etwas schneller als beim A4-Kopieren (siehe Tabelle). Die Qualität bei Textkopien war im Test brauchbar: Es gab kaum Tintenspuren zwischen den Buchstaben, aber feine Farbsäume an den Buchstabenkanten.


Bei Grafiken gerieten Graufächern zu hell und schillerten bläulich. Kopien von Fotos erstellt der Print&Cut-Drucker nur mit Rand. Uns störten die üblichen Streifen, milchige Schwarzflächen und überzogene Farbkontraste.

Der Vorlageneinzug arbeitet langsam, aber zuverlässig; geknickte Vorlagen bereiteten keine Probleme. Doppelseitige Kopien lassen sich mit ihm nicht erstellen, das klappt nur manuell über den Flachbettscanner. Die automatische Entfernung von Hintergrundfarben bei Schwarz-Weiß-Kopien funktionierte vorbildlich: Text kam sauber und gut lesbar aus dem Drucker. Die Tinte erwies sich 30 Sekunden nach Druck beim Überstreichen mit dem Textmarker als sehr wischfest, allerdings blichen die Flüssigfarbstoff- oder Dye-Tinten der Grundfarben auf Normalpapier im Sonnenlichtsimulator deutlich aus. Die pigmentierte Schwarztinte blieb stabil.

Die übertriebenen Farbkontraste (rote Gesichter) fielen auch auf den sonst detailreichen Scans von Fotos auf, Grafikscans sahen abgesehen von etwas zu hellen Farben gut aus. Die in der Windows-App iPrint&Scan integrierte Texterkennung erzeugte durchsuchbare PDFs mit wenig Fehlern, die nur in kleinen Tabellentexten auftraten.

Fazit

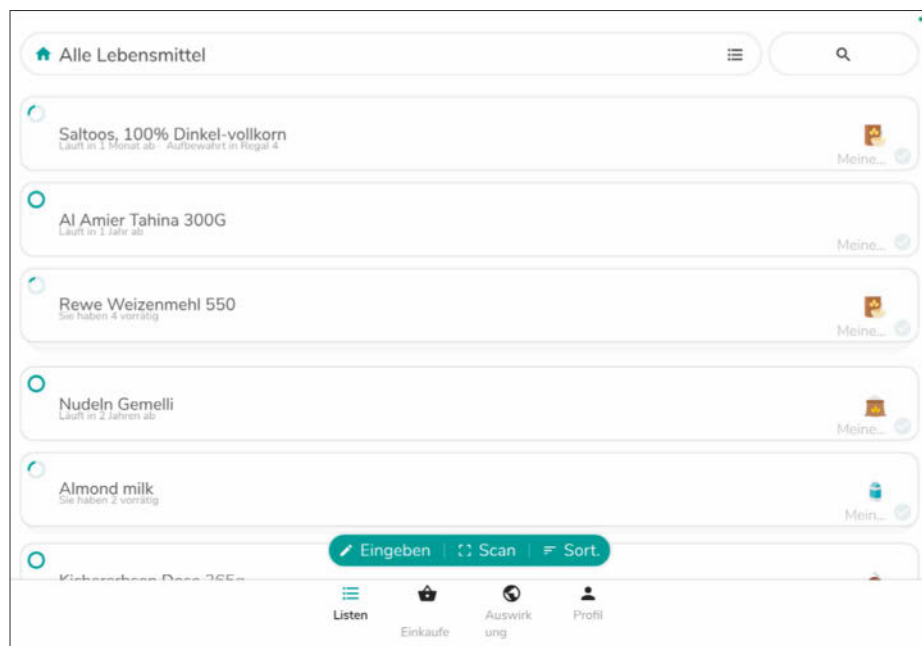
Der stolze Preis und die sehr hohen Tintenkosten vermiesen dem Brother DCP-J1800DW eine gute Bewertung. Das ist schade, denn im kleinen Büro und im Homeoffice-Einsatz leistet der kompakte Multifunktionsdrucker gute Arbeit. Die Schnittfunktion klappte einfach und zuverlässig und ist nicht nur Spielerei, sondern sinnvoll für viele Einsatzgebiete wie Einladungen, Preislisten oder Angebote.

(rop@ct.de) 

Brother DCP-J1800DW

Tintenmultifunktionsdrucker mit A4-Papierschnidefunktion	
Hersteller, URL	Brother, brother.de
Auflösung ¹	6000 dpi × 1200 dpi
Papier ¹	150-Blatt-Fach, Einzelblatteinzug hinten, Ablage 50 Blatt face-up
Papergewichte ¹	64 ... 300 g/m ²
Duplexdruck / Randlosdruck	✓ (A4, Letter, A5) / ✓
Druck zuschneiden	A4 zu A5
Empf. Druckleistung pro Monat ¹	50 bis 1000 S.
Scannerauflösung ¹	2400 dpi × 1200 dpi (ADF: 1200 dpi × 600 dpi)
Vorlageneinzug	20 Blatt, simplex
Twain / WIA	✓ / ✓
Druck-App	Brother Mobile Connect
AirPrint / Mopria / Android Print	✓ / ✓ / Brother Print Service
Schnittstellen	USB 2.0, Ethernet (10/100 Base-TX), WLAN (IEEE 802.11n, 2,4 GHz), WiFi Direct
USB-Host für Speichersticks	–
Betriebsabmessungen (B × T × H)	41 cm × 58 cm × 23 cm
Gewicht	8,3 kg
Display	6,8-cm-Touchscreen resistiv
Treiber	Windows ab 7 SP1, ab Server 2008, macOS ab 10.15, Linux (CUPS, Sane)
Tintenpatronen (Reichweite ¹)	Standard: LC-421 BK, C, M, Y (je 200 S.); Jumbo: LC-421XL BK, C, M, Y (je 500 S.)
Tintenkosten pro ISO-Seite	Standard: 25 Cent (Schwarzanteil 8,5 Cent); XL-Patronen: 17,79 Cent (Schwarzanteil 5,2 Cent)
Messergebnisse und Bewertung	
Druckleistung	Schnell/Normal: 16,7 S./Min.; Leisemodus: 6,9 S./Min.; Beste: 2,3 S./Min.
Druckzeiten [Min:Sek]	Grafik: 0:44, A4-Foto: 5:26, 50-Seiten-PDF gemischt: 5:40
Kopierzeiten [Min:Sek]	10 SW-Kopien: 0:49, 10 Farbkopien: 1:13, auf A5 mit Schnitt: 0:58, 10 ADF-Kopien: 1:30, A4-Foto: 2:11
Scanzzeiten A4	Vorschau: 7 s, 300 dpi: 15 s, 600 dpi: 39 s, 10 ADF-Seiten (mit OCR): 110 s
Leistungsaufnahme	Aus: < 0,1 W, Sleep: 0,8 W, Bereit: 3,1 W, ADF-Kopieren: 25 W (62 VA)
Geräuscentwicklung	Drucken: 10,4 sone, Leisedruck: 6,2 sone, ADF-Scannen: 4,6 sone, Leisedruck: 4,5 sone
Bedienung / Netzwerkfunktionen	○ / ⊕
Druckqualität Text / Grafik / Foto	⊕ / ⊕ / ⊕
Kopierqualität Text / Grafik / Foto	○ / ○ / ⊕
Scans Foto / Grafik / OCR	○ / ⊕ / ⊕
Lichtbeständigkeit Normal-/Fotopapier	⊖ / ⊕
Herstellergarantie	3 Jahre
Gerätepreis (UVP / Straße)	270 € / 235 €

¹ Herstellerangabe ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden



Speisekammer-checker

Die App NoWaste hilft, den Überblick über seine Vorräte zu behalten und Lebensmittel aufzubrauchen, bevor sie ablaufen.

Damit man beim Einkauf weiß, was eigentlich noch zu Hause steht, ist zunächst Inventur im Vorratsregal angesagt. Lebensmittel trägt man manuell ein oder nutzt den Barcodescanner, der Stapelschans beherrscht. Falls der Scanner einen Artikel nicht erkennt, blendet NoWaste ein Freitextfeld ein. Mit jedem Buchstaben, den man eintippt, verfeinert die Autovervollständigung der App die vorgeschlagenen Produktnamen. Eine Einkaufslistenfunktion gibt es obendrein.

In der kostenlosen Version darf man maximal 500 Artikel in die Vorratsliste aufnehmen und laut Anbieter nur auf einen eingeschränkten Barcode-Katalog zugreifen. Genaue Angaben über die Artikelanzahl macht er nicht. Die Pro-Version soll 255 Millionen Artikel erkennen können. Im Test zeigten sich beim Scanner so einige Probleme: In der kostenlosen Version wurden gängige Artikel wie Freixenet Cava nicht erkannt. In der Pro-Version hängte sich die Suche einfach auf. Wir konnten den aktuellen Suchvorgang nicht abbrechen, aber immerhin die bis dahin erfassten Produkte speichern.

Egal, ob Einträge per Hand oder per Scan in der Liste landen, einige Dinge muss man immer selbst ergänzen. Die App er-

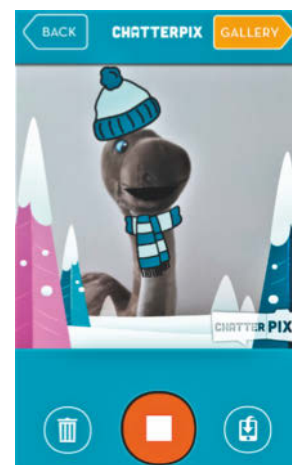
kennt zwar, dass das Glas Sesampaste 300 Gramm enthält, wie viele Gläser es sind, weiß sie aber ebenso wenig wie den Aufbewahrungsort. Viele Lebensmittel sortiert NoWaste von sich aus in eine der drei Listen: Gefrierschrank, Kühlschrank und Speisekammer. Falls die App keine Vorstellung davon hat, wo ein Artikel liegen könnte, legt sie ihn in „Nicht organisiert“ ab. Bei Bedarf fügt man eigene Einträge hinzu, beispielsweise „Vorratskeller“ oder „Garage“.

In den Artikeldetails ergänzt man auf Wunsch noch Details wie das Mindesthaltbarkeitsdatum. Auf die automatischen Alarme sollte man sich aber nicht verlassen. In unserem Test funktionierten sie nicht, sodass man selbst die Daten checken sollte, indem man die Liste entsprechend sortiert.

NoWaste kann dabei helfen, weniger Lebensmittel wegzuerwerfen. Das funktioniert aber nur, wenn man regelmäßig in die App schaut, weil die beworbenen Benachrichtigungen nicht funktionieren. Wer maximal 500 Artikel verwaltet, kommt mit der kostenlosen Version aus. Die Pro-Version enttäuschte hingegen mit einem unzuverlässigen Barcodescanner. Wer ein größeres Vorratslager hat und auf die Scanfunktion nicht verzichten will, der sollte sich nach einer anderen App umschauen, beispielsweise Speisekammer.App. (abr@ct.de)

NoWaste

Vorratsplaner-App	
Hersteller, URL	KH Creations IVS, nowasteapp.com
Systemanf.	Android ab 9, iOS ab 10
Preis	Basisversion: kostenlos , Pro Version: 8 € (jährlich), 32 € (Einmalkauf)



Quatschende Bilder

Mit der Kreativ-App ChatterPix Kids verleiht man Fotos seiner Kuscheltiere einen Mund, mit dem sie zuvor aufgenommene Werke nachquasseln – inklusive Mundbewegung.

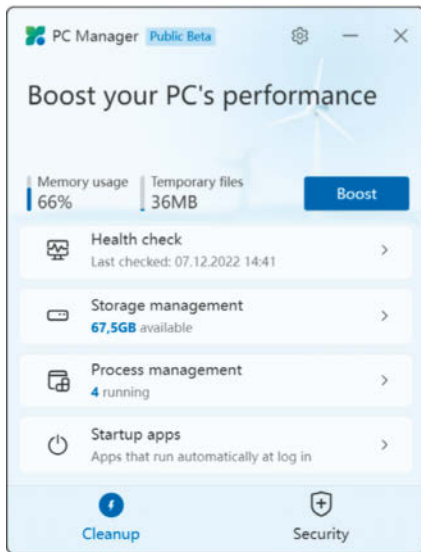
Man wählt entweder ein Foto aus der Galerie oder nimmt ein neues auf. Standardmäßig aktiviert die kostenlose und werbefreie App die Frontkamera. Falls man kein Selfie knipsen will, muss man jedes Mal zunächst zur rückwärtigen Kamera wechseln.

Beim ausgewählten Bild zeichnet man eine Linie ein, entlang derer die App später einen Mund erscheinen lässt, der schlicht auf- und zuklappt. Nun noch eine maximal 30-sekündige Sprachaufzeichnung hinzufügen und das Werk mit Filtern, Stickers und Rahmen versehen – fertig ist das quatschende Foto. Dieses speichert man auf dem Gerät ab, kann es jedoch nicht aus der App heraus in sozialen Medien teilen. Sobald sich das Display ausschaltet, schließt sich die App und das aktuelle Projekt geht verloren.

ChatterPix Kids macht bereits Kindern ab vier Jahren Spaß. Nach kurzer Anleitung durch die Eltern erwecken sie ihre Kuscheltiere zum Leben. Für Erwachsene gibt es vom selben Hersteller, der zur spendenfinanzierten Khan Academy gehört, eine iOS-App ohne den Kids-Zusatz. Mit ihr teilen sie ihre Quatschvideos aus der App heraus auf Facebook & Co. (abr@ct.de)

ChatterPix Kids

Kreativ-App	
Hersteller, URL	Duck Duck Moose, duckduckmoose.com
Systemanf.	Android ab 7, iOS ab 9
Preis	kostenlos



Werkstuner

Das Verwenden sogenannter Tuning-Tools gilt als 1a-Methode zum Schrotten von Windows. Nun gibt es eines von Microsoft. Wie bitte? Das mussten wir uns genauer ansehen.

Das ist mal neu: Windows-Schöpfer Microsoft, der bislang zu Recht von Tuning-Software für sein Betriebssystem abgeraten hat, bietet nun selbst ein solches Tool an, derzeit als öffentliche Beta. Auffällig ist, dass die Setup-Datei in ihren Eigenschaften einige chinesische Angaben enthält: Das Tool kommt also offenbar von Microsoft China. Auf einem deutschen Windows hat es eine englische Oberfläche.

Die Funktionen sind in zwei Rubriken unterteilt. Die erste heißt „Cleanup“ und hat vier Unterpunkte. Erstens den „Health Check“ für eine Schnellsuche nach überflüssigen Dateien, Viren, Autostart-Elementen und sonstigen Problemen. Er arbeitet nicht sehr gründlich; im Test monierte er weder einen abgeschalteten Virenschutz noch einen lahmgelegten Windows-Update-Dienst. Zweitens: das „Storage Management“. Darin findet man ein „Deep Cleanup“ mit ausführlicherer Suche nach unnötigen Dateien, eine Suchfunktion für besonders große Dateien (die bloß eine entsprechende Suche im Datei-Explorer startet) sowie Verknüpfungen zu den Seiten „Installierte Apps“ und „Speicheroptimierung“ der Einstellungen-App. Interessant ist, dass die Update-Bereinigung im „Deep Cleanup“ auch die Setup-Dateien der jüngsten Updates aus dem Ordner „C:\Windows\SoftwareDistribution“ löscht und so ein paar hundert Mega-

byte mehr freigibt als die bordeigene Datenträgerbereinigung. Im dritten Punkt namens „Process Management“ kann man per Klick laufende Anwendungen abwürgen. Viertens kann man unter „Startup Apps“ Autostart-Elemente abschalten. Werkseitig inaktive Elemente werden allerdings gar nicht erst angezeigt.

Im Kopfbereich der Cleanup-Rubrik findet sich außerdem die Schaltfläche „Boost“, die per Klick RAM freigeben und temporäre Dateien wegputzen soll. Nach unserem Eindruck tut die RAM-Freigabe nicht viel mehr, als aktiv genutzte Daten als gecachte umzudeklariert und – falls möglich – sie zumindest teilweise durch die systemeigene RAM-Komprimierung zu nudeln. Das als Boost zu verkaufen, ist nun wirklich grober Unfug; das Windows-Speichermanagement braucht keine manuellen Eingriffe. Die führen im Zweifelsfall nur zu höheren Latenzen, wenn Daten erst entkomprimiert oder gar erneut geladen werden müssen.

Die zweite Rubrik „Security“ bietet einen „Scan“-Knopf für den Viren-Schnellcheck. „Windows Update“ startet eine Suche nach Updates; „Browser Protection“ kann mit einem Klick den Standardbrowser umschalten. Außerdem gibts unter „Pop-up Management“ einen Blocker für Pop-ups innerhalb bestimmter Apps. Die müssen dafür offenbar mit der Funktion kompatibel sein – im Test fand sie keine Apps, in die sie sich einklinken könnte.

Unterm Strich tut Microsofts PC-Manager nichts, was Windows nicht ohnehin kann. Primäre Zielgruppe dürften Leute sein, die partout ein Tuning-Tool haben wollen – dann ist eine Oberfläche für Systemfunktionen, die nach Tuning-Tool aussieht, allemal besser als sonstiger Cleanup-Krempel, der mit etwas Pech Windows beschädigt. Während unseres Tests funkte das Programm übrigens mehrfach zwei IP-Adressen der chinesischen Microsoft-Cloud an. Scans nach Benutzerdaten konnten wir zumindest während des Tests nicht beobachten – doch vertrauenswürdig geht anders. Bedenkt man dann noch die RAM-Deoptimierung, kann das Fazit wie bei jedem anderen „Tuning-Tool“ nur lauten: Finger weg! (jss@ct.de)

PC Manager 1.2.5.3

Windows-Tuning-Tool	
Hersteller, URL	Microsoft, pcmanager.microsoft.com
Systemanf.	Windows 10 ab 1809, Windows 11
Preis	kostenlos

Keine Angst vor Python!



**Heft + PDF mit
29 % Rabatt**

Mit diesem c't-Sonderheft überspringen Sie mühelos Einstiegshürden und erlernen in kurzer Zeit die Grundlagen des Programmierens mit Python. Außerdem zeigt Ihnen dieses Heft die erstaunliche Vielseitigkeit von Python anhand vieler praktischer Projekte:

- ▶ Python-Programme auf den Raspi Pico portieren
- ▶ Programmieren mit KI-Unterstützung
- ▶ Web-Programmierung mit Django
- ▶ inkl. GRATIS Python-Onlinekurs im Wert von 119,- €

**GRATIS
Online-Kurs
„Das Python-
Bootcamp“**

- Heft für 14,90 €
- PDF für 12,99 €
- Bundle Heft + PDF 19,90 €

shop.heise.de/ct-python22

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 20 € (innerhalb Deutschlands). Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

Kurbelgenerator

20-Watt-Handgenerator für Notfälle

Jede Krise bringt ihre individuellen Online-Werbung mit zweifelhaften technischen Errungenschaften hervor: Seit die Angst vor Stromausfällen im Winter wächst, tauchen vermehrt Handkurbelgeneratoren zum Laden von Handy und Tablet in den Anzeigen auf. Nepp oder Notfall-tipp? Das taugt die vermeintliche 20-Watt-Kurbelmaschine.

Von Jan Mahn

Der Strom ist weg, das Handy leer – ein Horrorszenario für alle, die erreichbar sein wollen. Für diese Zielgruppe haben diverse Händler bei eBay und Amazon ein Angebot: einen Generator mit Handkurbel in einer blauen Kiste, vertrieben ohne Markenname. Bei Versand aus Deutschland kostet das Gerät rund 45 Euro. Versprochen wird eine Leistung von bis zu 20 Watt bei Spannungen zwischen 3 und 15 Volt. Damit, so die Idee, soll man bei Stromausfall oder unterwegs in der Wildnis das Mo-



Anzapfen kann man den Generator über zwei USB-Buchsen und vier Anschlussklemmen. Alle Beschriftungen sind auf Chinesisch.

biltelefon, das Tablet oder eine Powerbank aufladen.

Anzapfen kann man die Spannung über zwei USB-A-Buchsen sowie über vier Anschlussklemmen, wie man sie von sehr günstigen Hi-Fi-Verstärkern kennt. Darüber ein Umschalter für die Spannung – und eine Beschriftung auf Chinesisch. Die Übersetzungs-App Google Lens, die Text im Kamerabild erkennt und übersetzt, enthüllt: „Hinweis: Bevor Sie den USB-Anschluss verwenden, stellen Sie zuerst die Spannung auf 5 V ein.“ Tut man das nicht, kann man das Gerät am anderen Ende des USB-Kabels grillen – bei USB A sind höhere Spannungen als 5 Volt nicht vorgesehen. Dass der Generator das technisch erlaubt, ist schon mal problematisch. Dass ein in Deutschland verkauftes Gerät nicht auf Deutsch beschriftet ist, umso mehr.

Leistungstest

An einer regelbaren elektronischen Last und einem Leistungsmessgerät mussten Generatorkiste und kurbelnder Redakteur anschließend beweisen, was sie leisten können. Nacheinander wollten wir die einstellbaren Spannungen durchtesten und ermitteln, wie viel Strom sich der Verbraucher jeweils genehmigen darf, bevor die Spannung einbricht. Die erste Erkenntnis: Das Getriebe, das zwischen der unangenehm wackeligen Kurbel und dem Generator verbaut ist, macht zwar ordentlich Krach, übersetzt aber nicht so sehr, dass man in einem angenehmen Tempo, dafür mit etwas mehr Kraft, kurbeln könnte. Stattdessen muss man schon für eine Spannung von 5 Volt hektisch herumrühren und nebenbei in Ermangelung einer Tischklemme die Kiste auf die Tischkante pressen. Bis 1,2 Ampere konnten wir die elektronische Last aufdrehen, bevor die Spannung zusammenbrach. Die knapp 6 Watt im für Handy und Powerbank tauglichen 5-Volt-Modus sind hart erarbeitet und nichts, was man minutenlang durchhalten will. Für einen durchschnittlichen Handyakku müsste man sich aber auf mehr als vier Stunden einstellen. Und selbst bei

schnellem Gekurbel ist das Ergebnis alles andere als eine gleichmäßige Spannung, mehr ein wilder Ritt zwischen 4 und 4,8 Volt. Am nächsten an die 5 Volt kamen wir in der Schalterstellung für 6 Volt. In die Nähe der im Angebot versprochenen 20 Watt kommt man nur auf der 15-Volt-Stufe – rund 18 Watt bei 13 Volt konnten wir in der Spitze erkurbeln. Je niedriger die eingestellte Spannung, desto mehr Leistung wird in der Schaltung vernichtet.

An einer Powerbank, die wir zum Test anschlossen, ging auch bei gemächlichem Kurbeln die Lade-LED an, was aber nicht an der raffinierten Elektronik des Generators, sondern an der Powerbank selbst liegt, die schon ab 3 Volt lädt.

Muss nicht sein

Die Idee, im Notfall eine Powerbank mit Handarbeit wieder zu füllen, ist verlockend, die Umsetzung der blauen Kiste ist aber enttäuschend. An ein teures Handy anschließen will man die unstete Spannungsquelle nicht; man kann sie allenfalls nutzen, um gerade so viel Energie in eine Powerbank zu kurbeln, um mit einem Handy einen sehr kurzen rettenden Anruf zu tätigen. Für mehr ist die Maschine nicht zu gebrauchen. Wer mit einem Budget von 45 Euro für Stromausfälle vorsorgen will, steckt es besser in ein Kurbelradio – bereits ab 30 Euro bekommt man eine Kombination aus Kurbelgenerator, Radio, Taschenlampe und Mini-Powerbank fürs Handy [1]. (jam@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Michael Link und Urs Mansmann, Leierkästen, Kurbelradios für den Notfall, c't 13/2022, S. 108

Hand-Crank-Generator

Generator mit Kurbel	
Anbieter	diverse Händler bei eBay und Amazon, Suchbegriff „hand crank generator“
regelbare Spannung	3 V, 5 V, 6 V, 9 V, 12 V, 15 V
maximaler Strom bei 5 V	1,2 A
maximale Leistung	18 W
Preis	ca. 45 €

Das Magazin von Fotografen für Fotografen



**Fotograf und
c't Fotografie-Redakteur**

Thomas Hoffmann, fotografiert am liebsten Landschaft und Natur.

„Für außergewöhnliche Fotos braucht man nicht nur eine verlässliche Ausrüstung, auch Geduld und Zufall spielen eine große Rolle.“

Thomas Hoffmann

**35%
Rabatt**



2x c't Fotografie testen

- 2 Ausgaben kompaktes Profiwissen für 14,30 €
- 35 % Rabatt gegenüber Einzelheftkauf
- Inklusive Geschenk nach Wahl
- Wöchentlicher Newsletter exklusiv für Abonnenten

Jetzt bestellen:

www.ct-foto.de/miniabo



Smarter Schwede

IKEAs Dirigera-Hub im Test

IKEA legt in Sachen Smart Home eine Schippe drauf: Der neue Smart-Home-Hub Dirigera soll hauseigene Produkte steuern und dank Matter künftig auch andere kompatible Gerätschaften verwalten.

Von Sven Hansen

Die erste Smart-Home-Zentrale mit Matter? IKEAs frisch gekaufter Dirigera-Hub ist es leider nicht. Zwar soll die Hardware der Schaltzentrale für Matter gerüstet sein – sie unterstützt ZigBee, LAN, WLAN und Bluetooth. An der nötigen Firmware mangelt es aber noch.



Der Assistent führt bei Bedarf vorbildlich durch umständliche Prozeduren wie das Zurücksetzen von Leuchtmitteln.

Nach dem ganzen Matter-Marketing-Getöse in den vergangenen Monaten ist es verwunderlich, dass das Matter-Logo – drei einander nicht berührende Anker – nirgendwo auf der sonst hochdekorierten Verpackung des Dirigera-Hubs zu finden ist: Logos von Alexa, Hey Google, HomeKit, WiFi, ZigBee, Play Store und App Store – aber nirgendwo das Matter-Emblem. Noch bemerkenswerter das kleine Zusatzhandbuch, das nachträglich auf jede Verpackung montiert wurde. Es weist in 29 Sprachen darauf hin, dass man für HomeKit eine aktuelle iOS-Version nutzen sollte – dafür war der Platz vorhanden.

In der Recycling-Verpackung steckt die neue Smart-Home-Zentrale Dirigera, die das zu IKEAs Trådfri-System gehörende Gateway hart ablöst. „Hart“, das bedeutet, dass IKEA mit dem Verkaufsstart von Dirigera den Vorgänger aus den Gitterkörben genommen hat und entsorgt.

Dirigera schaut deutlich schicker aus als der Vorgänger. Mit nur 2,7 Zentimeter Höhe und 11 Zentimeter Durchmesser erinnert der kreisrunde Puck an einen Medienzuspieler. Setzt man ihn über das mitgelieferte USB-Netzteil unter Strom, beginnt unter der Oberfläche ein Kranz aus weißen LEDs zu leuchten. Zusammen mit einem LED-Punkt in der Mitte dient er als Statusanzeige des Smart Hubs, über die er etwa den Bootvorgang, laufende Updates oder bestimmte Fehler als Blinkcodes meldet.

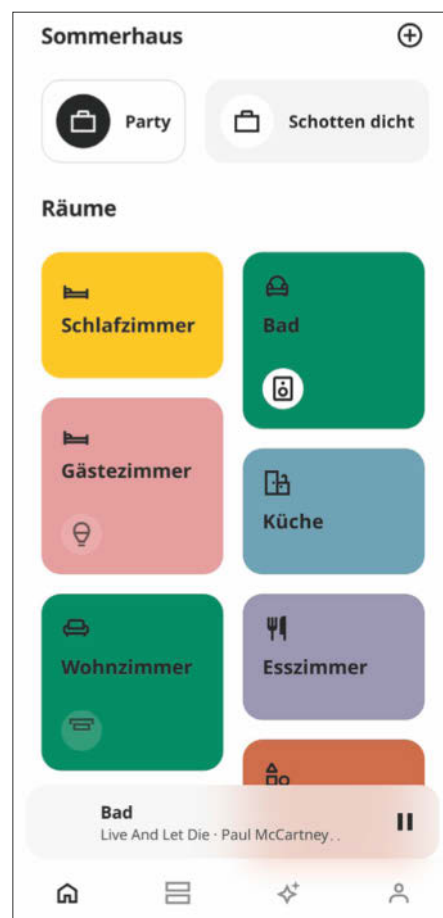
Einrichtung

Zum neuen Hub gibt es eine neue App. Die alte Home-Smart-App (weißes Logo) firmiert nun unter dem Namen „Home Smart 1“, die neue (gelbes Logo) heißt wie bisher „Home Smart“. Wer von Home Smart 1 (alt) zu Home Smart (neu) wechselt, muss komplett von vorn beginnen. Die Übernahme einer bestehenden Installation ist nicht vorgesehen. Das bedeutet, dass man alle bisher angelernten Komponenten zurücksetzen muss und auch Zeitpläne oder Verknüpfungen neu anlegt.

Dirigera kann man auf dem Sideboard drapieren oder über eine Befestigungs-

mulde auf der Rückseite an der Wand aufhängen. In beiden Fällen führen zwei Kabel vom Gerät, denn trotz WiFi-Logo will der Puck per Ethernet ans Netz. Das passende Kabel liegt immerhin im Karton, und so beginnt, mit der kostenlosen iOS- oder Android-App bestückt, die Erst-einrichtung des Systems.

Der Assistent leistet gute Dienste, der Hub wird im lokalen Netz aufgespürt. Zehn Minuten und ein Firmware-Update (Version 2.155.1) später befindet man sich auf der Startseite der App. Eine Cloud-Anmeldung ist zunächst nicht nötig, IKEAs Smart-Home-System funktioniert



Die Oberfläche der überarbeiteten Home-Smart-App ist übersichtlich gehalten und blendet auch die Musikwiedergabe auf Sonos/Symfonisk-Lautsprechern ein.

auf Wunsch nur lokal. Ein Druck auf den Pairing-Knopf des Hubs autorisiert die App als Steuerinstanz. Das Verfahren ist von der Hue-Bridge bekannt. Auf diesem Weg lassen sich auch mehrere Smartphones koppeln.

IKEA bietet zum System passende Retrofit-Leuchtmittel, Rollos, LED-Panels und -Treiber, Bewegungsmelder und verschiedene Taster. Waren die Komponenten noch nicht zugeordnet, fallen sie automatisch in den Hub. Ansonsten muss man sie zunächst zurücksetzen, bevor der Hub sie über den per App angestoßenen Suchvorgang erkennt.

Der Assistent ist vorbildlich programmiert, selbst das recht komplizierte Zurücksetzen von IKEA-Leuchtmitteln fällt dank passend animierter Anleitung nicht schwer. Durch die Kooperation mit Sonos erkennt Dirigera auch Symfonisk- oder Sonos-Lautsprecher im Netz. Andere Komponenten, beispielsweise Hue-Lampen im ungekoppelten Neuzustand, wurden im Test nicht erkannt.

Die App verwaltet IKEAs Home-Smart-Komponenten in mehreren Räumen. Über die neue Szenen-Funktion fügt man unterschiedliche Einstellungen zusammen und ruft sie über einen Button auf der Startseite der App ab. Leuchtmittel kann man zeitgesteuert ein- und ausschalten. Smarte Automatisierungsregeln nach dem Wenn-Dann-Prinzip sind nicht vorgesehen. Eine IFTTT-Anbindung ist nicht vorhanden.

Über den Menüpunkt „Integrationen“ schlägt man die Brücke zu Amazon Alexa und Google Home. Hierfür muss man Dirigera mit der IKEA-Cloud verbinden, indem man eine Mailadresse hinterlegt und durch Code-Eingabe verifiziert. Danach kann man den Hub mit Alexa oder Google Home verbinden und die Komponenten erscheinen in den jeweiligen Systemen. IKEAs Home-Smart-Geräte lassen sich nun auch per Sprache steuern oder in Alexa-Routinen einbinden. Die HomeKit-Anbindung ist noch holprig: Man sollte zuerst nur den Dirigera-Hub in der Home-App anmelden und erst danach Komponenten anlernen. Nach der Anmeldung eines bereits befüllten Hubs fehlten uns sonst einige Komponenten.

Fazit

Zum jetzigen Zeitpunkt bringt der Dirigera Hub zwar eine schickere App, aber sonst kaum Verbesserungen gegenüber dem alten Trådfri-Gateway. Wer damals eines zum günstigsten Preis von 20 Euro ergattert hat, hat Glück gehabt. Für den Nachfolger ruft IKEA 60 Euro auf. Dafür leistet der Hub derzeit zu wenig – kein Matter, keine Wenn-Dann-Regeln – und ist gerade für Neukunden ein teurer Einstieg in IKEAs Smart-Home-Welt. Wer es nicht eilig hat, sollte auf Matter warten. Haben die Hersteller die versprochenen Updates geliefert, wird sich zeigen, ob man mit alternativen Hubs wie der Hue-Bridge nicht besser und auch günstiger fährt.

(sha@ct.de) **ct**

IKEA Dirigera

Smart-Home-Hub	
Hersteller, URL	IKEA, ikea.de
Abmessungen	11 cm × 2,7 cm × 11 cm
Anschlüsse	Ethernet, USB-C (Stromversorgung)
Kommunikation	ZigBee
Smart Home	Amazon Alexa, Apple HomeKit, Google Home
Leistungsaufnahme Standby	1,85 W
Preis	60 €

Schonen Sie Geldbeutel und Klima!



**Heft + PDF
mit 29 % Rabatt**

Die gute Nachricht lautet, es gibt viele Möglichkeiten, Energie zu sparen! Dabei geht es nicht nur darum Kosten zu minimieren, sondern jede gesparte Kilowattstunde hilft der Umwelt und verringert die Abhängigkeit von Gas aus Russland. Lesen Sie im neuen c't Sonderheft was Sie selbst dafür tun können:

- Energiespartipps im digitalen Umfeld
- Stromfresser identifizieren und Verbrauch reduzieren
- Strom selbst erzeugen mit Solaranlagen
- Wo die Energie der Zukunft herkommt

**Heft für 14,90 € • PDF für 12,99 €
• Bundle Heft + PDF 19,90 €**



shop.heise.de/ct-energiespartipps22

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 20 €. Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.



Minimischer

Konsole für Podcaster und Videostreamer: Loupedeck Live S

Die Bild- und Videokonsole Loupedeck Live S soll Podcaster sowie YouTube- und Twitch-Streamer im Livebetrieb unterstützen. Kernelement ist ein Feld aus 15 Touchtasten mit LC-Displays für schnellen Zugriff auf die Werkzeuge von OBS Studio oder das Streaming-Tool von Twitch. Es steuert aber auch andere Anwendungen.

Von André Kramer

Streamen ist eine Aufgabe, die volle Konzentration erfordert. Die Idee hinter der Konsole Loupedeck Live S: YouTube- und Twitch-Streamern eine einfache Bedienoberfläche für die wichtigsten Funktionen zu liefern, die sie nicht von ihrer eigentlichen Arbeit ablenkt. Die Konsole soll helfen, einen Stream zu starten, Szenen oder ein Mikrofon zu wechseln oder Overlays einzublenden.

Das Live S ist die kleinste und günstigste Ausgabe der Loupedeck-Familie. Sie kostet 179 Euro, ist 15 Zentimeter breit und nur 8,5 Zentimeter hoch. Der finnische Hersteller Loupedeck vertreibt noch zwei

weitere, recht ähnliche Eingabekonsolen als Bild- und Videomischpult. Das größte heißt Loupedeck Creative Tools [1], das nächstkleinere Loupedeck Live. Sie kosten 499 Euro, respektive 279 Euro.

Kernstück des Live S sind 15 touch-sensitive Tasten in einem 5x3-Raster, die über LC-Displays die Symbole der belegten Werkzeuge zeigen. Außerdem geben die Tasten haptisches Feedback. Wie stark das ausfällt, kann man in den Einstellungen der Konfigurationssoftware bestimmen. Hinzu kommen zwei kleine analoge Drehregler und vier Drucktasten, die über RGB-LEDs farbig beleuchtet sind. Die Belegung der beiden Drehregler zeigen die LCD-Tasten direkt daneben. Wie die anderen Konsolen auch arbeitet das Loupedeck Live S zuverlässig. Das Kunststoffgehäuse wirkt robust, die Tasten und Drehregler sprechen gut an. Die 5-Volt-Stromversorgung bezieht sie über USB vom Windows-PC oder Mac.

Flexibel konfigurierbar

Das Loupedeck Live S soll Streamern möglichst viel Denkarbeit abnehmen, damit sie sich auf ihre Inhalte konzentrieren können. Um dennoch die nötige Komplexität zu gewährleisten, lässt sich das LCD-Tastenraster mit 14 verschiedenen Screens belegen, die man mit einer horizontalen Wischbewegung übers Tastenfeld durchwechseln kann.

Die Loupedeck-Software (Windows, macOS) steht auf der Herstellerseite kostenlos zum Download zur Verfügung und verwaltet alle Gerätevarianten, ab Version 5 auch das Live S. Sie erkennt die über USB 2.0 angeschlossene Konsole, bildet deren Geräteleayout in ihrem Hauptfenster ab und bringt die Loupedeck-Tasten zum Leuchten.

Die Software bringt mittlerweile 47 Anwendungsprofile mit, darunter jetzt auch die Streamingsoftware OBS Studio (Open Broadcaster Software) sowie das darauf basierende Programm Streamlabs, früher bekannt als TwitchAlerts und mittlerweile zu Logitech gehörend. Daneben arbeitet das Loupedeck Live S mit den schon länger verfügbaren Anwendungsprofilen für Lightroom Classic, Photoshop, Illustrator, InDesign, Premiere Pro, After Effects, Final Cut Pro, Ableton Live, Capture One oder Spotify zusammen. Die Software kommuniziert über Plug-ins mit den gesteuerten Anwendungen.

Die Plug-ins bringen das Layout der aktiven Anwendung auf die Konsole. Außerdem kann man die Tasten mit eigenen Kurzbefehle oder Web-Links belegen und so an beliebige Anwendungen anpassen oder beispielsweise Smart-Home-Steuerbefehle absetzen.

Fazit

Das Loupedeck Live S soll sich an „preisbewusste Streamer“ richten. Für ein Gerät, dessen Funktionen zur Not auch der Nummernblock auf der Tastatur übernehmen kann, sind 179 Euro jedoch viel Geld. Günstig ist es vor allem im Vergleich zum Loupedeck Creative Tools, das sich aber auch einige Redundanzen leistet wie einen Block mit Pfeiltasten.

Essenziell ist die Konsole mit Sicherheit nicht, sondern eher ein Lifestyle-Produkt mit schick beleuchteten Bedienelementen, das aufgrund der Erfahrung des finnischen Herstellers zuverlässig funktioniert und den Streaming-Alltag ein wenig angenehmer macht. (akr@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] André Kramer, Konsole für Kreative, Bild- und Videomischpult Loupedeck Creative Tools, c't 8/2020, S. 84

Loupedeck Live S

Videostreamingkonsole	
Hersteller, URL	Loupedeck, loupedeck.com
Systemanf.	Windows ab 10, macOS ab 10.14
Preis	179 €

heise +

ct

iX

Mac&i

Make:

MIT
Technology
Review
Das Magazin für Innovation von Heise

ct **Fotografie**

c't-Abonnenten
lesen bis zu
75%
günstiger

Das digitale Abo für IT und Technik.

Exklusives Angebot für c't-Abonnenten:
Sonderrabatt für Magazinabonnenten

- ✓ Zugriff auf alle Artikel von heise+
- ✓ Jeden Freitag exklusiver Newsletter der Chefredaktion
- ✓ Alle Heise-Magazine online lesen: c't, iX, MIT Technology Review, Mac & i, Make und c't Fotografie
- ✓ 1. Monat gratis lesen – danach jederzeit kündbar

Sie möchten dieses Exklusiv-Angebot nutzen? Jetzt bestellen unter:

heise.de/plus-testen

✉ leserservice@heise.de ☎ 0541 80009 120

Ein Angebot von: Heise Medien GmbH & Co. KG • Karl-Wiechert-Allee 10 • 30625 Hannover

Gestochen scharf

Topaz Video AI verbessert Videomaterial

Topaz Video AI nutzt künstliche Intelligenz, um gering aufgelöstes Videomaterial aufzubessern, Zwischenbilder zu errechnen und andere Fehler zu reduzieren. Am Ende gibt es Videos mit bis zu 8K-Auflösung und 60 Bildern pro Sekunde aus. Ob was wohl funktioniert?

Von André Kramer

Der Zustand von Heimvideos ist regelrecht beklagenswert. VHS löst in horizontaler Richtung lediglich 220 bis 240 Linien auf, Super-8-Film bei einer Bildgröße von $5,79 \times 4,14$ Millimetern und 18 Mikrometer pro Filmkorn immerhin 650×465 Pixel. Aber auch ein über WhatsApp versandter Clip löst lediglich 848×480 Pixel auf. Wir haben versucht, solchem Material mit Topaz Video AI 4K-Auflösung und scharfe Details zu entlocken.

Künstliche Intelligenz auf Videos anzuwenden, ist ressourcenintensiv, muss aber nicht in Echtzeit passieren. Die Hardwareanforderungen lesen sich regelrecht bescheiden: Eine DirectX-12-kompatible Grafikkarte soll reichen, zusammen mit einem Intel-Prozessor ab 2015 oder AMD ab 2016. Topaz empfiehlt 32 GByte RAM und nennt als Minimum 16 GByte sowie 2 GByte Grafikspeicher.

Ein halbstündiges Homevideo komplett zu analysieren und zu skalieren sollte laut Software auf einem AMD Ryzen 7 5700G mit 32 GByte RAM fünf Tage dauern und brach übers Wochenende ab. Ein 25-sekündiger WhatsApp-Clip war nach 35 Minuten auf 4K skaliert.

Was die KI leistet

Das Programm läuft unter Windows und macOS. Seine Hauptaufgabe besteht darin, die Auflösung des Ursprungsbilds zu erhöhen und dabei Staub und Kratzer sowie Filmkorn möglichst nicht mitzuvergrößern.

Die Oberfläche bietet verschiedene Softwaremodelle an: Gaia und Artemis HQ skalieren bereits qualitativ gutes Material auf 4K- oder 8K-Auflösung. Artemis

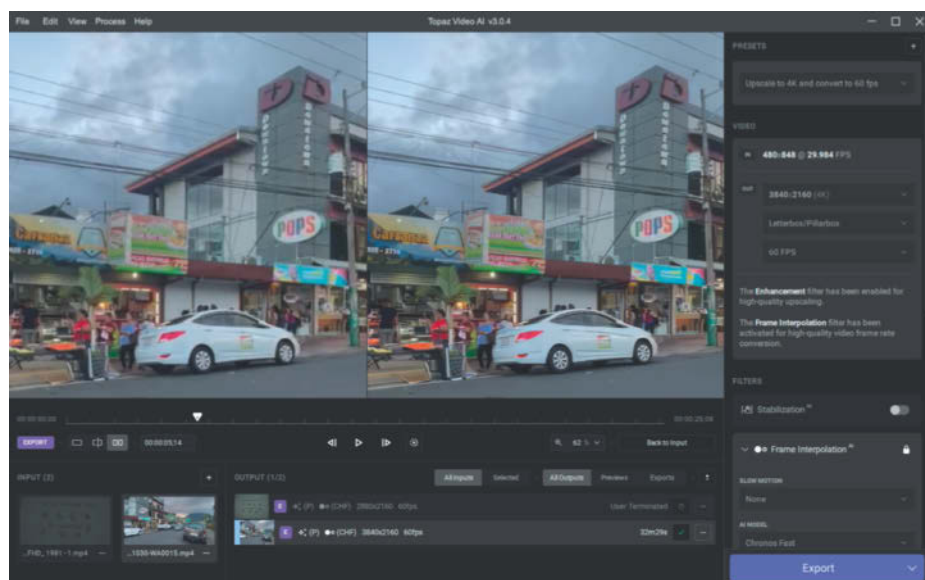
LQ entrauscht und schärft gering aufgelöstes Material wie alte Heimvideos. Gaia CG und Theia sind speziell für Grafik gedacht wie klassische Cartoons. Am Ende kann man Filmkorn hinzufügen, um geringe Schärfe zu kaschieren.

Das Programm kann aber noch deutlich mehr. Jedes behandelte Video lief deutlich ruhiger; geringe Verwacklungen korrigierte es völlig. In Super-8-Aufnahmen verschwanden nach der Behandlung Flackern sowie ein Großteil von Staub und Kratzern. In komprimierten Digitalvideos minimiert die künstliche Intelligenz Artefakte, die herkömmliche Skalialgorithmen verstärken. Die vom Topaz-Programm erzeugten Videos wirken glatt und scharf. Allerdings hat die KI besonders bei Gesichtern Probleme, verändert die Gesichtszüge oder lässt sie völlig verschwinden.

Auf Wunsch errechnet das Programm Zwischenbilder. Damit erhöht es die Bildrate von 24 oder 30 auf 60 Bilder pro Sekunde, beispielsweise um Zeitlupen zu verlängern. In Smartphone-Aufnahmen korrigiert es dabei den sogenannten Rolling-Shutter-Effekt. Manche Kamerasensoren lesen das Bild zeilenweise aus. Verlangsamt man das Bild, werden dabei entstandene Lagefehler sichtbar. Es entflieht auf Wunsch außerdem den Jalousieneffekt, der durch das Zeilensprungverfahren bei Fernsehübertragungen entsteht (Deinterlacing).

Fazit

Topaz Video AI vollbringt keine Wunder, bessert minderwertiges Videomaterial aber spürbar auf. Was es leistet, hängt vom Ursprungsmaterial ab; lange Videos muss man in verdaubare Häppchen aufteilen. 50 Jahre alte Heimvideos bleiben nach der Behandlung etwas unscharf, wackeln aber weniger und zeigen weniger Staub und Kratzer. Vor allem bei Digitalaufnahmen spielt die künstliche Intelligenz ihre Stärken aus. In Digitalvideos verringert das Programm Artefakte und rekonstruiert Details. Mit Gesichtern kann es nicht gut umgehen, wohl aber mit Landschafts- und Naturaufnahmen. (akr@ct.de) **ct**



Topaz Video AI erhöht die Auflösung von Videoclips, reduziert Verwacklung und vermindert Artefakte.

Topaz Video AI 3.0

Videoverbesserung	
Hersteller, URL	Topaz Labs, topazlabs.com
Systemanf.	Windows ab 10, macOS ab 10.14
Formate	AVI, DV, FLV, M1V, MKV, MOV, MP4, MPEG-2, WebM, WMV u.a.
Preis	299 US-\$



Die Konferenz für Enterprise-JavaScript

21.-22. Juni 2023
Darmstadt

enterjs.de

**Call for
Proposals**
Jetzt
einreichen!



Web-Performance Day

Tipps, Tricks und Tools für schnellere Webanwendungen

15. Februar 2023
Online

enterjs.de/web-performance.php

Jetzt
**Frühbucher-
rabatt**
sichern!

Plus 2-Tages-Highspeed-Workshops: JavaScript (6./7.2.2023), Angular (13./14.2.2023)

Veranstalter



@ heise **Developer**

© Copyright by Heise Medien.

 **dpunkt.verlag**

Kleiner Pico – großer Spaß!



Exklusiv im
heise Shop

Mit dem **Make Special Pi Pico** steigen Sie ein in die Welt der Programmierung von ARM-Mikrocontrollern. Make zeigt in dem 64-seitigen Special, welche Entwicklungsumgebungen es für den Raspberry Pi Pico gibt, wie man sie installiert und wie man sie nutzt:

- Den Pi Pico programmieren mit Basic, MicroPython oder C++
- Sensoren und Mini-Displays nutzen
- NeoPixel per PIO-Funktion kontrollieren
- inkl. Raspberry Pi Pico, Modell RP2040 Mikrocontroller-Board

Heft + Raspberry Pi Pico für 24,95 €

 shop.heise.de/make-pico

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 20 € (innerhalb Deutschlands). Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.



Klavier-modellierer

Die Software Pianoteq bildet alle Klang-Nuancen diverser Original-Klaviere und -Flügel mathematisch nach. Die hörbar verfeinerte Version 8 imitiert auch Harfen, Elektropianos, Cembali, Cimbalo, Celesten, Glocken, Vibrafone, Marimbafone, Steel Pans und klassische Gitarren.

Das Software-Instrument Pianoteq von Modartt ersetzt virtuell nicht nur eine, sondern gleich mehrere Klavierfabriken. Die Softwareschmiede arbeitet mit traditionsreichen Herstellern wie Steinway, Steingraeber & Söhne, Petrof, Bechstein und Blüthner zusammen. Hinter dem „Rock-Flügel-Modell YC5 eines bekannten japanischen Flügels“ lässt sich unschwer Yamaha erraten. Der Pianoteq-Flügel K2 und das Upright-Piano U4 sollen die besten Eigenschaften unterschiedlicher Instrumente vereinen.

Pianoteq errechnet jeden Ton und seine Nuancen bei jedem Tastenanschlag neu. Man kann jede Saite einzeln stimmen oder gezielt verstimmen, moderne Raum- und Hall-Effekte einfügen, unterschiedliche Mikrofone aufstellen und mit historischen Instrumenten und Stimmungen wie Pythagoras und Zarlino experimentieren. Besonders witzig: Ein Regler, der von „Mint“ bis „Worn“ geht, lässt den edlen Steinway zum Schepperklavier im Western-Saloon altern, wobei das im Pro-

grammfenster abgebildete Instrument Stockflecken bekommt.

Weiche Filzhämmer erzeugen den in der Filmmusik beliebten, als warm oder emotional charakterisierten Sound. Tonspuren mehrerer Instrumente lassen sich in der Software übereinanderlegen. Außerdem beherrscht die Software die jeweils typischen Spieltechniken wie halbes Pedal (Klavier), diatonischer Modus (Harfe) oder Flamenco-Rasgueado (Gitarre).

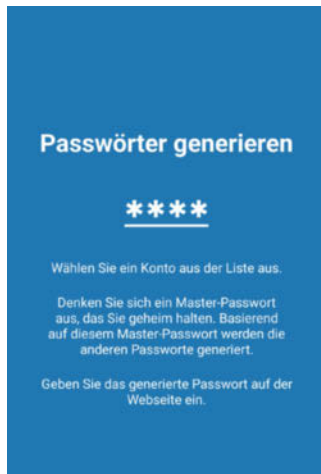
Damit ist Pianoteq ungleich flexibler als digitale Instrumente, die mit Samples arbeiten, denn diese liefern – auch wenn sie noch so viele davon verinnerlicht haben – nur starre Aufnahmen eines Einzeltons. Pianoteq bringt außerdem weniger als 50 MByte auf die Festplatte. Zum Vergleich: Das Sample-Piano des Filmkomponisten Hans Zimmer belegt 200 GByte.

Pianoteq erfüllt selbst spezielle Wünsche wie „Ich will genau den Flügel, den Ludovico Einaudi zu ‚Nuvole bianche‘ spielt“. In Sachen Qualität hat das Modell die marktbeherrschenden Sampler eingeholt, sodass es nur eine Frage des Geschmacks ist, welches Klavier man sich zulegt. Sowohl für die Bühne als auch das Studio ist es uneingeschränkt zu empfehlen.

(akr@ct.de)

Pianoteq 8.0

Digitales Musikinstrument	
Hersteller, URL	Modartt, modartt.com
Systemanf.	Windows ab 7, macOS ab 10.7, Linux (x86, ARM)
Preis	Stage 139 € (2 wählbare Instrumente), Standard 269 € (3 Instrumente), Pro 399 € (4 Instrumente), Studio 899 € (alle)



Privacy beim Passwörterstellen

Generator-Apps berechnen sichere dienstespezifische Passwörter. Im Unterschied zu Passwortmanagern speichern reine Generatoren die Passwörter aber nicht, sondern nur die Vorschrift, mit der sie diese aus einem Master-Passwort bilden. Passwort Generator PFA legt besonderen Wert auf Privatsphäre.

Sichere Schlüsselwörter erfinden und trotzdem nicht den Überblick verlieren – bei dieser Aufgabe unterstützen Passwortgeneratoren. Der Anwender braucht lediglich sein Master-Passwort zu kennen, um Zugriff auf seine Schlüsselwörter zu erhalten.

Passwort Generator PFA kommt ohne Login aus. Der Anwender legt Konten an, für die er Schlüsselwörter benötigt. Konto- und Benutzername dienen ausschließlich der eigenen Übersicht. Dazu fragt die Eingabemaske die gewünschte oder gemäß Betreiberrichtlinien erforderliche Schlüsselwortlänge ab und auch, welche Eingabezeichen verlangt werden. Der Anwender kann nach Bedarf vier Bereiche ankreuzen: Kleinbuchstaben, Großbuchstaben, Ziffern und Sonderzeichen. Damit ist ein Konto schon komplett angelegt.

Bei jedem Aufruf eines Kontos fragt die App nach dem mindestens acht Zeichen langen Master-Passwort. Dieses muss sich der Anwender einprägen, die App unterstützt ihn ganz bewusst nicht mit einer Abspeichermöglichkeit, das gehört zum Sicherheitskonzept. Nach Eingabe des Master-Passworts errechnet sie das Schlüsselwort zum Konto, mit dem sich der Anwender auf einer Website oder in einer App registrieren kann. Gespeichert wird nichts, bei jedem Aufruf des Kontos

und nach Eingabe des Master-Passworts berechnet der Generator das Schlüsselwort erneut.

Die App rechnet mit dem relativ schwachen PBKDF2-Algorithmus (Password-Based Key Derivation Function 2), wobei das Master-Passwort als Eingabe dient. Aus dem Kontonamen, dem Benutzereintrag und auf Wunsch auch der Geräte-ID stellt der Generator einen Satz für ein Hash-Verfahren zusammen. Aus dem Ergebnis von ein paar Tausend Iterationen wird das Schlüsselwort in der gewünschten Form gebildet, deterministisch und damit wiederholbar.

Wenn der Anwender ein Schlüsselwort austauschen will, tippt er das Konto nicht kurz an, sondern lang. Der Generator erzeugt einen neuen Code und setzt einen Versionszähler hoch, um beim nächsten Aufruf nicht versehentlich das vorherige Schlüsselwort auszugeben.

Der Anwender kann die Liste seiner Kontenzugänge mit dem spartanischen Generatorprogramm leider nicht in Ordnern organisieren. Immerhin steht eine Textsuche zur Verfügung, über die man Konten schnell findet.

Theoretisch liefert die App auf verschiedenen Geräten unabhängig voneinander dieselben Schlüsselwörter, wenn der Anwender nicht in den Einstellungen verlangt, dass die Geräte-ID in deren Berechnung einfließt. Allerdings unterstützt keine Funktion, eine Konfigurationsdatei von einem Gerät zum anderen zu überspielen. Ohne das muss der Anwender akribisch alle Eingaben zum Konto und in den App-Einstellungen übertragen.

Der Passwort Generator PFA ist Teil einer ganzen Reihe kostenloser und werbefreier Apps der Forschungsgruppe SECUSO am Karlsruher Institut für Technologie. Die „Privacy Friendly App“ (PFA) benötigt auf dem Smartphone keine Berechtigung. Sie blockiert zudem die Screenshot-Funktion des Betriebssystems. Per Default-Einstellung weigert sie sich sogar, Schlüsselwörter in die Zwischenablage zu kopieren, da auch andere Apps auf diese Inhalte zugreifen können.

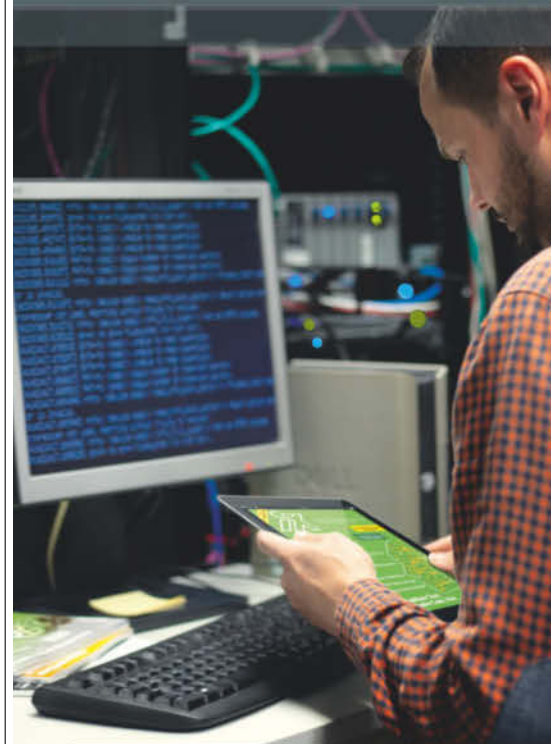
(agr@ct.de)

Passwort Generator (PFA)

Passwortgenerator	
Hersteller, URL	SECUSO Research Group, secuso.aifb.kit.edu
Systemanf.	Android ab 5.0
Preis	kostenlos

Es gibt **10** Arten von Menschen.

iX-Leser und die anderen.



3x testen

Jetzt Mini-Abo testen:

3 digitale Ausgaben +
Bluetooth-Tastatur
nur **19,35 €**

www.iX.de/digital-testen



www.iX.de/digital-testen

leserservice@heise.de

49 (0)541 800 09 120



Kreisläufer

Nokia X30 5G mit neuem Mietkaufmodell für Smartphones und Tablets im Test

Kaufen oder über das Circular-Programm mieten – Nokia lässt der Kundschaft beim X30 5G die Wahl. Das Android-One-Smartphone besteht aus Recycling-Material und soll besonders nachhaltig sein.

Von Steffen Herget

Wer das Nokia X30 5G über das Circular-Programm bestellt, hält nie sein eigenes Smartphone in Händen. Das Handy wird nicht gekauft, sondern gemietet, und geht – falls man es nicht verliert – irgendwann wieder an den Hersteller zurück, egal ob funktionstüchtig oder ka-

putt. Je nach Zustand entscheidet Nokia, was dann mit den im Circular-Programm angebotenen Geräten passiert. Sind sie technisch einwandfrei und sehen noch ordentlich aus, werden sie wiederaufbereitet und wandern als „refurbished“ in den Gebrauchtmärkte. Taugt der Gesamtzustand dafür nicht mehr, werden sie entweder an gemeinnützige Organisationen gespendet oder demontiert und soweit möglich recycelt. So möchte Nokia eine Kreislaufwirtschaft anschieben, in der die Produkte möglichst lange verwendet werden und am Ende des Lebenszyklus so wenig Abfall entsteht wie möglich.

Dass einem sein Smartphone nicht gehört, klingt zunächst nicht unbedingt verlockend. Zu den Vorteilen des Mietmodells zählen die Flexibilität und die geringe finanzielle Einstiegshürde. Der Abschluss kostet einmalig 35 Euro, monatlich berech-

net Nokia für das X30 25 Euro. Über zwei Jahre würde das X30 demnach 635 Euro kosten – und damit deutlich mehr, als das Smartphone derzeit beim normalen Kauf im Handel kostet. Nach drei Monaten ist das Abonnement monatlich kündbar. Der Dienst enthält eine Versicherung, die den Austausch bei Schäden oder Verlust übernimmt. Circular-Kunden sammeln zudem Punkte, sogenannte „Seeds of Tomorrow“. Je sechs Monate als aktives Circular-Mitglied gibt es einen Seed. Im zweiten Jahr steigt diese Zahl auf zwei Seeds alle sechs Monate, im dritten Jahr auf drei Seeds. Mit diesen Punkten kann man Spenden an selbst zu wählende Umweltorganisationen schicken. Außer dem X30 sind auch die Smartphones G60 und XR20 sowie die Tablets T10 und T21 im Abo erhältlich, weitere Modelle sollen folgen.

Den Nachhaltigkeitsgedanken, den Nokia mit dem Circular-Programm verfolgt, sieht man auch an dem Karton, in dem das X30 geliefert wird. Er besteht aus Recycling-Pappe und kommt ohne Plastik aus. Neben dem Smartphone liegen ein USB-C-Kabel, ein SIM-Pikser und ein dicker Packer Papier in der Schachtel. Das Telefon selbst soll das „bisher nachhaltigste“ Nokia-Smartphone sein, laut Hersteller besteht es aus zu 100 Prozent recyceltem Aluminium sowie aus zu 65 Prozent recyceltem Kunststoff. Das Gehäuse ist nach IP67 gegen das Eindringen von Staub und Wasser geschützt. Nokia gewährt für das X30 drei Jahre Garantie, das ist vergleichsweise lang.

Drei Jahre Updates sind knapp

Ebenso lange plant Nokia auch, das X30 mit Softwareupdates zu versorgen – dafür sind drei Jahre allerdings ein eher kurzer Zeitraum. Nokia installiert Android One, für das Google monatliche Sicherheitspatches für drei Jahre und zwei neue Android-Versionen verspricht. Nokia legt zu den großen Upgrades einen drauf und will auch Android 15 noch ausliefern. Auf dem X30 ist das Update auf Android 13 bis Redaktionsschluss noch nicht eingetroffen.

Optisch verändert der Hersteller das Betriebssystem nicht. Mit unerwünschten Apps von Fremdanbietern geht Nokia nicht gerade sparsam um, auf unserem Testgerät fanden wir Amazon Shopping und Music, Spotify, Netflix, LinkedIn, ExpressVPN und GoPro Quik. Immerhin: Alle diese Apps lassen sich rückstandslos und ohne großen Aufwand entfernen. Fast schon retro mutet die FM-Radio-App an, die man

nur noch selten findet. Wer damit Radio hören möchte, muss einen Kopfhörer anschließen, dessen Kabel als Antenne dient – allerdings am USB-C-Anschluss, denn eine Klinkenbuchse besitzt das X30 nicht.

Bei den Äußerlichkeiten sammelt das Nokia-Smartphone Punkte: Saubere Verarbeitung, schicke Schliffkanten am Rahmen sowie am Kameraelement, gut austariertes Gewicht und eine flache Silhouette gefallen. Die Rückseite aus schmacklosem, grauem Kunststoff ist eher zweckmäßig als schön.

Die gemessene Displayhelligkeit von knapp 800 cd/m² ist nicht nur hell genug für alle Lebenslagen, sie übertrifft auch die maximale Herstellerangabe um rund 100 Zähler – ungewöhnlich, bei solchen Angaben übertreiben andere Unternehmen gerne. Den Maximalwert erreichte das X30 allerdings nur bei automatischer Helligkeitsregelung, manuell strahlte das Display im Test nur mit rund 430 cd/m² auf fix eingestellten 100 Prozent. Das OLED-Panel ist farbstark und kontrastreich und regelt die Bildwiederholrate adaptiv auf bis zu 90 Hertz hoch. Das Always-on-Display ist standardmäßig ausgeschaltet, um Strom zu sparen; eingeschaltet verringerte sich die Akkulaufzeit aber kaum.

Kamera mit Kinomodus

Mit dem Snapdragon 695 5G hat sich Nokia für einen Chip der Mittelklasse entschieden. Das Smartphone, das je nach Variante knappe 6 oder ordentliche 8 GByte RAM mitbringt, erreicht in den Benchmarks vor allem bei grafiklastigen Tests schwache Werte, eine Spielmaschine ist das X30 nicht. Videos mit mehr als Full-HD-Auflösung kann es nicht aufzeichnen. Umso verwunderlicher, dass Nokia der Kamera-App einen eigenen Kinomodus verpasst hat. Filmt man mit diesem, entstehen jedoch keine besonders hochauflösenden Videos, sondern solche im traditionellen Kinoformat 21:9 mit 24 Bildern pro Sekunde. Der eigens installierte Kino-Editor macht seinem Namen allerdings keine Ehre: Er hat lediglich zehn verschiedene Farbfilter und nicht einmal einfache Videoschnittfunktionen.

Die Hauptkamera führt einen 50-Megapixel-Sensor mit optischem Bildstabilisator ins Feld, ein Ultraweitwinkel mit 13 Megapixeln steht ihr zur Seite. Das X30 fasst, so man die 50 Megapixel nicht selbst aktiviert, stets die Informationen von vier nebeneinander liegenden Pixeln zusam-

men und wirft Aufnahmen mit 12 Megapixeln aus. Selfies schießt das Nokia-Smartphone mit maximal 16 Megapixeln. Die Hauptkamera ist bei guten Lichtbedingungen ein brauchbarer Begleiter, schlägt aber der nicht besonders großen Blende wegen schon bei normal ausgeleuchteten Räumen oft den Nachtmodus vor. Die Fotos bilden Farben natürlich ab, weisen aber spätestens bei Dämmerlicht starke Artefakte auf, die gierig Details fressen. Der Ultraweitwinkel schraubt die Farbsättigung unnatürlich nach oben und vermatscht schon im Hellen feine Strukturen wie etwa Maserung auf Holzoberflächen.

Der Nachtmodus, der mit beiden Objektiv funktioniert, erfordert gleich doppelt Geduld. Das Auslösen dauert mehrere Sekunden, und danach genehmigt sich das X30 direkt noch einmal drei bis fünf Sekunden, bis das Bild im Kasten ist. Erkennt das Smartphone, dass es auf einem Stativ steht, kann es noch länger belichten. Der Nachtmodus hellt die Aufnahmen eher dezent auf und kitzelt etwas mehr Details aus den Bildern, vor allem dem Ultraweitwinkel kommt das zugute. Mit der Qualität von ausgesprochenen Nachtschwärmern wie den Pixel-Smartphones kann es das X30 allerdings nicht aufnehmen.

Das Smartphone schaffte fast zwanzig Stunden Videostreaming ohne Ladepause, das sollte auch für die längsten Zugfahrten oder Flüge reichen. Ein Netzteil legt der Hersteller nicht mehr bei, mit einem 60-Watt-Ladegerät dauerte ein kompletter Zyklus rund 75 Minuten.

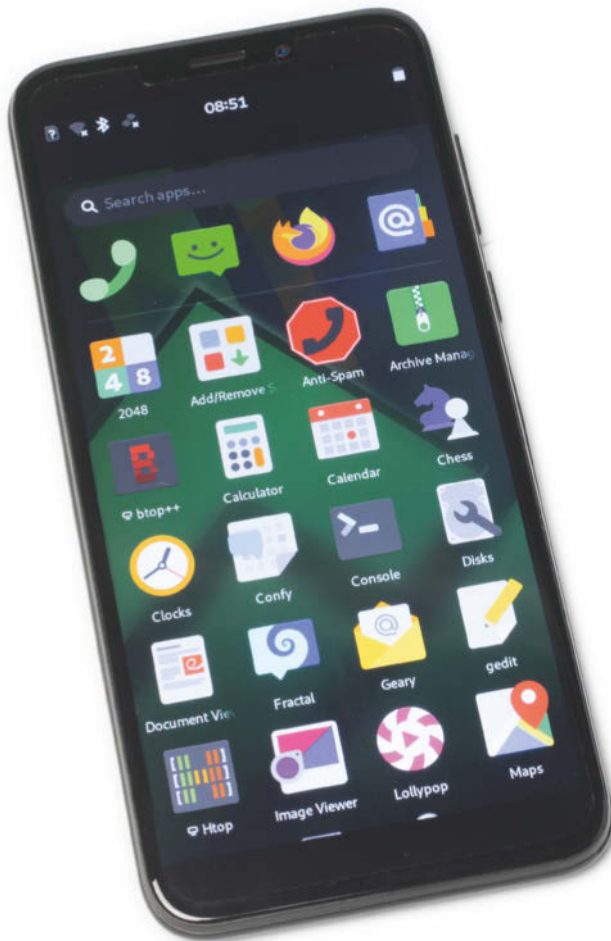
Fazit

Das Mietmodell ist mit der gebotenen Flexibilität, der Versicherung und dem Nachhaltigkeitsgedanken eine interessante Alternative zum bekannten Smartphone-Kauf – und anders als beim klassischen Ratenkauf kann man monatlich kündigen, anders als beim Kauf per Mobilfunkvertragsverlängerung hat man keinen überkauften Tarif an der Backe. Das Nokia X30 5G passt mit seinen Recyclingmaterialien gut dazu. Es könnte zwar etwas mehr Leistung und längere Updateversorgung vertragen, überzeugt andererseits jedoch mit schönem Display, ausdauerndem Akku und schickem Design. In der 500-Euro-Klasse gibt es mit Geräten wie dem Poco F4 GT oder dem Nothing Phone (1) sowie Topmodellen aus dem Vorjahr wie dem Google Pixel 6 interessante Alternativen – die aber nicht so nachhaltig sind.

(sht@ct.de) **ct**

Nokia X30 5G

Android-Smartphone	
Hersteller, URL	Nokia, nokia.com/phones/de_de
Betriebssystem / Patchlevel	Android 12 / November 2022
Android-Updates / Sicherheitspatches lt. Herst. bis mindestens	Android 15 / September 2025
Ausstattung	
Prozessor / Kerne × Takt / GPU	Qualcomm Snapdragon 695 / 2 × 2,2 GHz, 6 × 1,8 GHz / Adreno 619
Arbeitsspeicher / Flash-Speicher (frei) / Wechselspeicher	6 GByte / 128 GByte (109 GByte) / –
LTE / 5G / SAR-Wert ¹	✓ / ✓ / 0,79 W/kg
WLAN (Antennen) / Bluetooth / NFC / Kompass / Standortbest.	Wi-Fi 6 (2) / 5.1 / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo
SIM / Dual / eSIM	Nano-SIM / ✓ / ✓
Fingerabdrucksensor / Kopfhöreranschluss / USB-Anschluss / OTG	✓ (Display) / – / USB-C 2.0 / ✓
Akku / drahtlos ladbar / wechselbar	4200 mAh / – / –
Abmessungen (H × B × T) / Gewicht / Schutzart	15,9 cm × 7,4 cm × 1,1 cm / 185 g / ✓ (IP67)
Kameras	
Hauptkamera Auflösung / Blende / OIS	50 MP (8160 × 6144) / f/1,9 / ✓
Ultraweitwinkel Auflösung / Blende / OIS	13 MP (4208 × 3120) / f/2,4 / –
Frontkamera Auflösung / Blende / OIS	16 MP (4656 × 3496) / f/2,4 / –
Display	
Diagonale / Technik / max. Bildwiederholrate	6,43" / OLED / 90 Hz
Auflösung (Pixel/dichte) / Helligkeitsregelbereich	2400 × 1080 Pixel (409 dpi) / 1,96 ... 796 cd/m ²
Benchmarks, Lauf- und Ladezeiten	
Ladezeit 50 % / 100 %	0,4 h / 1,3 h
Laufzeiten ² lokales Video 720p / 3D-Spiel Asphalt 8 / Stream	17,7 h / 13,3 h / 19,5 h
Geekbench V4 Single, Multi / V5 Single, Multi	3059, 7264 / 670, 1904
3DMark Wild Life / Wild Life Extreme	1214 / 362
GFXBench Car Chase / Manhattan 3.0 / Manhattan 3.1 (je On-, Offscreen)	17 fps, 20 fps / 42 fps, 48 fps / 30 fps, 34 fps
Preis / Garantie	480 € / 36 Monate
¹ Herstellerangabe ² gemessen bei 200 cd/m ² ✓ vorhanden – nicht vorhanden	



Beta-Hardware, Alpha-Software

Linux-Smartphone PinePhone Pro

Ein ausgewachsenes Linux auf dem Telefon wünscht sich mancher Pinguin-Freund. Der Hersteller Pine64 will mit seinen Smartphones eine offene Plattform als Spielwiese für mobile Linux-Systeme schaffen. Wir haben uns beim PinePhone Pro angesehen, wie es aktuell um Hard- und Software steht.

Von Niklas Dierking

Smartphones, auf denen ein regulärer Linux-Kernel läuft, sind noch absolute Nischenprodukte. Das liegt auch an einem Henne-Ei-Problem: Lange gab es kaum Hardware für Entwickler, um Linux-Apps an mobile Bedienoberflächen anzupassen. Und weil es nur wenig optimierte Apps gibt und die Software-Landschaft so fragmentiert ist, gibt es wenige Nutzer. Das wiederum macht die Plattform unattraktiv für Hersteller, ergo gibt es kaum Hardware. Die Firma Pine64 versucht den Knoten zu lösen und verkauft mit dem PinePhone Pro ein Linux-Smartphone, das

sich an Entwickler und Linux-Enthusiasten richtet. Für den Alltagsgebrauch sei das Gerät selbst laut Hersteller allerdings noch nicht zu empfehlen. Aktuell liefert Pine64 das PinePhone Pro mit Manjaro und der Bedienoberfläche Plasma Mobile aus, Nutzer können sich aber auch für andere Betriebssysteme entscheiden – dazu gleich mehr.

Die Ausstattung des PinePhone Pro ist im Vergleich zu ähnlich teuren Android-Smartphones dürftig. Im Inneren steckt der RK3399S-SoC von Rockchip. Er besteht aus zwei ARM-Cortex-A72- und vier ARM-Cortex-A53-Kernen, die mit 1,5 respektive 1 GHz takten, sowie einer Mali-T860-GPU. Das S im Chipnamen weist auf die laut Hersteller für das PinePhone Pro angepasste Variante des Chips hin. Der RK3399 (ohne S) kam bereits 2016 auf den Markt, in Geekbench 5 liegt das PinePhone Pro etwa mit einem Samsung Galaxy S7 gleichauf, das ebenfalls 2016 veröffentlicht wurde. Als Arbeitsspeicher dienen 4 GByte LPDDR4-RAM, Betriebssystem und Programme landen auf einem 128 GByte-eMMC-Modul. Nutzer können den internen Speicher mit einer microSD-Karte um maximal 2 TByte erweitern.

Das 6-Zoll-IPS-Display löst mit 1440 × 720 Bildpunkten auf, wird knapp 400 cd/m² hell und ist nicht ganz gleichmäßig ausgeleuchtet; am unteren Rand leuchtet es 20 Prozent heller als am oberen. In Innenräumen lässt sich mit dem PinePhone Pro gut arbeiten, in der Sonne hatten wir manchmal Probleme, den Bildschirm abzulesen. Bei Eingaben mit der Bildschirmstatur kam es in unserem Test häufig zu Tippfehlern, ob das jedoch an einem unpräzisen Touchscreen oder an den Betriebssystemen im Entwicklungsstadium liegt, ist schwer zu beurteilen.

Aktuell vertreibt Pine64 das PinePhone Pro in der von uns getesteten Standardkonfiguration mit dem Beinamen „Explorer Edition“ für 399 US-Dollar. Verschickt wird aus einem Lager in Hong Kong. Versand, Steuern und Zollgebühren werden extra fällig. Für ein Android-Smartphone bezahlt man bei ähnlicher Ausstattung nicht mehr als 150 Euro. Der ehemalige Pine64-Community-Manager Lukasz Erecinski betreibt einen europäischen Retail-Store, der saftige 599 Euro für das Pro-Modell verlangt, Versand und Steuern inklusive. Dafür gibt es immerhin zwei Jahre Garantie, anstatt nur 30 Tage wie im offiziellen Pine-Webshop (siehe ct.de/y12f).



Wer auf Nummer sicher gehen will, klemmt Mikrofon, Kamera und weitere Schnittstellen per Hardwareschalter ab. Die sogenannten Privacy-Switches sind hinter der Plastikabdeckung auf der Rückseite des Geräts versteckt.

Eine Besonderheit stellen die Hardwareschalter dar, die Front- und Rückkamera, Mikrofon, Klinkenanschluss, das Modem, WLAN und Bluetooth ausknipsen, letztere leider nur gemeinsam. Die Schalter, die Pine64 „Privacy-Switches“ nennt, befinden sich allerdings unter der Plastikabdeckung auf der Rückseite des Geräts, sodass sie im laufenden Betrieb nicht gut erreichbar sind. Über die sogenannten Pogo-Pins, die sich über den Hardwareschaltern befinden, erweitert man das Smartphone mit zusätzlicher Peripherie wie etwa einer Hardware-Tastatur, die der Hersteller in seinem Webshop vertreibt (siehe ct.de/y12f).

Stolprige Gehversuche

Auf unserem Testgerät war die ARM-Variante der Linux-Distribution Manjaro mit der Bedienoberfläche Plasma Mobile vorinstalliert. Nach der Ersteinrichtung und der Vergabe eines Passworts wollten wir das System über die Discover-App auf den neuesten Stand bringen, was aber nicht funktionierte. Auch als wir das Update über die Kommandozeile anschoßen, schlug der Prozess fehl. Im PinePhone-Wiki weist der Hersteller darauf hin, dass Probleme mit dem vorinstallierten Betriebssystem auf dem eMMC-Modul bekannt sind, beispielsweise komme es vor, dass die Datenbank des Pacman-Paketmanagers klemmt. Einen simplen Work-

around haben wir unter ct.de/y12f verlinkt.

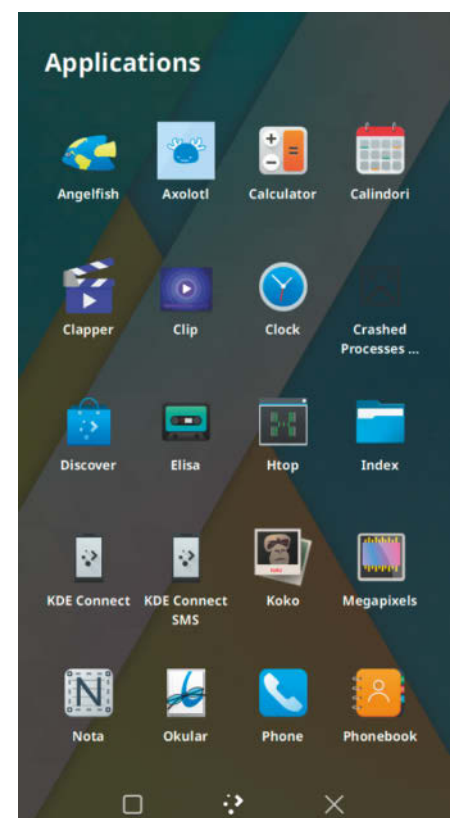
Auch abgesehen davon verhält sich Manjaro mit Plasma Mobile hakelig in der Bedienung, beispielsweise weil KDE-fremde Apps nicht richtig skalieren oder Bedienfelder außerhalb der Anzeige landen. Die Kamera-App „Megapixels“ streikte bei uns komplett und die Qualität der Anrufe lässt sich gut mit „Hit or Miss“ zusammenfassen. Im Test wurden eingehende Anrufe oft nicht angezeigt. Immerhin kamen ausgehende Anrufe meist zustande. Ab und zu verabschiedete sich der Soundserver PulseAudio und manchmal mussten wir die Soundausgabe vom Hörer auf Lautsprecher umschalten, um etwas zu hören. Häuften sich die Probleme mit den Anrufen, half es, das Modem mit dem Befehl `sudo systemctl restart eg25-manager` neu zu starten.

Von Alltagstauglichkeit ist das meilenweit entfernt. Man kann Pine64 allerdings nicht vorwerfen, solche Widrigkeiten zu verheimlichen. Die Produktseite des PinePhone Pro weist explizit darauf hin, dass das Gerät noch nicht fit für den Alltag ist und es noch lange dauern wird, bis die Software ausgereift ist. Weiterer Kritikpunkt sind die geringen Laufzeiten im Vergleich zu vergleichbaren Android-Smartphones: Im YouTube-Dauerlauf machte es nach rund drei Stunden schlapp, Smartphones der Android-Mittelklasse halten 15 Stunden und länger durch.

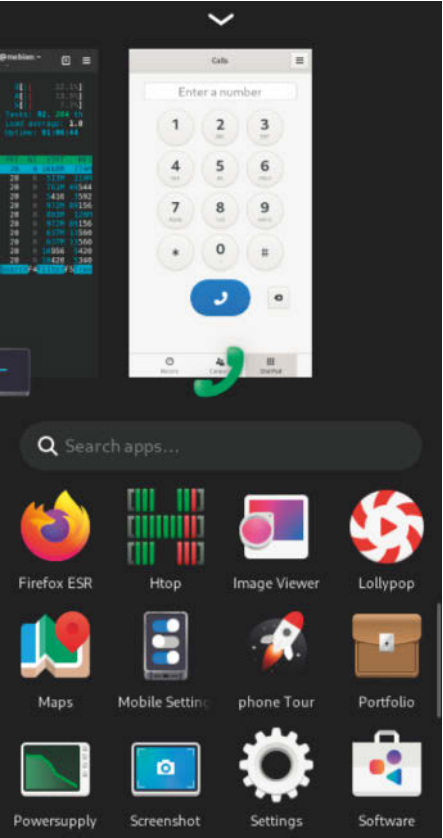
Ein USB-C- zu HDMI-Adapter oder ein optional erhältliches Dock verbinden das PinePhone Pro mit einem externen Monitor. Das Gerät schaltet dann in einen Desktop-Modus, den Pine64 Convergence nennt. Schließt man noch Maus und Tastatur an, bekommt man einen ARM-Taschencomputer, an dem sich kleinere Büroarbeiten erledigen lassen. In unserem Test mit einem JSAX-Dock, das eigentlich für das Steam Deck gedacht ist, konnte das PinePhone Pro unter Manjaro mit der vorinstallierten Plasma-Mobile-Oberfläche gleichzeitig Full-HD mit 120 Hertz ausgeben, den Akku laden und eine Ethernet-Verbindung herstellen.

Software-Landschaft

Für das PinePhone Pro stehen im zugehörigen Wiki (siehe ct.de/y12f) noch eine Reihe weiterer Installationsimages verschiedener Betriebssysteme mit unterschiedlichen Bedienoberflächen wie Phosh (Gnome) oder Plasma Mobile (KDE) zum Download bereit: für Mobian, Arch Linux (DanctNIX), Gentoo, Glodroid (Android), den webOS-Verwandten LuneOS, Nemo Mobile (Sailfish OS) und post-



Die Bedienoberfläche des vorinstallierten Plasma Mobile orientiert sich an älteren Android-Versionen.



Das grafische Interface Phosh lehnt sich beim Bedienkonzept an die Gnome Shell mit Anwendungsraaster und Aktivitäten-übersicht an.

market OS (Alpine). Alle diese Distributionen werden von den jeweiligen Communities entwickelt und gepflegt.

Um sie auszuprobieren, lädt man das Image herunter und schreibt es auf eine microSD-Karte. Bei allen Exemplaren des PinePhone Pro, die nach Juli 2022 ausgeliefert wurden, ist der Bootloader Tow-Boot im SPI-Flash-Speicher vorinstalliert. Eine Anleitung, wie Sie das für ältere Modelle nachholen, finden Sie unter ct.de/y12f. Damit das PinePhone Pro das Betriebssystem von der microSD-Karte startet, hält man beim Einschalten zusätzlich zum Power-Knopf den unteren Knopf der Lautstärkewippe gedrückt. Wenn die Kombination aus Distribution und Bedienoberfläche zusagt, schreibt man das System auf den internen eMMC-Speicher oder lässt sie alternativ auf der microSD-Karte für ein zweites Betriebssystem. Der Debian-Abkömmling Mobian bringt dafür einen grafischen Assistenten mit, der auch anbietet, das Dateisystem zu verschlüsseln. Bei vielen anderen Distributionen bleibt das beides Handarbeit.

Als wir Manjaro in der Variante mit Phosh-Bedienoberfläche ausprobierten, gab es Probleme mit der Skalierung von Menüs, sogar beim Einrichtungsassistenten. Bei Phosh (kurz für Phone Shell) handelt es sich um eine Oberfläche für Mobilgeräte, die im Wayland-Modus läuft und auf Gnome-Komponenten aufbaut. Das Layout von Phosh ist an den Gnome-Desktop mit App-Raster und Aktivitätenübersicht angelehnt. Die Kamera-App versagte wie schon unter Plasma Mobile den Dienst. Erst ein Downgrade von Kernel 6.0.3 auf einen Kernel der 5.19er-Serie löste das Kameraproblem; zumindest war es möglich, die App zu öffnen und Fotos zu schießen. Diese gerieten jedoch sehr dunkel und waren mit einem grünen Schleier überzogen.

Auch das Debian-Derivat Mobian wird mit Phosh ausgeliefert. Die Animationen der grafischen Oberfläche laufen unter Mobian mit Phosh deutlich flüssiger als unter Manjaro mit Phosh und Manjaro mit Plasma Mobile. Leider funktionierte das Mikrofon zwar mit der Sprachrekorder-App, nicht aber bei Anrufen. Nachdem wir Mobian auf den internen Speicher geschrieben hatten, wurde die WLAN-Verbindung plötzlich schneckenlang und wir erzielten mit iperf3 nur noch einen Durchsatz von 1,05 Mbit/s. Mit Manjaro Phosh und Manjaro Plasma Mobile waren es 95 Mbit/s.

Apps

Weil auf dem PinePhone ein waschechtes Linux läuft, ist das Angebot an Software prinzipiell groß. Die Anzahl an Anwendungen, deren grafisches Interface sich automatisch Mobilgeräten anpasst, ist jedoch überschaubar. Als guter Anlaufpunkt hat sich die Webseite linux-phoneapps.org/apps/ erwiesen (siehe ct.de/y12f). Sie listet kompatible Anwendungen und deren UI-Frameworks auf und bewertet auf einer Skala von 1 bis 5, wie gut die Bedienung für Mobilgeräte optimiert ist. Wer Phosh nutzt, kann so beispielsweise nach Anwendungen suchen, die mit GTK4 und den Bibliotheken libadwaita und libhandy entwickelt wurden und dadurch gut ins System integriert sind. Mit Waydroid führen Nutzer Android-Apps in einem Linux-Container aus und stoßen so die Tür zur Android-Softwarevielfalt auf. Android-Apps wie Twitter liefen unter Waydroid bis auf einen starken Input-Lag überraschend gut.

Fazit

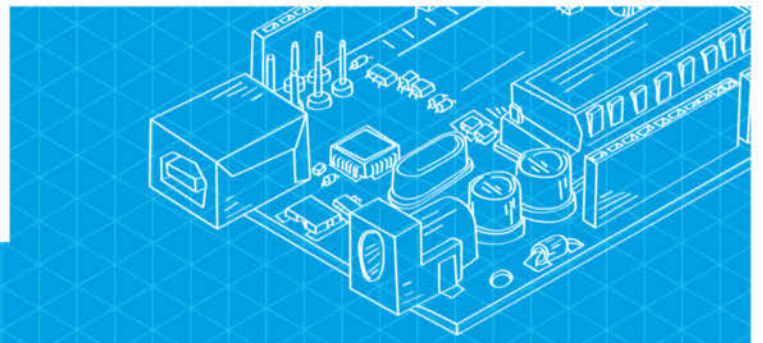
Unser Test des PinePhone Pro ist eine Momentaufnahme, in der das Gerät als Telefon kein besonders gutes Bild abgibt. Das liegt hauptsächlich an der Software, die sich noch im Entwicklungsstadium befindet. Eine bessere Figur macht das Linux-Phone, wenn man es als Linux-Computer im Hosentaschenformat betrachtet. Das PinePhone Pro ist in erster Linie eine Entwicklungsplattform und man sollte nicht planen, es als Begleitung im Alltag zu gebrauchen. Wer es trotzdem versuchen will, sollte besonders neugierig, experimentierfreudig und leidensfähig sein, denn es gibt noch viele Ecken und Kanten zu schleifen. Wer ein Technikspielzeug sucht, findet aber auch günstigere Gadgets, die man nicht importieren muss. Die Software-Landschaft um das PinePhone bleibt jedenfalls in Bewegung: Das Fedora-Projekt lotet zurzeit aus, ob mit Fedora 38 Installationsimages mit Phosh oder Plasma Mobile an Bord veröffentlicht werden sollen (siehe ct.de/y12f). (ndi@ct.de) **ct**

PinePhone-Pro-Wiki, Linux Phone Apps:
ct.de/y12f

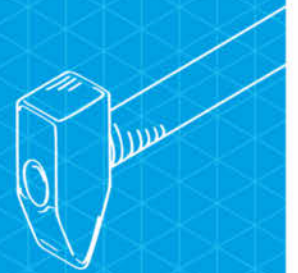
PinePhone Pro (Explorer Edition)

Linux-Smartphone	
Hersteller, URL	Pine64, pine64.org
Betriebssystem	Linux (Manjaro mit Plasma Mobile)
Displaydiagonale (Typ) / Auflösung / Pixeldichte	6" (IPS) / 1440 × 720 Pixel / 268 dpi
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung / max. Bildrate	5 ... 397 cd/m² / 81 % / 60 Hz
Kamera	
Hauptkamera Auflösung	13 MP (4224 × 3192)
Frontkamera Auflösung	8 MP (3264 × 2448)
Ausstattung	
Prozessor / Kerne × Takt / GPU	Rockchip RK3399S / 2 × 1,5 GHz, 4 × 1,0 GHz / Mali T860
RAM / Flash-Speicher (eMMC) / Kartenslot	4 GByte / 128 GByte / ✓ (MicroSD)
USB-Anschluss / Kopfhöreranschluss	USB-C 3.0 / ✓
Akku / Ladeleistung / Drahtlosladen	3000 mAh / 15 W / —
Abmessungen / Gewicht / Schutzklasse	16,1 cm × 7,6 cm × 1,1 cm / 215 g / —
Laufzeiten, Benchmarks	
Laufzeiten bei 200 cd/m² Helligkeit¹	4 h Leerlauf / 3 h Videostream / 1 h 4k-Video
Geekbench 5.4 ARM (Preview)¹, Singlecore / Multicore	252 / 681
glmark2¹	680
Preis / Garantie	399 US-\$ / 30 Tage²
¹ gemessen mit Manjaro Plasma Mobile ² siehe Text	
✓ vorhanden	— nicht vorhanden

Make:



DAS KANNST DU AUCH!



GRATIS!



2x Make testen und über 9 € sparen!

Ihre Vorteile:

- ✓ **GRATIS dazu:** Make: Tasse
- ✓ Jetzt auch im Browser lesen!
- ✓ Zugriff auf Online-Artikel-Archiv*
- ✓ Zusätzlich digital über iOS oder Android lesen

Für nur 16,10 € statt 25,80 €

* Für die Laufzeit des Angebotes.

Jetzt bestellen: make-magazin.de/miniabo

Arzt am Arm

Huawei Watch D mit Blutdruckmessung im Test



Die Watch D hat eine kleine Pumpe eingebaut und kann den Blutdruck am Handgelenk messen. Auch ein EKG schreibt die Smartwatch auf Knopfdruck. Der Haken ist die Software.

Von Steffen Herget

Die Pumpe in der Huawei Watch D ist kaum zu hören, aber umso stärker zu fühlen. Sie pumpt ein schmales, am Armband befestigtes Kissen stramm auf, mit ihren Sensoren kann die Smartwatch den Blutdruck messen. Auf diese Weise arbeitet derzeit keine andere Smartwatch. Die Uhr selbst gibt Anweisungen für die richtige Körperhaltung dabei: ruhig sitzen, Füße auf den Boden, Hand auf Herzhöhe. Wer sich nicht daran hält, bekommt statt eines Messergebnisses eine Fehlermeldung. Die Messung selbst dauert keine halbe Minute und wirft Ergebnisse für systolischen und diastolischen Blutdruck aus.

Die Blutdruckmessung am Handgelenk gilt vielen Medizinerinnen im Vergleich zu der Methode an der Armbeuge als ungenau. Im Test produzierte die Watch D immerhin meist konsistente und reproduzierbare Ergebnisse, aber auch so manchen Ausreißer nach oben oder unten. Es bietet sich deshalb an, stets mindestens zweimal zu messen. Bei unseren Messungen lagen die Werte der Watch D eher grob im Bereich der Kontrollmessung an der Armbeuge, mit einer Abweichung von rund fünf mmHg (Millimeter Quecksilbersäule). Ein genereller Trend sollte sich bei regelmäßigen Messungen über einen längeren Zeitraum erkennen lassen, exakte Messungen und medizinische Kontrolle ersetzt die Watch D aber nicht.

Neben der Blutdruckmessung beherrscht die Uhr weitere Gesundheitsfunktionen, darunter außer Pulsmessung,

Schlaftracking und Hauttemperaturmessung auch das Schreiben eines EKG. Während dieser Messung weist die Watch D darauf hin, dass sie keine Gefäßkrankheiten erkennen oder einen Arztbesuch ersetzen kann. Die Uhr selbst zeigt lediglich den sehr exakt gemessenen Puls an, die EKG-Details sind in der Huawei-Health-App zu finden. Ohne die App ist die Uhr nicht zu gebrauchen, sie wird zur Einrichtung benötigt. Herunterladen muss man sie direkt bei Huawei, im Play Store ist die aktuelle Version der Anwendung aufgrund des US-Embargos gegen Huawei nicht mehr zu finden. Die EKG-Funktion lässt sich nur dann aktivieren, wenn im Smartphone auch noch eine aktive SIM-Karte zur Lokalisierung steckt.

Die Health-App liefert eine sehr genaue Anleitung, wie die Uhr am Handgelenk sitzen und welche Länge das Armband haben sollte. In einer Hälfte des weichen Silikonarmbands, das ohne Werkzeug wechselbar ist, hat das Luftkissen seinen Platz. Es ist nicht fest mit dem Band verbunden, sondern an beiden Enden eingeklippt, damit man es separat wechseln kann. Über dem Luftkissen sitzt ein hauchdünner, waschbarer Überzug aus Stoff, der ebenfalls abnehmbar ist. Diesen Überzieher wieder anzubringen ist eine nervige Fummelei, aber ab und zu sollte man ihn waschen – er ist schnell durchgeschwitzt. Die Faltschließe rastet deutlich hörbar ein und hält die Smartwatch sicher an ihrem Platz. Im Karton liegen zwei unterschiedlich lange Armbänder samt Luftkissen, zwei Ersatz-Stoffüberzieher und ein Blindstopfen für den Pumpenanschluss, falls man die Uhr ohne Luftkissen tragen möchte.

Die Watch D besitzt ein 1,64 Zoll großes, rechteckiges OLED-Display, das knapp 300 cd/m² hell strahlt. Das ist nicht die Welt, bei dem kleinen Bildschirm reicht es aber aus, um auch im Hellen noch die Uhr ablesen zu können. Man bedient die Uhr über den Touchscreen und zwei Tasten an der rechten Seite. Geladen wird per Induktion mit der mitgelieferten Lade-

schale, die magnetisch an der Uhr andockt.

Auf der Watch D läuft das Betriebssystem Harmony OS 2.1. Die Software hält zu den Gesundheitsfunktionen rund 70 Sport-Workouts bereit und schleust Benachrichtigungen vom Smartphone ans Handgelenk. Einen App-Store gibt es auf der Smartwatch nicht, der Funktionsumfang ist nicht erweiterbar. Virtuelle Ziffernblätter installiert man über die Health-App. Einige wenige sind kostenlos, die meisten kosten zwischen 49 Cent und 3,99 Euro. Mit einer Akkuladung kamen wir fünf bis sieben Tage lang aus, bei häufigem Blutdruckmessen, EKG erstellen oder viel Tracking bei aktivem GPS ist die Batterie schneller leer.

Fazit

400 Euro sind kein Pappenstiel für eine Smartwatch, deren Softwareplattform wesentlich weniger Möglichkeiten bietet als die der Konkurrenz, bei der Uhren meist eine größere Auswahl an Apps besitzen und tiefer ins Betriebssystem integriert sind. Dafür hat die Watch D mit ihrem Blutdruckmessgerät samt Pumpe ein Alleinstellungsmerkmal, weitere hilfreiche Gesundheitsfunktionen und einen ausdauernden Akku. (sht@ct.de) **ct**

Huawei Watch D

Smartwatch	
Hersteller, URL	Huawei, huawei.de
Maße / Gewicht ohne Band	51 mm × 38 mm × 14 mm / 41 g
Displaytyp / -auflösung / -größe	OLED / 456 × 280 Pixel / 1,64 Zoll
Displayhelligkeit / Punktdichte	294 cd/m ² / 326 dpi
Konnektivität / Schutzart	Bluetooth 5.1, NFC, WLAN / IP68
Software / Kompatibilität	Harmony OS 2.0 / Android ab 6.0, iOS ab 12.0
Bewertung	
Tragekomfort / Funktionsumfang	⊕ / ○
Display / Akkulaufzeit	○ / ⊕⊕
Preis	400 €
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht	

Maßgeschneidert!

Bauen Sie Ihren Wunsch-PC

ct HARDWARE-GUIDE
Test • Praxis • Bauvorschläge

PLUS
Webinar
im Wert
von 99,- Euro

90 Minuten Webinar

Selbstbau Wunsch-PC
Allround-PC: Sparsam, leise, trotzdem schnell
High-End-Rechner mit AMD Ryzen 7000
Bauvorschläge für Gaming optimieren

Komponenten im Test
Duell: AMD Ryzen 7000 vs. Intel Core i-13000
300-Euro-Grafikkarten im Vergleich
Günstige Ryzen-Prozessoren zum Aufrüsten

Kaufberatung SSDs und Festplatten
Welche SSD für welchen Zweck?
Wofür sich Festplatten lohnen

Ratgeber Hardware-Kauf
Die richtigen Komponenten für Ihre Software

+ GRATIS Webinar
im Wert von 99,- €

Neben den Bauvorschlägen für PCs unterstützt Sie dieses Sonderheft mit einer umfangreichen Kaufberatung zu gängigen PC-Komponenten. Die Artikel helfen Ihnen nicht nur beim Bau eines neuen Rechners, sondern auch beim Aufrüsten bestehender Systeme. So beschenken Sie Ihrem Rechner einen zweiten Frühling, tun der Umwelt etwas Gutes und sparen obendrein noch Geld!

- Selbstbau-Wunsch-PC
- Allround-PC: Sparsam, leise, trotzdem schnell
- Komponenten im Test
- Kaufberatung SSDs und Festplatten
- Ratgeber Hardware-Kauf
- inkl. GRATIS-Webinar: Sichere Konfiguration von Büro-PCs – Hardware und BIOS-Setup

Heft für 14,90 € • PDF für 12,99 € • Bundle Heft + PDF 19,90 €



shop.heise.de/ct-hardwareguide22



Sechs, setzen!

25 Router auf IPv6-Tauglichkeit überprüft

Das Internet Protocol Version 6 ist inzwischen essenziell, nicht nur, wenn man im Netz der per DS-Lite angebundenen Schwiereltern PC-Service leisten will. Doch selbst zehn Jahre nach dem öffentlichen Start in Deutschland scheitern manche Router schon daran, einfach nur Internet per IPv6 bereitzustellen. Wir haben 25 Geräte in vier Szenarien erprobt und schildern, auf welche Details es zu achten gilt.

Von Alexander Traud

Wahrscheinlich ist es Ihnen nicht bewusst, weil es meistens einfach funktioniert: IPv6 ist längst Alltag. So sind Googles Server aus deutschen Netzen schon zu einem hohen Prozentsatz über das moderne Protokoll erreichbar (google.de/ipv6). Doch viele aktuelle WLAN-Router setzen IPv6 falsch um. Dann droht eine aufwendige Fehlersuche.

Deshalb haben wir die IPv6-Funktionen preisgünstiger Wi-Fi-6-Router untersucht, die im Sommer 2022 in Deutschland erhältlich waren. 25 Modelle wohlbekannter wie weniger geläufiger Marken von Amazon bis Zyxel fanden ihren Weg auf den Testtisch. Es sind überwiegend

Geräte für den Anschluss über ein externes Modem, die man in kleinen Netzen typischerweise als alleinigen Router einsetzt.

Vier Marken fehlen: Bei QNAP bietet nur die QHora-Serie überhaupt IPv6, aber das Testmuster traf zu spät ein. Die Geräte von GL.iNet beherrschen nur NAT6 für Mobilfunk-Verbindungen sowie PPPoE-Passthrough und funktionieren damit nicht im deutschen Festnetz, was der Hersteller seit 2019 weiß [1]. Mikrotik schied schon in der Akquise aus, weil deren Router seit 2013 immer noch nicht sauber

mit dynamischen IPv6-Präfixen umgehen. Die Speedports der Deutschen Telekom blieben unberücksichtigt, weil sie unter anderem

wegen dem Point-to-Point-Protocol-over-Ethernet (PPPoE) als alleinigem WAN-Protokoll stark auf das DT-Netz zugeschnitten sind.

Den Rest haben wir in vier zunehmend komplexen Szenarien geprüft: einfaches Websurfen (Internet per PPPoE mit VLAN), Routerkaskaden mit Prefixdelegation (DHCPv6-PD), Routerkaskaden mit PPPoE-Passthrough und Betrieb eines



aus dem Internet per IPv6 erreichbaren Servers im internen Netz.

Dabei scheiterten erstaunlicherweise alle Kandidaten irgendwann: meist früh an Selbstverständlichkeiten, manchmal erst spät an Spezialitäten, was wir im Folgenden schildern. Denn aus den Patzern der Firmware-Programmierer können Admins kleiner Netze Nützliches lernen.

Grundlagen und Praxis zu IPv6 liefert [2], die wichtigsten Dinge erläutern wir en passant. Weil die Testergebnisse so schlecht ausfielen, haben wir auf eine zusammenfassende Benotung diesmal verzichtet.

Alles variabel

Manche Hersteller führen mehrere Serien auf unterschiedlichen Software-Grundlagen. Deshalb muss beispielsweise Ihr Netgear-Router nicht dieselben Macken haben wie der hier untersuchte, möglicherweise hat er ganz andere. Auch die jeweils aktuelle Version der Router-Firmware spielt eine Rolle.

Unser Blick ist zwangsweise eingeschränkt, denn wir haben nur den Betrieb in den Netzen der Deutschen Telekom und 1&1 ausprobiert. Selbst der Magenta-Riese zeigt kein einheitliches Verhalten, denn er hat Regio-Tarife, die auf eine andere Infrastruktur bauen. Ebenso muss die IPv6-Implementierung der anderen Internetanbieter auch nicht überall gleich sein.

Durch immer neue Provider, etwa bei der jetzt vielerorts eingezogenen Glasfaser, werden die Feldtests für die Hersteller aufwendiger. So hatte selbst Lancom Systems lange Zeit IPv6-Probleme im Netz der Deutschen Glasfaser.

Internet per PPPoE mit VLAN

Schon beim einfachsten Anwendungsfall Websurfen versagte ein Teil der Testmuster, wenn das Internet über die Telefonleitung (DSL) mittels PPPoE ins Haus kommt. Dieses WAN-Protokoll ist bei DSL-Anschlüssen gebräuchlich, weil es anders als DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol, auch IP over Ethernet, IPE) die Zugangskontrolle per Nutzername und Passwort ermöglicht.

Seit 2007 bietet der größte deutsche Provider, die Deutsche Telekom (DT), in seinem DSL-Netz parallel zum Internet auch Live-Fernsehen über Multicast an (MC-IPTV). Die beiden Dienste laufen über Datenpakete, die mit unterschiedlichen VLAN-Tags markiert sind, Internet mit der VLAN-ID 7, Fernsehen mit ID 8. Inzwischen schwimmt das MC-IPTV zwar

auch im Internetdatenstrom mit, aber den gibts nach wie vor nur per VLAN 7.

Doch das dafür nötige VLAN-Tagging auf dem WAN-Anschluss (Wide Area Network, Internet) beherrschen auch 2022 längst noch nicht alle Router (siehe Tabelle ab S. 108), obwohl es weltweit einige andere Provider ebenfalls einsetzen.

Solche Geräte kann man trotzdem an Zugängen mit VLAN-Tagging einsetzen, wenn das Modem die VLAN-Marke in den vom Router herausgehenden Verkehr hineinstopft und aus dem hereinkommenden herauszupft. Das tun auf Wunsch beispielsweise die xDSL-Modems von Draytek. Bei anderen Modellen kann man einen konfigurierbaren Switch zwischen Modem und Router schalten, der das erledigt, aber auch zusätzlich Strom kostet.

Manche Hersteller unterstützen zwar VLANs, aber die Einrichtungsassistenten ihrer Router übergehen diese Funktion, darunter beispielsweise die Geräte von Netgear, Wavlink und Xiaomi. Folglich hat man mit jenen Herstellern Probleme, überhaupt eine Internetverbindung herzustellen, ganz unabhängig von IPv6.

Viele Provider erlauben keine dauerhafte Internetverbindung, sondern trennen sie von sich aus nach einer bestimmten Frist, manchmal 24 Stunden, manchmal ein halbes Jahr. Dann muss der Router den Uplink von sich aus automatisch wieder aufbauen, wobei sich das vom Provider zugeteilte IPv6-Adresspräfix ändert. Damit kommen auch nur jene Router klar, die in der Tabellenzeile „PPPoE-Zwangstrennung“ zwei Haken haben.

Sie müssen das alte Präfix invalidieren, damit die Geräte im internen Netz

c't kompakt

- IPv6 hat IPv4 im Alltag oft schon unbemerkt abgelöst.
- Einige WLAN-Router versagen bei IPv6 als Zugangsgerät an Netzen gängiger Provider.
- Komplexere Einsatzszenarien stellen besondere Anforderungen, was noch mehr Geräte überfordert.

wissen, dass sie sich eine neue IPv6-Adresse setzen müssen. Dafür sollten Router-Advertisement-Pakete ausreichen (Stateless Address Autoconfiguration, SLAAC). Aber manche älteren Betriebssysteme, beispielsweise Windows 8, erwarten zusätzlich einen DHCPv6-Server, der einen per IPv6 erreichbaren DNS-Resolver mitteilt.

Adresszwang

Deshalb enthalten die meisten Router auch einen DHCPv6-Server. Manche zwingen die (W)LAN-Geräte aber auch unnötigerweise per Stateful DHCPv6, sich ihre IPv6-Adresse dort zu holen.

Verbindet der Router sich neu, dann ändert sich das Präfix und damit die IPv6-Adressen des Routers und seiner Hosts. Nun müsste der DHCPv6-Server von sich aus seine Clients neu konfigurieren können, wofür DHCPv6 den optionalen Nachrichtentyp „Reconfigure“ kennt. Dummerweise unterstützen viele Betriebssysteme wie macOS und Ubuntu das nicht.

v6-Check

Ob Ihr Gerät eine IPv6-Internetverbindung hat, prüfen Sie durch Aufrufen einer Testseite wie icanhazip.com im Browser. Zeigt diese eine IPv6-Adresse mit Doppelpunkten, dann ist alles gut. Erscheint hingegen eine IPv4-Adresse mit Punkten, dann fehlt IPv6. Denn moderne Browser und Betriebssysteme ziehen für den Verbindungsaufbau IPv6 dem alten IPv4 vor.

Lenken Sie Ihren Browser auf die Konfigurationsseite des Routers. Dort halten Sie nach IPv6 im Modus „Automatisch“, „Nativ“ oder „PPPoE“ Ausschau. Oft erscheint die Option erst nach

einem Klick auf „Erweitert“ oder einen ähnlich benannten Knopf. Bei Synologys Routern müssen Sie IPv6 nicht nur auf dem WAN-Port, sondern obendrein in den internen Netzen extra aktivieren: Wählen Sie dazu in den Einstellungen der Netzwerkzonen ein Präfix aus. Zwar zeigt der Router die aktuellen GUAs (Global Unicast Addresses) an, aber merkt sich das Subnetz der gewählten.

Weitere Praxistipps zu IPv6 liefert [2]. Doch falls Sie DSL-Kunde von Vodafone sind, gibts nur Internet light: Dieser Provider hatte im Herbst 2022 in seinem DSL-Netz IPv6 immer noch nicht aktiviert.



Mikrotik hat es seit 2013 nicht geschafft, seinem RouterOS den korrekten Umgang mit den bei Privatan Anschlüssen üblichen dynamischen IPv6-Präfixen beizubringen.

Um ein Präfix invalidieren zu können, darf der Router daher nicht auf DHCPv6 bestehen, sondern muss „Stateless DHCPv6“ anbieten. Damit weist er dem Host keine Adresse zu, sondern teilt nur Zusatzinformationen mit, etwa Serveradressen, um Domains in IP-Adressen (DNS) aufzulösen und die Zeit zu synchronisieren (NTP). Setzt der Router hier seine eigene global gültige IPv6-Adresse mit dem aktuellen Präfix ein (Global Unicast Address, GUA, siehe auch [3]), also das IPv6-Äquivalent der öffentlichen IPv4-Adresse, dann kann er diese Information ebenfalls nicht invalidieren. In der Folge kennt der Client nach der Zwangstrennung nur einen unerreichbaren DNS-Server.

Dann fährt eine pragmatische Nutzerin den Computer herunter, startet den Router neu und danach den PC. Der planerische Kunde greift zur Brechstange, hängt seinen Router an eine Zeitschaltuhr und startet ihn so jede Nacht neu.

Schlauer ist, auf DHCPv6 zu verzichten, indem der Router den DNS-Server über die RDNSS-Option (Recursive DNS Server) in seinen Router-Advertisements mitteilt. Das geht beispielsweise beim Huawei-Router, indem man „Stateful DHCPv6“ ausschaltet und „SLAAC mit RDNSS“ nutzt.

Verbindungsaussetzer

Netgears RAX40 bewarb nach einer Zwangstrennung sowohl das alte als auch das neue Präfix. Ubuntu arbeitete einfach weiter, weil es zufälligerweise das zweite und damit neue Präfix nutzt. macOS hingegen blieb beim ersten und damit alten Präfix, IPv6 ging kaputt. Ferner fiel uns beim RAX40 auf, dass der Router nach einem Neustart, beispielsweise nach einem Stromausfall oder Firmware-Update, den Provider nicht mehr nach IPv6 fragt.

Amazons eero 6+ versuchte nach der Zwangstrennung, das alte Präfix zu erneu-

ern, selbst nach einem Neustart. Da hilft nicht einmal die Zeitschaltuhr, sondern man muss jedes Mal IPv6 über die Konfiguration aus- und wieder einschalten.

Zyxels Mesh-Router geriet nach der Zwangstrennung komplett durcheinander und versuchte in Dauerschleife erfolglos, die PPPoE-Verbindung wieder aufzubauen. KuWFi's AX1800 mochten wir wegen seiner fehlenden Firewall nicht längere Zeit am Internet betreiben. Deshalb ließ sich nicht überprüfen, wie er auf Zwangstrennungen reagiert.

Google Wifi fragte beim Verbinden den Internetanbieter mit der DHCPv6-Option IA_NA nach einer dauerhaften IPv6-Adresse (Non-temporary Address). Dieses Verfahren nutzt aber kein europäischer Provider und ohne IA_NA-Antwort reichte Google Wifi das per DHCPv6 bezogene IPv6-Präfix nicht ins interne Netz weiter.

Apropos Google: Android-Geräte und Chromebooks haben keinen DHCPv6-Client. Solche Hosts können den DNSv6-Server folglich nur aus den Router-Advertisements lernen. Das wissen anscheinend unter anderem Juplink, Tenda und TP-Link nicht. Bei deren Routern muss man den ab Werk aktivierten DHCPv6-Server ausschalten, damit SLAAC mit RDNSS greift. In der Praxis fällt das normalerweise gar nicht auf, denn Domainnamen werden auch über DNSv4 zu IPv6 aufgelöst; das Netz läuft notfalls ohne DNSv6.

Schließlich macht gelegentlich das PPPoE-Passwort Probleme, das man bei vielen Providern im Kundencenter glücklicherweise ändern kann. 1&1 beispielsweise akzeptiert dafür bis zu 40 Zeichen und den vollständigen 7-Bit-ASCII-Zeichensatz. Mit manchen Routern scheiterte dann die Internetverbindung, leider meist ohne klare Ansage der Ursache.

Weil das PPPoE-Passwort beim Verbindungsaufbau im Klartext fließt, konn-

ten wir sieben Geräte identifizieren, die ein langes und komplexes Passwort auf ihrer Konfigurationsseite zwar akzeptierten, dann aber falsch weitergaben (Belkin, D-Link, Google, Linksys, Netgear, Juplink, Synology). Pragmatiker schließen den alten Router vorübergehend wieder an und ändern im Kundencenter das PPPoE-Passwort. Das Testfeld hat uns gelehrt: maximal 15 Zeichen aus dem Vorrat „[a-z][A-Z][0-9]_-@!.“.

Router-Kaskade mit DHCPv6-PD

Mit als Kaskade hintereinander geschalteten Routern kann man das interne Netz in mehrere Zonen aufteilen. Das nützt beispielsweise Wohngemeinschaften, die sich einen Internetanschluss teilen wollen, wobei aber dennoch jeder Bewohner sein eigenes (W)LAN bekommen soll. Dazu muss der vordere, direkt am Internet hängende Router einen Teil seines vom Provider erhaltenen Präfixes weitergeben (DHCPv6-PD, Prefix Delegation) und sein DHCPv6-Server idealerweise DHCPv6-Reconfigure beherrschen. Beides boten im Testfeld allein AVM und Wavlink.

Ferner muss der vordere Router in seiner Firewall die delegierten Präfixe ausnehmen (Tabellenzeile „Firewall lässt delegierte Präfixe durch“). Nur so kann man Hosts in den Netzen der nachgelagerten Router aus dem IPv6-Internet direkt erreichbar machen – was wiederum nur bei AVM nach etwas Wühlen in den Einstellungen klappte.

Fritzboxen schicken zwar nach einem Präfixwechsel ein Reconfigure an alle DHCPv6-Clients, die sich dafür angemeldet haben. Wegen eines Bugs (siehe Kasten „Fritz-Fehlerchen“) funktionierte das im Test aber nur zwischen Fritzboxen. Damit eignete sich kein einziger Prüfling uneingeschränkt als vorderer Router in einer Kaskade.

Ein extra herangeschaffter DrayTek-Router bot zwar alle nötigen Protokollerweiterungen und -abläufe, aber der Präfixwechsel löste ein Reconfigure nicht automatisch aus. Wir mussten es manuell anstoßen. Ähnlich verhält es sich bei Lancom, deren Router dieses Szenario erst seit dem Sommer 2022 mit LCOS 10.70 beherrschen. Hier kann man aber das Reconfigure in einem Skript hinterlegen, das bei jedem Verbindungsaufbau ausgeführt wird. Deshalb diente ein Lancom-Gerät für die folgende Prüfung als vorgelagerter Router.

Zero Trust

Vom Buzzword zum praktischen Einsatz

25. Januar 2023

Zero Trust ist ein Hype – doch die Technik dahinter hat Substanz und ist mittlerweile reif für den praktischen Einsatz. Aber welche Rolle spielen konkrete Maßnahmen wie **Mikrosegmentierung**, **Conditional Access** und **TLS-Verschlüsselung** in einem Zero-Trust-Konzept?

115 €
Frühbucher-
Preis

Dieses Webinar

- erklärt, was es mit Zero Trust auf sich hat (und was nicht)
- stellt verschiedene Konzepte und Produktkategorien vor
- hilft bei der Bewertung des Nutzens für Ihre IT-Infrastruktur
- unterstützt Sie bei Bedarf bei der Planung erster eigener Schritte in diese Richtung



Jetzt Frühbucher-Tickets sichern:
webinare.heise.de/zero-trust



IPv6 achteraus

Wenn die Prüflinge nicht als vorderer Router in einer Kaskade taugen, tun sie dies vielleicht als hinterer, der eine Zone abteilt. Hier fallen all jene gleich durch, die schon beim einfachen Websurfen über PPPoE versagt haben.

Ein nachgelagerter Router in einer Kaskade baut seinen Internet-Uplink typischerweise per IPoE auf, womit WAN-seitig DHCP und DHCPv6 inklusive DHCPv6-Reconfigure gefordert sind. Damit blieben als hintere Kaskadenrouter genau zwei übrig, AVMs Fritzbox und Ubiquitis AmpliFi.

Kaskade mit PPPoE-Passthrough

Wenn die Kaskade per DHCP/DHCPv6 scheitert, bleibt als Ausweg, dass der hintere Router selbst eine Internetverbindung per PPPoE aufbaut. Dazu muss der vordere Router dieses Protokoll durchlassen (PPPoE-Passthrough).

Solch eine Mehrfach-Einwahl erlaubt aber nicht jeder Provider: Bei 1&1 gehts, bei der Deutschen Telekom nicht. Wieder fallen alle durch, die schon beim Websurfen versagten und wir müssen nur jene Router betrachten, die VLAN-Tagging beherrschen und zwei Häkchen bei „PPPoE-Zwangstrennung“ haben.

Diesmal patzte ausgerechnet jener Kandidat, der neben der Fritzbox bei der Router-Kaskade glänzte: Ubiquitis Ampli-

Fritz-Fehlerchen

Wenn sich ein DHCPv6-Client beim Router für Reconfigure anmeldet, dann soll der gemäß der IETF-Norm RFC 8415 das Reconfiguration Key Authentication Protocol (RKAP) nutzen. Doch genau das unterlassen die AVM-Router. Korrekt implementierte DHCPv6-Clients werfen deshalb Fritzens Reconfigure-

Nachrichten und damit neue Präfixe. Selbst der Trick, den OpenWrt-Client odhcp6c so zu ändern, dass er das fehlende RKAP ignoriert, scheiterte. Denn das weitere Verhalten der Fritzboxen folgt nicht dem einschlägigen RFC 9096. AVM will das Zusammenspiel mit anderen Routern verbessern.

Fi machte parallel zu PPPoE immer auch IPoE (DHCP), was in der Konfiguration nicht abschaltbar war. So bekamen Hosts im AmpliFi-Netz gleich zwei IPv6-Präfixe und damit zwei IPv6-Internetzugänge, einmal jenen über die PPPoE-Verbindung und außerdem den per DHCPv6 vom vorgelagerten Router bezogenen.

Internet-Server

Manche wollen einen eigenen, aus dem Internet erreichbaren Server im internen Netz betreiben, sei es für die private Cloud, E-Mail oder auch nur den SSH-Zugang für Wartungseingriffe [4]. Dafür muss ein Router mindestens in seiner IPv6-Firewall einstellbare Dienstfreigaben anbieten. Idealerweise betreibt sein Hersteller einen IPv6-fähigen DynDNS-Dienst, der aus dem internen Hostnamen mit der indivi-

duellen Domain des Routers einen globalen Namen fürs Freigabeziel zusammenbaut.

Edimax' BR-6473AX hatte gleich gar keine IPv6-Firewall: Zwar braucht man so keine Freigaben einzurichten, aber seine (W)LAN-Hosts müssen sich selbst gegen Angriffe aus dem IPv6-Internet schützen. KuWFi's AX1800 machte als Firewall-Placebo IPv6-NAT. Das schirmte zwar die IPv6-Hosts im (W)LAN ab, aber der Router selbst stand in Richtung Internet komplett offen. Bei D-Link war die IPv6-Firewall ab Werk deaktiviert. Die „Simple Security Firewall“ – der Begriff stammt aus einem IETF-RFC – lässt sich mit einem Klick aktivieren.

Dienstfreigaben brauchen als Ziel eine Interface-ID (IID) des Servers. Die vollständige GUA taugt bei dynamischen Präfixen nicht, weil die Dienstfreigabe nach dem nächsten Wiederverbinden wegen des neuen Präfixes nicht mehr funktionieren würde.

Die IID ist die hintere, 64 Bit lange Hälfte der IPv6-Adressen, das im (W)LAN individuelle Merkmal jedes Hosts. Diesen Teil kombiniert der Router mit dem IPv6-Subnetz (8 Bit bei einem delegierten /56-Präfix, im internen Netz meist 0x00) und dem aktuellen Providerpräfix zur Server-GUA. An diese Adresse soll die Router-Firewall anhand von separat anzugebenden Dienst-Ports ausgewählten Verkehr durchlassen.

Weil der ausgehende Verkehr eines Hosts bei aktiven Privacy Extensions wechselnde IIDs enthält, muss der Router eine Eingabemöglichkeit für eine konstante IID bieten [4]. Er darf nicht die erste Gesehene als konstant annehmen. Das alles machte im Test nur AVMs Fritzbox richtig, alle anderen Kandidaten versagten in Sachen IPv6-Dienstfreigaben.

Wer dem Betriebssystem des Servers vertraut, kann ihn bei defekten IPv6-Freigaben auch als Exposed Host komplett

Bei Synologys Routern muss man IPv6 für Internet und LAN einzeln aktivieren. So kann man festlegen, welche der bis zu fünf internen Netzwerkzonen (VLANs mit eigenen Subnetzen) IPv6 bekommen sollen, wenn das delegierte Präfix zu klein für alle ist.

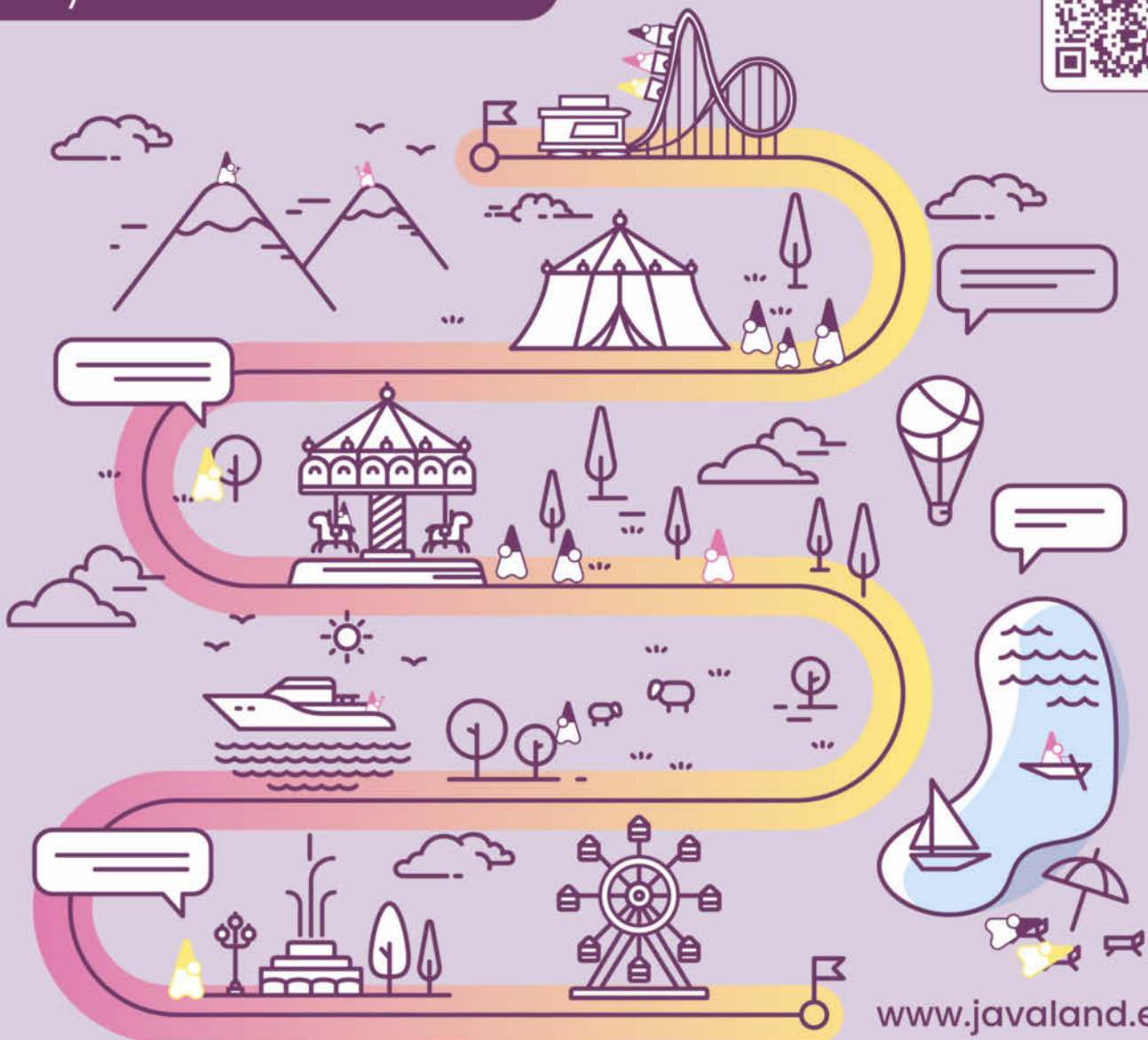
JavaLand

21. – 23. MÄRZ 2023

im Phantasialand bei Köln

Die Konferenz der Java-Community

Early Bird bis 26.01.2023



www.javaland.eu

Präsentiert von:



Veranstalter:



IPv6-Eigenschaften gängiger WLAN-Router mit Wi-Fi 6 (Teil 1)

Hersteller	Amazon	ASUS	AVM	Belkin	Cudy	D-Link	Dynalink	Edimax	Google	Huawei	Juplink	Keenetic
Modell	eero 6+	RT-AX53U	Fritzbox 5530 Fiber	RT1800	X6	R15	DL-WRX36	BR-6473AX	Wifi	AX3	RX4-1800	Carrier
Hardware-Version	k. A.	1.0	k. A.	k. A.	k. A.	Rev. A	k. A.	1.0 A	AC-1304	WS7200	k. A.	KN-1711
Firmware-Version	6.11.1-46	3.0.0.4.386	7.29	1.1.00 Build 16	1.13.6	1.06.07	1.10.01.222	1.0.23	14150.43.81	11.0.5.5	1.1.H	3.9 Alpha 5
WAN-Funktionen (Internetanschluss)												
IPoE / PPPoE / VLAN-Tagging	✓/✓/✓	✓/✓/✓	✓/✓/✓	✓/✓/✓	✓/✓/✓	✓/✓/✓	✓/(✓) ¹ /–	(✓) ¹ /✓/–	✓/(✓) ¹ /nur 2, 7, 10	✓/✓/✓	✓/✓/✓	✓/✓/✓
IPv6-Firewall	✓	✓	✓	✓ (abschaltbar)	✓ (abschaltbar mit IPv4)	✓ (einschaltbar)	✓ (abschaltbar)	–	✓	✓ (abschaltbar mit IPv4)	✓ (abschaltbar)	✓
PPPoE-Zwangstrennung WAN / LAN ok	–/– ²	✓/– ³	✓/✓	✓/✓	✓/– ³	✓/– ⁴	–/– ⁶	✓/– ³	✓/– ⁵	✓/✓ ⁵	✓/– ³	✓/✓
PPPoE-Passwort vollständiges 7-Bit-ASCII	✓	✓	✓	–	✓	–	–	–	–	✓	✓ (max. 15 Zeichen)	✓
LAN und WLAN (internes Netz)												
Netzwerkzonen / auch im LAN / mit verschiedenen IP-Subnetzen	2/–/(✓) ⁶	4/–/–	2/–/✓	2/–/✓	2/–/(✓) ⁶	2/–/✓	2/–/–	2/–/(✓) ⁶	2/–/✓	2/–/(✓) ⁶	2/–/–	7/✓/(✓) ⁶
SLAAC ohne DHCPv6 / Stateless / Stateful	✓/–/–	–/✓/✓	✓/✓/✓	✓/–/–	–/–/✓	✓/✓/✓	–/✓/✓	–/–/✓	–/✓/–	✓/–/✓	–/✓/✓	✓/–/–
RDNSS in SLAAC	ISP-GUAs	Router-GUA	Router-ULA	ISP-GUAs	Router-GUA	ISP-GUAs	ISP-GUAs + Link-Local	Router-GUA	Router-GUA	Link-Local	–	Link-Local
ULA	✓ (immer)	–	✓ (immer möglich)	✓ (immer)	–	–	–	–	–	–	–	–
DNS-Server vorgebar / für Gastnetz / für Router selbst	–/–/✓	–/–/✓	✓/–/✓	IPv4/–/–	✓/✓/✓	✓/✓/✓	IPv4/–/✓	–/–/–	–/–/✓	–/–/IPv4	–/–/✓	IPv4/–/IPv4
LLA transparent zwischen LAN und WLAN	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Funktionen für Server und Kaskaden												
DynDNS: IPv4 / IPv6 / per URL / für LAN-Hosts	✓ ¹ /–/–/–	✓/–/–/–	✓/✓/✓/✓	✓/–/–/–	✓/–/–/–	✓/ GUA/–/ GUA	✓/–/–/–	–/–/–/–	–/–/–/–	✓/–/–/–	✓/–/–/–	✓/–/✓/–
Exposed Host bei IPv4 / IPv6	–/–	✓/–	✓/✓	✓/–	✓/–	✓/✓	✓/✓	✓/–	–/–	✓/–	✓/–	✓/–
Portfreigabe getrennt für IPv4+IPv6 / Portumleitung / IID	✓/✓/–	✓/✓/–	✓/✓/✓	✓/✓/–	IPv4/✓/–	✓/✓/–	✓/✓/–	✓/–/–	✓/✓/–	IPv4/✓/–	✓/✓/–	IPv4/✓/–
DHCPv6-PD ins LAN	–	–	✓	–	✓	–	–	–	–	–	–	–
Firewall lässt delegierte Präfixe durch	–	–	✓	–	–	–	–	–	–	–	–	–

✓ ja/vorhanden – nein/nicht vorhanden k. A. keine Angabe

¹ IPv6 fehlerhaft ² kennt keine dynamischen Präfixe ³ DNSv6 ist GUA ⁴ altes Präfix nicht invalidiert ⁵ siehe Text ⁶ nur IPv4, kein IPv6 ⁷ mit Secure+-Abo

freigeben. Das boten im Testfeld nur AVM, D-Link und Synology. Als Notnagel, der höchstens kurzzeitig für Versuche eingeschlagen werden sollte, schaltet man die IPv6-Firewall ganz ab. Diese Option bieten viele Router (siehe Tabelle), aber bei Cudy und Huawei ging dabei immer auch die IPv4-Firewall aus.

IPv6-Extras

Die Tabellenzeile „Netzwerkzonen“ gibt an, ob neben dem Heim- und dem Gastnetz weitere bei IPv4 und IPv6 voneinander getrennte Bereiche im WLAN möglich sind und ob diese auch als verkabeltes LAN bereitstehen.

Normalerweise können Fritzboxen ihr Gastnetz über einen LAN-Port heraus-

leiten, aber nicht das getestete Modell 5530. Linksys' MR7350 schaltete keinen Port um, sondern aktivierte das VLAN 3 auf den Ethernet-LAN-Buchsen für das Gastnetz.

Die Zeile „ULA“ betrifft die dritte, im internen Netz wichtige IPv6-Adressart neben den GUA (2000::/3, also 2000:0000:0000:0000:0000:0000:0000 bis 3fff:::ffff, mit Ausnahmen, siehe [3]) und den nur auf den Layer 2 (MAC-Schicht) gültigen Link-Local-Adressen (LLA, fe80::/10). Unique Local Addresses (fc00::/7) erlauben, mehrere lokale IPv6-Netze auch ohne ein öffentliches Präfix zu verbinden. Sie sind sozusagen die IPv6-Entsprechung der privaten IPv4-Adressen.

Router mit mehreren internen Schnittstellen, die zum selben Subnetz gehören, müssen Daten zwischen den Interfaces weiterleiten. So sollten IPv6-Pings mit link-lokalen Adressen zwischen WLAN und LAN fließen. Ob das funktioniert, haben wir bei „LLA transparent ...“ verzeichnet. Die Ausnahme war Linksys' MR7350. Bei ihm scheiterte mit PPPoE am Telekom-VDSL nicht nur der IPv6-Ping von LAN zu WLAN, sondern sogar der von LAN zu LAN, und auch IPv6 nach draußen. Mit IPoE hinter einer Fritzbox pingte es hingegen.

Soll im internen Netz ein Werbeblocker wie Pi-hole als DNS-Resolver laufen, macht man ihn den Clients geschickterweise mit seiner ULA bekannt. Denn

IPv6-Eigenschaften gängiger WLAN-Router mit Wi-Fi 6 (Teil 2)

Hersteller	KuWFi	Linksys	Netgear	Strong	Synology	Tenda	TP-Link	Turris	Ubiquiti	Wavlink	Xiaomi	ZTE	Zyxel
Modell	AX1800	MR7350	RAX40	Mesh 2100	RT6600ax	TX9 Pro	AX55	Mox	AmpliFi Instant Router	WL-WN531AX2	AX3200	T3000	Multy M1
Hardware-Version	DM2-T-MB5EU	1.0	1.0.5	RN510	k. A.	k. A.	1.0	k. A.	AFi-INS-R	Rev. A	RB01	k. A.	WSM20
Firmware-Version	2020-Dec-05	1.1.7.09317	1.0.5.104_1.0.1	3.1.0.11	1.3.1-9346	22.03.02.10	1.1.0.64552	5.3.11 (HBS)	3.6.4 RC 1	2021-Dec-27	1.0.83	1.0.0B02	1.00(ABZF.4) C0
WAN-Funktionen (Internetanschluss)													
IPv6 / PPPoE / VLAN-Tagging	✓ / ✓ / -	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / -	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / -	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	(✓) ² / (✓) ² / -	✓ / ✓ / -
IPv6-Firewall	-	✓ (abschaltbar)	✓	✓ (einschaltbar)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	n. t.	✓ (abschaltbar)
PPPoE-Zwangstrennung WAN / LAN ok	n. t. ⁴	✓ / - ³	- / - ⁴	✓ / - ⁵	✓ / ✓	✓ / - ⁵	✓ / ✓	✓ / - ⁶	✓ / ✓	✓ / - ⁶	✓ / - ⁶	n. t.	- / - ⁷
PPPoE-Passwort vollständiges 7-Bit-ASCII	- (max. 32 Zeichen)	-	✓	- (max. 32 Zeichen)	- (max. 31 Zeichen)	-	✓	✓	✓	- (max. 31 Zeichen)	✓	- (max. 30 Zeichen)	✓
LAN und WLAN (internes Netz)													
Netzwerkzonen / auch im LAN / mit verschiedenen IP-Subnetzen	2 / - / (✓) ⁸	2 / ✓ (nur VLAN3) / ✓	2 / - / -	2 / - / -	5 / ✓ / ✓	2 / - / (✓) ⁸	2 / - / -	2 / ✓ / ✓	2 / - / -	2 / - / -	1 / n. v. / n. v.	2 / - / -	2 / - / -
SLAAC ohne DHCPv6 / Stateless / Stateful	- / - / ✓	- / ✓ / -	- / ✓ / ✓	- / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	- / - / ✓	✓ / - / -	- / - / ✓	- / - / ✓	✓ / - / -	✓ / ✓ / ✓
RDNSS in SLAAC	defekt	Router-GUA	ISP-GUAs + Link-Local	ISP-GUAs	Link-Local	Router-GUA (nur wenn DHCPv6 ausgeschaltet ist)	Router-GUA (nur wenn DHCPv6 ausgeschaltet ist)	Router-ULA	Router-ULA	Router-ULA	Link-Local	-	ISP-GUAs
ULA	✓ (immer)	-	-	-	-	-	-	✓ (immer)	✓ (immer)	✓ (immer)	-	-	-
DNS-Server vorgebar / für Gastnetz / für Router selbst	- / - / IPv4	IPv4 / - / -	- / - / ✓	✓ / - / -	✓ / ✓ / -	IPv4 / - / IPv4	IPv4 / - / ✓	- / - / ✓	- / - / IPv4	- / - / IPv4	IPv4 / - / ✓	- / - / -	IPv4 / - / IPv4
LLA transparent zwischen LAN und WLAN	✓	- ⁴	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Funktionen für Server und Kaskaden													
DynDNS: IPv4 / IPv6 / per URL / für LAN-Hosts	- / - / - / -	✓ / - / - / -	✓ / - / - / -	✓ / - / ✓ / -	✓ / ✓ / - / -	✓ / - / - / -	✓ / - / - / -	- / - / - / -	- / - / - / -	- / - / - / -	✓ / - / - / -	✓ / - / - / -	✓ / - / - / -
Exposed Host bei IPv4 / IPv6	✓ / -	✓ / -	✓ / -	✓ / -	✓ / ✓	✓ / -	✓ / -	- / -	- / -	✓ / -	✓ / -	✓ / n. t.	✓ / -
Portfreigaben getrennt für IPv4+IPv6 / Portumleitung / IID	IPv4 / ✓ / -	✓ / ✓ / -	IPv4 / ✓ / -	IPv4 / ✓ / -	✓ / ✓ / -	IPv4 / ✓ / -	IPv4 / ✓ / -	- / - / -	IPv4 / - / -	IPv4 / ✓ / -	IPv4 / ✓ / -	✓ / ✓ / n. t.	✓ / ✓ / -
DHCPv6-PD ins LAN	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	✓	-	-	-
Firewall lässt delegierte Präfixe durch	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

✓ ja/vorhanden — nein/nicht vorhanden k. A. keine Angabe n. t. nicht testbar

¹ über OpenWrt-LuCI-Oberfläche ² IPv6 fehlerhaft ³ DNSv6 ist GUA ⁴ siehe Text ⁵ altes Präfix nicht invalidiert ⁶ nur Stateless ⁷ PPPoE-Wiederanwahl in Dauerschleife ⁸ nur IPv4, kein IPv6

schon mit dem Browser kommt man IPv6-mäßig nur per wechselnder GUA oder konstanter ULA auf die Konfigurationsseite des Pi-Hole. Dafür muss der Router das Überschreiben des per RDNSS und DHCPv6 angekündigten DNS-Servers mit einer ULA zulassen (Tabellenzeile „DNS-Server vorgebar“), optional auch separat fürs Gastnetz und den Router selbst.

Fazit

Nach zehn Jahren öffentlichen IPv6-Betriebs in Deutschland patzte selbst der Klassenprimus Fritzbox immer noch bei

Details. Am anderen Ende der Skala waren die Router von Edimax und KuWFi aus unserer Sicht wegen der fehlenden IPv6-Firewall schlicht unbrauchbar. Jene, bei denen IPv6 nach der ersten Zwangstrennung nicht mehr funktioniert, scheiden für den unbeaufsichtigten Alltagsbetrieb aus.

Rechnen Sie bei den übrig bleibenden Modellen spätestens dann mit Problemen, wenn Sie das einfachste Szenario Websurfen hinter sich lassen. Das alles ist indes nur eine Momentaufnahme aus dem Herbst 2022. Die Hersteller dürften nach

unseren Hinweisen an Verbesserungen arbeiten. Einige haben die Anregungen jedenfalls kooperativ angenommen.

(ea@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Andrijan Möcker, Reisefunker, Kompakte WLAN-Router für unterwegs, c't 6/2019, S. 148
- [2] Dušan Živadinović, Kleine Expedition, IPv6-Grundlagen und Streifzug durch Ihr eigenes Netz, c't 7/2022, S. 56
- [3] IPv6-Adresstypen: ct.de/-3484199
- [4] Peter Siering, V6-Fritz, Portfreigaben, IPv6 und DynDNS-Namen auf Fritzboxen nutzen, c't 23/2021, S. 150



Nice Try

Drei Desktop-Grafikkarten mit Intels Arc-Grafikchips

Mit drei Grafikchips der Arc-Reihe will Intel PC-Spieler, aber auch Kreative locken. Die Karten sollen vor allem beim Preis-Leistungs-Verhältnis GeForce RTX und Radeon RX angreifen und mit modernen Videofunktionen punkten. Wir testen die gesamte Modellpalette.

Von Carsten Spille

Nach langer Verzögerung sind Grafikkarten mit Intels ersten drei Arc-Grafikchips endlich auch in Deutschland angekommen – es sind die ersten Desktop-Grafikkarten des Chipgiganten seit 1998.

Entsprechend gespannt waren wir Hardwaretester in der c't-Redaktion, was die Karten können. Im Prinzip besteht die Reihe aus den vier Chipvarianten Arc A380, Arc A580, Arc A750 und Arc A770 – von der 500er-Arc fehlt allerdings jede Spur. Intel will mit den drei höheren Arc-Grafikkarten Spieler ansprechen, die Wert auf ein gutes Preis-Leistungs-Verhältnis legen; die A380 richtet sich an Nutzer mit geringem Budget und Video-Fans.

Die A380 gibt es für attraktive 165 Euro, in Deutschland ist bislang nur die mit 6 GByte Grafikspeicher üppig ausgestattete Challenger ITX von Asrock zu haben. Bei Arc A750 und A770 hat man immerhin etwas Auswahl, beide Karten sind sowohl von Intel direkt als auch vom Hersteller Asrock verfügbar. Alle 750er haben 8 GByte, die Arc A770 in der sogenannten „Limited Edition“ mit 16 GByte gibt es nur

von Intel selbst, Asrocks Version mit drei Lüftern und bunten „Phantom Gaming“-LEDs muss mit 8 GByte auskommen.

Zum Test kauften wir einmal quer durch den Garten ein: das Intel-Spitzenmodell Arc A770 Limited Edition sowie die Arc A750 und A380 aus Asrocks puristischer Challenger-Reihe.

Arc⁴

Alle Karten brauchen Zusatzstrom über PCIe-Anschlüsse vom Netzteil. Das gilt unverständlicherweise sogar für die mit 66 Watt unter Volllast sehr sparsame Arc A380, die eine Achtpolbuchse hat, die unbedingt bestückt sein muss. Ihre größere Schwester, die Arc A750 Challenger, hat derer zwei und Intels A770 LE je einen

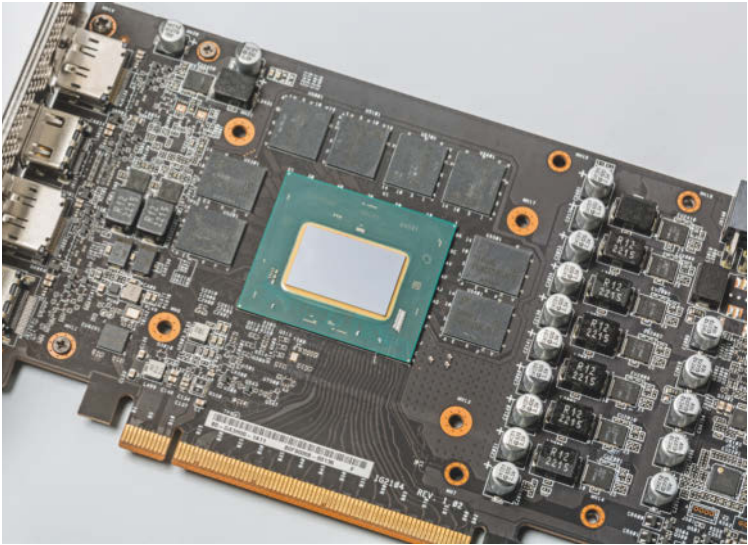
c't kompakt

- Die Arc sind die ersten Desktop-Grafikkarten mit Intel-Chips seit fast 25 Jahren.
- Selbst das kleinste Modell hat Multimedia-Engines für 8K60-AV1-Videos.
- Die Karten haben Potenzial, brauchen aber noch viel Feinschliff.

sechs- und einen achtpoligen Stromanschluss. Die Kühler der Arc A380 und der A770 LE blockieren einen zusätzlichen Steckplatz, der der A750 Challenger ragt ein wenig über das zwei Steckplätze breite Slotblech der Karte hinaus und blockiert so den dritten Slot ebenfalls.

Interessenten setzt Intel bei den Arc-Grafikkarten eine unschöne Einstiegshürde vor die Nase: Offiziell wollen die Karten mindestens ein System mit Core-Prozessor der 10. Generation, Ryzen 5000 oder Ryzen 3000 mit aktiviertem Feature „resizable BAR“ (rBAR) oder im AMD-Jargon Smart Access Memory – so ist es auf allen drei Kartons aufgedruckt [1]. Aufrüster mit älteren Plattformen schauen also in die Röhre, zumindest was den offiziellen Support angeht. Ist rBAR nicht aktiv, warnt immerhin das Arc Control Center des Treibers vor möglicherweise verringerter Leistung. Bei unserer Stichprobe mit deaktiviertem rBAR brach die Performance der A770 LE im 3D Mark Fire Strike um über 3000 Punkte auf 26.200 Zähler ein. In Shadow of the Tomb Raider ging es in Full HD von 117 fps runter auf 88 Bilder pro Sekunde, ein Verlust von 25 Prozent. Außerdem kam es ohne rBAR immer wieder zu kurzen, störenden Hängern in der Bildfolge. Das ist ein heftiges Manko für Aufrüster von älteren Systemen.

Ein speziell für Streamer positiver Aspekt sind die integrierten Videoeinheiten der Arc-Grafikkarten. Außer den üblichen Video-Codern H.264/AVC, H.265/HEVC und VP9 greifen sie dem Hauptprozessor auch beim modernen AV1-Format unter die Arme. Im Test liefen YouTube-Videos in diesem Format selbst in 8K-Auflösung



Intels Arc-Grafikchip ACM-G10 ist für seine Leistungs-kategorie ziemlich groß, obwohl TSMC ihn mit moderner N6-Technik fertigt.

mit 60 Bildern pro Sekunde ohne nennenswerte CPU-Last. Ein gleichzeitiges, zweites AV1-Video im separaten Browserfenster führte allerdings zu Framerate-Drops, also ruckelnder Darstellung. Zudem beherrschen alle drei Arc-Chips sogar AV1-Encoding, was man bislang nur bei wesentlich teureren Grafikkarten wie der RTX 4000 und AMDs RX 7900 findet.

Ein bisschen Beta

Bei der Leistungsaufnahmemessung klappte uns im Leerlauf der Unterkiefer herunter: Die knapp 40 Watt, die die beiden 750er-Karten ohne Last zogen, hielten wir zunächst für einen Messfehler. Nachdem sich die Werte bestätigten, suchten wir nach einer Lösung, und es gibt tatsächlich einen Workaround, den Intel auf seinen Support-Seiten beschreibt. Dafür muss man sowohl im Setup des UEFI-BIOS

als auch im Windows-Energiesparplan manuelle Einstellungen vornehmen – Details finden Sie unter ct.de/yw69. Dieser Trick klappte allerdings nur bei der Arc 380, deren Wert von gierigen 16 auf sparsame 5 Watt sank, und in geringerem Maße Intels A770 LE, die wir immerhin auf 16 Watt drosseln konnten. Die Asrock A750 Challenger blieb auch auf verschiedenen Systemen mit 39 Watt ein schlimmer Schluckspecht.

Unter Last war die Arc A380 Challenger mit 59 Watt Dauerlast und 66 Watt Spitze sehr sparsam. Das erstaunt, weil diese Werte sie eigentlich für den Betrieb ohne separaten Stromanschluss prädestinieren. Die beiden Arc A700 schluckten weitaus mehr Strom, wobei die A750 Challenger unter Dauerlast mit 253 Watt noch durstiger war als die schnellere Intel-Karte (236 Watt).

Spieleleistung: Grafikkarten mit Intels Arc-Grafikchip

Grafikkarte	Shadow of the Tomb Raider (DX12) ¹		Shadow of the Tomb Raider (DX12 + RT) ²		Metro Exodus Enhanced (DX12 + RT) ³		Control (DX12 + RT) ⁴	
	FHD [fps]	WQHD [fps]	FHD [fps]	WQHD [fps]	FHD [fps]	WQHD [fps]	FHD [fps]	WQHD [fps]
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶
Intel Arc A770 Ltd. Ed. 16G	85/117	67/86	61/81	44/58	57/84	46/63	44/52	29/33
Asrock Arc A750 Challenger 8G	63/106	53/78	44/67	35/49	51/77	41/58	36/49	26/31
Asrock Arc A380 Challenger 6G	27/36	19/24	19/21	12/13	15/22	11/16	9/10	5/6
zum Vergleich								
GeForce RTX 3070 8G	124/170	93/118	84/118	56/78	46/79	39/59	50/64	34/42
Radeon RX 6700 XT 12G	124/166	90/115	59/97	42/66	45/69	35/49	34/44	21/27
Radeon RX 6650 XT 8G	108/141	74/91	39/75	26/49	37/56	29/39	n. gem.	n. gem.
GeForce RTX 3060 12G	92/122	65/83	62/82	41/54	34/55	28/41	35/43	22/27
Radeon RX 6600 8G	84/108	57/69	32/60	23/38	29/44	22/31	21/27	13/16
GeForce RTX 2060 6G	74/100	51/66	54/72	36/47	31/49	24/36	27/36	17/22
GeForce RTX 3050 8G	67/89	47/60	44/60	29/39	25/39	19/29	25/31	17/19
Radeon RX 6500 XT 4G	52/65	32/40	11/23	8/15	8/15	7/10	-/-	-/-
Angaben in Bildern pro Sekunde (fps). Dunkler Balken: P1-Perzentil, d.h. 99 Prozent der Bildrate ist höher; heller Balken: Durchschnittswert. Gemessen auf Ryzen 9 5900X, 32 GByte DDR4-3600 in Windows 11 22H2, Vsync aus, Treiber 3802 (Intel), 22.10.2 (RX 6000), GeForce 516.94.								
					¹ Detailstufe „Ultra“, SMAA, 16x AF		³ „High“, Raytracing „High“	
					² „Ultra“, SMAA, 16x AF, Raytracing-Schatten „ultra“		⁴ „High“	



Asrock Intel Arc A380 Challenger ITX 6GB

Die kompakte Einsteiger-Karte A380 kostet weniger als 180 Euro und liegt damit auf dem Preisniveau von Nvidias GTX 1650 und AMDs Radeon RX 6500 XT. Die Spieleleistung ist selbst in Full-HD-Auflösung schlecht und nur für Gelegenheitsspieler ausreichend. Die Leerlauf-Leistungsaufnahme ist ab Werk mit 15 Watt deutlich zu hoch, sinkt aber mit den von Intel empfohlenen, manuellen Einstellungen auf gute 5 Watt.

Aber es gibt durchaus positive Seiten an Asrocks Arc A380. So kommt die Karte selbst unter Volllastspitzen mit 66 Watt aus. Schade, dass sie trotzdem ohne den 8-Pol-Anschluss nicht startete. Der geringen Leistungsaufnahme entsprechend hat der Lüfter keinerlei Mühe, die Karte zu kühlen und bleibt in allen Situationen unterhalb unserer Messgrenze von 0,1 sone.

Ebenfalls positiv stechen die Display-Engine mit ihren vier 4k-tauglichen Anschlüssen und die Video-Engine hervor. Deren Video-Beschleunigung umfasst nicht nur AV1-Videos bis 8K60, sondern übernimmt auch das Encoding in dem platzsparenden Format – beides bieten die konkurrierenden GeForce- und Radeon-Modelle nicht.

- ↑ sehr leiser Kühler
- ↑ sehr gute Videofunktionen
- ↓ sehr niedrige 3D-Performance

Preis: circa 165 Euro



Asrock Intel Arc A750 Challenger D 8GB OC

Asrocks größere Challenger-Karte enttäuscht bei der Spieleleistung und ist nur bei wenig aufwendigen Titeln für Auflösungen über Full HD zu gebrauchen. Laut ihren 3D-Mark-Ergebnissen sollte sie kaum messbar langsamer sein als GeForce RTX 3070 oder Radeon RX 6700 XT. In unseren Spieltests lag sie jedoch meist deutlich dahinter und konnte lediglich mit aktivierten Raytracing-Effekten zur Radeon aufholen.

Frisch installiert zog sie im Leerlauf 39 Watt – inakzeptabel. Der Trick, der bei der A380 und dem Intel-Modell zur deutlichen Reduktion führte, blieb hier auf verschiedenen Systemen ohne Wirkung.

Die Karte ist mit einer Länge von 271 Millimetern knapp die größte Karte im Test. Die beiden 95-Millimeter-Lüfter liefen etwas unruhig und starteten nur zögerlich aus dem Zero-Fan-Modus, der bei geringer Last die Propeller anhält. Auch unter Last haben die beiden Quirle wenig Mühe, der Abwärme Herr zu werden und die Karte bleibt mit 0,9 sone noch vergleichsweise unaufdringlich. Wie die beiden anderen Arc-Karten zählen Display-Anschlüsse und Video-Engines zu den Stärken der Karte.

- ↑ sehr gute Videofunktionen
- ↑ leiser Kühler
- ↓ Leerlaufverbrauch viel zu hoch

Preis: circa 330 Euro



Intel Arc A770 Limited Edition

Intel selbst lötet seinen schnellsten Grafikchip auf eine gediegene Zwei-Slot-Karte. Ihre Lüfter halten im Leerlauf an und machen dann keine Geräusche. Unter Last ist die Karte lauter als die Konkurrenz von Asrock. Die RGB-LEDs individualisiert man nur über ein separat angeschlossenes Kabel per Intels ARC-RGB-Controller-Software, die Farbeinstellungen bleiben auch über Neustarts hinweg erhalten.

Der mit 40 Watt viel zu hohen Leerlauf-Leistungsaufnahme ließ sich mit dem im Fließtext beschriebenen Einstellung nur teilweise beikommen. 17 Watt sind für eine Karte dieser Leistungsklasse immer noch zu hoch. Bei der Volllast-Leistungsaufnahme hält sich die Intel-Karte etwas strenger an seine Vorgaben als Asrocks OC-750er, verursachte mit rund 380 Watt aber noch höhere Lastspitzen.

Die A770 LE ist in Spielen nur wenig schneller als die Asrock A750. Dafür ist der Aufpreis von 80 Euro nicht gerechtfertigt. Allerdings ist das komfortablere Speicherpolster von 16 GByte für Non-Gaming-Anwendungen wie 3D-Rendern mit Blender praktisch.

- ↑ gediegenes Erscheinungsbild
- ↑ 16 GByte Speicher (für Nichtspieler)
- ↓ stromdurstig im Leerlauf

Preis: circa 400 Euro

Performance-Potenzial

Auch wenn die Arc-Grafikkarten bereits später auf den Markt gekommen sind als ursprünglich angekündigt, hat Intel noch einiges an Arbeit im Treiber vor sich. Nach Abschluss unserer Tests brachte Intel einen Treiber mit überarbeitetem DirectX-9-Teil heraus, der die Leistung in

älteren Spielen wie League of Legends deutlich steigern soll; Vergleichbares steht für DX11-Titel auf dem Plan.

Die ermittelten 3D-Mark-Werte der Arc A770 LE lagen auf dem Level von GeForce RTX 3070 oder Radeon RX 6700 XT. In den meisten Spielen blieben die Arc-Karten jedoch mehr oder weniger

deutlich dahinter, so etwa dem Action-Adventure Shadow of the Tomb Raider. Dort kämpfen sie eher mit einer RTX 3060 12GB oder Radeon RX 6600 XT.

In seltenen Glanzmomenten wie Metro Exodus Enhanced hingegen lässt die A770 LE sogar die teurere GeForce RTX 3070 knapp hinter sich. Überhaupt

liegen Raytracing-Effekte den Arc-Karten insgesamt besser als den Radeon RX, so dass die A700 bei Einsatz der hübschen Strahlverfolgungseffekte immerhin die RX 6700 XT oft abhängen. Die günstigere Arc A750 ist dabei oft nur so wenige fps langsamer, dass man den Unterschied nicht spürt. Außerdem braucht man die 16 GByte Grafikspeicher der Arc 770 LE in Spielen auf diesem Leistungsniveau nicht unbedingt, sodass viele Spieler mit der Arc A750 besser bedient sein dürften.

Berechnungen unter OpenCL oder Intels oneAPI laufen auf den Arc-Grafikkarten vergleichsweise flott. Auf der anderen Seite offenbarten sich Treiberprobleme. Denn eine der Blender-Szenen, die einen Frame aus dem Blender-Animationsfilm Cosmos Laundromat rendert, brach sowohl auf der Arc A380 mit 6 GByte, als auch auf der Arc A750 mit 8 GByte mit einem „Memory Allocation Error“ ab, lief auf 6-GByte-Karten von Nvidia und 8-GByte-Karten von AMD jedoch durch. Die Arc 770 LE mit ihren 16 GByte rechnete in diesem Teilbenchmark mit oneAPI sogar schneller als AMDs Radeon RX 6950 XT (HIP) und Nvidias RTX 3070 (Cuda) und schlägt sich auch sonst vergleichsweise gut.

Die Spieleleistung der Arc A380 ist selbst in Full-HD-Auflösung schlecht und nur für Gelegenheitsspieler erwägenswert. Das für die Hardware anspruchslose Dota 2 läuft zwar mit dreistelligen Bildraten, aber dennoch weitaus langsamer als mit vergleichbaren GeForce GTX 1650 oder Radeon RX 6500 XT. Einzig mit Raytracing kann die A380 in Einzelfällen die 6500 XT einholen oder schlagen, das ist wegen des unspielbar niedrigen fps-Niveaus von knapp über 20 Bildern pro Sekunde allerdings nur ein Pyrrhussieg.

Um die Bildrate speziell in hohen Auflösungen zu steigern, hat Intel mit Xe Super Sampling (XeSS) eine Konkurrenz zu Nvidias KI-gestütztem Upscaler DLSS und AMDs FSR entworfen und arbeitet mit Spieleherstellern zusammen, um ihn in deren Produkte zu integrieren. Die Technik nutzt auf Arc-Karten die XMX genannten, dedizierten Matrizenmultiplizierer, muss damit also nicht die Shader-Rechenkerne belasten. Bisher unterstützen allerdings noch nicht viele Spiele XeSS.

Fazit

Im direkten Vergleich sind die Preise für die Arc-A700-Karten zu hoch, die Leistung liegt zu oft nur auf dem Niveau der günsti-

Leser-Testwunsch

Diesen Test hat sich c't-Leser Theo Zanker gewünscht. Wenn Sie ebenfalls einen Testwunsch haben, schreiben Sie uns an testwunsch@ct.de.

geren GeForce RTX 3060 12G und Radeon RX 6600 XT. Außerdem ist die Leistungsaufnahme im Leerlauf absolut unzeitgemäß, wenn man nicht manuell nachhilft.

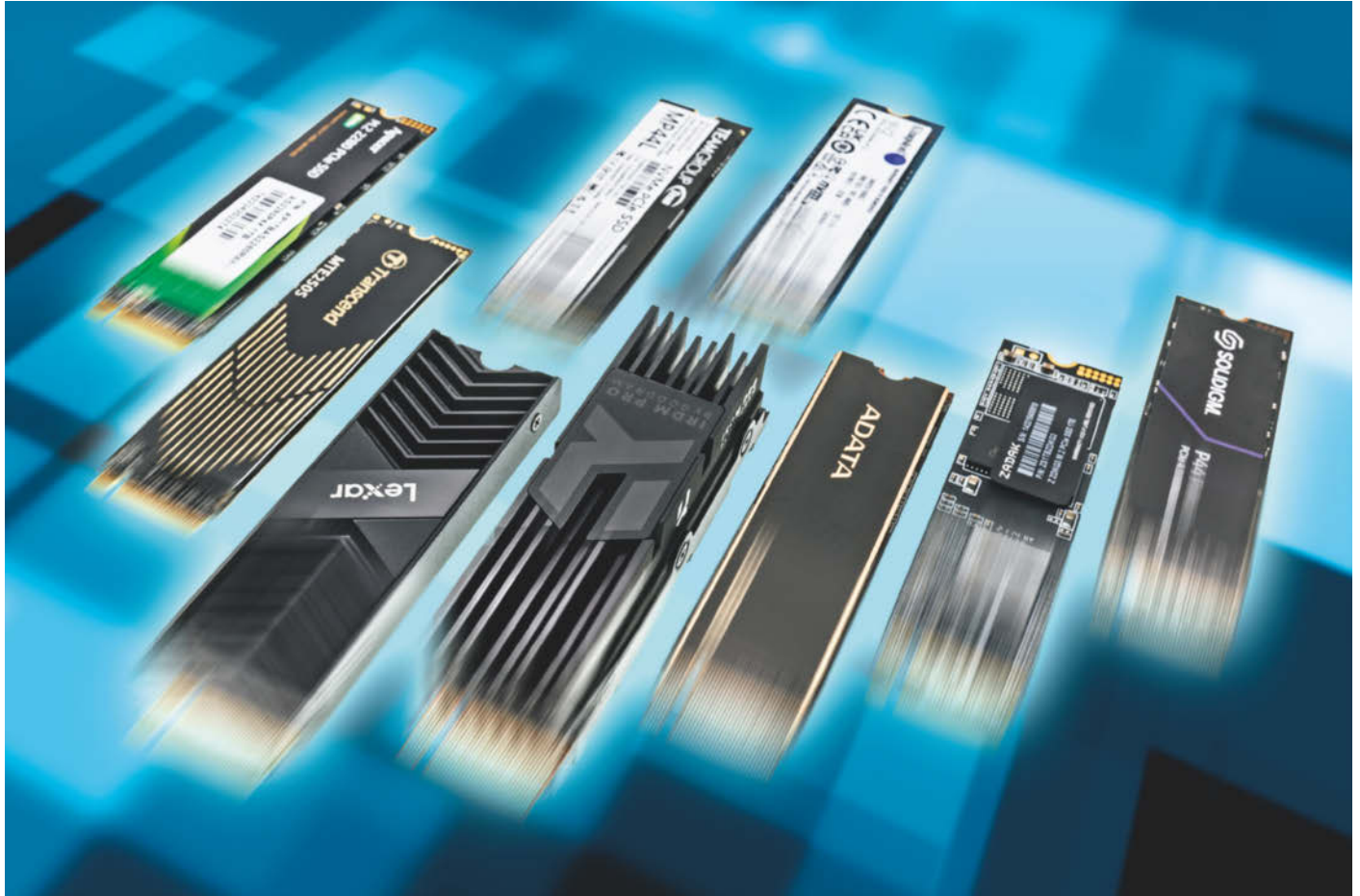
Auf der Habenseite stehen die gute Performance in Programmen wie Blender und allgemein unter OpenCL sowie die fortschrittliche Video-Engine mit AV1-Encoding. Das macht die Arc A380 zum heimlichen Gewinner dieses Vergleichstests, denn sie kostet nicht mehr als ihre Konkurrenz und hat dieser die sehr guten Videoeinheiten voraus. Dennoch ist auch sie nur zur Darstellung optisch einfacher 3D-Welten geeignet.

Wenn Intel die Leistungsentfaltung via Treiber noch verbessert und vor allem die Ausreißer nach unten beseitigt, könnten die Arc-Karten auch für Spieler noch einen zweiten Blick wert sein. (csp@ct.de) **ct**

Sparmodus-Anleitung: ct.de/yw69

Intel Arc A-Serie: Drei Spieler-Grafikkarten ab 165 Euro

Hersteller, URL	Asrock, asrock.com	Asrock, asrock.com	Intel, intel.com
Modell (Modellnummer)	Asrock Intel Arc A380 Challenger ITX 6GB OC A380 CLI 6GO (90-GA3KZZ-00UANF)	Asrock Intel Arc A750 Challenger D 8GB OC A750 CLD 8GO (90-GA3HZZ-00UANF)	Intel Arc A770 Limited Edition (21P01J00BA)
GPU / Fertigung / Transistoren	ACM-G11 / TSMC 6 nm / 7,2 Mrd.	ACM-G10 / TSMC 6 nm / 21,7 Mrd.	ACM-G10 / TSMC 6 nm / 21,7 Mrd.
BIOS-Version / UEFI-tauglich	20.0.0153 / ✓	20.0.1053 / ✓	20.0.1053 / ✓
Shader / TMU / ROP / RT / MMA	1024 / 32 / 64 / ✓ / ✓	3584 / 224 / 112 / ✓ / ✓	4096 / 256 / 128 / ✓ / ✓
GPU-Takt: Basis / Gaming / Boost (max.)	2250 / k.A. / 2450 MHz	2200 / k.A. / 2400 MHz	2100 / k.A. / 2400 MHz
Rechenleistung ¹ FP32 / FP16 / FP64	5,02 / 10,04 / — ⁶ TFlops	17,2 / 34,4 / — ⁶ TFlops	19,66 / 39,32 / — ⁶ TFlops
Speichermenge / -typ (-durchsatz)	6 GByte GDDR6 (186 GByte/s)	8 GByte GDDR6 (512 GByte/s)	16 GByte GDDR6 (560 GByte/s)
TBP ² / Stromversorgung	75 W / 1 × 8-Pin	225 W / 2 × 8-Pin	225 W / 1 × 8-Pin + 1 × 6-Pin
Abmessungen (L × H × T) / Gewicht	178 mm × 124 mm × 42 mm / 404 g	271 mm × 130 mm × 48 mm / 796 g	270 mm × 112 mm × 42 mm / 1090 g
Ausstattung			
Display-Ausgänge	3 × DP 2.0 (UHBR10), 1 × HDMI 2.1	2 × DP 2.0 (UHBR10), 1 × HDMI 2.1, 1 × HDMI 2.0b	3 × DP 2.0 (UHBR10), 1 × HDMI 2.1
Lüfter / Zero-Fan-Modus ³	1 × 95 mm / ✓	2 × 95 mm / ✓	2 × 87 mm / ✓
Besonderheiten	keine RGB-LED	Backplate (Metall), keine RGB-LED	Backplate (Kunststoff), RGB-LED (Lüfter, Kühler) LED (Logo)
Technische Prüfungen			
3DMark Firestrike Extreme / Time Spy / Port Royal	3881 / 3446 / 1311 Punkte	13967 / 12516 / 6611 Punkte	15342 / 13352 / 7113 Punkte
LuxMark 3.1 LuxBall HDR	13712 Punkte	52273 Punkte	53333 Punkte
Leistungsaufnahme ⁴ 2D / 3D / Peak	16 ⁷ (17) / 59 / 66 W	39 (41) / 254 / 372 W	37 ⁷ (44) / 236 / 383 W
Lautheit 2D / 3D	<0,1 / <0,1 sone	<0,1 / 0,9 sone	<0,1 / 1,6 sone
Bewertungen			
3D-Leistung FHD / WQHD (mit RT) ⁵	○ (○○) / ○○ (○○)	⊕ (○) / ○ (○)	⊕ (○) / ○ (○)
Geräuschentwicklung Leerlauf / Last	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ○
Straßenpreis / Garantie	165 € / 2 Jahre ⁸	320 € / 2 Jahre ⁸	400 € / 3 Jahre
¹ mit Boost-Takt ⁴ ruhender Windows-Desktop mit einem UHD-Monitor (mit max. Mon.) / Mittelwert im 3DMark 11 GT1 / kurzzeitig auftretende Spitzenwerte ⁶ nicht unterstützt ² TBP = Total Board Power, Herstellerangabe ⁷ siehe Text ³ Lüfter stehen im Leerlauf still ⁸ bezogen auf die gewählten Einstellungen ⁸ Abwicklung nur über Händler ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ funktioniert — funktioniert nicht n. v. nicht vorhanden k.A. keine Angabe			



Flash-Rennen

Zwanzig M.2-SSDs mit PCIe 3.0 und 4.0 im Test

Künftige SSDs mit PCIe 5.0 versprechen zwar extreme Geschwindigkeit beim Kopieren und Blitzstarts von Anwendungen, aber auch die schnellsten SSDs sind noch mit PCIe 4.0 angebunden. Sie sind für die allermeisten Anwendungen noch lange eine gute Wahl – und einige der SSDs aus diesem Test sind derzeit besonders günstig.

Von Lutz Labs

SSDs mit PCIe 4.0 sind nach wie vor das Maß aller Dinge. Aber auch in diesem Test lassen wir die langsameren Modelle mit PCIe 3.0 nicht außen vor, denn sie reichen für viele Einsatzzwecke völlig aus.

In diesem Test treffen elf neue M.2-SSDs mit 1 TByte Kapazität aufeinander, acht davon mit PCIe 4.0, drei mit PCIe 3.0. Auf dem Prüfstand sind Adata Legend 960, Apacer AS2280P4X, Goodram IRDM Pro M.2, Kingston NV2, Lexar NM800 Pro, Mega Electronics Fastro MS250, Solidigm P44 Pro, Teamgroup MP44L, Transcend MTE250S sowie die Zadak-Modelle ZDKG3 und TWSG4S. Zum Vergleich versammeln wir auf Seite

122 Kurzvorstellungen neun älterer, aber immer noch interessanter SSDs; deren Messwerte finden Sie zum Vergleich ebenfalls in den Balkendiagrammen.

Der polnische Hersteller Goodram ist erstmals mit einer PCIe-SSD in einem c't-Test vertreten, von Mega Electronics aus Südkorea hatten wir bereits die MS150 im Test – die MS250 aus diesem Test aber hielt nicht durch. Der Name Zadak ist noch recht unbekannt, das dahinter stehende Unternehmen jedoch nicht: Es handelt sich um die Gaming-Marke von Apacer; das Unternehmen aus Taiwan ist damit mit drei SSDs vertreten. Gespannt waren wir auch auf die Solidigm-SSD P44 Pro, denn diese gründet nicht auf dem Know-

how der ehemaligen Intel-Sparte, sondern auf dem des neuen Besitzers SK Hynix – und SSDs dieses Unternehmens sind in Deutschland bislang recht selten. Die Kingston NV2 führt die Tradition der NV1 fort: Der Hersteller garantiert lediglich die Geschwindigkeit, Komponenten können sich je nach Marktverfügbarkeit ändern.

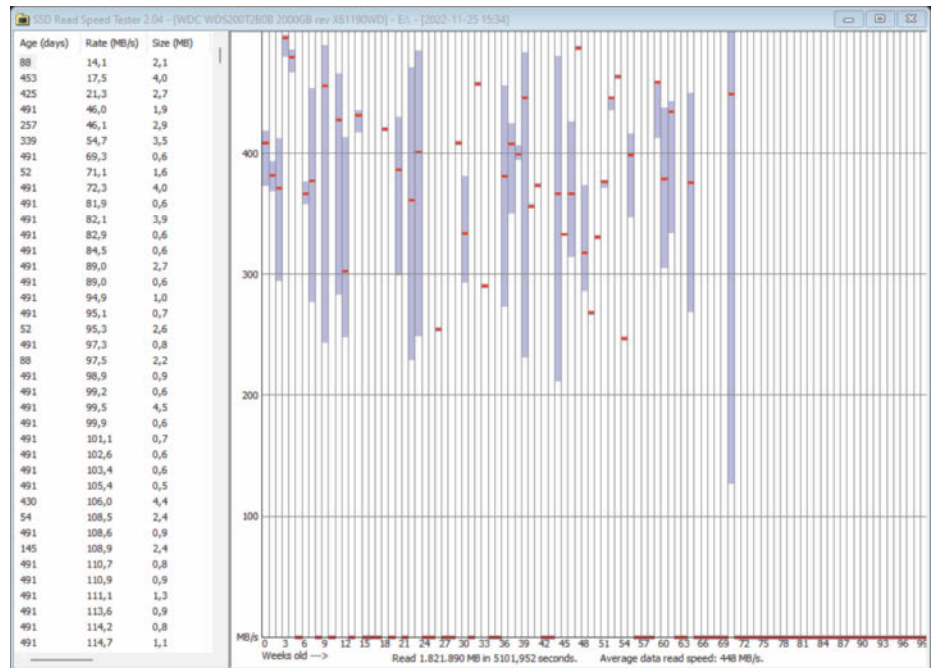
Zwei andere SSDs sind nicht in diesem Vergleich, obwohl sie in den letzten Wochen auf den Markt gekommen sind. Das ist zum einen die Kingston Fury Renegade, denn sie ist baugleich zur Kingston KC3000 (siehe [1]), zum anderen das Seagate Game Drive for PS5, welches der Seagate Firecuda 530 aufs Haar gleicht [2]. Einzige Unterschiede sind in beiden Fällen die Kühlkörper, die jedoch lediglich bei langen Schreibvorgängen notwendig sein können.

Bei den älteren SSDs haben wir umgeschichtet: Samsung SSD 980 Pro und Intel SSD 670p mussten Platz machen für die jeweiligen Nachfolger 990 Pro und Solidigm P41 Plus, die Western Digital Blue der deutlich schnelleren Black weichen. Die Corsair MP600 Pro XT haben wir durch die Kioxia Exceria Pro ersetzt, letztere steht hier stellvertretend für SSDs mit dem E18-Controller von Phison. Die günstige Einstiegsklasse mit PCIe 3.0 repräsentiert zunächst die Mushkin Tempest, die die Kioxia Exceria G2 ersetzt. Die Kingston NV1 entfällt ebenfalls: Der Nachfolger NV2 ist nicht nur deutlich schneller, sondern sogar günstiger. Dafür haben wir die Adata Legend 710 aufgenommen.

Flash-Überproduktion

Vor ein paar Wochen schon hatten Kioxia, Micron und SK Hynix angekündigt, die NAND-Flash-Produktion zu drosseln: Die Lager sind voll, die Preise sinken. Auch Samsung meldete einen Umsatzrückgang von etwa 14,8 auf 10,7 Milliarden Euro von einem Quartal zum nächsten – diese Zahlen gelten für DRAM und Flash-Speicher zusammen. Samsung spricht von Bestandsanpassungen der Kunden und einer schwachen Nachfrage nach Verbraucherprodukten, hat jedoch bis Redaktionsschluss noch keine Produktionskürzungen vermeldet.

Das mag auch daran liegen, dass Apple laut einem Bericht des taiwanischen Brancheninformationsmagazins DigiTimes wieder mehr bei Samsung einkaufen wird. Ursprünglich hatte der iPhone-Konzern geplant, zumindest in China verkaufte iPhones mit NAND-Flash vom chinesi-



Diese SATA-SSD von Western Digital ist zwar bereits seit einigen Jahren im Einsatz, zeigt aber noch keine Anzeichen einer Read Speed Degradation: Die mittlere Leserate beträgt knapp 450 MByte/s.

schen Produzenten Yangtze Memory Technologies Co. (YMTC) zu bestücken. Doch YMTC wird möglicherweise demnächst von Sanktionen des US-Handelsministeriums betroffen sein. Aktuell steht das Unternehmen auf der sogenannten Unverified Trade List; einer Vorstufe der Sanktionsliste.

Auf die langfristige Planung hat die aktuelle Lage der Flash-Branche keine Auswirkungen – oder zumindest noch nicht. Ende Oktober haben Kioxia und Western Digital ein neues Fabrikgebäude zur Produktion von 162-Lagen-NAND-Flash im japanischen Yokkaichi eröffnet. Die Kosten für die Fab 7 genannte Halle sollen bislang bei insgesamt sieben Milliarden Euro liegen, einen Teil davon schießt der japanische Staat zu. Anfang 2023 soll der erste Speicher die Fabrik verlassen.

Samsung hat derweil den Produktionsstart für seine nächste Speichergeneration verkündet. Ein Die mit Samsungs V-NAND-Speicher der achten Generation (v8) soll bei TLC-Bauweise (3 Bit pro Zelle) eine Speicherkapazität von 1 Terabit (128 GByte) besitzen. Die Geschwindigkeit der NAND-Schnittstelle steigt auf 2,4 GT/s, passend zu den kommenden Controllern für PCIe-Gen-5.0-SSDs. Samsung macht keine genauen Angaben zur Anzahl der Lagen, man kann jedoch von 236 ausgehen

– damit schließt das Unternehmen zu den Speicherchips von Micron und YMTC auf.

Micron zeigt gerade, dass zwischen Start einer neuen Speichergeneration und dem Erscheinen des Flash-Speichers auf dem Markt Monate vergehen können: Schon Ende Juli hatte das Unternehmen den Produktionsstart seines 232-Lagen-Speichers verkündet, erst kurz vor Redaktionsschluss erreichte uns die Meldung, dass die erste SSD damit, die Micron 2550, nun ausgeliefert werde.

TLC-Flash mit 3 Bit Speicherfähigkeit pro Zelle hat sich heute als Standard bei schnellen SSDs durchgesetzt. Für Archiv-SSDs und SSDs für einfache Office-PCs reicht QLC-Speicher mit 4 Bit pro Zelle aus; der ist zwar deutlich langsamer, das können die Hersteller aber durch eine geschickte Cache-Strategie kaschieren. Doch noch mehr Bits pro Zelle würden die Kosten weiter senken. Im Gespräch sind nicht nur 5-Bit-Zellen, sondern sogar solche mit 4,5 – dann würden eben zwei Zellen zusammen 9 Bit speichern, zum Zusammenrechnen gibt es ja schnelle SSD-Controller. Doch eine weitere Erhöhung der Bits pro Zelle dürfte auch die Ausdauer der Zellen (Endurance) erneut herabsetzen. Bei den Modellen aus diesem Test liegt diese je nach Flash-Qualität zwischen 320 TByte und 1 PByte pro TByte Speicherplatz.

Zwar hat etwa SK Hynix bereits einen Prototyp mit PLC-Speicher gezeigt – PLC steht für Penta Level Cell –, doch bis zur Marktreife werden wohl noch ein paar Jahre vergehen. Bis dahin steigen die SSD-Kapazitäten jedoch auch mit QLC-Flash weiter: Solidigm hat eine SSD mit 61 TByte Speicherplatz angekündigt. Wahrscheinlich wird diese im 2,5-Zoll-Gehäuse mit U.2-Anschluss oder als Einschubkarte im EDSFF-Format erscheinen. Die Maximalkapazität eines M.2-Speicherriegels für Desktop-PCs und Notebooks dürfte auch im kommenden Jahr nicht über 8 TByte steigen.

Controller

Bei den Controllern der SSDs aus diesem Test handelt es sich vornehmlich um alte Bekannte. Die PCIe-3.0-SSD Apacer AS2280P4X nutzt den älteren E12-Controller von Phison, das 4.0er-Einstiegsmodell E21T ohne DRAM sitzt auf den Modellen von Kingston und Teamgroup. Die aktuell schnellsten Phison-Controller E18 treiben Goodram IRDM Pro M.2 und Zadak TW5G4S auf hohe Geschwindigkeiten.

Silicon Motion ist ebenfalls mit drei verschiedenen Controllern dabei, den älteren Modellen 2262 und 2263 sowie dem PCIe-4.0-Typ 2264. Der Controller-Newcomer Innogrit ist diesmal nur mit der Lexar NM800 Pro vertreten, aber immerhin durch das aktuell schnellste Modell IG5236. Und dann haben wir noch den Hynix ACNS075 auf der Solidigm-SSD. Viel ist von diesem SK-Hynix-Controller nicht bekannt, aber er unterstützt NVMe 1.4 und DRAM, hat acht Speicherkanäle und vier ARM-Kerne. Die neue Solidigm-SSD gehört zu den schnellsten aus diesem Test.

Zum Vergleich die Kenndaten des PCIe-4.0-Controllers Phison E21T: Er muss mit einem ARM-Kern auskommen, kann ankommende Daten auf lediglich vier Speicherkanäle parallel verteilen und seine Flash-Translation-Tabelle im Hauptspeicher des PCs ablegen. Eine SSD mit Phison E18, Hynix ACNS075, Silicon Motion SM2264 oder Innogrit IG5236 wird bei gleichem Flash-Speicher daher immer höhere Geschwindigkeiten erreichen als eine mit Phison E21.

SSDs im Weltall

Bei der kommenden Mondmission der NASA fliegt auch ein kleines Rechenzentrum mit, um Flugdaten zu speichern.



Adata Legend 960

Die Legend 960 ist das aktuelle Topmodell des Unternehmens, bei den sequenziellen Übertragungsleistungen liegt sie mit an der Spitze. Adata nutzt den noch recht jungen SM2264 von Silicon Motion und sein „eigenes“ TLC-Flash – wer den Speicher tatsächlich herstellt, bleibt im Dunkeln.

Der Speicher ist zumindest ausdauernd: Beim Test mit H2testw erreichte die 960 eine hohe Dauerschreibrate von mehr als 1,5 GByte/s über die gesamte Kapazität – die mit dem gleichen Controller laufende Transcend-SSD hingegen kommt nur auf die Hälfte.

- 👆 sehr schnell
- 👆 günstig

Preis: circa 108 Euro (1 TByte, PCIe 4.0)



Apacer AS2280P4X

Eine der wenigen QLC-SSDs in diesem Test ist die Apacer AS2280P4X. Doch sie ist nicht nur beim Schreiben langsam, wie es bei solchen SSDs üblich ist, sondern auch beim Lesen: gerade einmal 2 GByte/s schafft sie bei großen Dateien.

Beim vollständigen Beschreiben mittels H2testw bricht die Schreibrate auf bloß 320 MByte/s ein, da ist manche SATA-SSD schneller. Mit 70 Euro ist sie eine der günstigsten SSDs in diesem Vergleich, negativ aber wirkt sich die Garantiefrist von nur drei Jahren sowie die Endurance von lediglich 320 TByte aus.

- 👆 günstig
- 👇 langsam

Preis: circa 70 Euro (1 TByte, PCIe 3.0)

Dabei ist auch eine 8-TByte-SSD des Controller-Herstellers Phison, die nach Angaben des Unternehmens nun alle notwendigen Tests bestanden hat. Für den NASA Technology Readiness Level 6 (TRL-6) muss die SSD demnach unter anderem mechanische Belastungen beim Start, tiefe Temperaturen und Vakuum standhalten; auch eine elektromagnetische Verträglichkeitsprüfung ist Bestandteil der NASA-Zertifizierung.

SSDs mit PCIe 5.0

M.2-SSDs mit PCIe 5.0 waren bis Redaktionsschluss Mitte Dezember immer noch nicht erhältlich. Über die Gründe lässt sich nur spekulieren, einer könnte die weiterhin schlechte Verfügbarkeit ausreichend schnellen Flash-Speichers sein. Das von

Micron seit geraumer Zeit gefertigte 232-Lagen-Flash soll weiterhin nicht den hohen Geschwindigkeitsanforderungen genügen – gegenüber c't wollte ein Micron-Manager dazu jedoch keine konkreten Angaben machen.

Ein begrenzender Faktor für die Leistung noch schnellerer SSDs könnte auch die Stromversorgung sein: Die M.2-Slots älterer Mainboards haben fünf Pins mit der 3,3-Volt-Versorgungsspannung, jeder darf mit 0,5 Ampere belastet werden – als Gesamtleistung ergeben sich daraus maximal 8,25 Watt. Vielen Server-SSDs reicht das nicht aus, deren Leistungsaufnahme beträgt 20 Watt und mehr.

Seit Ende 2020 gibt es jedoch eine neue M.2-Spezifikation, die 0,7 Ampere pro Pin als Obergrenze festsetzt. Damit erhöht



Goodram IRDM Pro M.2

Der polnische Hersteller Goodram greift für seine IRDM Pro M.2 zu hochwertigen Komponenten: Phison E18-Controller, DRAM-Cache und TLC-Flash von Micron. Damit erreicht die SSD ähnliche Geschwindigkeiten wie andere Modelle mit diesen Komponenten: mehr als 7,4 GByte/s beim Lesen, fast 5,9 GByte/s beim Schreiben.

Auch bei Dauerbelastung erwärmt sich die SSD dank des großen schwarzen Kühlkörpers kaum, H2testw füllt die komplette SSD mit guten 1,5 GByte/s. Beim Schreiben auf zufällige Adressen kommt sie auf mehr als 1,25 Millionen IOPS, beim Schreiben aber nur 800.000.

- ↑ sehr schnell
- ↑ ausdauernd

Preis: circa 137 Euro (1 TByte, PCIe 4.0)



Kingston NV2

Auf unserer Kingston NV2 sitzt der Phison-Controller E21T zusammen mit TLC-Flash von Kioxia, aber das muss nichts bedeuten: Wie beim Vorgänger behält sich der Hersteller vor, die Komponenten ohne Ankündigung zu tauschen, je nach Marktverfügbarkeit. Kingston garantiert lediglich grundlegende Eigenschaften der SSD wie PCIe-Klasse oder Mindestgeschwindigkeit – dafür ist die NV2 aber auch besonders günstig.

Unser Testmuster erreicht dann auch maximal 3,5 GByte/s, da hätte eine Anbindung per PCIe 3.0 sogar noch ausgereicht. Bei hohem Füllstand schreibt die SSD nur noch mit weniger als 700 MByte/s.

- ↑ sehr günstig
 - ↓ wechselnde Komponenten möglich
- Preis: circa 64 Euro (1 TByte, PCIe 4.0)



Lexar NM800 Pro

In diesem Test schon fast ein Exot: Die Lexar NM800 Pro arbeitet mit dem Innogrit-Controller IG5236. Zusammen mit dem schnellen NAND-Flash von Micron erreicht der Controller beim Lesen fast 7,5 GByte/s, beim Schreiben aber liegt die SSD ein paar hundert MByte/s hinter den Schnellsten.

Beeindruckend ist die Datenmenge von 1000 TByte, welche die SSD im Lauf der Garantiefrist von 5 Jahren schreiben darf. Es sollte selbst Powernutzern schwerfallen, diese SSD kaputtzuschreiben. Lexar bietet auch eine Variante ohne Kühlkörper an.

- ↑ hohe Endurance
- ↑ günstig

Preis: circa 97 Euro (1 TByte, PCIe 4.0)

sich die Leistungsgrenze auf 11,55 Watt, was den SSD-Herstellern mehr Spielraum lässt. Einige Mainboardhersteller bauen bereits solche Slots nach Socket-3-Spezifikation ein, Informationen dazu liefert eventuell das Mainboard-Handbuch.

Datenbremsen

Vor einigen Jahren berichteten Anwender von einem Problem mit der damals beliebten SATA-SSD Samsung 840: Die SSD gab Daten nur sehr langsam her, teils sank die Geschwindigkeit auf nur noch 30 MByte/s – möglich wären bis zu 550 MByte/s gewesen. Nach einigen Analysen stand fest: Es betraf nur Daten, die lange nicht gelesen wurden. Das Phänomen ist unter der Bezeichnung Read Rate Degradation bekannt geworden.

Samsung konnte es durch ein Firmware-Update egalisieren – beim Read Disturb Compensation genannten Prozess schreibt die Firmware einfach alle Daten regelmäßig neu. Beliebt ist diese Art der Datenerhaltung bei den Herstellern nicht, denn sie nutzt die Flash-Zellen ab und die Lebenserwartung der SSD sinkt.

Nun taucht die Read Rate Degradation wieder auf. Berichten zufolge rückt etwa die Corsair-SSD MP510 alte Dateien nur noch mit Datenraten weit unter 100 MByte/s heraus, möglich wären bei der PCIe-SSD mehr als 3 GByte/s. Corsair hat das Problem ebenfalls mit einem Firmware-Update gelöst, nach Angaben des Unternehmens sollten betroffene SSDs durch die Installation der Firmware ECFM

13.3 mittels der Corsair SSD Toolbox wieder schneller werden.

Auch andere SSDs sind Forenberichten zufolge betroffen, darunter Crucial P5 Plus, Western Digital Black SN850 und SN510 Blue sowie Samsung 970 Evo Plus und 980 Pro. Zum Test eignet sich das Freeware-Tool SSD Read Speed Tester (alle Downloads über ct.de/ykds). Es liest alle Daten der SSD ein und listet sie anhand des Datums des letzten Zugriffs mit der erreichten Geschwindigkeit auf – der Durchschnittswert in der Fußzeile gibt einen Hinweis, ob die eigene SSD zu den Unglücksraben gehört: SATA-SSDs sollten rund 300 bis 400 MByte/s erreichen, PCIe-SSDs je nach Generation 2 bis 6 GByte/s.

Wir würden gerne wissen, welche SSDs noch betroffen sind und ob es Ge-



Mega Electronics MS250

Der zweite Auftritt einer Mega-SSD im Flash-Rennen endete unruhlich: Die Fastro MS250 verabschiedete sich miten im Test. Auch in verschiedenen Foren berichten Anwender von frühen Ausfällen dieser SSD, daher haben wir auf einen Ersatzkauf verzichtet.

Vor dem Defekt erreichte die PCIe-3.0-SSD übliche 3,5 GByte/s beim Lesen, beim Schreiben aber lediglich 2,4 GByte/s. Da wir jedoch nur wenige Werte ermitteln konnten, fehlt die SSD in den Benchmarktabellen. Der SSD-Controller SM 2262 stammt aus dem Jahr 2018, auf dem Flash-Speicher prangt ein Mega-Logo; der eigentliche Hersteller aber bleibt unbekannt.

⬇️ viele Ausfallberichte

⬇️ langsam

Preis: circa 90 Euro (1 TByte, PCIe 3.0)



Solidigm P44 Pro

Unter einem anderen Namen verkauft sich eine SSD besser, mag sich Solidigms Mutterkonzern SK Hynix gedacht haben: Die Solidigm P44 Plus entspricht der SK Hynix Platinum P41. Der Hynix-Controller schiebt die SSD an die Spitze des Testfeldes, beim Schreiben sind nur wenige SSDs einen Tick schneller.

Die P44 Plus funktioniert auch mit dem Solidigm-Treiber, der dem QLC-Modell P41 Plus einen Schub vor allem bei mittlerem Füllstand brachte [5] – in diesem Test haben wir das jedoch nicht erneut überprüft, die SSD ist auch ohne diesen Treiber sehr schnell.

⬆️ sehr schnell

⬇️ sehr teuer

Preis: circa 179 Euro (1 TByte, PCIe 4.0)



Teamgroup MP44L

Manche SSD von Teamgroup ist im deutschen Einzelhandel nur schlecht verfügbar – so auch die MP44L. Zum Zeitpunkt der Recherche zu diesem Artikel war sie bei Amazon erhältlich, nun aber gibt es sie gerade bei keinem Anbieter. Wer Interesse an der SSD hat, muss wohl warten.

Auf der Haben-Seite steht der bekannte Mittelklasse-Controller Phison E21T, der zusammen mit Microns 176-Layer-TLC-Flash maximal 5 GByte/s beim Lesen erzielt. Praktisch alle weiteren Messwerte reihen die MP44L ebenfalls irgendwo in der PCIe-4.0-Mitte ein, das passt auch zum Preis.

⬆️ solide Mittelklasse

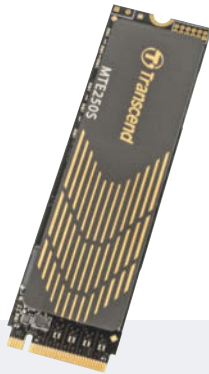
⬇️ schlecht verfügbar

Preis: circa 118 Euro (1 TByte, PCIe 4.0)

M.2-SSD mit 1 TByte

Modell	Legend 960	AS2280P4X	IRDM Pro M.2	NV2	NM800 Pro
Hersteller, URL	Adata, adata.com	Apacer, apacer.com	Goodram, goodram.com	Kingston, kingston.com	Lexar, lexar.com
Bezeichnung	ALEG-960-1TCS	AP1TBAS2280P4X-1	IRP-SSDPR-P44A-1K0-80	SNV2S/1000G	LNLM800P001T-RN8NG
Von Windows erkannte Kapazität	954 GByte	954 GByte	932 GByte	932 GByte	954 GByte
Interface / Protokoll	PCIe 4.0 x4 / NVMe 1.4	PCIe 3.0 x4 / NVMe 1.3	PCIe 4.0 x4 / NVMe 1.4	PCIe 4.0 x4 / NVMe 1.4	PCIe 4.0 x4 / NVMe 1.4
Bauform / Bestückung / Bauhöhe über Platine	M.2 2280 / doppelseitig / 1,75 mm	M.2 2280 / einseitig / 1,25 mm	M.2 2280 / einseitig / 1,22 mm	M.2 2280 / einseitig / 1,21 mm	M.2 2280 / einseitig / 7,6 mm
SSD-Controller / NAND-Kanäle	Silicon Motion SM2264 / 8	Phison E12 / 8	Phison E18 / 8	Phison E21T / 4	Innogrit IG5236 / 8
Flash-Hersteller / Flash-Art	Adata / TLC	Intel / QLC	Micron / TLC	Kioxia / TLC	Micron / TLC
Schreibleistung pro Tag ²	427 GByte	320 GByte	384 GByte	292 GByte	548 GByte
jährliche Ausfallwahrscheinlichkeit ²	0,44 %	0,44 %	0,44 %	0,58 %	0,58 %
Garantie	5 Jahre	3 Jahre	5 Jahre	3 Jahre	5 Jahre
Preis pro Gigabyte	11,3 ct	7,3 ct	14,7 ct	6,9 ct	10,2 ct
Straßenpreis	108 €	70 €	137 €	64 €	97 €
weitere erhältliche Kapazitäten	2 TByte (206 €)	512 GByte (51 €), 2 TByte (162 €)	2 TByte (258 €), 4 TByte (523 €)	250 GByte (27 €), 500 GByte (41 €), 2 TByte (120 €)	512 GByte (67 €), 2 TByte (269 €)

¹ Die Hersteller rechnen mit 1 GByte = 1.000.000.000 Byte. Für Windows dagegen ist 1 GByte = 1.073.741.824 Byte, die angezeigte Kapazität ist daher kleiner. ² Herstellerangaben k. A. keine Angabe



Transcend MTE250S

Transcend setzt bei der MTE250S auf den aktuellen PCIe-4.0-Controller von Silicon Motion; welches NAND hier zum Einsatz kommt, verschweigt der Hersteller jedoch. Die SSD ist ein Stück langsamer als die Adata Legend 960, die ebenfalls mit dem SM2264 bestückt ist, aber die Daten in TLC-Flash von Micron ablegt.

Besonders auffällig ist der Unterschied durch die Bestückung dann bei Dauerlast: Für den H2testw-Lauf brachte die MTE250S im Vergleich die doppelte Zeit und beim Drive Consistency Test vom PCMark 10 erreichte sie lediglich zwei Drittel der Punktzahl der Legend 960.

- 🟢 schnell
- 🔴 Einbruch unter Last

Preis: circa 117 Euro (1 TByte, PCIe 4.0)



Zadak ZDKG3

Die dritte SSD mit PCIe 3.0 in diesem Test bestätigt einen Trend: Bei diesen SSDs kommen eher ältere Komponenten zum Einsatz. Der Controller der ZDKG3 stammt aus dem Jahr 2017, beim Speicher setzt Zadak auf TLC-Flash von Micron – die Messergebnisse aber deuten auf sehr langsames beziehungsweise älteres Flash hin.

Beim Lesen erreicht die ZDKG3 gerade einmal 2,5 GByte/s, beim Schreiben rund 1,7 GBytes – und bei längerer Belastung sinkt die Schreibgeschwindigkeit auf unter 300 MByte/s. Beim Drive Consistency Benchmark vom PCMark 10 versagte die SSD, aktuell ist sie in Deutschland nicht erhältlich.

- 🔴 ältere Komponenten
- 🔴 langsam

Preis: unbekannt (1 TByte, PCIe 3.0)



Zadak TWSG4S

Die zweite Zadak-SSD ist ebenfalls aktuell nicht erhältlich, den Kühlkörper muss man nur befestigen, wenn das eigene Mainboard keine eigene Kühlung besitzt. Bei den Übertragungsleistungen liegt die TWSG4S auf dem gleichen Niveau wie andere SSDs mit Phisons E18-Controller, in diesem Vergleich also etwa die Goodram IRDM Pro M.2.

Auch bei der Ausdauer reiht sich die TWSG4S in der Spitzengruppe ein: H2testw schrieb mit rund 1,5 GByte/s, im Drive Consistency Test des PCMark 10 lag die SSD noch ein paar Punkte über der Goodram-SSD.

- 🟢 sehr schnell
- 🔴 noch nicht erhältlich

Preis: unbekannt (1 TByte, PCIe 4.0)

	Fastro MS250	P44 Pro	MP44L	MTE250S	ZDKG3	TWSG4S
	Mega Electronics, mega-elec.com	Solidigm, solidigm.com	Teamgroup, teamgroupinc.com	Transcend, transcend-info.com	Zadak, zadak-europe.com	Zadak, zadak-europe.com
	MS250100TTS	SSDPFKW010X7X1	TM8FPK001T00C101	TS1MTE250S	ZS1TBZDKG3	ZS1TBTWSG4S
	954 GByte	954 GByte	932 GByte	932 GByte	954 GByte	932 GByte
	PCIe 3.0 x4 / NVMe 1.3	PCIe 4.0 4x / NVMe 1.4	PCIe 4.0 x4 / NVMe 1.4	PCIe 4.0 x4 / NVMe 1.4	PCIe 3.0 x4 / NVMe 1.3	PCIe 4.0 x4 / NVMe 1.4
	M.2 2280 / doppelseitig / 1,29 mm	M.2 2280 / einseitig / 1,33 mm	M.2 2280 / einseitig / 1,33 mm	M.2 2280 / zweiseitig / 1,27 mm	M.2 2280 / einseitig / 1,45 mm	M.2 2280 / einseitig / 7,7 mm
	SM 2262 / 8	Hynix ACNS075 / 8	Phison E21T / 4	Silicon Motion SM2264 / 8	Silicon Motion SM2263XT / 4	Phison E18 / 8
	Mega / TLC	SK Hynix / TLC	Micron / TLC	Transcend / TLC	Micron / TLC	Micron / TLC
	438 GByte	411 GByte	329 GByte	427 GByte	416 GByte	384 GByte
	0,58 %	0,55 %	0,58 %	0,29 %	0,58 %	0,55 %
	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre	5 Jahre
	9,4 ct	18,8 ct	12,7 ct	12,6 ct	k.A.	k.A.
	90 €	179 €	118 €	117 €	k.A.	k.A.
	512 GByte (32 €)	512 GByte (106 €), 2 TByte (298 €)	250 GByte (63 €), 500 GByte (107 €)	2 TByte (188 €)	k.A.	k.A.



Adata Legend 710

Test in c't 20/2022, S. 100

- ↑ günstig
- ↓ langsam

Preis: circa 68 Euro (1 TByte, PCIe 4.0)



Crucial P5 Plus

Test in c't 18/2021, S. 106

- ↑ sehr schnell
- ↓ braucht einen Kühlkörper

Preis: circa 110 Euro (1 TByte, PCIe 4.0)



Kioxia Exceria Pro

Test in c't 10/2022, S. 100

- ↑ sehr schnell
- ↑ günstig

Preis: circa 103 Euro (1 TByte, PCIe 4.0)

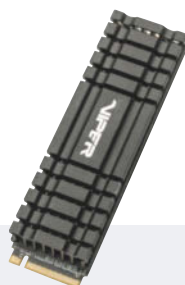


Mushkin Tempest

Test in c't 14/2022, S. 88

- ↑ solide SSD-Mittelklasse
- ↑ günstig

Preis: circa 77 Euro (1 TByte, PCIe 3.0)



Patriot Viper VP4300

Test in c't 10/2022, S. 100

- ↑ schnell
- ↑ ausdauernd

Preis: circa 120 Euro (1 TByte, PCIe 4.0)



Samsung SSD 980

Test in c't 18/2021, S. 106

- ↑ schnell, ...
- ↑ ... auch unter Last

Preis: circa 79 Euro (1 TByte, PCIe 3.0)



Samsung SSD 990 Pro

Test in c't 23/2022, S. 94

- ↑ sehr schnell und dauerlastfest
- ↓ sehr teuer

Preis: circa 163 Euro (1 TByte, PCIe 4.0)



Solidigm P41 Plus

Test in c't 23/2022, S. 94

- ↑ beschleunigender NVMe-Treiber
- ↓ für PCIe 4.0 eher langsam

Preis: circa 73 Euro (1 TByte, PCIe 4.0)



Western Digital WD_Black SN850X

Test in c't 23/2022, S. 94

- ↑ sehr schnell
- ↑ sehr dauerlastfest

Preis: circa 102 Euro (1 TByte, PCIe 4.0)

meinsamkeiten gibt, etwa den gleichen Controller und die gleiche Firmware. Falls das Tool bei Ihnen ebenfalls zu geringe Werte auswirft, schicken Sie uns gerne eine Mail (ll@ct.de) mit der Programmausgabe und schreiben Sie bitte dazu, um welche SSD es sich handelt (am besten mit einem Screenshot von Crystal DiskInfo, aus dem die Firmware-Version der SSD hervorgeht). Machen Sie sich jedoch keine Sorgen, nur weil Sie eine der erwähnten SSDs nutzen, denn schon eine neuere Firmware-Version kann das Problem bereits behoben haben.

Grund für die Ausleseprobleme sind wahrscheinlich Leckagen im NAND-Flash, die beim Auslesen zu falschen Werten führen. Dadurch springt die Fehlerkorrektur der Firmware an – und wenn diese nicht in der Lage ist, die Fehler zu beseitigen, dann liest die SSD die Daten noch einmal ein. Wenn die Prüfsumme dann erneut falsch ist, wiederholt sich der Vorgang so lange, bis am Ende fehlerfreie Daten herauskommen – oder die SSD eine Fehlermeldung ausgeben muss.

Das Kopieren der Dateien an eine andere Stelle der SSD (mit anschließendem Löschen der Originale, Verschieben reicht nicht) löst das Geschwindigkeitsproblem. Wer das nicht selbst tun mag, kann sich des ebenfalls etwas älteren Tools Diskfresh bedienen.

Messungen


Die SSDs mussten unseren üblichen Parcours mit synthetischen sowie einigen Praxisbenchmarks durchlaufen. Wichtigstes Messinstrument ist das flexibel steuerbare Iometer, welches wir für die Messung der maximalen Geschwindigkeiten 60 Sekunden lang laufen lassen. Die Durchschnittswerte der für große Dateien gültigen Messungen finden Sie in der ersten Spalte der Benchmark-Diagramme, die Spalten drei und vier zeigen die Werte für Zugriffe auf zufällige Adressen.

Die Eignung für lange Kopieraktionen entnehmen Sie der zweiten Spalte, die die Werte vom Beschreiben der gesamten Kapazität mit H2testw und der fünfminütigen Belastung mit Iometer kombiniert. In der letzten Spalte haben wir Werte vom Praxis-Benchmark PCMark 10 kombiniert; große Unterschiede gibt es hier vor allem bei der Bewertung der SSD für die Eignung als Startlaufwerk und für die Arbeit unter starker Last.

Fazit

Der Test zeigt, dass sich SSDs mit PCIe 3.0 nicht mehr lohnen. Die Testexemplare sind nicht billiger als Einstiegsmodelle mit PCIe 4.0, teils sehr langsam und nutzen veraltete Komponenten. Die Mega-SSD fällt durch ihre hohe Ausfallwahrscheinlichkeit aus der Kandidatenliste heraus.

Das günstigste Modell aus dem Test ist die PCIe-4.0-SSD Kingston NV2; dabei muss man sich allerdings auf das Komponentenlotto einlassen. Teamgroup MP44L und Transcend MTE250S bilden die Mittelklasse.






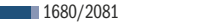
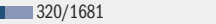





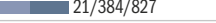

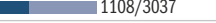
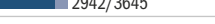
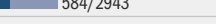
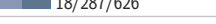
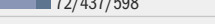


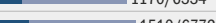
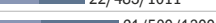

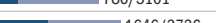

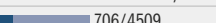
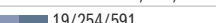
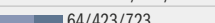
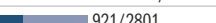





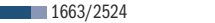

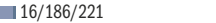












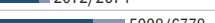
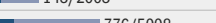
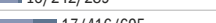
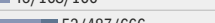
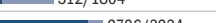

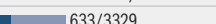
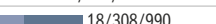

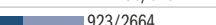



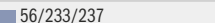






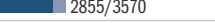
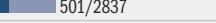
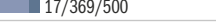
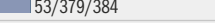
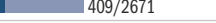





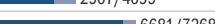
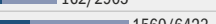
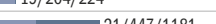



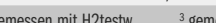
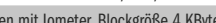
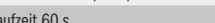

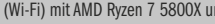




In der Oberklasse bahnt sich langsam eine Ablösung des Phison-Controllers E18 an: Goodram IRDM Pro M.2 und Zadak TWSG4S kommen beim Schreiben nicht an die Ergebnisse von Adata Legend 960, Lexar NM800 Pro und Solidigm P44 Pro heran. Die Preise dieser drei liegen jedoch weit auseinander: Während die P44 Pro fast 180 Euro kostet, bekommt man Legend 960 und NM800 Pro um die 100 Euro – die NM800 Pro sogar mit einem ordentlichen Kühlkörper. (ll@ct.de) 

Literatur

- [1] Lutz Labs, PC-Beschleuniger, 13 SSDs mit PCIe 3.0 und 4.0 im Test, c't 10/2022, S. 100
- [2] Lutz Labs, Zweieilige Drillinge, Drei SSDs mit PCIe 3.0 und PCIe 4.0, c't 22/2021, S. 110
- [3] Lutz Labs, Hauptsache PCI Express, Günstige und teure PCIe-SSDs im Vergleich, c't 18/2021, S. 106
- [4] Lutz Labs, Flash-Rennen, Fünfzehn M.2-SSDs mit PCIe 3.0 und 4.0 im Test, c't 14/2022, S. 88
- [5] Lutz Labs, Flash-Rennen, 18 M.2-SSDs mit PCIe 3.0 und 4.0 im Test, c't 20/2022, S. 100
- [6] Lutz Labs, Flash-Rennen Extra, Besonders schnelle, besonders kleine und besonders spezielle neue PCIe-SSDs, c't 23/2022, S. 94

Download Testprogramme, Links zum Preisvergleich: ct.de/ykds

SSDs mit PCIe 3.0 und 4.0 – Benchmarks

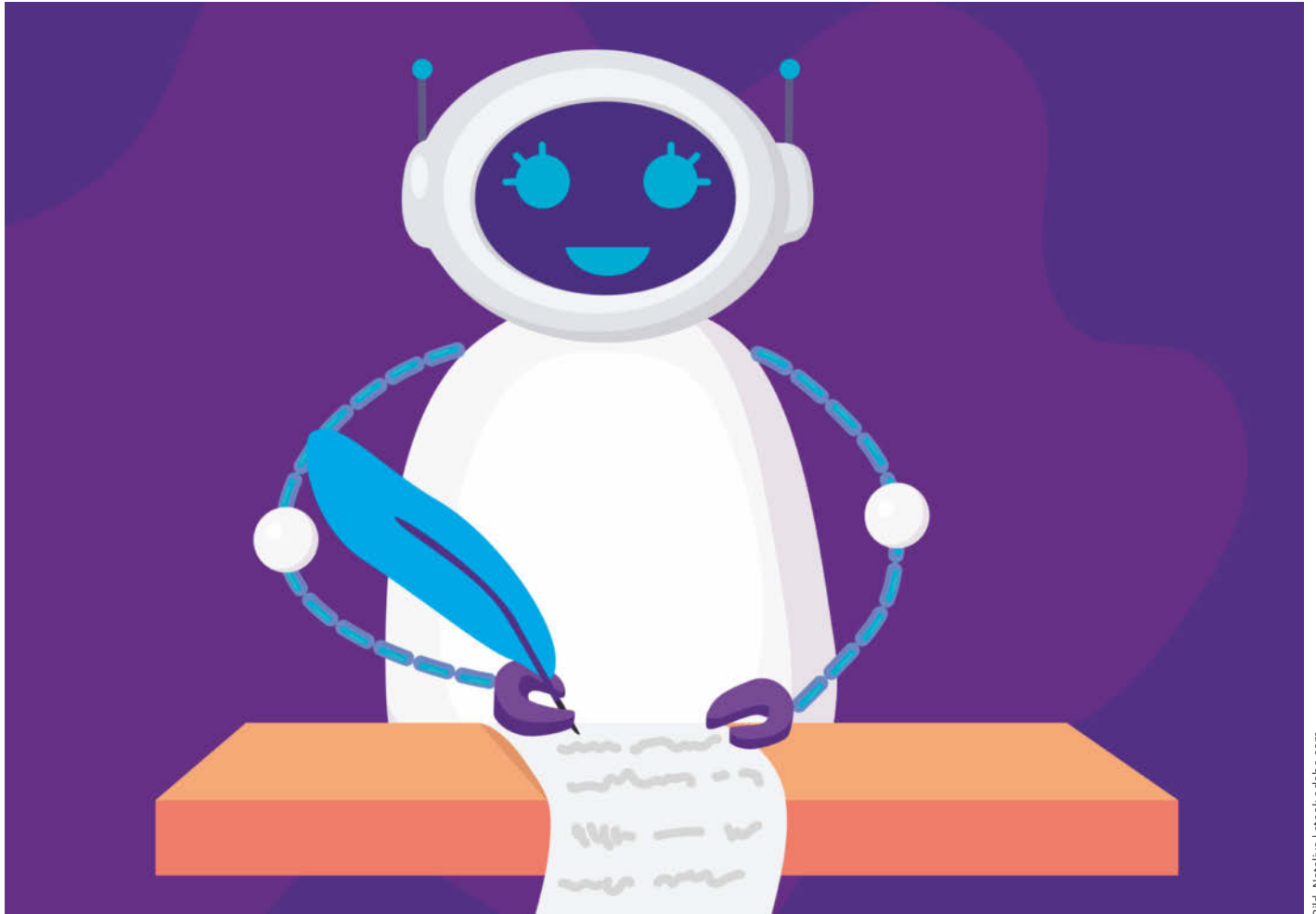
	seq. Transferraten Schreiben/Lesen ¹ [MByte/s]	seq. Transferraten Schreiben gesamte SSD ² / 5 Minuten ² [MByte/s]	IOPS Lesen QD=1/32/256 ³ [in Tausend]	IOPS Schreiben QD=1/32/256 ³ [in Tausend]	PCMark 10 Drive Performance Consistency / Full System Drive ⁴ [Punkte]
	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►
Adata Legend 960	 6665/7444	 1510/5890	 21/450/1000	 66/480/1125	 2147/3460
Apacer AS2280P4X	 1680/2081	 320/1681	 16/208/227	 51/210/110	 374/1545
Goodram IRDM Pro M.2	 5862/7435	 1510/5859	 21/384/827	 69/585/1261	 1108/3037
Kingston NV2	 2942/3645	 584/2943	 18/287/626	 72/437/598	 484/1446
Lexar NM800 Pro	 6336/7422	 1170/6334	 22/483/1011	 59/477/1103	 786/3101
Solidigm P44 Pro	 6777/7370	 1510/6772	 21/509/1399	 66/488/1207	 1646/3736
Teamgroup MP44L	 4509/5027	 706/4509	 19/254/591	 64/423/723	 921/2801
Transcend MTE250S	 6302/7218	 744/6192	 16/348/677	 68/415/759	 1444/3145
Zadak ZDKG3	 1663/2524	 296/1653	 16/186/221	 48/177/176	 0/1692
Zadak TWSG4S	 5865/7397	 1500/5844	 21/386/829	 69/585/1265	 1201/3034
Zum Vergleich					
Adata Legend 710	 2072/2674	 143/2003	 15/242/289	 45/168/166	 312/1804
Crucial P5 Plus	 5008/6778	 776/5008	 17/416/695	 53/487/666	 2796/3234
Kioxia Exceria Pro	 4990/6384	 633/3329	 18/308/990	 73/549/1153	 923/2664
Mushkin Tempest	 2848/3033	 444/2845	 17/223/259	 56/233/237	 398/1445
Patriot Viper VP4300	 6423/7463	 1190/6387	 23/486/1017	 64/448/1065	 1602/3168
Samsung SSD 980	 2855/3570	 501/2837	 17/369/500	 53/379/384	 409/2671
Samsung SSD 990 Pro	 6976/7460	 1620/6756	 21/526/1395	 64/92/1143	 3943/3947
Solidigm P41 Plus	 2907/4099	 162/2905	 19/204/224	 63/451/497	 539/2825
Western Digital Black SN850X	 6681/7368	 1560/6423	 21/447/1181	 64/519/825	 1260/3682

¹ gemessen mit Iometer, Blockgröße 512 KByte, Laufzeit 60 s

² gemessen mit H2testw

³ gemessen mit Iometer, Blockgröße 4 KByte, Laufzeit 60 s

⁴ auf Asus TUF Gaming B550M-Plus (Wi-Fi) mit AMD Ryzen 7 5800X und 16 GByte RAM



Goodbye, Schreibblockade

KI-Textgenerator Neuroflash im Test

Wenn es mal schnell gehen muss oder einem einfach nichts einfallen will, textet Neuroflash Content für Blogs, Social Media & Co. Wir haben uns angesehen, wie gut die KI funktioniert.

Von Olivia von Westernhagen

Da wollen Sie einen neuen Blog-Eintrag verfassen, Produktbeschreibungen für Ihren Webshop texten oder eine Marketingkampagne entwerfen – aber Ihr Kopf ist so leer wie Ihr Editorfenster. Wo früher ein Blick ins Glas mit Writers' Tears beim Texten der ersten Zeilen half, erledigt das heute leberschonend eine KI.

Die Webanwendung Neuroflash der gleichnamigen Hamburger Firma kann so etwas. Sie formuliert Produktbeschreibungen, Werbeanzeigen, Social-Media-Posts und Blogbeiträge. Außerdem kann die Anwendung bereits vorhandene Werke

umarbeiten. SEO-Tools sollen helfen, Suchmaschinen-Rankings zu verbessern. Neuroflash verwendet dazu das mächtige KI-Sprachmodell GPT-3 (Generative Pre-trained Transformer in Version 3). Das vom Forschungsunternehmen OpenAI entwickelte und mit riesigen Datenmengen aus dem Internet trainierte neuronale Netz ist seit Ende 2021 über eine Programmierschnittstelle allgemein verfügbar [1]. Es schreibt eigenständig Texte, die sich kaum von denen menschlicher Autoren unterscheiden. Wir haben uns angesehen, wie viel davon in Neuroflash ankommt. Mit der kostenlosen Version kann man bis

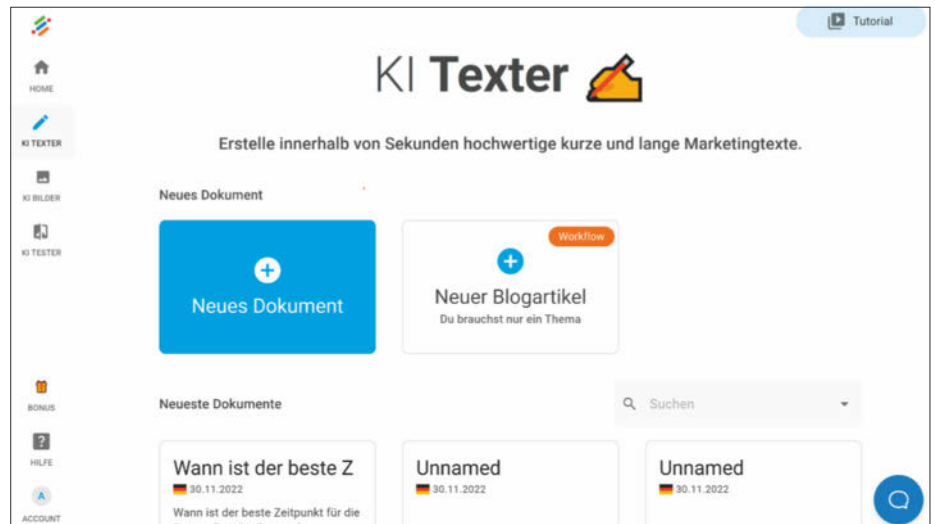
zu 2000 Wörter verfassen, was zum Ausprobieren ausreicht.

Anders als ähnliche Services aus den USA wurde Neuroflash optimiert, um deutsche Texte zu verfassen und bietet eine deutschsprachige Bedienoberfläche. Der Hersteller erklärte gegenüber c't, dass die Anwendung ihre Texte, anders als die internationale Konkurrenz, nicht zunächst auf Englisch generiert und anschließend übersetzt. Stattdessen sei das Tool von vornherein auf die deutsche Sprache ausgerichtet.

Einstieg

Nach dem Login landet man direkt im „KI Texter“. Darin muss man sich entscheiden, ob man ein neues Dokument beginnen möchte, in dem man jegliche Eingaben frei vornimmt oder den „Blogartikel Builder“ startet. Er führt den Nutzer durch einen dreischrittigen Prozess – dazu später mehr. Klickt man in der Menüleiste auf der linken Seite auf den Home-Button, landet man übrigens nicht im KI Texter, sondern auf einer Seite, auf der man zwischen den drei Menüoptionen KI Texter (Texte verfassen), KI Bilder (Bild aus Text generieren) und KI Tester (Texte analysieren) wählt. Das verwirrte im Test immer wieder.

Wer einmal gar nicht weiterkommt, findet in der umfangreichen Hilfe nicht nur Anleitungstexte, sondern auch viele



In Neuroflashes KI Texter wählt man zwischen dem geführten Blogartikel Builder und einem neuen Dokument, in dem man alle Daten frei eingibt.

Videotutorials, die den Einstieg erleichtern, und kostenlose Live-Webinare zu speziellen Themen, beispielsweise „Blogartikel und lange Texte mit KI schreiben“ (siehe ct.de/y4jm). Im Test haben wir uns auf den KI Texter konzentriert. Die KI Bilder sind auf jeden Fall eine nette Spielerei. Neuroflash verwendet bei seinem Bildgenerator Stable Diffusion [2].

KI füttern

Damit der KI Texter weiß, worüber er schreiben soll, muss man ihn mit einigen Informationen füttern. Außerdem muss man angeben, in welcher der acht verfügbaren Sprachen der Text erscheinen soll. Für Deutsch unterscheidet Neuroflash auf Wunsch noch zwischen Deutschland, Österreich und der Schweiz. Der Generator verlangt Eingaben in der Zielsprache. Im Test erzeugte Neuroflash dennoch einen englischen Text, der zu unseren deutschen Eingaben passte.

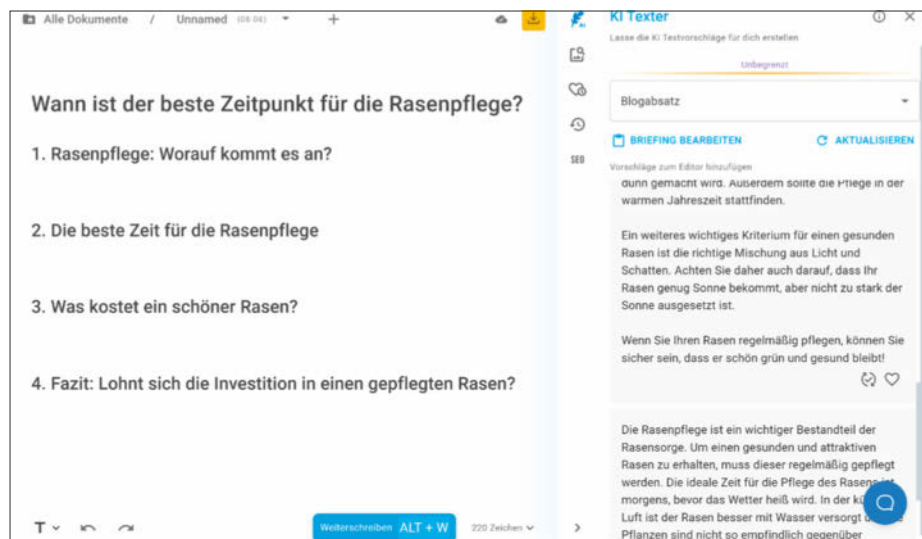
Nutzer müssen sich zudem für eine Textform entscheiden. Der Anbieter gibt dazu elf Einsatzbereiche vor, die jeweils noch feiner unterteilt sind: Blogartikel, Umschreiben, Inspirationen, Social Media, E-Commerce & Marktplätze, Texthilfen, Diverses, Werbung & Anzeigen, E-Mail & Push, Website & Landingpages sowie Buch schreiben. Bestehende Texte kann Neuroflash zum Beispiel so umschreiben, dass aus der persönlichen Ansprache „du“ ein förmliches „Sie“ wird und umgekehrt. Insgesamt ist die Auswahlliste reichlich lang. Ein geführter Dialog, in dem man sich zunächst durch die jeweiligen Ober-

kategorien klickt, wäre einsteigerfreundlicher.

Im Bereich „E-Commerce & Marktplätze“ wählt man beispielsweise noch aus, ob man eine Produktbeschreibung erhalten möchte oder eine mögliche Antwort des Kundenservice. Je nach gewählter Kategorie unterscheiden sich die weiteren Eingabefelder. Soll Neuroflash zum Beispiel eine Standardantwort generieren, muss man zunächst die Kundenfrage eingeben, bevor die Anwendung eine mögliche Antwort ausgibt. Unter „Erweiterte Einstellungen“ wählt man optional aus, wie der Inhalt klingen soll, etwa positiv, aufgeregt, kraftvoll, witzig, lässig, förmlich oder höflich. Dabei muss man sich auf maximal zwei Angaben beschränken. Informationen zur Firma, CI-Regeln zur Beantwortung von Kundenanfragen oder sachliche Inhalte lassen sich nicht hinterlegen. Diese muss man später per Hand in die vorgeschlagenen Textfragmente einarbeiten.

Ein Klick auf „Erstellen“ wirft den Generator an und bringt den Nutzer zu einem übersichtlich gestalteten Editor. Auf der rechten Seite kann man aus den generierten Textteilen auswählen und sie in den Editor auf der linken Seite einfügen. Im Schnitt wählt man zwischen drei Textblöcken mit je rund 300 Zeichen. Insbesondere bei längeren Texten wünscht man sich schnell mehr Platz und Übersicht, um sie bearbeiten zu können. Dann klappt man das rechte Menü mit den generierten Textteilen einfach zu, indem man auf das Feder-Symbol klickt. Ein erneuter Klick

Damit die KI weiß, was sie schreiben soll, muss man sie mit Anweisungen füttern, beispielsweise eine typische Kundenfrage eingeben, zu der Neuroflash eine Antwort formulieren soll.



Neuroflashs Editor teilt sich in zwei Bereiche: links der Texteditor und rechts die Vorschläge der KI.

aufs Icon bringt das Menü wieder zum Vorschein. Auf die von uns eingegebene Kundenanfrage, wo die Produktinformationen zu finden seien, schreibt Neuroflash in einem seiner zur Auswahl stehenden Textschnipsel ein Dankeschön an den Kunden für die Kontaktaufnahme, bringt Verständnis mit, dass die vielen verschiedenen Produktinformationen verwirrend sein könnten, und verweist dann auf die Herstellerwebsite. Das Ergebnis ist immer nur als Formulierungshilfe zu verstehen. Für den konkreten Inhalt muss der jeweilige Bearbeiter ran.

Falls das Ergebnis gar nicht gefällt, bearbeitet man aus dem Editorfenster heraus die Eingaben erneut. Bei Bedarf generiert Neuroflash weitere Textstücke. Überhaupt taugt das Programm nicht dazu, lange, zusammenhängende Texte

zu verfassen. Es wirft immer nur Textbrocken aus, die man zusammenfügen muss. Optional steht eine Funktion zur SEO-Optimierung mittels Keyword-Analysen zur Verfügung. Dafür setzt Neuroflash auf die SEO-Analyse-Anwendung Seobility. Außerdem kann man in einer integrierten Suche nach kostenlos verwendbarem Bildmaterial des externen Anbieters Unsplash stöbern. Gefällt der Text schließlich, speichert man ihn im HTML-Format. Alternativ kann man einen Text zur Ansicht mit anderen mittels einem von Neuroflash generierten Link teilen. Um den Text zu betrachten, benötigen andere kein Neuroflash-Konto.

Der Blogartikel Builder

Für Blogger bietet Neuroflash den separaten Blogartikel Builder, der zunächst ab-

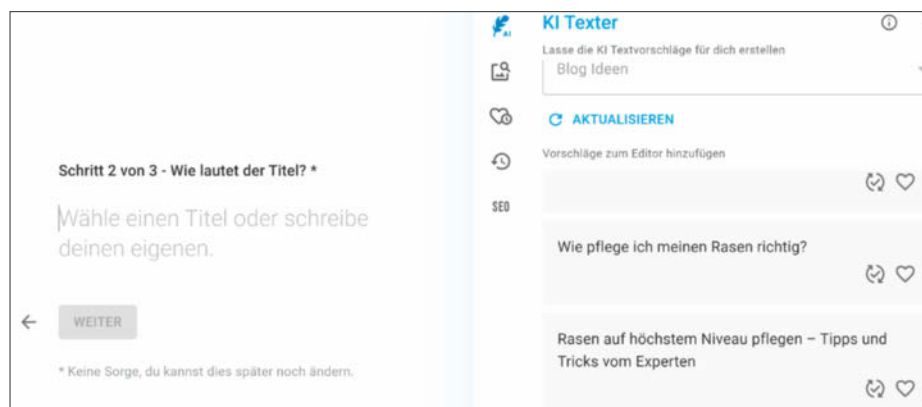
fragt, worüber man schreiben will. Aus der Themenangabe generiert die Anwendung verschiedene Titelvorschläge, aus denen man einen auswählt oder alternativ einen eigenen verfasst. Anschließend wählt man aus unterschiedlichen Gliederungsideen oder konzipiert eine eigene Gliederung. Passend zu deren Unterpunkten produziert Neuroflash diverse Textblöcke. In der bereits bekannten Editor-Ansicht kann man Headline und Gliederung bearbeiten sowie die gewünschten Textblöcke einfügen, umschreiben und formatieren.

Wir haben den Builder ausprobiert, indem wir zunächst „Den Rasen pflegen“ eingegeben haben. Das stellt die Anwendung vor ein grundsätzliches Problem: Sie soll einen Sachtext verfassen, so wie er auf vielen Blogs zu finden ist. Darin liegt aber nicht die Stärke der KI, um nicht zu sagen: Sie kann es nicht. GPT-3 kennt keine Fakten und flunkert sich Informationen zusammen [3]. Wir wollten dennoch wissen, wie der Builder funktioniert und wie weit man kommt.

Die Überschriften-Vorschläge der KI halfen uns dabei, dieser ersten Idee eine Richtung zu geben und zum Beispiel der Frage nachzugehen: „Wann ist der beste Zeitpunkt für die Rasenpflege?“ Der Blogbeitrag sollte vier von Neuroflash vorgeschlagene Gliederungspunkte mit Textbeiträgen erhalten und klären, worauf es ankommt, wann die beste Zeit ist, was ein schöner Rasen kostet und ob sich die Investition lohnt. Abgerundet werden sollte er durch einen Einleitungs- und Schlussabsatz.

Abgesehen vom überflüssigen Komma im einleitenden Satz „Es gibt kaum einen schöneren Anblick, als einen gepflegten Rasen“ und einigen uneleganten Formulierungen wie „Abschließend lässt sich sagen, dass eine Investition in einen gepflegten Rasen sich lohnen kann“ liest sich der Text unerwartet gut, hat aber nicht mehr viel mit der Überschrift zu tun. Den Schreibstil mit rhetorischen Fragen und vielen inhaltlichen Wiederholungen kennt man auch von Produkt- und Werbetexten aus menschlicher Feder, die möglichst viele Suchbegriffe enthalten.

Während der SEO-dienliche Schreibstil sicherlich auch Geschmackssache ist, bedarf der Text inhaltlich in jedem Fall einiger Recherche und Korrekturen von Menschenhand. Denn die KI bringt zwar an einigen Stellen durchaus ihr zusammengechustertes Wissen zur Rasenpflege ein, aber jeder einzelne Fakt im Text

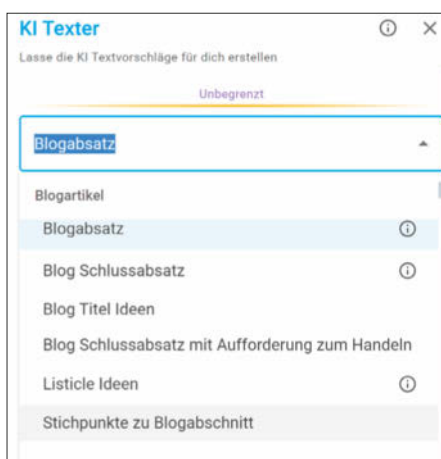


Der Blogartikel Builder fragt zunächst das Thema ab und schlägt dann mögliche Überschriften vor.

kann ebenso gut frei erfunden und falsch sein. Wenn es zum Beispiel um den besten Zeitpunkt für die Rasenpflege und damit um das zentrale Thema des Texts geht, erweist sich die KI als einigermaßen ahnungslos: Benötigt Rasen nun im Sommer viel Pflege, wie es im ersten Abschnitt heißt? Oder liegt der Hauptaufwand doch eher im Frühling und Herbst, was der dritte Absatz behauptet? Die Antwort bekommt man auch im Fazit nicht: „Allerdings ist es wichtig, die Rasenpflege zu einem bestimmten Zeitpunkt durchzuführen“, heißt es dort ziemlich orakelhaft. Auch wenn man sein eigenes Fachwissen noch einarbeiten muss, sind die Formulierungsvorschläge nützlich, da sie ein Grundgerüst erzeugen, das man mit Inhalten befüllt.

Anpassen und ausprobieren

Über das Ausklappenmenü auf der rechten Seite des Blogartikel Builders gibt man für die einzelnen Abschnitte bei Bedarf weitere Stichwörter ein, sodass die KI passendere Texte verfassen kann. So kann der Nutzer für den Schlussabsatz in einem Feld selbst die Hauptaussage des Blogbeitrags vorgeben und damit das Ergebnis beeinflussen. Im Test gaben wir an dieser Stelle an: Rasenpflege am besten im Herbst, Investition lohnt sich. Dadurch spuckte Neuroflash das folgende überarbeitete Fazit aus: „Die Rasenpflege ist am besten im Herbst durchzuführen. Durch die Investition in die Pflege des Rasens kann man sich im nächsten Jahr über einen schönen und gepflegten Rasen freuen.“ Auf diese Weise baut die KI auch separate Teaser-Texte, Einleitungen und Schluss-



Auf Wunsch formuliert Neuroflash gezielt Schlussabsätze mit oder ohne Handlungsaufforderung.

KI-generierter Liebesbrief

Mein liebster Mensch,

ich weiß, ich habe mich in letzter Zeit nicht gut um unser Liebesleben gekümmert. Ich war so beschäftigt mit anderen Dingen und habe unsere Beziehung vernachlässigt. Aber ich verspreche Dir, das wird sich ändern. Ich möchte mich bei Dir entschuldigen und Dir sagen, wie sehr ich Dich vermisst habe. Ich möchte mich auch bei Dir für all die schönen Momente bedanken, die wir zusammen erlebt haben. Du bist mir so wichtig, bitte gib uns eine Chance und lass uns versuchen, unsere Beziehung zu retten. Ich liebe Dich von ganzem Herzen und möchte den Rest meines Lebens mit Dir verbringen. Bitte gib mir eine Chance, ich werde alles tun, damit unsere Beziehung funktioniert.

Alles Liebe, Dein/e

absätze mit einer Handlungsaufforderung. Auch diese sollte man nur als Anregung verstehen und sie dringend überarbeiten.

In den Abschnitten „Inspirationen“ und „Umschreiben“ findet man zudem allerlei witzige Ideen. So kann Neuroflash beispielsweise Songtexte schreiben, Geburtstagsgrüße formulieren, vorgefertigte Texte in solche mit Dialekt umschreiben und sogar Liebesbriefe verfassen. Im Kasten auf dieser Seite finden Sie als Kostprobe einen flehenden Liebesbrief, in dem es in dringlich klingendem, zugleich aber sanftem Tonfall um Versöhnung und Entschuldigung gehen soll. Das anrührende Ergebnis könnte man fast schon in den Briefkasten werfen.

Mit der kostenlosen Version schreibt die Webanwendung maximal 2000 Wörter pro Monat, generiert ein Bild und führt eine SEO-Analyse durch. Wer regelmäßig Texte schreiben lassen will, kann zwischen drei Bezahlversionen wählen. In der Basic-Version für 35 Euro monatlich erhält der Nutzer bis zu 20.000 Wörter, 25 Bilder und 5 Analysen. Mit Neuroflash-Power bekommt man für 94 Euro im Monat 200.000 Wörter, 50 Bilder und 100 Analysen. In der Premium-Version entfallen die Begrenzungen, allerdings kostet sie auch 237 Euro monatlich. Im Jahresabo spart man in jeder Version 16 Prozent.

Fazit

Der Texter in Neuroflash generiert gut zu lesende Textvorschläge. Allerdings muss man den SEO-optimierten Schreibstil mögen. Je tiefgründiger und vor allem faktenreicher ein Text werden soll, desto mehr sachlichen Input benötigt die KI, um sinnvolle Formulierungen geben zu können. Sie kann aber helfen, gelegentliche Schreibblockaden zu überwinden und

erste Ideen zu entwickeln. Dafür und generell zum Ausprobieren genügt die kostenlose Variante. Wer regelmäßig mit dem Tool arbeiten will, kommt mit maximal 2000 Wörtern schnell nicht mehr aus und muss zur kostenpflichtigen Version greifen. Die umfassende Bibliothek mit vielen Erklärtexten und -videos hilft bei den meisten Fragen weiter.

Sollte man sich mit der Bedienung und beispielsweise dem ellenlangen Dropdown-Menü zur Textauswahl gar nicht anfreunden können, lohnt ein Blick auf Mindverse, das mit einem übersichtlichen Kacheldesign aufwartet und ebenfalls auf deutschsprachige Texte spezialisiert ist. Allerdings tummeln sich die Kacheln unsortiert auf dem Bildschirm, wohingegen Neuroflashs Liste immerhin nach Oberthemen gegliedert ist. (abr@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Arne Grävmeyer, Wandlungsfähige Schreib-KI, Apps und Anwendungen mit GPT-3 & Co. texten und analysieren Texte, c't 9/2022, S. 60
- [2] Jo Bager, Pina Merkert, Kunst kommt von KI, Was Bildgeneratoren können und wie man sie einsetzt, c't 25/2022, S. 64
- [3] Dirk Hecker, Gerhard Paaß, Sprachversther, GPT-3 & Co. texten überzeugend, aber nicht faktentreu, c't 9/2022, S. 64

Dieser Artikel erschien ursprünglich auf heise+.

Dokumentation Neuroflash: ct.de/y4jm

Neuroflash

KI-Textgenerator	
Hersteller, URL	Neuroflash, neuroflash.com
Systemanf.	Webbrowser
Preis	kostenlos (Free), 35 € mtl. (Basic), 94 € mtl. (Power), 237 € mtl. (Premium)

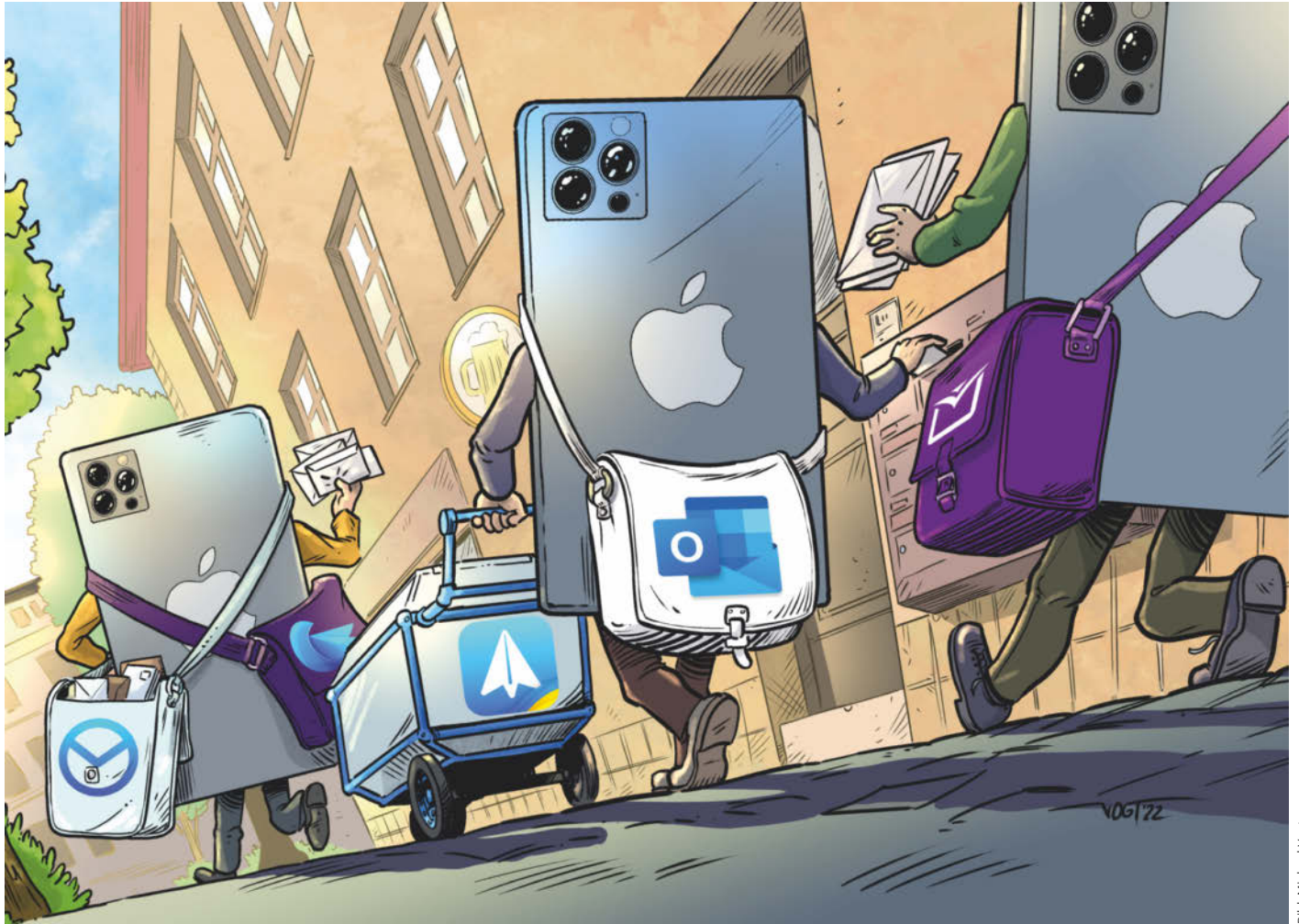


Bild: Michael Vogt

App die Post

Sechs E-Mail-Alternativen für iPhone und iPad

Apples Mailprogramm deckt auf dem iPhone und iPad lediglich Grundfunktionen ab. Wer Mails verschlüsseln und sich beim Sortieren helfen lassen will, muss leistungsfähigere Alternativen im App Store suchen. Wir haben sechs davon getestet.

Von Holger Bleich
und Immo Junghärtchen

Apple liefert für iOS und iPadOS zwar einen kostenlosen Mailclient mit, dieser hinkt bei der Verwaltung elektronischer Post jedoch hinterher. Wenn Sie Mails verschlüsseln, Spam ausfiltern oder Antworten automatisieren wollen, müssen Sie zu einem anderen Mailclient greifen.

In diesem Test nahmen wir sechs Alternativen unter die Lupe: Canary wartet mit PGP-Integration auf, Airmail und AltaMail locken mit vielen smarten Sortierfunktionen, Spark unterstützt Teamwork, Preside Hardcore-Anwender, und Outlook flanscht das iPhone an Exchange-

Umgebungen an. Zwar kann man Grundversionen der Apps alle kostenlos nutzen, für Spezialfunktionen fallen jedoch mit Ausnahme von Outlook Abo-Kosten zwischen 10 und 70 Euro pro Jahr an.

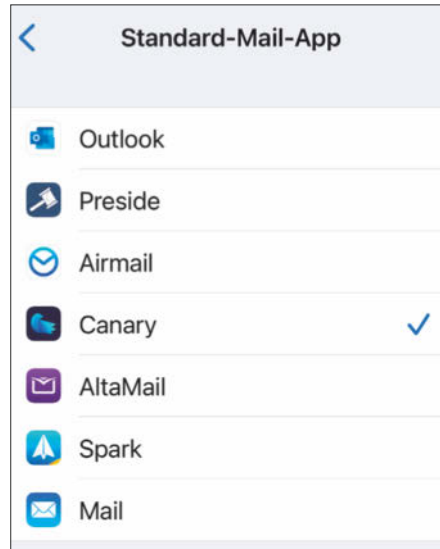
Einige der Apps gibt es nicht nur für iOS und iPadOS. Von Airmail existiert zusätzlich eine macOS-App, die sich mit der Mobilvariante verzahnen lässt, ebenso von AltaMail. Canary gibt es obendrein noch als Windows- und Android-Versionen, das gilt auch für Microsofts Outlook-Client und für Spark. Allein die Mail-App Preside fühlt sich nur auf iPhones und iPads heimisch.

Alle Clients beherrschen die Kommunikation mit IMAP-Servern und können sich außerdem mit Servern austauschen, die Microsoft Exchange sprechen. Mit Ausnahme von Spark klappt außerdem noch der Mailabruf über das veraltete POP3-Protokoll. Nur selten ist es übrigens noch erforderlich, Servernamen und Konfigurationen händisch einzutippen – alle Clients haben Voreinstellungen für gängige Provider sowie Autodiscover, ein Verfahren, das Serverparameter zu Mailadressen ermittelt.

Einbindung ins Betriebssystem

Apples Mailprogramm hat mit dem jüngsten Update vom Herbst einige neue Funktionen bekommen: So dürfen Anwender ihre Mails zur Wiedervorlage vormerken und mit farbigen Fähnchen markieren. Am iPad kann man die Werkzeugleiste im App-Kopf eigenen Bedürfnissen anpassen, etwa das Markierungswerkzeug hinzufügen. Ab iOS 16 kann man endlich mailkontenspezifische Signaturen einrichten. Und dank einer Sendeverzögerung holt man Nachrichten nach einigen Sekunden noch zurück – wenn einem etwa der fehlende Anhang wieder einmal erst nach Tipp auf den Absendeknopf auffiel.

Aber es fehlen weiterhin viele vom Desktop gewohnte Funktionen, zum Beispiel ein Spam-Filter, Mailvorlagen und automatische Antwortvorschläge. PDFs exportiert die Mail-App weiterhin nur über



Im Einstellungsmenü zu installierten Mail-Apps ändert man die Standard-Vorgabe.

den Umweg der Vorschau im Druckdialog. Viele erwarten von einem Mailclient, dass er Nachrichten automatisch vorsortiert, etwa Mails von direkten Kontakten priorisiert und Statusnachrichten sowie Werbe-Newsletter aus dem direkten Blickfeld räumt.

Wer sicher kommunizieren will, möchte außerdem Ende-zu-Ende-verschlüsseln. Dafür bietet Apple bislang lediglich an, S/MIME zu nutzen, was allerdings allenfalls im geschäftlichen Umfeld

gängig ist, weil S/MIME-Zertifikate Geld kosten. Eine Unterstützung des PGP-Standards in iOS wünschen sich viele Nutzer. Die ist aber von Apple nicht angedacht.

Apple hat sein eigenes Mailprogramm so tief im Betriebssystem verankert, dass es Alternativen schwer haben. Will man aus einer anderen App heraus eine Mail verschicken, öffnet sich standardmäßig immer das Apple-Programm.

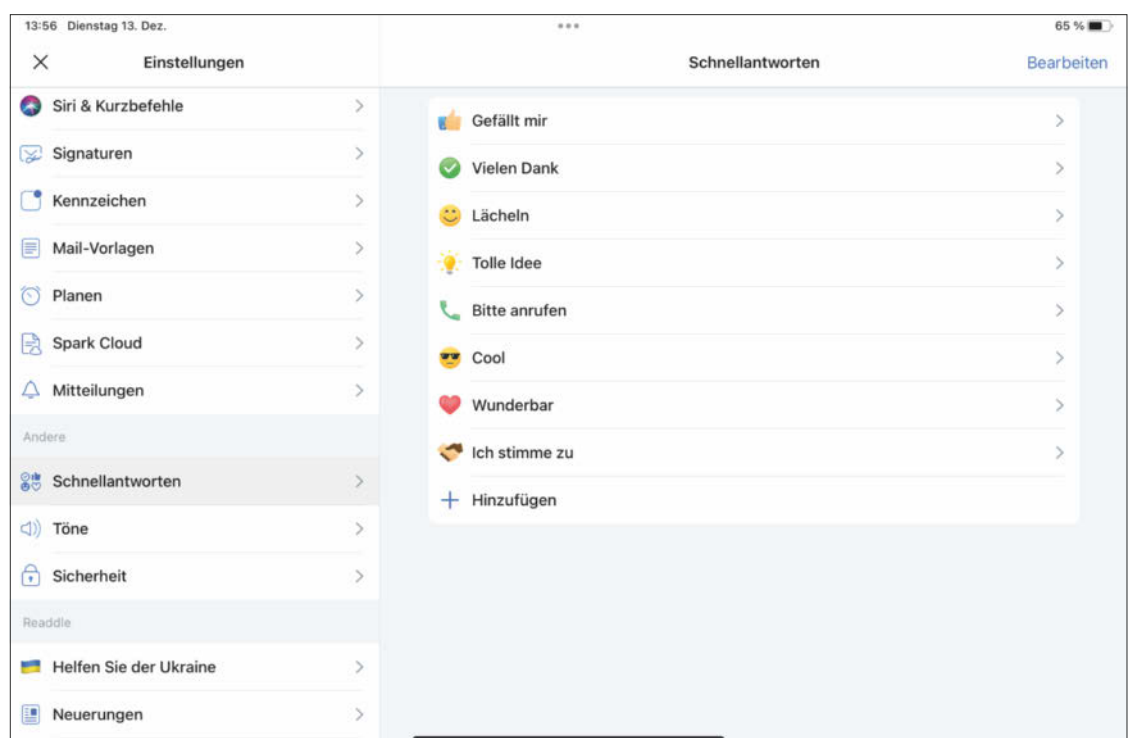
Seit 2020 (iOS 14) kann man die Voreinstellung jedoch ändern – die Option ist allerdings gut versteckt: Haben Sie eine alternative Mail-App installiert, öffnen Sie deren Setup im Einstellungsmenü von iOS und legen den Schalter „Standard-Mail-App“ um. Dadurch wird die alternative App zum Default-Mail-Handler in iOS oder iPadOS.

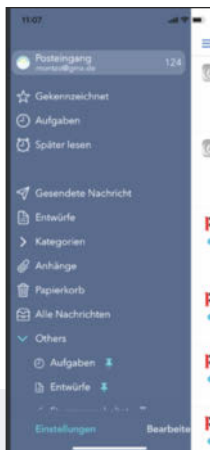
Nicht ohne Abo

Es gibt viele Strategien, der E-Mail-Flut Herr zu werden: Manche pflegen ein ausgefeiltestes Ordnersystem in ihrem Nachrichtenpostfach und sortieren unermüdlich eintreffende Mails händisch. Andere haben den Kampf aufgegeben und verlassen sich auf unterstützende Algorithmen, die Nachrichten analysieren, farblich markieren oder gleich selbst sortieren. Je nach Herangehensweise helfen unterschiedliche Tools – dem kann eine einzige vorinstallierte App kaum gerecht werden.

In der Tabelle auf Seite 132 lesen Sie detailliert, welche Optionen die Clients

Spark erleichtert schnelles Arbeiten mit E-Mails mit vorgefertigten Antworten.





Airmail

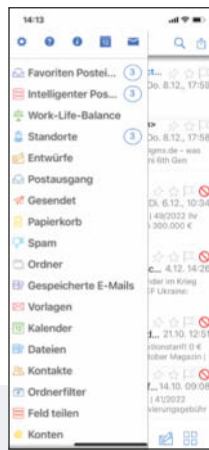
Airmail bietet seinen neuen Nutzern ungewöhnlich viele Presets zur automatischen Kontoeinrichtung. Account-Informationen synchronisiert die App via iCloud zwischen mehreren Geräten, allerdings ohne Kennwörter. Für diese klinkt sie die iOS-Schlüsselbundverwaltung ein. Insbesondere auf dem iPad zeigt sich die Airmail von seiner schönen Seite, mit luftigem, farblich stimmig gegliedertem Zwei-Fenster-Layout.

Der Informationsflut stellt die App ihre „Focus Inbox“ entgegen, einen zentralen Filter, der nur bestimmte Nachrichten anzeigt, etwa von ausgewählten Domains. Fokus-Modi unterstützt die App ebenso wie Fensterdarstellungen: Schreibt man an einem iPad mit aktiviertem Stage Manager eine E-Mail, erscheint diese als separates Fenster. Hilfreiche Werkzeuge findet man im Verfassen-Fenster: Mit „Pencil“ etwa öffnet sich ein Fenster, in dem man per Finger oder iPad-Stift zeichnen und das Ergebnis an die E-Mail anhängen kann.

In der Voreinstellung schützt Airmail die Privatsphäre kaum: Es lädt beispielsweise externe Inhalte ungefragt nach. Sinnvolle Privacy-Funktionen, etwa der Tracking-Blocker, bleiben zahlenden Abonnenten vorbehalten, wie viele andere Optionen auch. Kostenfrei ist Airmail ohnehin kaum sinnvoll zu nutzen, weil es dann alle naselang mit Overlay-Ads für die Abo-Version wirbt. An der deutschsprachigen Variante stört außerdem die halbherzige Übersetzung.

- ↑ sehr gute iOS-Integration
- ↑ smarte Funktionen
- ↓ aufdringliche Abo-Aufforderung

Preis: kostenlos,
Pro-Funktionen 20,49 Euro/Jahr



AltaMail

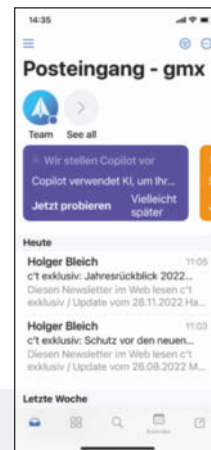
Dass weniger oft mehr ist, hat sich noch nicht zu den Entwicklern von AltaMail rumgesprochen: Der Client wirkt mit seinem gedrängten Layout, einfarbigen Icons und kleiner Schrift völlig überladen. Lese- und Antworten-Fenster erscheinen am iPad in unkonventioneller Staffellung. Die Einzelansichten lassen sich nicht verschieben, was ein unruhiges Gesamtbild ergibt. Viele graue Linien und die kontrastarme Schrift machen das Lesen der Mails schwerer als nötig.

Die vielen nützlichen Einstellmöglichkeiten und Funktionen erschließen sich nicht selbst. Man muss sich einige Stunden Zeit nehmen und die gute deutsche Hilfe-Datei zurate ziehen. Eigentlich schade, denn im Inneren hat der Client viel zu bieten, beispielsweise umfangreiche Filteroptionen, Markierungen und Sonderansichten. Er eignet sich für Nutzer, die an jedem Einstellrädchen drehen wollen. AltaMail treibt es da wirklich weit. Über die Funktion „Work-Life-Balance“ etwa kann man sich mittels Positionsdatenauswertung selbst verbieten, geschäftliche Mails außerhalb des Büros zu bearbeiten.

Vorkonfiguriert lädt der Client Bilder und Zählpixel ungefragt nach – Privacy-affine Nutzer sollten das in den Einstellungen umgehend abschalten. In unseren Tests machte AltaMail nicht den stabilsten Eindruck, stürzte gelegentlich ab und riss dabei Mailentwürfe mit in den Abgrund.

- ↑ großer Funktionsumfang
- ↓ überladenes Design
- ↓ instabil

Preis: kostenlos,
Pro-Funktionen 10 Euro/Jahr



Canary

Schlicht und hell begrüßt Canary seine Nutzer. Der Client kommt Apples Mail-App optisch am nächsten. Gut lesbar erscheinen die Mails in der aufgeräumten Bedienoberfläche. Man kann sie anpinnen oder sich an einem bestimmten Zeitpunkt wieder vorlegen lassen. Die iPad-Version bietet kein optimiertes Layout, sondern wirkt eher wie eine hastig auf Querformat umgestaltete iPhone-App.

Eine nette Idee: Bunte Kacheln im Fensterkopf helfen Neulingen, die automatischen Sortier- und Filterfunktionen kennenzulernen. Viele davon, etwa automatisch generierte Antworten und E-Mail-Vorlagen, gibt es nur im kostenpflichtigen Pro-Abo. Ohne dieses Abo ist Canary auch seines Alleinstellungsmerkmals beraubt, der Ende-zu-Ende-Verschlüsselung mit PGP. Der Client generiert auf dem Gerät ein Schlüssel-paar und legt es im Schlüsselbund ab, oder importiert einen bestehenden Schlüssel über den Dateitransfer.

Mit der jüngst zugefügten Funktion „SecureSend“ soll man zudem verschlüsselt mit Empfängern kommunizieren können, die kein PGP beherrschen. Die läuft dann über die Server der indischen Firma Mailr Tech, die Canary entwickelt. Genauso übrigens wie die Lesebestätigungen, die Canary ungefragt mit einem unsichtbaren Pixel in verfasste Mails einbaut. Dieses unschöne Detail relativiert den ansonsten guten Eindruck, den der Client abgibt.

- ↑ innovative Funktionen
- ↑ PGP-Unterstützung
- ↑ gelungene Einstiegshilfe

Preis: kostenlos, Pro 19,49 Euro/Jahr
(iOS), 34 Euro/Jahr (iOS & Mac)



Outlook

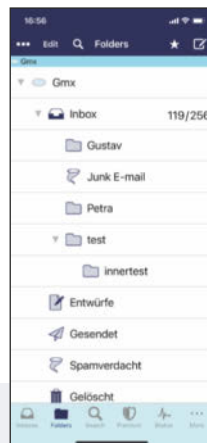
Microsofts iOS-Mail-App wendet sich hauptsächlich an Exchange-Kunden. IMAP-Konten beherrscht sie aber ebenfalls tadellos. Die iOS-Integration ist jedoch lückenhaft: Outlook synchronisiert weder Kontoinformationen über iCloud mit anderen Geräten noch unterstützt seine Kennwortfelder die iOS-Schlüsselbundverwaltung.

Für Datenschützer war die App lange ein rotes Tuch, weil Microsoft eine für einen Mailclient ungewöhnliche Infrastruktur gebaut hatte: Die App kontaktierte nicht direkt den Mailserver, sondern überließ diese Aufgabe einem Microsoft-Server, dem sie dafür die Zugangsdaten ohne Wissen des Nutzers zuvor übergeben hatte. 2019 konnten wir dieses Verhalten in den Logs eines Mailservers nachvollziehen. Beim aktuellen Test im Dezember 2022 ergab sich ein anderes Bild. Wie es sich für einen Mailclient gehört, baut die App selbst die Verbindung zum Mailserver auf.

Der Funktionsumfang ist sehr überschaubar: Die App kann IMAP-Ordner anzeigen, aber nicht verwalten. Die Inbox ist zweigeteilt: Der „Relevant“-Reiter umfasst anfangs Mails von Kontakten aus dem Adressbuch und soll im Laufe der Zeit lernen, welche Unterhaltungen für den Anwender relevant sind. Hilfreich auf kleinen Smartphone-Tastaturen: Seit Mitte 2022 enthält die App den „Microsoft-Editor“, der beim Verfassen von Mails Tipps zur Rechtschreibung, Grammatik und den Schreibstil gibt.

- 🟢 kostenlos nutzbar
- 🟢 gute Exchange-Unterstützung
- 🔴 schlechte iOS-Integration

Preis: kostenlos



Preside

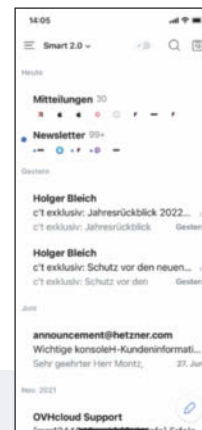
An die leicht aus der Zeit gefallene Optik von Preside muss man sich gewöhnen. Dann offenbart sich eine App voller nützlicher Werkzeuge. IMAP- wie Exchange-Server unterstützt der englischsprachige Client vollständig. Preside zeigt jede hierarchische Ordnerstruktur an, derer die App habhaft wird: Verschachtelte IMAP-Folder, Kalender und Erinnerungen klinkt sie in einen Verzeichnisbaum ein; diese erscheinen beim Antippen in Einzel- oder Sammelansichten.

Preside bietet ein Baukastensystem für E-Mail-Vorlagen an: Begrüßung, Verabschiedung und Signatur setzt man einmal auf und stellt sie nach Bedarf zusammen. Pro Account darf man außerdem mehrere Identitäten mit eigenen Signaturen anlegen. In den fein granulierten Einstellungen kann man diverse vordefinierte „intelligente Ordner“ aktivieren. Wem das noch nicht genügt, der erstellt sich „Smart Folder“ mit eigenen Regeln.

Wer einen Überblick gewonnen hat, schaltet die Einstellungen auf „Advanced“ um. Die Entwickler sagen selbst, dass es hier bisweilen „fairly esoteric“ in die Details geht. Praktisch: Die Settings lassen sich als verschlüsseltes Archiv herunterladen und in andere Geräte importieren. Im Premium-Abo ist es sogar möglich, ganze Ordnerhierarchien von Konto zu Konto zu kopieren – eine Funktion, die man eigentlich nur von Desktop-Clients kennt.

- 🟢 großer Funktionsumfang
- 🟢 weitgehend kostenlos nutzbar
- 🔴 altbackene Oberfläche

Preis: kostenlos,
Pro-Funktionen 30 Euro/Jahr



Spark

Aus dem Reigen der Mail-Apps für iOS schert Spark aus – zum einen, weil es besonders hübsch und durchdacht gestaltet ist. Zum anderen, weil der Schwerpunkt im Teamwork liegt: Mit Spark können mehrere Anwender ein E-Mail-Konto gemeinsam betreuen. Sie greifen dafür auf eine gemeinsame Inbox zu, tauschen sich via Chat zu eingegangener Post aus und entscheiden dann beispielsweise, wer antworten soll.

Der Haken an der Sache: Die Gruppe organisiert sich technisch über den Cloudservice des Spark-Anbieters, der ukrainischen Firma Readdle. Während die App etwa bei Gmail-Konten lediglich Authentifizierungstokens auf dem einzelnen Gerät speichert, überträgt Spark für IMAP- und Exchange-Konten die Zugangsdaten komplett in die Cloud – laut eigener Aussage verschlüsselt und damit DSGVO-konform. Einige Teamfunktionen gibt es nur in der mit 70 Euro pro Jahr teuren Pro-Version.

Die Filter von Spark sind bereits vom Start weg aktiv. Sie sortieren Mail im Posteingang in Kategorien, beispielsweise „Mitteilungen“ und „Newsletter“ zu sogenannten Karten. Dies funktionierte im Test zuverlässig. In der Voreinstellung lädt der Client externe Elemente wie Bilder nach – das lässt sich in den Einstellungen immerhin abstellen. Die im Oktober 2022 veröffentlichte Version 3 der App produzierte gelegentlich noch Darstellungsfehler.

- 🟢 ausgefeilte Team-Funktionen
- 🟢 gelungenes Interface
- 🔴 IMAP-Daten auf Anbieter-Server

Preis: kostenlos,
Pro-Funktionen 70 Euro/Jahr

bieten, um den täglichen Umgang mit Nachrichten zu vereinfachen. Ein besonderes Augenmerk haben wir auf Funktionen gelegt, die speziell auf kleinen Smartphone-Displays die Arbeit erleichtern – beispielsweise Wischgesten, Kürzel und automatisch generierte Antwortvorschläge.

Außer Preside sind alle Clients im Testfeld in deutscher Sprache erhältlich. Bei der Übersetzung hapert es bei mehreren Apps allerdings: Canary und Alta-Mail weisen an manchen Stellen Lücken oder Fehler auf, Airmail ist in weiten Teilen unzureichend eingedeutscht – die

Übersetzung war in der uns vorliegenden Version an vielen Stellen nahezu unbrauchbar.

Wie in unseren vergangenen Tests von E-Mail-Clients haben wir anhand des bewährten Privacy-Testers (emailprivacy-tester.com) geprüft, wie gut sich die Kan-

iOS-Mailclients

Programm	Airmail	AltaMail	Canary	Mail	Outlook	Preside	Spark
Hersteller	Bloop	EuroSmartz	Mailr Tech	Apple	Microsoft	GoodHumans	Readdle
Website	airmailapp.com	mobile.eurosmartz.com/products/altamail.html	canarymail.io	apple.com	microsoft.com	preside.io	sparkmailapp.com
Version	5.6.3	7.6.3	3.76	iOS 16.2	4.2247.0	2.8.7	3.0.6
Systemanforderungen	i(Pad)OS ab 13	i(Pad)OS ab 9	i(Pad)OS ab 11	i(Pad)OS ab 16	i(Pad)OS ab 15	i(Pad)OS ab 12	i(Pad)OS ab 13.4
Win / Android / Mac	– / – / ✓	– / – / ✓	✓ / ✓ / ✓	– / – / ✓	✓ / ✓ / ✓	– / – / –	✓ / ✓ / ✓
Mailprotokolle							
POP3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	–
IMAP	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Exchange	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Lesen & Sortieren							
Priorisierende Inbox	✓	✓	✓	✓	✓	–	✓ (Pro)
Filter	✓	✓	✓ (nicht editierbar)	–	✓ (nicht editierbar)	✓	–
Intelligente Sortierung	✓	✓	✓	–	–	–	✓
Spamfilter	✓	✓	✓	–	–	✓	✓
Anheften / Favorit / Fahne	– / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓	✓ / – / –	– / – / ✓	– / – / ✓	– / – / ✓	– / – / –
Regeln	✓	✓	–	–	–	✓	–
Wiedervorlage	✓ (Pro)	–	✓	✓ (iOS 16)	–	✓	✓
Als PDF exportieren (Bearbeiten)	✓ (Pro)	–	–	–	–	–	–
Verfassen							
Signaturen	✓ (HTML)	✓ (Text)	✓ (HTML)	1 pro Konto (Text)	1 pro Konto (HTML)	✓ (HTML, Text)	✓ (HTML, Text)
Vorlagen	✓ (Pro)	✓	✓ (Pro)	–	–	✓	✓ (Pro)
Automatisch generierte Antworten	–	–	✓ (Pro)	–	–	–	–
Zeitversetzter Versand	✓ (Pro)	✓	–	✓	–	–	✓
Versand großer Dateien	–	–	–	MailDrop	DropBox, Google Drive, OneDrive	–	Spark Cloud
Bedienung							
Passwortschutz	✓	✓	✓	–	–	–	✓
dt. Übersetzung	teilweise	weitestgehend	✓	✓	✓	–	✓
Tastaturkürzel	✓	✓ (nicht änderbar)	✓ (nicht änderbar)	✓ (nicht änderbar)	✓ (nicht änderbar)	✓ (nicht änderbar)	✓ (nicht änderbar)
Wischgesten (davon konfigurierbar)	10 (alle)	8 (alle)	4 (alle)	4 (2)	2 (beide)	4 (alle)	4 (alle)
Systemfunktionen							
Import von iOS-Konten	–	–	–	✓	–	–	–
iCloud-Sync App-eigener Konten & Einstellungen	✓ (Import ohne Kennwort)	✓	✓	✓	–	–	✓
iOS-Schlüsselbund-Support	✓	–	✓	✓	–	–	✓
Fokus-Modi	✓	–	–	✓	✓	–	–
Sicherheit							
Transportverschlüsselung	SSL/StartTLS	SSL/StartTLS	SSL/StartTLS	SSL/StartTLS	SSL/StartTLS	SSL/StartTLS	SSL/StartTLS
Ende-zu-Ende-Verschlüsselung	–	–	PGP	S/MIME	S/MIME	S/MIME	–
Bewertung							
Bedienung	⊕	⊖⊖	⊕	⊕⊕	⊕	○	⊕⊕
Funktionsumfang	⊕⊕	⊕	○	○	○	⊕⊕	⊕
Security & Privacy	⊖⊖	○	⊕	⊕	○	⊕	⊖
Preis	kostenlos, Pro-Funktionen 20,49 €/Jahr	kostenlos, Pro-Funktionen 10 €/Jahr	kostenlos, Pro-Funktionen 19,49 €/Jahr (iOS), 34/Jahr (iOS & Mac)	kostenlos, vorinstalliert	kostenlos	kostenlos, Pro-Funktionen 30 €/Jahr	kostenlos, Pro-Funktionen 70 €/Jahr
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden							

didaten bei Angriffen auf die Privatsphäre ihrer Anwender verhalten. Der Tester versendet Mails mit allen möglichen Tracking- und Phishing-Mechanismen und registriert serverseitig, wie die Clients reagieren, wenn sie die Mails im Posteingang verarbeiten. Besonders anfällig waren Airmail, Canary und Apples Mail-App. Outlook und Spark stachen in dieser Hinsicht positiv hervor.

Outlook lässt sich als einzige der Apps ohne Einschränkungen kostenlos nutzen. Die fünf anderen haben in den vergangenen Jahren allesamt auf das „Freemium“-Modell umgestellt: Nur die Basisfunktionen erhält man kostenfrei, alles andere gibt es erst gegen Abschluss eines Monats- oder Jahresabonnements (siehe Tabelle).

Man mag diese In-App-Abos kritisieren. Doch gilt es zu bedenken, dass für Hersteller von iOS-Apps derzeit kaum eine andere Möglichkeit existiert, dauerhaft vom Vertrieb ihrer Produkte leben zu können. Apple sieht nicht vor, dass sie beispielsweise für Sicherheits-Updates oder Funktions-Upgrades über den Store Geld verlangen können.

Fazit

Die alternativen Mailclients für iOS beziehungsweise iPadOS beheben viele der angesprochenen Defizite von Apples Mail-App – allerdings jede mit anderen Schwerpunkten. Anwender, auf die täglich große Mengen von Nachrichten einströmen, werden die tollen Filtermöglichkeiten von Airmail schätzen. Eine priorisierende Inbox und selbstlernende Vorsortierung nehmen schon einmal viel Arbeit ab. Außerdem hilft Airmail mit Vorlagen sowie einer Wiedervorlage-Funktion beim Mailalltag.

Ähnlich mächtig wie Airmail zeigte sich auch das – etwas altbacken gestaltete – Preside. Der Client verzichtet allerdings auf „KI“ und lässt den Anwender seine Filter und Automatisierungen selber bauen. Wünschen Sie sich also ein echtes Arbeitstier, das praktischerweise auch auf älteren Geräten flott unterwegs ist, sollten Sie sich Preside näher ansehen.

Canary kommt dem Look & Feel der Apple-App am nächsten. Die App bietet neben einigen anderen Vorteilen vor allem ein echtes Alleinstellungsmerkmal im iOS-Kosmos: Sie integriert Ende-zu-Ende-Verschlüsselung mit PGP perfekt – inklusive der Möglichkeit, Schlüsselpaare zu importieren. Nutzen Sie also



Ist das eigene PGP-Schlüsselpaar importiert, verschlüsselt Canary E-Mails auf Wunsch vorm Versenden.

PGP oft und regelmäßig und wollen auch unterwegs verschlüsselt mailen, führt unter iOS derzeit an Canary eigentlich kein Weg vorbei.

Etwas aus dem Rahmen fällt das vor allem in kleinen Unternehmen beliebte Spark. Die App ist als Teamplayer konzipiert, ihre Stärke liegt in den Gruppenfunktionen. Möchten Sie also etwa über eingegangene Mails mit Arbeitskollegen im Chat diskutieren und Tasks gegenseitig delegieren, ist Spark die App der Wahl. Allerdings finden wir 70 Euro pro Jahr für jede Installation schon recht happig.

Sämtliche der getesteten iOS-Apps – auch die von Apple – haben an manchen Stellen Schwierigkeiten damit, ihren Funktionsumfang auf dem kleinen iPhone-Display angemessen zu präsentieren – noch dazu ohne physische Tastatur als Interface. Nehmen Sie sich also etwas Zeit, die Menüstruktur zu durchschauen und Optionen zu finden: Sie werden es nicht bereuen. (hob@ct.de) **ct**

So bringen Sie Ihr Linux auf die Straße



**Heft + PDF
mit 29 % Rabatt**

Bei Linux bekommen Sie kein starres Komplettpaket. Dieser c't Linux-Guide erklärt, wie Sie das für Sie optimale Linux bekommen. Die Profis unter Ihnen erfahren, wie Sie Ihr Wunschesystem im Griff behalten.

- ▶ Linux neben Windows installieren
- ▶ Linux-Zukunft mit dem Wechsel von X zu Wayland
- ▶ Private Dateien verschlüsseln
- ▶ Software installieren und Updates im Griff behalten
- ▶ Überblick mit dem c't Linux-Netzplan – im heise Shop auch als A2-Poster im Bundle mit 34 % Rabatt erhältlich

**Heft für 14,90 € • PDF für 12,99 €
Bundle Heft + PDF 19,90 €**

shop.heise.de/ct-linuxguide22

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 20 €. Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.



Musikalischer Zehnkampf

Zehn günstige Audio-Interfaces mit USB-C im Test

Mit einem Audio-Interface schließen Sie Lautsprecher, Kopfhörer, Mikrofone, Gitarren und Synthesizer an Rechner und Mobilgeräte an. Wir testen zehn günstige Modelle mit USB-C, die ohne Netzteil auskommen. Für kleines Geld bekommen Sie bereits überragend klingende Geräte und immerhin zwei Interfaces bleiben ohne Patzer.

Von Hartmut Gieselmann

Audio-Interfaces sind universelle Schaltzentralen, die Rechner und Mobilgeräte mit verschiedenen Audio-Geräten verbinden: Kopfhörer mit großem Klinkenstecker, aktive Lautsprecher, elektrische Gitarren zur Direktaufnahme, Mikrofone für Podcasts und Gesang sowie Synthesizer und andere Geräte mit Line-Ausgängen. Dank der analogen Regler am Interface stellen Sie die Lautstärken für Wiedergabe und Aufnahme bequem ein.

Für diesen Test wählten wir zehn USB-C-Modelle aus mit jeweils zwei Ein- und Ausgängen, die für Stereosignale nötig sind. Dazu gehören Modelle der Hersteller Arturia, Focusrite, MOTU, M-Audio, Presonus, SSL, Steinberg, Tascam und Universal Audio. Einzig das iD14 von

Audient wartet mit vier Ausgängen sowie einem zusätzlichen TOSLink-Eingang auf. Die Preise reichen rund von 120 bis 210 Euro. Darüber hinaus bieten die Hersteller weitere Modelle der selben Reihe mit anderen Kanalbestückungen an, deren Preise 95 bis 600 Euro umfassen. In der Tabelle auf Seite 140 haben wir sie als Alternativen aufgeführt.

Anschluss und Treiber

Alle Modelle lassen sich „class compliant“ per USB-C oder USB-A ohne weiteres Netzteil anschließen. Class compliant meint: Unter macOS, Linux, iOS und vielen Android-Geräten werden die Interfaces automatisch erkannt, ohne dass Sie weitere Treiber installieren müssen. Für

Windows bieten die Hersteller ASIO-Treiber an. Bei manchen Modellen stellen die Hersteller zusätzliche Treiber für macOS bereit, die die Signalverarbeitung beschleunigen – dazu später mehr.

Sollte die Stromversorgung am USB-Anschluss Ihres Mobilgeräts weniger als 500 mA liefern (etwa an älteren iPads mit Camera Connection Kit), können Sie bei den Modellen von Steinberg, Tascam und Universal Audio Netzteile (5 Volt, 500 mA) anschließen, die jedoch nicht mitgeliefert werden. Alle Interfaces mit Ausnahme der Geräte von Audient, Focusrite und Universal Audio laufen sogar alleine ohne Rechner, sobald sie über ihre USB-Buchse Strom bekommen.

Die Line-Ausgänge der Geräte sind stets als symmetrische Klinken (TRS) ausgeführt, sodass Sie auch längere Strecken zu aktiven Lautsprechern ohne störende Einstreuungen durch Handys & Co. verkabeln können. MOTU bietet zusätzliche Cinch-Ausgänge mit asymmetrischer Signalführung, die sich allenfalls für kurze Verbindungen zu Hi-Fi-Anlagen eignen.

Die Eingänge sind stets als Kombibuchsen ausgeführt: Mikrofone schließen Sie per XLR an. Für Kondensator-Mikrofone können Sie eine Spannung von 48 Volt hinzuschalten. Dynamische Mikrofone kommen ohne Phantomspeisung aus, liefern aber deutlich geringere Pegel, sodass Sie die Gain-Regler am Interface weiter aufdrehen müssen.

Geräte mit Line-Ausgang wie Hi-Fi-Geräte oder Synthesizer schließen Sie per Klinken an – entweder symmetrisch oder unsymmetrisch. Ebenso können Sie elektrische Gitarren und Bässe einstöpseln. Manchmal sind die Anschlüsse als separate Buchsen ausgeführt, manchmal müssen Sie einen Schalter für „Inst.“ oder „HiZ“ betätigen. An den Modellen von Audient und Steinberg können Sie nur eine Gitarre anschließen, an den übrigen Geräten zwei.

Die Modelle von Arturia, MOTU, M-Audio, Presonus, Steinberg, Tascam und Universal Audio bieten zudem einen Ein- und Ausgang für MIDI-Signale an, mit dem Sie etwa Synthesizer und manche Gitarren-Effekte steuern können. Wer für Podcasts & Co. Signale von Apps aufzeichnen will, freut sich zudem über die eingebaute Loopback-Funktion, die die Aufnahme von Rechnersignalen vereinfacht. Sie fehlt allerdings den Modellen von M-Audio, SSL und Universal Audio.



Arturia MiniFuse 2

Gehäuse und Drehregler des kleinen, in Schwarz oder Weiß erhältlichen Interfaces sind nicht ganz so solide verarbeitet wie die der Modelle von Focusrite und MOTU. Die Regler reagieren schwammig und Einstellungen sind mangels Skala kaum reproduzierbar.

Als einziges Interface leitet das MiniFuse den USB-Anschluss durch. An der A-Buchse angeschlossene Geräte versorgt es mit bis zu 250 mA Strom. Das genügt für iLok-Sticks oder MIDI-Keyboards.

Die volle Sample-Rate von 192 kHz stand erst nach einem Firmware-Update auf Version 1.0.5 mit dem MiniFuse-Control-Center bereit. Das Update erweiterte auch die interne Zahl der Kanäle von zwei auf vier. Die virtuellen Ein- und Ausgangskanäle Nummer drei und vier erlauben die Loopback-Aufzeichnung einzelner Apps.

Die Klangqualität bei der Wiedergabe ist Durchschnitt. Bei den Aufnahmen hält sich der Rauschpegel zwar im Mittelfeld, die Höhen sackten oberhalb von 5 kHz aber um bis zu 2,5 Dezibel ab. Die Latenzen fallen relativ hoch aus, insbesondere der ASIO-Treiber für Windows lässt zu wünschen übrig.

- 🟢 USB-Hub mit 250 mA
- 🟢 4 Software-Kanäle für Loopback
- 🔴 schwammige Regler
- 🔴 hohe Latenz unter Windows

Preis: 139 Euro

Audio-Messungen

In puncto Wiedergabelautstärke haben alle Audio-Interfaces genügend Reserven und liefern Pegel, die weit über die in Studios üblichen +4 dBu hinausgehen. Ebenso sind die Kopfhöreranschlüsse selbst für hochohmige Modelle mit geringem Wirkungsgrad laut genug. Einzige Ausnahme: Das Modell von M-Audio fängt bereits ab einem Ausgabepegel von 2,2 dBu an zu klirren, sodass man den Regler nicht jenseits der „6“ auf-



Audient iD14 MKIID

Das Metallgehäuse des iD14 ist stabil verarbeitet. Ein gerasteter Endlosregler stellt die Lautstärke digital ein, bei unserem Modell wackelte er jedoch stark.

Neben den zwei analogen Eingangsbuchsen besitzt das iD14 einen TOSLink-Eingang, um weitere digitale Kanäle aufzunehmen – zwei im PCM-Format oder acht per ADAT. Um zwischen den sechs internen Software-Ausgängen umzuschalten, den Kopfhörer auf einen anderen Kanal zu routen oder die Eingangssignale bei der Aufnahme abzuhören, kommt man um die Installation des iD-Software-Mixers für Windows oder macOS nicht herum. Dieser erlaubt auch Loopback-Aufnahmen auf separaten Spuren. Die Pegel kann man zwar digital einstellen, aber leider keine exakten Dezibelwerte eintragen, was die umständliche Bedienung weiter erschwert. Die Latenzen lagen im guten bis mittleren Bereich.

Die Klangqualität der Ein- und Ausgänge ist hingegen absolute Spitze. Kein anderes Interface erreichte eine derart gute Dynamik bei der Wiedergabe und Line-Aufnahme. Einzig bei den Mikrofonen schnitt das Tascam-Modell etwas besser ab.

- 🟢 exzellente Ein- und Ausgänge
- 🟢 viele Kanäle
- 🔴 umständlicher Software-Mixer
- 🔴 wackeliger Lautstärkereger

Preis: 211 Euro

drehen sollte. Für die Messungen haben wir stets den maximal möglichen Pegel ohne Klirr eingestellt. In der Tabelle auf Seite 140 geben wir an, zu wie viel Prozent wir die Lautstärkereger für Lautsprecher und Kopfhörer dazu aufdrehen konnten.

Wichtigster Parameter zur Beurteilung der Klangqualität ist die Dynamik, die den Abstand zwischen dem lautesten Nutzsignal und dem Grundrauschen des Verstärkers beschreibt. Bei der Wiedergabe



Focusrite Scarlett 2i2

Das kleine rote Metallkästchen ist sauber verarbeitet, bei Aufnahmen zeigt ein Leuchtring um die Gain-Regler den Eingangspegel an (grün, gelb, rot). Ein Taster entscheidet, ob man das zum PC-Signal hinzugemischte Aufnahmesignal der beiden Kanäle in Mono oder Stereo abhört. Ein Druck auf die AIR-Taste schaltet einen linear verlaufenden Rampenfilter ein, der die höchsten Frequenzen bei 20 kHz um etwa 4 Dezibel stärker betont als die tiefsten Frequenzen bei 20 Hz. Aufnahmen klingen dadurch heller. Diesen Effekt erzeugt bei Bedarf aber auch ein Software-Equalizer nachträglich.

Erst nach Installation der Focusrite Control-App und dem Firmware-Update auf Version 1605 unterstützte das Interface Sample-Raten bis 192 kHz. Der Treiber erlaubt darüber hinaus Loopback-Aufnahmen und glänzt unter Windows und macOS mit relativ kurzen Latenzen. Die Dynamik bei der Wiedergabe lag im Mittelfeld und sollte für die meisten Anwendungen genügen. Gleiches gilt für die Aufnahmen per Mikrofon oder Line-in, auch wenn ihr Frequenzgang bei den tiefsten und höchsten Frequenzen um bis zu 1,5 Dezibel leicht absackte.

- ↑ gut verarbeitetes Gehäuse
- ↑ einfache Bedienung
- ↑ kurze Latenzen
- ↓ keine MIDI-Anschlüsse

Preis: 159 Euro



MOTU M2

Das kompakte Kästchen ist mit seinen Metallehrehöpfen exzellent verarbeitet und übersichtlich zu bedienen. Ein praktisches Farbdisplay zeigt stets die Ein- und Ausgangspegel an, sobald sie die -60-dBFS-Marke überschreiten. Zwei Monitortasten leiten das Input-Signal direkt an den Ausgang weiter.

Installiert man die exzellent programmierten Treiber von MOTU, so halbieren sich die Latenzen gegenüber dem Standard-USB-Modus nahezu. Zudem stehen mit dem MOTU-Treiber sechs statt zwei Eingangskanäle zur Verfügung. Sie erlauben die Aufnahme des PC-Ausgangssignals mit und ohne analogem Eingangssignal.

Die Klangqualität am Line- und Kopfhörer-Ausgang ist exzellent und erreicht hinter dem Audient-Modell die zweitbeste Dynamik im Test. Leider schneiden die Eingangskanäle unterschiedlich ab: Der linke Kanal rauschte um 11 Dezibel lauter als der rechte, als ob er mangelhaft isoliert worden wäre. In puncto Dynamik landeten die Mikrofonverstärker lediglich im Mittelfeld, Frequenzen unterhalb von 50 Hz wurden bei Aufnahmen leicht um bis zu 1,5 Dezibel gedämpft.

- ↑ sehr gute Verarbeitung
- ↑ tolle Wiedergabequalität
- ↑ sehr kurze Latenzen
- ↓ ungleiche Eingangskanäle

Preis: 204 Euro



M-Audio AIR 192/6

Das schwarze Pult ist sehr solide verarbeitet. Die großen Regler reagieren feinfühlig. Allerdings zieht die hochglanzpolierte Oberfläche Fingerabdrücke an.

Der Kopfhörerverstärker arbeitet nur bis zu einer Ausgangsspannung von etwa einem Volt sauber. Dreht man den Regler jenseits Stufe 6, fängt er hörbar an zu klirren und gibt Impulse unsauber wieder.

Ebenso sind die Eingangspotentiometer schlecht abgestimmt. Für eine gleichmäßige Aussteuerung eines Line-In-Signals mussten wir einen Regler auf Stufe 6, den anderen auf Stufe 7 einstellen. Davon abgesehen liefern die Mikrofonverstärker jedoch ordentlich Leistung und peppen selbst schwache Signale von dynamischen Mikrofonen auf, ohne laut zu rauschen.

Ein Drehregler mischt ihr Eingangssignal mit dem PC-Ausgangssignal. Abhören kann man die Mikrofoneingänge jedoch nur in Mono. Die Latenzen des Treibers fallen relativ hoch aus, Loopback-Aufnahmen unterstützt er nicht.

- ↑ solide Regler
- ↑ kräftige Mikrofonverstärker
- ↓ klirrender Kopfhörerausgang
- ↓ hohe Latenzen

Preis: 122 Euro

erreichen alle Interfaces Werte über 100 dBA, rauschen also weniger als eine Audio-CD mit einer rechnerischen Dynamik von 96 Dezibel. Die besten Modelle von Audient und MOTU liegen sogar bei rund 120 dBA und genügen damit selbst höchsten Ansprüchen von Audiophilen. Während die Frequenzgänge bei der Wiedergabe linear blieben, tauchten bei der Aufnahme manchmal leichte Abweichungen auf (siehe Testkästen).

Bei der Aufnahme hängt die Dynamik stark von der nötigen Eingangsverstärkung ab. Line-Signale im Bereich von etwa 0,5 bis 1,0 Volt benötigen kaum Verstärkung, sodass die Aufnahmen deutlich weniger rauschen als bei Mikrofonen. Die besten Ergebnisse erzielten die Modelle von Audient und Tascam mit Dynamikwerten jenseits der 102 dBA. Das MOTU M2 patzte hingegen und kam bei einem der beiden Kanäle nicht über 92 dBA hinaus.

Dynamische Mikrofonkapseln liefern oft nur wenige Millivolt und benötigen wie etwa beim bekannten Shure SM7B bis zu 70 Dezibel Verstärkung. Kondensator-Mikrofone liefern hingegen höhere Pegel und kommen mit 30 bis 40 Dezibel Verstärkung aus.

In der Tabelle auf Seite 140 führen wir die minimalen Eingangspegel auf, die die Interfaces noch bis zu einem digitalen Maximalpegel von 0 dBFS verstärken



Presonus Studio 24c

Die Metallbox ist an sich solide verarbeitet, die fünf Drehregler an der Front liegen aber zu dicht beieinander, so dass man sie nur mit spitzen Fingern bedienen kann. Immerhin drehen sie sich nicht so schwammig wie beim Arturia MiniFuse.

Die Mikrofonverstärker sind etwas schwächer als bei den übrigen Modellen und haben nicht genügend Boost für pegelschwache dynamische Mikrofone wie das Shure SM7B. Mit einem Kondensatormikrofon wie dem Rode M3 rauschen die Verstärker jedoch erstaunlich wenig und erlauben gute Aufnahmen. Direkt abzuhören sind die Eingangssignale bei der Aufnahme nur in Mono, ein Regler bestimmt das Mischungsverhältnis mit dem PC-Signal.

Loopback-Aufnahmen sind nur unter Windows möglich. Die Latenzen der Treiber liegen im mittleren bis guten Bereich, ebenso wie die Wiedergabe- und Aufnahmequalität des Interfaces. Ein echtes Highlight ist die mitgelieferte DAW Studio One Artist, die Musikproduktionen ohne Begrenzung der Kanäle erlaubt und neben den internen Effekten auch externe Plug-ins einbinden kann.

- 👍 tolle DAW Studio One Artist
- 👍 gute Klangqualität
- 👎 schwache Mikrofonverstärker
- 👎 fummelige Bedienung

Preis: 122 Euro



SSL 2

Layout und Regler erleichtern die tägliche Arbeit. Die Positionen der kleinen Eingangswahlschalter sind jedoch schlecht zu sehen.

Für macOS liefert SSL keine Treiber, sodass man dort im Standard-USB-Modus mit seiner durchschnittlichen Latenz arbeiten muss. Der ASIO-Treiber für Windows gehörte zu den langsamsten im Test und lief nur mit einer Puffergröße von 128 Samples störungsfrei. Loopback-Aufnahmen unterstützt er nicht.

Die Mikrofonverstärker sind die stärksten im Test und peppten selbst schwache Pegel dynamischer Mikrofone auf. Voll aufgedreht lieferte der rechte Eingangskanal 2 Dezibel mehr als der linke, was auf eine schlechte Selektierung der Eingangsverstärker schließen lässt. Zudem schlug der Frequenzgang im Bassbereich leichte Wellen. Der zuschaltbare 4K-Modus hebt Frequenzen oberhalb von 1 kHz um etwa 2 Dezibel an und sättigt das Signal mit harmonischen Verzerrungen, so dass es lauter und durchsetzungsfähiger wirkt. Die Wiedergabequalität und Aufnahme von Line-Pegeln war ansonsten überdurchschnittlich gut.

- 👍 gute Bedienung und Klangqualität
- 👍 kräftige Mikrofonverstärker
- 👎 hohe Windows-Latenzen
- 👎 kein MIDI, kein Loopback

Preis: 199 Euro



Steinberg UR22C

Das UR22C ist das einzige Audio-Interface im Testfeld, das die Geschwindigkeit von USB 3.1 ausnutzt. Aus Kompatibilitätsgründen läuft es auch per USB 2.0. In das Interface hat Steinberg einen DSP-Chip eingebaut, der latenzfreie Effekte während der Aufnahme ermöglicht. Die zugehörige App dspMixFx bringt einen Channel-Strip mit Kompressor und Equalizer, vier Amp-Simulationen für Gitarrenaufnahmen sowie einen parametrischen Hall mit.

Die Klangqualität ist exzellent. Zur Steuerung aus einer DAW heraus stehen VST3-Plug-ins parat. Ein kleiner Software-Mixer erlaubt Loopback-Aufnahmen vom PC.

Steinberg wartet mit sehr guten Treibern auf, die insbesondere im ASIO-Modus unter Windows extrem kurze Latenzen erlauben. Das Rauschverhalten der Mikrofonverstärker könnte allerdings etwas besser sein. Auch die Dynamik bei Line-Pegeln ist lediglich befriedigend. Für typische Rock- oder Pop-Produktionen sollten sie jedoch genügen.

Größtes Manko ist die fummelige Bedienung der kleinen Drehregler – das Modell UR24C für 205 Euro bietet mehr Platz, ist aktuell aber kaum lieferbar.

- 👍 tolle latenzfreie DSP-Effekte
- 👍 kürzeste Windows-Latenzen
- 👎 fummelige Bedienung
- 👎 Eingänge nicht rauscharm

Preis: 155 Euro

konnten. Die zugehörige Dynamikangabe beschreibt den bei dieser Verstärkung vorhandenen Rauschpegel – je niedriger er ist, umso besser. Für dynamische Mikrofone mit niedrigem Pegel liefern die Modelle von M-Audio und SSL die höchsten Verstärkungen. Die Mikrofonvorverstärker von Presonus sind hingegen deutlich schwächer, rauschen aber auch vergleichsweise weniger. Am besten schneiden hier die Modelle von Tascam, M-Au-

dio und Audient ab. Die Verstärker von Steinberg rauschten hingegen am lautesten, sodass man das Interface nur für Mikrofone mit hohem Ausgangspegel verwenden sollte.

Latenzen

Beim Musizieren wollen Sie bei einer Aufnahme Ihre Stimme oder Ihr Instrument zur Kontrolle gleich abhören. Dazu muss das Audio-Interface das Signal möglichst

ohne Verzögerung (Latenz) ausgeben – sonst kommen Sie unweigerlich aus dem Takt. Alle Geräte bieten ein sogenanntes „Direct Monitoring“, um die Eingangssignale direkt abzuhören. Das klappt verzögerungsfrei, weil das Signal dabei nicht erst durch den Rechner wandert. Bei den Modellen von Focusrite, MOTU und Universal Audio mischt ein Schalter das direkte Aufnahmesignal zum Signal vom Rechner hinzu. Bei den übrigen Modellen stel-



Tascam US-2x2HR

Das Tascam US-2x2HR hat ähnlich kleine Drehregler wie das Presonus 24c, allerdings liegen sie weiter auseinander und sind dadurch etwas einfacher zu bedienen. Der Lautstärkeregler liefert bereits bei 3/4 des Maximalwerts einen Ausgangspegel von 20 dBu. Sie sollten ihn nicht weiter aufdrehen, weil es sonst klirrt.

Die Klangqualität ist sowohl am Line-Ausgang als auch am Kopfhörer überdurchschnittlich gut. Highlight sind die kräftigen Mikrofonverstärker, die mit den niedrigsten Rauschpegeln im Testfeld aufwarten. Auch bei Line-Pegeln liefern sie exzellente Aufnahmen.

Die mitgelieferten Treiber für Windows und macOS überzeugen durch relativ kurze Latenzen. Zudem erlauben sie die Umleitung des PC-Ausgangs für Loopback-Aufnahmen und schalten das Abhörsignal der Eingänge auf Mono, damit man sie nicht nur auf dem rechten oder linken Ohr hört.

Einzig das Software-Paket fällt im Vergleich zur Konkurrenz etwas mager aus, wartet neben Cubase LE aber immerhin auch mit einem Download-Code für die iPad-Version Cubasis LE auf.

- ↑ rauscharme Mikrofonverstärker
- ↑ gute Klangqualität
- ↑ kurze Latenzen
- ↓ mageres Software-Paket

Preis: 145 Euro



Universal Audio Volt 2

Die beleuchteten Knöpfe sehen nicht nur schick aus, sondern verbessern auch die Übersichtlichkeit. Die Einstellungen behält man stets im Blick. Die Wiedergabequalität am Line- und Kopfhörer-Ausgang ist gut.

Außer dem normalen Aufnahme-Modus hat Universal Audio dem Volt 2 einen zuschaltbaren Vintage-Modus spendiert. Er hebt die Höhen oberhalb von 1 kHz um etwa 2 Dezibel an und sättigt das Signal mit weiteren Obertönen, sodass es sich ähnlich wie bei der 4K-Schaltung von SSL etwas besser im Mix durchsetzt.

Die Mikrofonverstärker arbeiten relativ rauscharm und liegen auf einem ähnlichen Niveau wie bei SSL. Im Vergleich fehlt es ihnen jedoch etwas an Wumms, um auch schwächere Pegel von dynamischen Mikrofonen aufzupäppeln. Lämpchen warnen nicht nur vor Übersteuerungen, sondern leuchten auch auf, sobald ein Signal anliegt.

Um die Treiber zu installieren, muss man sich bei Universal Audio mit einem Nutzerkonto anmelden. Die Latenzen des Interface fallen sowohl unter Windows als auch macOS relativ lang aus und landen am Ende des Testfelds.

- ↑ übersichtliche Bedienung
- ↑ gute Wiedergabequalität
- ↓ sehr hohe Latenzen
- ↓ Treiber verlangen Kunden-Account

Preis: 169 Euro

mehr als 10 Millisekunden werden problematisch. Sie können die Latenzen durch die Wahl einer Puffergröße im Setup Ihrer Audio-Software beeinflussen: Kleinere Puffer bedeuten kürzere Latenzen, belasten aber auch die Rechner-CPU stärker. Zum Test wählten wir in der Software Ableton Live den kleinstmöglichen Puffer, der bei 48 kHz und 80 Prozent CPU-Last noch eine störungsfreie Wiedergabe ermöglicht. Unter macOS musste der Puffer dazu 64 Samples fassen, unter Windows schwankte die Größe je nach Treiber zwischen 32 und 128 Samples.

Um die Latenzen zu kompensieren, meldet jedes Interface die mutmaßliche Verzögerung an die Audio-Software. Das ist beispielsweise relevant, wenn man einen Synthesizer vom Rechner per MIDI ansteuert und sein Audio-Signal aufzeichnet. Stimmen die mitgeteilte und tatsächliche Latenz nicht überein, ist die Aufnahme verschoben und die Musik verliert ihren Groove. Im Setup der Audio-Programme findet sich meist eine Möglichkeit, das manuell auszugleichen.

Im Test haben wir die Abweichungen mit der kostenlosen App RTL Utility von Oblique Audio gemessen. In der Tabelle auf Seite 140 geben wir neben der tatsächlichen Latenz auch die Abweichung vom gemeldeten Wert an. Idealerweise sollten beide Absolutwerte möglichst niedrig ausfallen. Die kürzesten Latenzen erreichten im Test die Modelle von MOTU und Steinberg – letzteres meldete zudem weitgehend korrekte Kompensationswerte.

Software-Beigaben

Die Interfaces liefern abgespeckte Programmversionen von Digital Audio Workstations (DAWs) mit. Zudem liegen unterschiedliche Plug-ins für Effekte bei, die sich in die DAWs einklinken lassen.

Die DAWs eignen sich zur Aufnahme mehrerer Spuren, MIDI-Ansteuerung und Musikproduktion. Die meisten Interfaces liefern Ableton Live Lite mit, eine effizient bedienbare Software, die sich insbesondere zur Arbeit mit Samples und elektronischer Musik, aber auch für andere Musikstile eignet. Die Lite-Version kann allerdings nur acht Spuren mit Audiosignalen oder MIDI-Noten verarbeiten.

Neben Ableton Live legen M-Audio und SSL noch Pro Tools First bei, das der Hersteller Avid jedoch nicht weiter pflegt und das vom kostenlosen Pro Tools Intro abgelöst wurde. MOTU spendiert dem M2 neben Ableton Live eine abgespeckte Ver-

len Sie das Mischungsverhältnis zwischen Direkt- und Rechner-Signal über einen Regler ein.

Eine Besonderheit hat das Modell von Steinberg: Das UR22C besitzt einen internen DSP, der das Eingangssignal mit verschiedenen Effekten verzögerungsfrei bearbeitet. Dazu gehören ein Kompressor und ein Equalizer, Hall sowie vier Gitarren-Amps. Sie können die sehr gut klin-

genden Effekte entweder mit aufnehmen oder nur zum Abhören nutzen und das trockene Signal aufzeichnen.

Wenn Sie zu einem Playback aus dem Rechner spielen, sollte aber auch die sogenannte Round Trip Latenz (RTL) möglichst kurz ausfallen. Sie beschreibt die zeitliche Verzögerung des Signals vom Eingang bis zum Ausgang des Interfaces. Ideal sind weniger als 5 Millisekunden,

Genial verbunden –

Der wertvolle Boost für Ihr Netzwerk!



PLUS
Videokurs
im Wert
von 99,- Euro

Mit komplettem Active-Directory-
ONLINEKURS



Active Directory mit Windows Server 2019
Der Kurs zu Planung, Implementierung und Verwaltung von Active Directory

47 Lektionen: Active Directory mit Windows Server 2019 anschaulich erklärt

- ▶ Prüfen Sie das Gelernte in Wissenstests
- ▶ Fragen beim Experten über das Q&A-Modul
- ▶ Machen Sie mit bei praktischen Übungen
- ▶ Ideal für die Fachinformatiker-Ausbildung

Active Directory beherrschen
Nutzerkonten, Gruppen und Berechtigungen
Windows-PCs mit Gruppenrichtlinien
Domain Controller ausfallsicher betreiben

FritzOS 7.50 ist da
Was das große Gratis-Update bringt
Die beste Fritzbox für Ihren Anschluss
VPN optimal einsetzen

Schwachstellen im Netz finden
SBOM: Wege aus dem NPM-Universum
SIEM: Angriffe in

+ GRATIS Online-Kurs im Wert von 99,- €

Wie baut man in der Firma oder zu Hause leistungsfähige Netzwerke, welche Elemente müssen modernisiert werden, wie hält man sie in Gang? Diese Fragen beantwortet Ihnen das Sonderheft c't Admin 2022.

- ▶ Was das große Gratis-Update FritzOS 7.50 bringt
- ▶ Vernetzen mit Funk und Kabel
- ▶ Glasfaseranschluss richtig auswählen
- ▶ Schwachstellen im Netz finden
- ▶ Active Directory beherrschen
- ▶ inkl. GRATIS-Onlinekurs Active Directory mit 47 Lektionen

Heft für 14,90 € • PDF für 12,99 € • Bundle Heft + PDF 19,90 €



shop.heise.de/ct-admin22

sion des Digital Performer, die 16 Audio- und ebenso viele MIDI-Spuren beherrscht.

Audient und Tascam packen Cubase LE zu ihrem Interface, das immerhin 16 Audio- und 24 MIDI-Spuren arrangieren kann. Steinberg selbst kombiniert sein Interface mit der größeren Version Cubase AI mit doppelt so vielen Spuren. Für iOS liegen Download-Codes für Cubasis LE bei.

Die mit Abstand mächtigste DAW im Gepäck hat jedoch Presonus mit der Artist-Version von Studio One. Sie macht keiner-

lei Beschränkungen bei der Spuranzahl und kann ebenso wie die anderen DAWs externe Plug-ins einbinden. Im Einzelverkauf kostet die DAW sonst 100 Euro, was die Kombination mit dem Studio 24c nicht nur für Einsteiger besonders attraktiv macht.

Fazit

In puncto Klangqualität haben die Modelle von Audient und MOTU die Nase vorn, die ebenso mit kurzen Latenzen überzeugen. Doch beide Interfaces haben ihre Macken: Die Line-Eingänge des MOTU

M2 rauschten ungleich und die Mikrofonverstärker waren nur Mittelmaß. Daher ist das sehr gut verarbeitete Interface ein Tipp für Anwender, die Musik in bester Qualität hören, aber nicht unbedingt aufnehmen wollen.

Das exzellent klingende Audient iD14 wartet mit den meisten Kanälen auf und taugt dank seiner vier Ausgänge selbst für DJs, die mit dem Kopfhörer eine andere Software-Quelle vorhören möchten, während der Haupttrack aus den Lautsprechern tönt. Zur Bedienung muss man jedoch den Software-Mixer hinzuschalten,

Audio-Interfaces mit USB-C


Modell	MiniFuse 2	iD14 MKII	Scarlett 2i2 3rd gen	M2
Hersteller	Arturia	Audient	Focusrite	MOTU
Webseite	arturia.com	audient.com	focusrite.com	motu.jetzt
Anschluss (Class Compliant)	USB-C (USB 2.0)	USB-C (USB 2.0)	USB-C (USB 2.0)	USB-C (USB 2.0)
5-V-Netzteil / Betrieb ohne PC	– / ✓	– / –	– / –	– / ✓
Systemanforderungen	Windows ab 10, macOS ab 10.10	Windows ab 7, macOS ab 10.11.6	Windows ab 7, macOS ab 10.13	Windows ab 10, macOS ab 10.11, iOS
Ausstattung				
Sampling-Rate / Bit-Tiefe	bis 192 kHz / bis 24 Bit	bis 192 kHz / bis 24 Bit	bis 192 kHz / bis 24 Bit	bis 192 kHz / bis 24 Bit
Software-Kanäle In/Out	4 In / 4 Out	12 In / 6 Out	2 In / 2 Out	6 In / 2 Out
Loopback	✓	✓	✓	Out und Mix
Ausgänge	2 Line Out 6,3 mm Klinke (TRS)	4 Line Out 6,3 mm Klinke (TRS)	2 Line Out 6,3 mm Klinke (TRS)	2 Line Out Cinch/6,3-mm-Klinke (TRS)
Kopfhörer	6,3 mm Klinke	6,3/3,5 mm Klinke	6,3 mm Klinke	6,3 mm Klinke
Eingänge	2 XLR/Klinke für Mic/Inst/Line	2 XLR/Klinke für Mic/Line, 1 Inst, 1 TOS-Link	2 XLR/Klinke für Mic/Inst/Line	2 XLR/Klinke für Mic/Inst/Line
Direct Monitoring	regelbar Mono/Stereo	Software-Mixer Mono/Stereo	schaltbar Mono/Stereo	schaltbar Mono/Stereo
Pegelanzeige	6 Segmente	8 Segmente	3 Farben	Display bis -60 dB
MIDI	DIN In/Out	–	–	DIN In/Out
Besonderheiten	1 USB-A-Hub, 250 mA	Software-Mixer, digitale Ausgangsregler, Mausrad-Simulation	AIR-Aufnahmemodus	Pegel-Display
Software	Ableton Live Lite, Mini Fuse Control Center, +4 Plug-ins	Cubase LE 12, ID Mixer, +3 Plug-ins, Samples & Kurse	Ableton Live Lite, Pro Tools Artist (3 Monate), +5 Plug-ins	Ableton Live Lite, MOTU Performer Lite
Zubehör	Kabel USB-C/USB-A	Kabel USB-C/USB-C	Kabel USB-C/USB-A	Kabel USB-C/USB-A
Round-Trip-Latenzen (48 kHz)				
macOS Class Compliant / Abweichung ¹	9,9 ms / +47 Samples ⁶⁴	7,9 ms / -53 Samples ⁶⁴	7,4 ms / -72 Samples ⁶⁴	7,9 ms / -51 Samples ⁶⁴
macOS-Treiber / Abweichung ¹	8,8 ms / -7 Samples ⁶⁴	7,7 ms / -61 Samples ⁶⁴	7,4 ms / -72 Samples ⁶⁴	4,8 ms / +50 Samples ⁶⁴
Windows ASIO / Abweichung ¹	11,0 ms / +65 Samples ¹²⁸	9,0 ms / +15 Samples ¹²⁸	5,5 ms / -1 Sample ³²	4,3 ms / -90 Samples ³²
Signalmessungen				
Line Out Pegel / Dynamik	12,3 dBu (100 %) / 108,2 dBA	12,0 dBu (100 %) / 125,3 dBA	15,7 dBu (100 %) / 107,5 dBA	16,4 dBu (100 %) / 123,7 dBA
Kopfhörer Pegel / Dynamik	11,6 dBu (100 %) / 103,4 dBA	18,2 dBu (100 %) / 125,4 dBA	6,8 dBu (100 %) / 106,3 dBA	13,3 dBu (100 %) / 119,2 dBA
Line In (0,5 Volt) Dynamik	96,4 dBA	105,8 dBA	94,9 dBA	links: 92,2 dBA, rechts: 103,4 dBA
Mic In min. Signal / Dynamik	-46,9 dBu / 81,9 dBA	-46,6 dBu / 85,5 dBA	-47,1 dBu / 81,6 dBA	-47,5 dBu / 82,2 dBA
Bewertung und Preis				
Wiedergabe Line / Kopfhörer	⊕ / ○	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
Aufnahme Line / Mic	○ / ○	⊕⊕ / ⊕⊕	○ / ○	⊖ / ○
Latenz Windows / macOS	⊖⊖ / ○	○ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
Ausstattung	⊕	⊕⊕	○	⊕
Bedienung	⊖	⊖	⊕	⊕
Verarbeitung	○	○	⊕	⊕⊕
Software	⊕	⊕	⊕	⊕
Preis	139 €	211 €	159 €	204 €
Varianten	Minifuse 1: 96 €, Minifuse 4: 219 €	Audient iD4 Mk2: 139 €, iD44 MK2: 569 €	Scarlett Solo: 109 €, Scarlett 4i4: 209 €, Scarlett 8i6: 244 €, Scarlett 18i8: 356 €	MOTU M4: 255 €, MOTU M6: 499 €
✓ vorhanden – nicht vorhanden ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ befriedigend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht				

da die Hardware nicht auf alle Parameter Zugriff gewährt und zudem mit einem wackeligen Endlosregler enttäuscht.

Die Modelle von Presonus und Steinberg trumpfen mit Spezialitäten auf: Das gut klingende Presonus 24c liefert die mit Abstand beste DAW-Software mit und das Steinberg UR22C lockt mit seinen hervorragenden latenzfreien DSP-Effekten sowie den schnellsten ASIO-Treibern für Windows. Sie sind insbesondere für Gitarristen und Sänger interessant – wenn auch die Eingangsverstärker bei schwachen Mikrofonpegeln vergleichsweise laut rau-

schen. Beide Modelle sind aufgrund der eng beieinander liegenden Regler allerdings etwas mühsam zu bedienen – bei Steinberg sollte man deshalb zum etwas größeren UR24C für 205 Euro greifen.

Die am klarsten strukturierte Bedienoberfläche gelingt dem SSL 2. Wie auch das M-Audio AIR 192/2 kann es selbst pegelschwache dynamische Mikrofone genügend verstärken. Die Latenzen der beiden Modelle fallen allerdings ebenso schlecht aus wie die der Geräte von Arturia und Universal Audio, die dadurch hintere Plätze belegen.

Bester Allrounder und zudem unser Preistipp ist das Tascam US-2x2HR. Es hat mit die besten Eingangskanäle, überzeugt mit guter Wiedergabequalität sowie ansprechenden Latenzen. Fast ebenso gut schneidet die sehr kompakte dritte Generation des Scarlett 2i2 von Focusrite ab, wenn sie auch bei der Signalqualität nicht ganz mit dem Tascam-Modell mithält. Beide Modelle leisteten sich keine nennenswerten Patzer, wodurch sie im Zehnkampf der günstigen Audio-Interfaces vorne mitspielen. (hag@ct.de) 

AIR 192/6	Studio 24c	SSL 2	UR22C	US-2x2HR	Volt 2
M-Audio	Presonus	SSL	Steinberg	Tascam	Universal Audio
m-audio.com	presonus.com	solidstatellogic.com	steinberg.de	tascam.eu	uaudio.com
USB-C (USB 2.0)	USB-C (USB 2.0)	USB-C (USB 2.0)	USB-C (USB 2.0 bis USB 3.1)	USB-C (USB 2.0)	USB-C (USB 2.0)
– / ✓	– / ✓	– / ✓	optional / ✓	optional / ✓	optional / –
Windows ab 7, macOS ab 10.8	Windows ab 10, macOS ab 10.13	Windows ab 8.1, macOS ab 10.11, Ubuntu ab 18.04, Fedora 32, iOS	Windows ab 10, macOS ab 10.13, iOS ab 10	Windows ab 7, macOS ab 10.13, iOS ab 11	Windows ab 10, macOS ab 10.14, iOS ab 14
bis 192 kHz / bis 24 Bit	bis 192 kHz / bis 24 Bit	bis 192 kHz / bis 24 Bit	bis 192 kHz / bis 32 Bit	bis 192 kHz / bis 24 Bit	bis 192 kHz / bis 24 Bit
2 In / 2 Out	2 In / 2 Out	2 In / 2 Out	2 In / 2 Out	2 In / 2 Out	2 In / 2 Out
–	nur unter Windows	–	✓	✓	–
2 Line Out 6,3 mm Klinke (TRS)	2 Line Out 6,3 mm Klinke (TRS)	2 Line Out 6,3-mm-Klinke (TRS)	2 Line Out 6,3 mm Klinke (TRS)	2 Line Out 6,3 mm Klinke (TRS)	2 Line Out 6,3 mm Klinke (TRS)
6,3 mm Klinke	6,3 mm Klinke	6,3 mm Klinke	6,3 mm Klinke	6,3 mm Klinke	6,3 mm Klinke
2 XLR/Klinke für Mic/Line, 2 Inst. (6,3-mm-Klinke)	2 XLR/Klinke für Mic/Inst/Line	2 XLR/Klinke für Mic/Inst/Line	2 XLR/Klinke für Mic/Line, 1 als Inst	2 XLR/Klinke für Mic/Inst/Line	2 XLR/Klinke für Mic/Inst/Line
regelbar Mono	regelbar Mono	regelbar Mono/Stereo	regelbar Mono/Stereo	regelbar Stereo (Mono per Software)	schaltbar Mono/Stereo
4 Segmente	4 Segmente	5 Segmente	1 Segment	2 Segmente	2 Segmente
DIN In/Out	DIN In/Out	–	DIN In/Out	DIN In/Out	DIN In/Out
–	–	4K-Aufnahmefunktion	DSP für latenzfreie Effekte: Compressor, EQ, Hall, 4 Gitarren-Amps	–	Vintage-Aufnahmefunktion
Ableton Live Lite, Pro Tools First M-Audio Edition, + 9 Plug-ins	Studio One Artist, Universal Control	Ableton Live Lite, Pro Tools First, +3 Plug-ins & Samples	Cubase AI, Cubasis LE, Tools, DSPmix, + Plug-ins	Cubase LE, Cubasis LE, +2 Plug-ins	Ableton Live Lite, +12 Plug-ins
Kabel USB-C/USB-A, Kabel USB-C/USB-C	Kabel USB-C/USB-A, Kabel USB-C/USB-C	Kabel USB-C/USB-A, Kabel USB-C/USB-C	Kabel USB-C/USB-A	Kabel USB-C/USB-A	Kabel USB-C/USB-A, Kabel USB-A/Netzteil
9,6 ms / +32 Samples ⁶⁴	7,3 ms / -79 Samples ⁶⁴	9,2 ms / +12 Samples ⁶⁴	8,8 ms / -8 Samples ⁶⁴	8,1 ms / -39 Samples ⁶⁴	10,6 ms / +82 Samples ⁶⁴
9,6 ms / +32 Samples ⁶⁴	7,3 ms / -79 Samples ⁶⁴	9,2 ms / +12 Samples ⁶⁴	6,8 ms / +17 Samples ⁶⁴	8,1 ms / -39 Samples ⁶⁴	10,6 ms / +82 Samples ⁶⁴
10,1 ms / +6 Samples ⁶⁴	8,5 ms / -9 Samples ⁶⁴	10,7 ms / +122 Samples ¹²⁸	3,6 ms / +16 Samples ³²	6,9 ms / -1 Sample ³²	10,9 ms / +106 Samples ¹²⁸
13,3 dBu (100 %) / 103,5 dBA	10,1 dBu (100 %) / 106,9 dBA	12,6 dBu (100 %) / 111,0 dBA	12,2 dBu (100 %) / 109,2 dBA	20,0 dBu (75 %) / 111,8 dBA	15,1 dBu (100 %) / 110,5 dBA
2,2 dBu (60 %) / 101,3 dBA	8,9 dBu (100 %) / 106,7 dBA	10,2 dBu (100 %) / 111,7 dBA	10,4 dBu (100 %) / 109,0 dBA	14,0 dBu (100 %) / 111,8 dBA	12,0 dBu (75 %) / 110,0 dBA
98,1 dBA	98,5 dBA	99,5 dBA	94,8 dBA	102,2 dBA	99,0 dBA
-54,8 dBu / 78,0 dBA	-41,6 dBu / 88,4 dBA	-55,7 dBu / 71,0 dBA	-47,0 dBu / 76,0 dBA	-51,1 dBu / 84,4 dBA	-45,6 dBu / 82,3 dBA
○ / ⊖	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕
⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ○	○ / ⊖	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕ / ○
⊖⊖ / ⊖	○ / ⊕	⊖⊖ / ⊖	⊕⊕ / ⊕	⊕ / ○	⊖⊖ / ⊖⊖
○	○	○	⊕⊕	○	○
⊕	⊖	⊕⊕	⊖	○	○
⊕	○	⊕	○	○	○
⊕	⊕⊕	⊕	⊕⊕	○	⊕
122 €	122 €	199 €	155 €	145 €	169 €
AIR 192/4: 95 €, AIR 192/8: 179 €, AIR 192/14: 265 €	Studio 26c: 165 €, Studio 1810c: 354 €, Studio 1824c: 429 €	SSL 2+: 255 €, SSL 12: 500 €	UR24C: 205 €, UR44C: 319 €, UR16C: 600 €	US-1x2HR: 109 €, US4x4HR: 199 €	Volt 1: 119 €, Volt 4: 229 €

¹ Abweichung von der Latenz, die das Interface zur Kompensation berichtet ³² 32 Samples Puffer ⁶⁴ 64 Samples Puffer ¹²⁸ 128 Samples Puffer

Zahlen, Daten, Fakten

Videostreaming

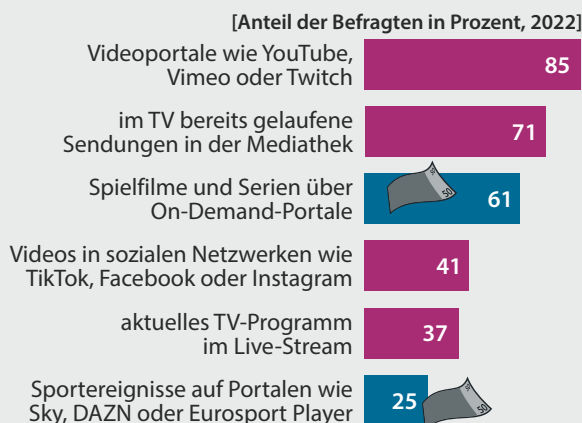
Videos übers Internet? Das verstehen Menschen sehr unterschiedlich. Zwar gibt es den Fortläufer der Videothek auch im Internet, doch viele gucken lieber bei YouTube und ähnlichen Portalen nach kostenlosen Videos. Der Trend geht zu mehr als einem Bezahl-Abo – durchschnittlich zahlen Nutzer dafür zu-

sammen monatlich 18 Euro. Doch auch die kostenlos nutzbaren Mediatheken der Fernsehsender sind gefragt. Seit Beginn der Zwanzigerjahre schauen viele Personen wenigstens einmal täglich gestreamte Videos aus dem Netz. Filme und Serien genießt man in Deutschland am häufigsten bei Amazon Prime und bei

Netflix, wobei bei Netflix das Kundenwachstum stagniert und bei Amazon das Videoangebot nur ein Zusatz zum Gratisversand-Abo für ihre physischen Waren ist. Beim Bezahlangebot von YouTube rangieren Komödien weit vorn – Interessenten von Krimis und Sport gucken woanders. (mil@ct.de) **ct**

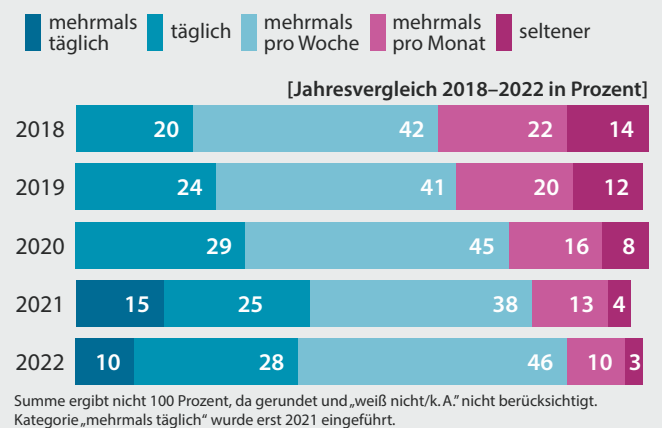
► Streaminginhalte

Kostenlose Videos, etwa auf YouTube oder in den Mediatheken sind vielen Nutzern wichtiger als Filme auf Videoportalen.¹



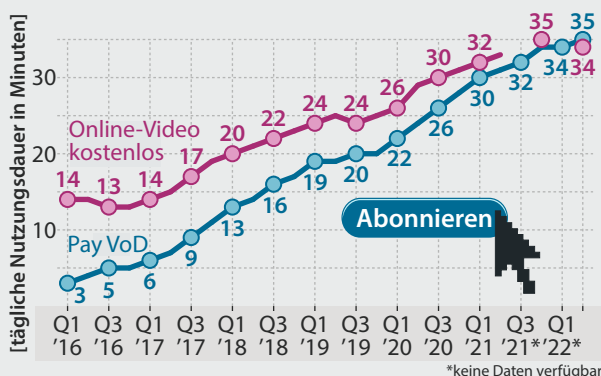
► Häufigkeit

In jüngerer Zeit schauen viele Menschen wenigstens täglich gestreamte Videos.¹



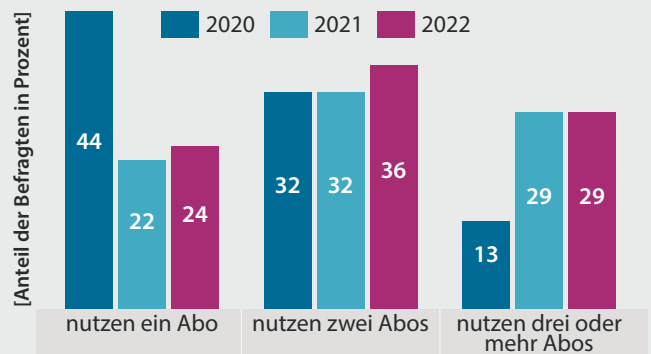
► Dauerberieselung

Bislang nutzten Menschen kostenlose Videos länger. Erstmals 2022 haben Zuschauer für Bezahlvideos mehr Zeit verwendet.²



► Multipay

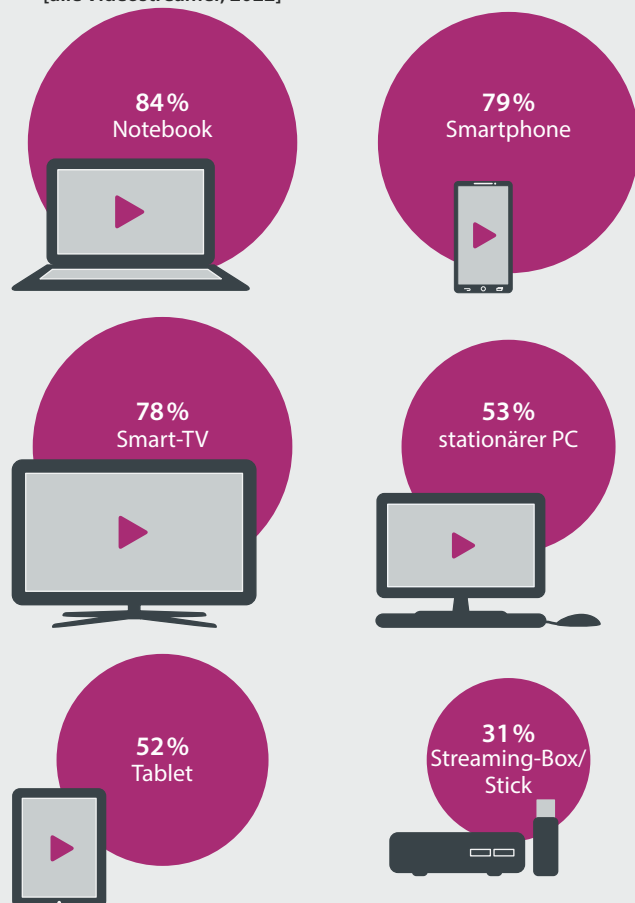
Mehr Videostreaming-Abonnenten nutzen nicht nur ein Abo, sondern zwei und noch mehr Angebote.¹



► Geräte

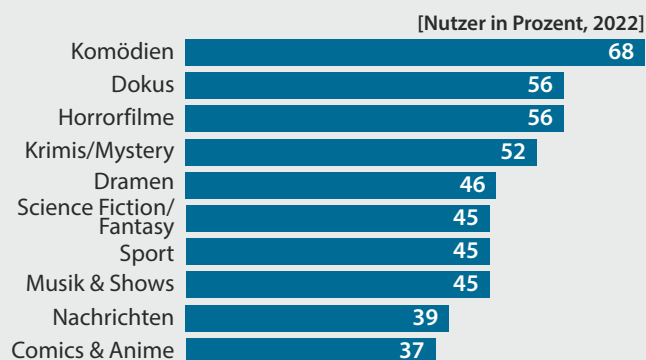
Zum Streamen greifen Nutzer vorwiegend zum Notebook, zum Smartphone oder sie schauen am Fernseher.¹

[alle Videostreamer, 2022]



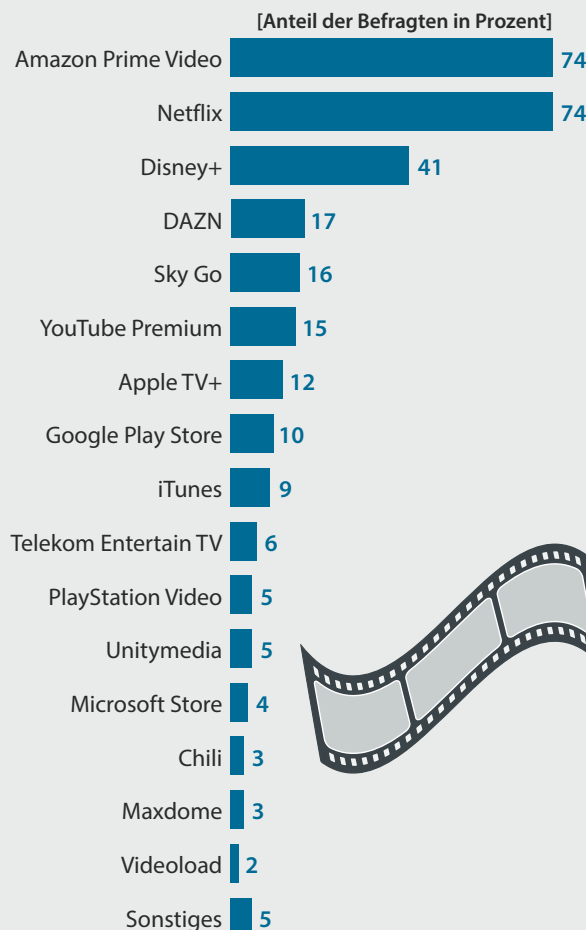
► YouTube Premium

Werbefreie Unterhaltung steht unter YouTube-Premium-Zuschauern ganz vorn bei den Vorlieben.⁴



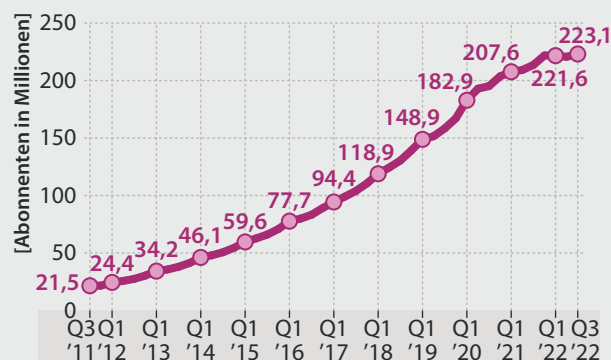
► Video-on-Demand-Anbieter

In Deutschland liefern sich Netflix und Amazon Prime Video ein Kopf-an-Kopf-Rennen, mit einigem Abstand folgt Disney+.³



► Netflix stagniert

Netflix hat seit 2020 Probleme damit, zahlende Kundschaft zu gewinnen.⁵





Karte statt Kleingeld

Geschlossene Bezahlssysteme für Kleinbeträge

Kleingeld nervt und kostet Zeit! Kunden haben es an der Pommeshütte oder am Ticketschalter meistens nicht passend, Händler stöhnen, wenn sie die Münzen abrechnen müssen. Geschlossene Systeme wie im Stadion oder bei Festivals beschleunigen die Bezahlvorgänge und Abrechnungen. Doch wie sieht es bei Themen wie Datenschutz und Restgeld aus?

Von Tobias Weidemann

Überall, wo Verkäufer in kürzester Zeit viele kleine Beträge kassieren müssen, ist Bargeld („Moment, ich hab's passend!“) hinderlich. 22 Sekunden dauert es laut einer Studie der Bundesbank im Durchschnitt, mit Bargeld an der Kasse zu zahlen. In weniger als 15 Sekunden ist man laut einer Studie der Dualen Hochschule Heilbronn dagegen durch, wenn man kontaktlos ohne PIN-Eingabe zahlt.

Veranstalter von Events und Betreiber, zum Beispiel von Kantinen, setzen deshalb häufig auf bargeldlose Bezahlssysteme. Diese müssen aber keineswegs gängige Kredit- und Debitkarten wie Girocard, Visa oder Mastercard akzeptieren. Anstelle der „offenen“ Systeme, die dahinter stecken, findet man häufig ge-

schlossene, proprietäre und nur für einen bestimmten Zweck gedachte „Closed Loops“. Bei ihnen geben die Veranstalter oder Betreiber meist ihre eigenen Karten aus oder bieten eine App an.

Die Einsatzmöglichkeiten sind vielfältig: Messen und Musikfestivals, Fußballstadion und andere Großveranstaltungsorte, außerdem Systemgastronomie und die genannten Kantinen, Hotels und Clubs, und nicht zuletzt der öffentliche Personennahverkehr. Im weiteren Sinn zählen auch Geschenk- und andere Guthabekarten sowie eigene Bezahlssysteme von Einzelhandelsketten dazu. Wir beleuchten, warum Betreiber und Veranstalter welche Systeme nutzen, welche Vor- und Nachteile sie haben und wie es dabei

um Datenschutz und Rechtsrahmen gestellt ist.

Prepaid: Zahlung vorab

So vielfältig die aufgezählten Anwendungsszenarien und damit verbundenen Anforderungen sind, so unterschiedlich zahlt man als Kunde auch in den jeweiligen Varianten. In den meisten Fällen lädt man, wie bei einem klassischen Prepaid-Handyvertrag, ein Guthaben über einen Automaten, eine Website oder eine App auf. Das Geld kommt also im Voraus von einem Konto in ein Wallet, eine Art elektronische Geldbörse.

Solche Prepaid-Systeme sollen vor allem einen schnellen und reibungslosen Kassivorgang ermöglichen. Daher sind sie beispielsweise in vielen Sportstätten oder auf Konzerten zu finden. Kunden können dort an Getränke- und Verpflegungsständen ausschließlich mit diesen Systemen zahlen, meist mittels einer besonderen Stadion- oder Veranstaltungskarte.

Häufig verlagert sich der zeitliche Flaschenhals allerdings nur zu den Aufladestationen: Selbst eine Maschine muss Münzen oder Scheine mechanisch verarbeiten und verbuchen sowie deren Echtheit überprüfen. Daher findet man zunehmend bargeldlose Varianten, bei denen die Kunden die Karte oder ein App-Konto vor Ort oder bereits vorher im Internet mit Kreditkarte, über das Girokonto oder Dienste wie PayPal aufladen können.

Die Karten mit Bargeld am Automaten aufzuladen, bringt einen großen Vorteil: Der Veranstalter oder Betreiber benötigt prinzipiell keine persönlichen Daten, und der Kunde behält seine Privatsphäre oder, genau genommen, seine Pseudonymität. Komplette anonym bleibt er meist nicht, weil beispielsweise der Stadionbetreiber hinterher immer noch sehen kann, dass ein Karteninhaber beispielsweise an zehn Spieltagen im Jahr im Stadion war und an fünf davon eine Currywurst konsumiert hat. Das Plus an Privatsphäre erkaufte er sich mit der besagten Verpflichtung, die Karte am Automaten aufzuladen und sie tunlichst nicht zu verlieren.

Falls man allerdings persönliche Daten angeben muss, um eine Karte zu erhalten oder ein spezielles Bezahlkonto aufzuladen, sollte man genauer auf die Datenschutzbestimmungen schauen. Technisch ist es ohne Weiteres möglich, die Daten zu verknüpfen, siehe etwa Bonussysteme wie Payback. Der Betreiber oder Veranstalter

c't kompakt

- An Orten wie Kantinen, Sportstadien oder Festivals, an denen schnell bezahlt werden soll, setzen die Betreiber oft auf eigene (Closed-Loop-)Bezahlkartensysteme.
- Die Systeme gibt es in diversen Varianten, die für Kunden und Anbieter ihre eigenen Vor- und Nachteile bei der Zahlungsabwicklung und beim Datenschutz haben.
- Offene Kartenzahlungssysteme haben sich ebenfalls weiterentwickelt und lösen betreibereigene Systeme vielerorts bereits ab.

könnte nun genau sehen, was man zum Beispiel im Stadion konsumiert.

Ein Nachteil – oder Vorteil aus Sicht des Kartenherausgebers – ist das Restgeld, das unter Umständen auf der Karte verbleibt. Bibliotheksnutzer kennen das nur zu gut von Kopierkarten. Besonders in Fußballstadien hat sich gezeigt, dass viele Fans sich Restgeld nicht auszahlen lassen (siehe Kasten). Deshalb halten manche Sportstadien noch an der bewährten Technik fest, anstatt ein neues, moderneres „Open-Loop“-System beispielsweise für gewöhnliche Bank- und Kreditkarten einzurichten – zumal damit auch Investitionskosten verbunden wären.

Zu den Vorteilen gegenüber einer Open-Loop-Lösung, bei der der Nutzer einfach seine Debit- oder Kreditkarte an

das Lesegerät hält und in Echtzeit die Zahlung auslöst, zählen die Kostenstrukturen. Das Bargeld aus dem Automaten bringt der Betreiber gebündelt zur Bank oder lässt es von einem Geldtransport abholen.

Wenn der Kunde mit einer elektronischen Zahlung aufladen kann, wird es noch dazu billiger: Der Betreiber löst über seine Bank oder einen Zahlungsabwickler pro Kunde ja nur beim Aufladen eine Zahlung aus und nicht für jeden einzelnen Kaffee. Kassiert er Kleinstbeträge mit der Debit- oder Kreditkarte, zahlt er dafür jedes Mal ein Entgelt, das meist aus einem Sockelbetrag plus einem prozentualen Anteil besteht. Das verursacht einen höheren Aufwand und zusätzliche Kosten – die der Betreiber in ihrer Preiskalkulation zumindest teilweise an die Kunden weiterreichen.

Postpaid: Zahltag hinterher

Wenn der Betreiber den Kunden gut kennt, kann er ihm alternativ auch Kredit gewähren. Diesen gleicht der Kunde dann zu festen Terminen, zum Beispiel monatlich, gesammelt über ein Girokonto, eine Kreditkarte oder eine Abrechnung aus. So handhaben es viele Betriebskantinen oder Hotelanlagen, weil sie den Mitarbeiter oder Kunden ja hier anders als auf Veranstaltungen auch im Nachhinein schnell greifbar haben und daher keine Zahlungsausfälle riskieren.

Bei solch einem nachgelagerten, gesammelten Abbuchungs- oder Verrechnungsprozess – beispielsweise wenn die Kantinenrechnung vom Monatslohn abgezogen wird – erfasst der Betreiber des Systems persönliche Daten des Kunden. Anders könnte kein rechtsverbindliches



Bild: Michael Springer/AP/dpa

Wo viele Menschen kleine Beträge schnell zahlen sollen, bieten sich geschlossene (Closed-Loop-)Bezahlssysteme an, etwa in Kantinen.

Vertragsverhältnis zustande kommen und der Betreiber Zahlungen einziehen. Eine solche „Postpaid“-Variante lohnt sich immer dann, wenn ein Bezahlvorgang regelmäßig und häufig stattfindet.

Beim Datenschutz heißt es nun, genau hinzuschauen. Zumindest in der Theorie könnte zum Beispiel der Arbeitgeber herausfinden, wie oft ein Mitarbeiter fette Fleischgerichte statt des gesunden Salats gegessen oder wie oft und wann er sich einen Kaffee am Automaten geholt hat. Solch einer Überwachung stünden allerdings das Arbeits- und Datenschutzrecht entgegen. Andere Betreiber haben hingegen Möglichkeiten, Konsumprofile zu erstellen und zu nutzen, wenn der Kunde über eine explizite Einwilligung die Datenschutzregelungen akzeptiert.

Wo liegt mein Geld?

Je nach System landen die Guthaben für die jeweilige Karte an unterschiedlichen Orten. Bei dezentralen Systemen schreibt das Terminal an der Ladestation oder Kasse das Guthaben fälschungssicher verschlüsselt direkt auf den Chip, der sich auf der Karte oder beispielsweise einem Armband befindet. Der Nachteil: Steht das

Guthaben einzig auf dem Chip, kann der Betreiber das Guthaben nicht mehr ersetzen, wenn der Kunde die Karte oder das Armband verliert; selbst dann nicht, wenn der Kunde sich registriert hat. Dafür können Kunden auch Geld aufladen und mit dem gespeicherten Guthaben bezahlen, wenn die Lade- oder Bezahlstation keine Internetverbindung hat.

Bei anderen Systemen sichert der Betreiber das Guthaben in einer zentralen Datenbank. Die Karte erhält eine eindeutige Nummer und fungiert dann lediglich als Ausweis für den rechtmäßigen Inhaber. So arbeiten üblicherweise Kundenkarten oder Gutscheinkarten im Handel. Die Karte kann in diesem Fall – umweltfreundlich – sogar eine einfache Pappkarte ohne Chip oder Magnetstreifen sein, auf der lediglich ein Barcode aufgedruckt ist. In Datenbanksystemen ist das Guthaben geschützt, sofern sich der Kunde im Nachhinein anderweitig – zum Beispiel über die Nummer – als Besitzer der Karte ausweist. An Bezahl- und Ladestationen muss der Betreiber für eine verlässliche Netzanbindung zur Datenbank sorgen.

Im Hinblick auf Datenschutz und Privatsphäre unterscheiden sich beide Vari-

anten nicht voneinander. Sowohl beim Chip als auch in Datenbanksystemen können Betreiber die Daten pseudonym speichern, beispielsweise unter einer zufälligen, stellvertretenden Nummer (Token), oder aber mit Namen und weiteren Personendaten verknüpfen.

Rechtsrahmen mit vielen Ausnahmen

Da der Anbieter Guthaben und Salden elektronisch speichert und gegen „echtes“ Geld tauscht, benötigt er für ein Closed-Loop-Zahlungssystem grundsätzlich eine Erlaubnis für das Geschäft mit E-Geld. In Deutschland erteilt diese nach dem Zahlungsdiensteaufsichtsgesetz (ZAG) die Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (BaFin) nach einer umfangreichen Prüfung. Die E-Geld-Erlaubnis geht nicht so weit wie die von Vollbanken, aber weiter als die Erlaubnis, reine Zahlungsdienstleistungen abzuwickeln; dafür haben solche E-Geld-Institute mehr Berichtspflichten.

Allerdings gibt es ein paar (weitreichende) Ausnahmen. Nur deshalb lohnt sich der Einsatz von Closed-Loop-Systemen an vielen Einsatzorten für die Betrei-

Schlummergröschen – ein gutes Geschäft im Stadion

Bundesligastadien waren – neben Großkantinen und Hotels – die ersten Veranstaltungsorte, die in großem Stil mit Closed-Loop-Kartensystemen gearbeitet haben. Vor gut 20 Jahren zählte die Arena „Auf Schalke“ in Gelsenkirchen zu den ersten, die ein solches System einführten. Inzwischen gibt es nur noch wenige Stadien, in denen Barzahlung das Mittel der Wahl ist, zum Beispiel an der Alten Försterei (Union Berlin).

Für Kunden nachteilig ist bei Closed-Loop-Systemen das aufgebuchte Restgeld, das – so berichtet ein mit dem Thema vertrauter Dienstleister – durchaus zehn bis fünfzehn Prozent des Gesamtguthabens betragen kann. Das sei neben den damit verbundenen Investitionskosten auch der Grund, warum immer noch einige Sportstadien an der bewährten, in die Jahre gekommenen Technik festhalten und auch im Zeitalter der kontaktlosen Zahlungen kein kompatibles, moderneres Open-Loop-System für die gängigen Kredit- und Debitkarten wie die Girocard einrichten.

Ein Blick in die Bilanzen der Bundesligavereine zeigt beispielsweise, dass viele Fans das Restguthaben verfallen lassen, da sie es vergessen oder sich nicht an den Rückzahlungsautomaten anstellen wollen. Das treffe, so ermittelte schon vor einigen Jahren die Euro Kartensysteme als Dienstleister im Umfeld der Girocard, auf 88 Prozent der Fans zu. Ein besonderes Ärgernis sind dabei Auswärtsspiele in



Auf Stadion-Bezahlkarten liegen oft Restguthaben, die am Ende den Vereinen zugutekommen.

Stadien, die man naturgemäß nicht regelmäßig besucht.

Je nach Stadiongröße und Verein kommen so hohe sechsstellige Summen im Jahr an „Schlummergröschen“ zusammen, bei großen Vereinen sogar Millioensummen. Angesichts von Kartenkosten weit unterhalb der Ein-Euro-Schwelle, so erklärt ein Dienstleister, sei es für die Betreiber gar nicht sinnvoll, die Karten mit einem Pfand zu versehen und die Nutzer so zur Rückgabe zu ermuntern – das Guthaben darauf beläuft sich meist auf mehr.

Ein Problem gibt es allerdings, wenn der Dienstleister oder Betreiber des Systems insolvent wird – ein Schicksal, das vor fünf Jahren die Firma Payment Solution mit ihrem in etlichen Bundesligastadien verwendeten System „Just Pay“ traf. Zwar sprangen im Interesse der Fans die Bundesligavereine ein, daraus sollte man aber keinen Präzedenzfall für zukünftige Insolvenzen ableiten. Und in diesem Fall sorgt bislang auch der Gesetzgeber nicht für mehr Schutz des Kunden.



MIT **Mac & i** IMMER DER ZEIT VORRAUS

+ Geschenk
nach Wahl



z. B. 10 € Amazon.de-Gutschein oder Apple-Watch-Ständer

2× Mac & i mit 35% Rabatt testen!

Mac & i – Das Magazin rund um Apple

- Tipps & Praxiswissen
- Hard- und Softwaretests
- Reports und Hintergründe
- inkl. Club-Mitgliedschaft

Für nur 16,80 € statt 25,80 €

(Preis in Deutschland)

Genießen Sie mit
der Mac & i Club-
Mitgliedschaft
exklusive Vorteile!



Jetzt bestellen:

www.mac-and-i.de/miniabo

✉ leserservice@heise.de

☎ 0541 80 009 120

© Copyright by Heise Medien.

Mac & i. Das Apple-Magazin von c't.



Bibliotheken und Copyshops geben häufig Kopier- und Scannerkarten aus. Universitäten kombinieren diese Karten mittlerweile auch mit Studentenausweisen.



Mit modernen ÖPNV-Bezahlsystemen kann man direkt im Bus oder in der Bahn ein- und aussteigen. Ist der Preis einer Tageskarte erreicht, wird es nicht mehr teurer.

ber der Systeme überhaupt erst. Wenn es sich um ein begrenztes Netz handelt, also Kunden die Zahlungskarten nur an einem bestimmten Ort einsetzen können (etwa einem einzelnen Shopping-Center, einem Fußballstadion oder einer Event-Arena), benötigt der Betreiber keine Erlaubnis.

Eine weitere Ausnahme betrifft Systeme, in denen Kunden nur bestimmte Waren oder Dienstleistungen bezahlen können. Hierunter fallen die meisten Clubs, Gastronomiebetriebe und Kantinen, auch wenn diese über mehrere Standorte verfügen. Der Nachteil für Kunden ist, dass die Behörden diese Betreiber und ihren Umgang mit dem Geld nicht unter den strengen Regeln des ZAG beaufsichtigen – man muss dem Betreiber also anderweitig vertrauen können.

Die Rechtslage ist aber kompliziert: Gerade Anbieter von Kundenkarten und Anreizprogrammen benötigen für ihre Bezahlungssysteme oftmals eben doch eine E-Geld-Erlaubnis. Das ist auch der Grund, weshalb bei größeren Closed-Loop-Systemen in aller Regel ein externer Zahlungsdienstleister (Payment Service Provider) mit im Boot sitzt. Dieser besitzt die E-Geld-Erlaubnis ohnehin, wickelt die Zahlungsvorgänge dokumentiert und sicher ab und darf außerdem das ihm treuhänderisch übertragene Geld verwalten.

Man findet diese Dienstleister vor allem in komplizierteren Schemata. Im Umfeld von Kundenbindungs- und Kundenbezahlkarten ermöglichen Payment Service Provider zum Beispiel Kombizahlungen. Deren Abwicklung wäre für den eigentlichen Anbieter der Karte zu aufwendig. Das gilt beispielsweise, wenn der

Kunde damit bezahlt und gleichzeitig gesammelte Prämienpunkte einlöst oder wenn er einen Teil seiner Zahlung an der Kasse mit einem Aktionsgutschein oder einen vom Arbeitgeber bezahlten Essenscoupon begleicht und den Rest über die hinterlegte Closed-Loop-Karte bezahlt. Kunden sollten dann genau hinschauen, wer ihr Ansprech- und Vertragspartner ist.

Ausblick: Von Hybriden und Open Loops

Vor allem durch das Smartphone entwickelt sich die Technik weiter – hin zu offenen oder hybriden Systemen. Das zeigen etwa moderne Nahverkehrs-Apps einzelner Verkehrsverbünde: Der Fahrgast hält eine Karte oder sein Smartphone beim Ein- und Ausstieg an ein Lesegerät und kann nach dem Prinzip „Pay as you go“ ohne vorheriges Tarifstudium unbesorgt die Dienstleistungen und Fahrzeuge des Anbieters nut-

zen. Das System entscheidet erst im Nachhinein, welche Variante für den Fahrgast die kostengünstigste war. Hat der Kunde nur wenige Fahrten gemacht, stellt es ihm diese als Einzelfahrten in Rechnung, überschreitet er eine bestimmte Grenze, berechnet es ihm die günstigere Tageskarte.

Was lange in Closed Loops lief, funktioniert im Nahverkehr mittlerweile auch mit Open-Loop-Systemen. Sie sind flexibler, aber dadurch auch komplexer in der Administration. Ein Beispiel dafür ist der öffentliche Personennahverkehr in London. Dort gibt es seit vielen Jahren mit der „Oyster card“ ein geschlossenes System mit proprietären Karten, das mit „Pay as you go“ und Tages-Maximalwerten schon durchaus clever ist. Inzwischen hat Transport for London das System jedoch geöffnet und man kann dort alternativ auch jede in Großbritannien übliche Kredit- oder Debitkarte nach diesen Grundsätzen nut-

Datenschleuder Kundenbindung

Eine ganz andere Rolle spielt der Datenschutz bei Kundenbindungs- oder „Loyalty“-Programmen, die ebenfalls mit Closed-Loop-Bezahlsystemen kombiniert sein können. Hier ist das Datensammeln nicht Kollateralschaden, sondern explizit Sinn der Sache – oder anders gesagt: Der Kunde tauscht detaillierte Einblicke in sein Einkaufs- und Konsumverhalten gegen Vergünstigungen, Sammelpunkte, Prämien oder andere Anreize.

Vor allem das Smartphone hat dieser Variante Auftrieb verliehen; Beispiele

sind Payback Pay bei Rewe und Penny oder die Zahlungsfunktionen in der Lidl-Plus- oder Edeka-App [1]. Die Anbieter rechnen nach dem Einkauf per Lastschrift oder Karte ab. Einen spürbaren Unterschied zu Kredit- oder Debitkarten gibt es beim Bezahltempo nicht. Dennoch genügen selbst kleinste Rabatte vielen Kunden als Anreiz, mit den Apps zu zahlen – und diese möglichst häufig zu öffnen, um sich dort über Sonderangebote zu informieren und weitere Einblicke zu gewähren.

zen, egal ob physische Debit- oder Kreditkarte oder mobiles Bezahlen per NFC von Google Pay bis Apple Pay.

Im Fall der ÖPNV-Nutzung bietet London Transport sogar an, zu einer registrierten Kredit- oder Debitkarte nachträglich die Historie der Fahrten einzusehen und den Einsatz der Karte im Nachhinein zu kontrollieren. Gleichzeitig entfällt die Restguthaben-Problematik, da es sich nicht mehr um ein Prepaid-System handelt. All das setzt natürlich voraus, dass London Transport das Nutzungsverhalten mit sämtlichen Ein- und Ausstiegen lückenlos über dieselbe Karte tracken und die Daten zusammenführen kann.

Auch in den Fußballstadien setzen sich Open-Loop-Systeme zunehmend durch. So hat der FC Bayern die Münchner Allianz-Arena zwar komplett auf bargeldloses Bezahlen umgestellt. Er setzt hierfür aber eine Technik ein, die mit jeder NFC-

fähigen Karte oder Smartphones auf Kontaktlos-Basis funktioniert, ebenso mit Apple Pay. Ähnlich machen es etwa zwei Dutzend andere Klubs in Liga eins und zwei. Vorteil oder Nachteil, je nach Standpunkt: Fußballfans können Bier und Würstchen kaufen, solange das Kartenlimit es hergibt und müssen zwischendurch keine Ladestation mehr aufsuchen. Das kann für die Vereine auf lange Sicht lukrativer sein als Schlummergröschchen.

Eintracht Frankfurt geht noch etwas weiter: Der Verein bietet in Zusammenarbeit mit der Deutschen Bank und Mastercard zusätzlich ein mobiles Bezahlssystem namens „Mainpay“ an. Nutzer erhalten eine digitale Mastercard-Debitkarte, die sie mit Apple Pay und Google Pay nutzen können – auch außerhalb des Stadions, also etwa im Einzelhandel oder online. Das Geld wird dann vom Girokonto des Nutzers abgebucht.

Einige Vereine, die auf Open-Loop-Systeme und vollständig bargeldlose Zahlungen setzen, bieten aus Inklusionsgründen weiterhin Wertkarten gegen Barzahlung an, obwohl diese den Vereinen zufolge nur noch eine Minderheit der Kunden tatsächlich benötigt. Das dürfte in den nächsten Jahren auch die größte Herausforderung sein, nicht nur in Fußballstadien: Selbst wenn immer mehr Akzeptanzstellen auf praktische und schnelle bargeldlose Lösungen setzen, dürfen Menschen nicht ausgegrenzt werden, die keinen Zugang zu Konto und Debitkarte haben oder diesen nicht nutzen wollen.

(mon@ct.de) 

Literatur

- [1] Markus Montz, Rabatte gegen Daten, Vier Supermarkt-Apps mit Bezahlfunktion im Vergleich, c't 2/2022, S. 104

Kein Metall: Kontaktlos auf dem Wacken Open Air

Ein Paradebeispiel für ein Closed-Loop-System ist das „Cashless Payment“ beim Metal-Festival im schleswig-holsteinischen Wacken. Die Veranstalter ICS Festival Service GmbH und WOA Festival GmbH setzten es 2022 zum ersten Mal auf dem gesamten Festivalgelände ein. Sie hatten bereits in den letzten Jahren mit verschiedenen bargeldlosen Systemen experimentiert, nun aber mussten Besucher an allen Merchandise-, Food- und Getränkeständen ausnahmslos über ein Armband mit eingebautem RFID-Chip zahlen.

Zum Einsatz kam ein System des Anbieters Global Event Technologies aus Hallein in Österreich. Dieser verfolgt einen „Offline First“-Ansatz, bei dem er die Kundendaten sowie den Ladestand sowohl in einer zentralen Datenbank als auch de-

zentral auf dem Chip im Armband speichert. Die Kassen arbeiten dabei auch dann weiter, wenn zwischenzeitlich die Netzabdeckung fehlt. Alle Informationen auf dem Chip werden dort bei jedem Kauf aktualisiert. Wenn der Kunde an einem Verkaufsstand mit Netzverbindung zahlt, synchronisiert dieser die Informationen im Chip mit der Datenbank. Die Besucher laden das zum Festivalticket gehörende Bändchen mit dem RFID-Chip über das Eventportal oder vor Ort auf – mit der Girocard, Debit- und Kreditkarten oder vor Ort auch mit Bargeld.

Dass es insbesondere am ersten Tag trotzdem zu langen Schlangen an den Aufladestationen kam, hätte nicht sein müssen: Die Veranstalter hatten im Vorfeld auf die Prepaid-Funktion im Eventportal des Festivals hingewiesen. Über die

Plattform konnten die Metalheads praktischerweise auch das restliche Guthaben zurückbuchen.

Das System gewährt den Veranstaltern sowohl einen kompletten Überblick über sämtliche Umsätze an den Ständen als auch über die Umsätze der einzelnen Festivalbesucher. Diesen Umstand hatten Datenschützer schon bei früheren Festivals kritisiert. Sowohl die Veranstalter als auch der Dienstleister erklären zumindest, die Daten nicht an Dritte weiterzugeben und auch nicht selbst für individuelles (Online-) Marketing zu nutzen. Im Hinblick auf die Auslastung von Ständen können die kumulierten Daten allerdings tatsächlich helfen – bei Manöverkritik, Planung und vielleicht auch irgendwann in Form von Echtzeit-Wartezeitprognosen für einzelne Stände in der App.

Mehr Datenschutz wäre aber durchaus möglich, zum Beispiel über eine Open-Loop-Lösung, bei der die Besucher mit ihren handelsüblichen Karten bezahlen. Ihre Zahlungsdaten ließen sich dann in Form von Token speichern, also Zufallswerten, die Individuen ausschließlich deren Bank zuordnen kann. Prinzipiell, so erklärt Global Event Technologies, sei auch solch eine Open-Loop- oder eine Hybrid-Lösung denkbar, ganz nach Wunsch des Veranstalters.



An den Verkaufsständen beim Wacken Open Air und anderen Festivals zahlt man anstelle von Bargeld über Armbänder mit einem Bezahlchip, den man vorab aufladen muss.

Niemals ausgeliefert

Fake-Shops erkennen und Schäden vermeiden

Beim digitalen Einkauf betrügerischen Läden auf den Leim zu gehen, ist ärgerlich und teuer. Mit ein paar Grundregeln und hilfreichen Tools vermeidet man das. Wir stellen sie vor und erklären, was im Schadensfall noch möglich ist.

Von Nick Akinci

Über vier Millionen Deutsche sind schon einmal auf einen Fake-Shop hereingefallen. Das schätzt das von der Bundesregierung geförderte Marktbeobachtungsinstitut „Marktwächter digitale Welt“. Besonders häufig bieten solche Shops nach Angaben des Instituts Sportartikel, Elektronik sowie Haushaltsartikel, Bekleidung und Fahrräder, aber auch Brillen und Schmuck.

Wir zeigen, wie Sie Ihnen unbekannte Shops anhand verlässlicher Kriterien und mit hilfreichen Tools auf Seriosität prüfen, wie Sie Zahlungen absichern und was Sie tun können, falls Sie doch auf einen Fake-Shop hereingefallen sind.

Was ist ein Fake-Shop?

Fake-Shops sind Online-Shops, mit denen Kriminelle gutgläubigen Kunden ihr Geld abnehmen wollen, ohne ihnen die versprochene Ware zu liefern. In der einfachsten Variante erhalten Kunden, die darauf hereinfallen, überhaupt keine Ware. Etwas perfidere Betrüger versenden leere Kartons. Im Nachhinein behaupten sie, dass die Ware auf dem Versandweg abhandengekommen sein müsse. Mitunter verschicken sie auch Ware, die in keiner Weise der Produktbeschreibung entspricht.

Viele Fake-Shops sind nur für einen relativ kurzen Zeitraum online, da sie fast immer auffliegen und der Hoster sie im besten Fall vom Netz nimmt. In diesem Zeitfenster versuchen die Betrüger, mög-

lichst viel Geld zu ergaunern. Sitzt der Hoster im Ausland, können sich solche Shops auch über Jahre halten.

Prüfender Blick

Fake-Shops sind häufig nicht auf den ersten Blick als solche zu erkennen. In Zeiten von Baukastensystemen wie Shopify & Co. klicken Betrüger professionell aussehende Online-Shops in wenigen Stunden zusammen. Es gibt jedoch eine Reihe von Indizien, die für einen Fake-Shop sprechen.

Um Kunden anzulocken, bieten die Täter die Ware in Fake-Shops oft deutlich günstiger an als in anderen Online-Shops. Insbesondere beliebte und häufig gehandelte Markenware preisen sie unter dem Marktwert an, gern als Sonderangebot getarnt. Schnäppchenjäger können sich auf Preisvergleichsseiten einen Eindruck verschaffen, ob die Preisgestaltung realistisch ist.

Als Nächstes schaut man in das Impressum. Fake-Shops haben oft keines, obwohl dies in Deutschland gesetzliche Pflicht ist – die Betrüger wollen ihre Identität verschleiern. Aber Achtung: Manche Fake-Shops enthalten ein echt aussehendes Impressum, welches jedoch schlicht falsche,

unvollständige oder von anderen Websites kopierte Angaben enthält. Ob die Firma an der angegebenen Adresse sitzt, kontrolliert man am besten mit Google Maps. Den Unternehmensnamen und die zugehörige Handelsregisternummer prüft man auf handelsregister.de [1].

Abgesehen vom Impressum fehlen in vielen Fake-Shops auch Telefonnummern oder E-Mail-Adressen, um Kontakt aufzunehmen. Ebenfalls kein gutes Zeichen ist es, wenn sich Kontaktmöglichkeiten beschränken auf ausschließlich Handy- oder kostenpflichtige Nummern, Postfachadressen oder lediglich ein Kontaktformular. Misstrauen ist geboten, wenn AGB und Datenschutzerklärung sowie Widerrufsbelehrungen und Versandbedingungen fehlen.

Gütesiegel sind ein Hinweis auf vertrauenswürdige Shops, doch in Fake-Shops trifft man immer wieder einfach hineinkopierte oder frei erfundene Varianten an. Letztere ähneln teils bekannten Gütesiegeln – wie etwa dem von Trusted Shops.

Verfügt der Online-Shop über ein Gütesiegel, kann man auf der Homepage der Organisation prüfen, ob es sich um ein tatsächlich anerkanntes Gütesiegel handelt

The screenshot shows a website for 'BRENNHOLZ' with a dark background. The header includes the logo and the text 'Kontaktiert uns' and 'Über die Firma'. The main content area is divided into three columns. The left column contains a paragraph about wood burning stoves. The middle column lists contact details: 'Str. 163', 'Gelsenkirchen Deutschland', '+49 152...', 'kontakt@...com', and '08:00 - 21:00'. The right column lists services: 'Über uns', 'Allgemeine Geschäftsbedingungen', 'Rechtliche Hinweise', 'Datenschutzerklärung', 'Versand und Lieferung', 'Rückstellungen und Rücksendungen', and 'Kontakt'. At the bottom, there is a copyright notice '© Copyright 2022 BRENNHOLZ. Alle Rechte vorbehalten.' and social media icons for Facebook, Twitter, Pinterest, and LinkedIn.

Kein Impressum, kein Handelsregistereintrag, keine Umsatzsteuer-ID, Shop ganz neu, Google Maps kennt den Shop an der angegebenen Adresse nicht und als Kontaktmöglichkeit nur eine Mobiltelefonnummer: Hier heißt es Finger weg!

und ob der Online-Shop es rechtmäßig erworben hat. Durch einen Klick auf das Siegelsymbol muss man auf die Seite der dahinterstehenden Organisation gelangen. Verbreitet und vertrauenswürdig ist außer Trusted Shops auch das EHI Retail Institute („Geprüfter Online-Shop“). Als zuverlässig gilt außerdem das in Kopenhagen ansässige Bewertungsportal Trustpilot (alle unter ct.de/yu3d).

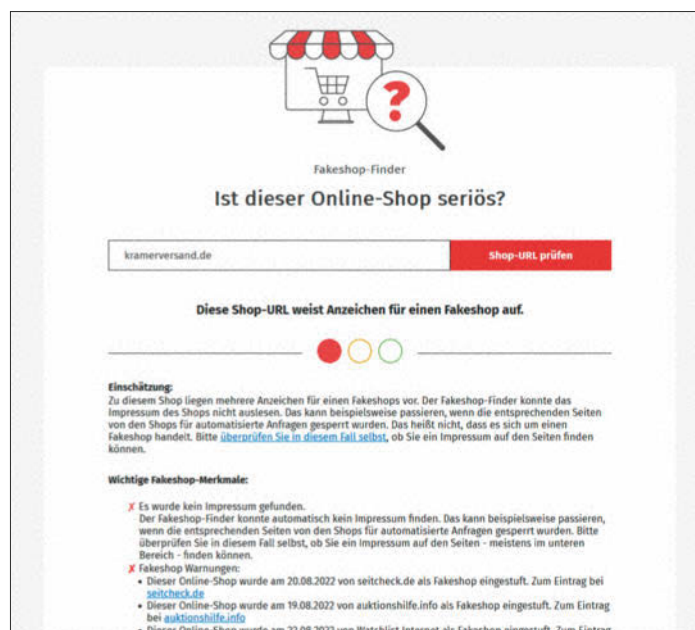
Zahlungsmethoden

Als Zahlart bieten viele Fake-Shops ausschließlich Vorkasse per Banküberweisung an, da man solche Zahlungen in der Regel nicht rückgängig machen kann. Mitunter wollen betrügerische Händler Kunden auch gerne zu PayPal-Zahlungen in der Variante „Freunde und Familie“ verleiten. Die beinhalten aber im Unterschied zur Option „Waren und Dienstleistungen“ keinen Käuferschutz. Manchmal bietet der Fake-Shop auch zum Schein weitere Zahlarten an, um Vertrauen zu schaffen. Die funktionieren dann aber aus vorgeschobenen Gründen nicht. Daraufhin bitten die Täter um Vorkasse oder die unsichere PayPal-Variante.

Auch bei vermeintlich sicheren Bezahlmethoden gibt es Haken. Der PayPal-Käuferschutz ist zum Beispiel an Bedingungen wie Paketversand mit elektronischer Sendungsverfolgung geknüpft [3]. Ähnlich halten es Amazon oder Klarna. Manche Betreiber von Fake-Shops schicken die Pakete daher an Adressen von Strohleuten, um Kunden über die Sendungsverfolgung erst in Sicherheit zu wiegen und anschließend Käuferschutzverfahren zu erschweren. Mehr zu Vor- und Nachteilen von Zahlarten haben wir unter [2] zusammengetragen.

Blacklists und Prüftools

Bleibt man unsicher, helfen Tools von Verbraucherschützern und anderen Organisationen. Zunächst lohnt sich ein Blick auf Blacklists. Hierbei handelt es sich um Listen von Online-Shops, die bereits als Fake-Shops eingestuft oder die mehrfach als solche gemeldet worden sind. Solche Listen finden sich zum Beispiel auf der Website der Verbraucherzentrale Hamburg, der Präsenz des Siegel-Anbieters Trusted Shops oder auf der Watchlist Internet. Der Fake-Shop-Kalender der Verbraucherzentrale Bundesverband macht zusätzlich auf zeitweise besonders häufig betroffene Branchen aufmerksam (alle Seiten unter ct.de/yu3d). Darüber hinaus kann sich der Besuch der Preisvergleichsseiten Geizhals



Mit dem Fake-shop-Finder der Verbraucherzentralen überprüft man Shop-Web-sites. Bei einer roten Ampel handelt es sich nahezu sicher um einen Fake-Shop.

und Idealo lohnen (Hinweis: Geizhals gehört wie c't zu Heise Medien). Sie listen nur geprüfte Online-Shops sowie Händler auf Marktplätzen mit starkem Käuferschutz. Mehr zu den Eigenheiten von Marktplätzen wie Amazon und eBay finden Sie unter [3].

Hilfreich bei der Recherche ist außerdem der Fakeshop-Finder der Verbraucherzentralen. Dort gibt man die URL des zu prüfenden Online-Shops in eine Eingabemaske ein. Anschließend ordnet das Tool ihn nach einem Ampelsystem einer Kategorie zu. Zeigt die Ampel Rot, so ist der betreffende Shop bereits als Fake-Shop aufgefallen. Bei gelber Ampelfarbe hat die automatische Prüfung allgemeine Indizien für betrügerische Absichten, aber auch Indizien für seriöses Gebaren gefunden und listet sie samt Erklärung auf. Entdeckt die Prüfroutine beispielsweise kein Impressum, kann das auch heißen, dass der Betreiber des Shops es lediglich für automatisierte Abfragen gesperrt hat. Das muss man dann selbst nachsehen. Die Einstufung „Grün“ bedeutet, dass der Shop den Verbraucherzentralen „bisher nicht negativ aufgefallen“ ist; man soll aber trotzdem auf eine sichere Zahlungsmethode und die Rücksendekonditionen achten.

Schäden begrenzen, Shops melden

Ist das Kind bereits in den Brunnen gefallen, kann man versuchen, das im Fake-Shop ausgegebene Geld zurückzubekommen. Im besten Fall hat man eine sichere Zahlungsmethode verwendet und veranlasst über seine Bank oder den Zahlungsdienst-

leister eine Rückerstattung. Bei einer Banküberweisung wird es hingegen schwierig. Meldet man sich sofort oder zumindest am selben Tag bei seiner Bank, kann diese die Überweisung manchmal noch stoppen.

In jedem Fall sollte man Strafanzeige bei der Polizei oder Staatsanwaltschaft erstatten. Dies geht heutzutage unkompliziert über die „Onlinewache“ (ct.de/yu3d). Zusätzlich kann man einen Rechtsanwalt damit beauftragen, den Rückzahlungsanspruch auf zivilrechtlicher Ebene durchzusetzen. Der Anwalt beantragt Einsicht in die Ermittlungsakte der Strafverfolgungsbehörden und findet im besten Fall die Identität des Betrügers heraus.

Wer einen Fake-Shop erkannt hat oder darauf hereingefallen ist, kann dazu beitragen, dass der Shop aus dem Internet verschwindet. Hat man als Betroffener Strafanzeige erstattet, kümmern sich meist Polizei und Staatsanwaltschaft darum, dass der Hoster den Shop abschaltet. Ansonsten meldet man den Fake-Shop dem Hoster oder Shopsystemanbieter sowie den Verbraucherzentralen, zum Beispiel über das Onlineformular der Verbraucherzentrale Hamburg (ct.de/yu3d). (mon@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Jo Bager, Gefährliche Offenheit, Online-Handelsregister lädt zum Datenmissbrauch ein, c't 24/2022, S. 134
- [2] Markus Montz, Geld her!, Onlinekauf-Checkliste Bezahlmethoden, c't 8/2022, S. 26
- [3] Georg Schnurer, Händler-Roulette, Onlinekauf-Checkliste Shop-Auswahl, c't 8/2022, S. 24

Nützliche Websites: ct.de/yu3d

„Es reicht, wenn du dein WLAN anhast“

Sicherheitsforscher Sönke Huster über Lücken im WLAN-Stack des Linux-Kernels

Über die Luft gehackt werden, nur weil das WLAN eingeschaltet ist? Im August hat Sönke Huster Sicherheitslücken im WLAN-Stack des Linux-Kernels gefunden, die einen solchen Angriff theoretisch ermöglicht hätten. Seine Entdeckung zeigt, wie wichtig es ist, Software ausführlich zu testen.

Von Kathrin Stoll

Sönke Huster ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Secure Mobile Networking Lab (SEEMOO) der TU Darmstadt. Im August 2022 hat er fünf Sicherheitslücken im WLAN-Stack des Linux-Kernels entdeckt. Mittlerweile gibt es Patches. Wir haben mit ihm über den Fund, seine Methodik und den Disclosure-Prozess gesprochen.

c't: Wie kommt man darauf, im Linux-Kernel nach Sicherheitslücken zu suchen?

Sönke Huster: Ich habe dieses Jahr meine Masterthesis über Bluetooth-Fuzzing unter Linux geschrieben. Die Idee kam von meiner Masterarbeitsbetreuerin Dr. Jiska Classen. Im Bluetooth-Stack habe ich dann auch ein paar kleine Sicherheitslücken gefunden. Dann wurde ich wissenschaftlicher Mitarbeiter am Secure Mobile Networking Lab von Prof. Matthias Hollick und es lag nahe, es auf WLAN auszuweiten. Aus Angreifersicht sind WLAN und Bluetooth super interessant und auch irgendwie ähnlich. Wenn ich dich hacken will, ist es ja viel cooler, ich kann das durch die Luft aus dem Raum nebenan machen,

ohne dass ich dafür erst physisch auf deinen Rechner zugreifen können muss, um zum Beispiel einen USB-Stick einzustecken. Beide Protokolle sind dafür prädestiniert.

c't: Du hast gleich fünf Lücken im Linux-Kernel gefunden. Wie bist du dabei vorgegangen?

Huster: Die Methode, die ich verwende, heißt Fuzzing. Sie wurde in den Achtzigerjahren von Barton Miller [Professor der Informatik in Madison, Wisconsin, Anm. d. Red.] entdeckt, der sich über eine Telefonleitung auf Holzmasten remote auf seinem Arbeitsrechner einloggte. Bei Gewitter wurde die Übertragung des Signals gestört und seine Eingaben kamen verzerrt an. Das führte dazu, dass Programme abstürzten oder sich anders verhielten als erwartet. So kam man dahinter, dass man zufällige Eingaben nutzen kann, um Bugs und Sicherheitslücken zu finden und das Fuzzing – auch Fuzz-Testing – war erfunden. Heute verwendet man dazu sogenannte Fuzzer. Das sind im Grunde Programme, die die Eingabeschnittstellen von Programmen, Betriebssystemen oder Netzwerken mit zufälligen Daten fluten.

Mit komplett zufälligen Eingaben arbeitet man heute aber nicht mehr. Man kann das Verfahren verfeinern und Eingaben benutzen, die nah an denen sind, die das Target – in diesem Fall eben Linux in meiner VM – erwartet. Um WLAN zu untersuchen, lasse ich den Fuzzer WLAN-Pakete mit kleinen Anomalien an das Linux-System in meiner virtuellen Maschine schicken, die er fortlaufend verändert. Dabei beobachtet und dokumentiert der Fuzzer, welcher Code im Kernel zur Verarbeitung der mutierten WLAN-Pakete getriggert wird. Man könnte auch sagen: welchen Weg ein Paket bei der Verarbei-

tung nimmt. Immer, wenn bei der Verarbeitung eines Pakets Code abgedeckt wurde, der vorher noch nicht ausgeführt wurde, nimmt der Fuzzer dieses Paket in sein Eingabeset auf und nutzt es als Ausgangspunkt für neue Mutationen. Diese veränderten Pakete schickt er dann wieder an den Kernel. Das Ganze passiert ein paar Tausend Mal pro Sekunde. Das Ziel ist es, möglichst viel Code „zu covern“, also durch die mutierten Eingaben Teile des Kernel-Codes abzudecken, die der Fuzzer noch nicht kennt. Coverage-Guided Mutational Fuzzing lautet der Fachbegriff für diese Art von Fuzz-Testing.

c't: Wenn das Target abstürzt, hat man einen Treffer gelandet?

Huster: Genau. Ein Absturz oder anderes unerwartetes Verhalten, zum Beispiel, wenn es sich aufhängt, sind eigentlich immer ein Hinweis auf einen Bug oder eine Schwachstelle. Die Eingaben, die so etwas bewirken, speichert der Fuzzer separat ab, sodass ich den Crash reproduzieren kann. Bei einer der fünf Lücken, die ich gefunden habe, war es zum Beispiel so, dass ein kaputtes Paket – oder eine Reihe von Paketen – eine sogenannte Linked List korrumpierte und quasi das letzte Paket in der Liste wieder auf das erste gezeigt hat. Bei der Verarbeitung wusste das Betriebssystem nie, wann die Liste zu Ende ist und hat sich schließlich aufgehängt, weil es aus dieser Schleife nicht rauskam.

c't: Das klingt nach einem ärgerlichen Bug, aber nicht nach einem, den ein Angreifer für eine Remote Code Execution nutzen könnte.

Huster: Nein. Es wäre schwierig, eine Möglichkeit zu finden, das auszunutzen. Die Endlosschleife führt dazu, dass das Betriebssystem sich aufhängt und das wars. Aber eine andere der Lücken ermöglicht es einem Angreifer, den Speicher zu überschreiben, sodass er theoretisch Code aus der Ferne ausführen könnte. Der Kernel reserviert Speicher für die Ausführung von Programmen und Prozessen. Wenn jetzt beispielsweise 128 Byte an einer Stelle im Speicher für einen bestimmten Vorgang vorgesehen sind, dann darf man da eigentlich auch nicht mehr als diese 128 Byte reinschreiben. Bestimmte Eingaben des Fuzzers haben Fehler in der Paketverarbeitung aufgedeckt, die dazu führen, dass man mehr als die vorgesehene Länge

in einen für einen Vorgang reservierten Teil des Speichers schreiben kann – ein sogenannter Buffer Overflow.

c't: Das wäre bereits ausreichend, damit ein Angreifer einen Rechner aus der Ferne übernehmen könnte?

Huster: Theoretisch. Es war möglich, als Angreifer 256 Byte kontrolliert in den Speicherbereich zu schreiben, der auf den zugewiesenen folgte. Für eine RCE müsste man zusätzlich herausfinden, wo im Speicher die kaputten WLAN-Pakete, die diesen Fehler im Kernel-Code triggern, überhaupt verarbeitet werden. Das ist aber gar nicht so einfach, weil es Mechanismen gibt, die dafür sorgen, dass der Kernel immer an unterschiedlichen Stellen im Speicher ausgeführt wird. Kernel Address Space Layout Randomization nennt sich das. Aber es wäre denkbar, dass sich noch weitere Sicherheitslücken finden, die einem das verraten.

c't: Ist das eine Hypothese oder hast du das auch erfolgreich prüfen können?

Huster: Nein. Das übersteigt meine Fähigkeiten. Es ist schon eher eine Hypothese. Aber eine, die sehr wahrscheinlich zutrifft. Es gibt verschiedene Arten von Sicherheitslücken und eine Lücke von diesem Typ bietet sich – in diesem konkreten Fall eben in Kombination mit weiteren – theoretisch dafür an.

Aus Angreifersicht das Spannende an den Sicherheitslücken ist, dass man überhaupt keine Nutzerinteraktion braucht. Du musst dich nicht aus Versehen mit einem Hotspot verbinden, den der Hacker kontrolliert, damit er dir böse WLAN-Pakete schicken kann. Es reicht, wenn du dein WLAN anhasst und dein Gerät nach Netzwerken in der Umgebung sucht. Im Hintergrund passiert das relativ häufig zur Standortbestimmung. Es ist nicht wie bei einem Phishing-Versuch, bei dem der Angreifer das Opfer erst dazu bringen muss, auf einen Button zu klicken und Login-Daten einzugeben. Genau das macht solche Lücken potenziell so kritisch. Linux-Nutzer gibt es nicht so viele, aber drei der Lücken betreffen Android, und Android-Nutzer gibt es eine ganze Menge. Am Smartphone haben die meisten Nutzer ihr WLAN in der Regel an.

c't: Ist der Fuzzer eine Eigenentwicklung des Secure Mobile Networking Labs?

Huster: Ja. Wir nutzen Komponenten aus LibAFL. Das ist eine Bibliothek, die ein sehr gutes Grundgerüst mitbringt, aber die Architektur unseres Fuzzers unterscheidet sich stark von der bestehender Fuzzer.

c't: Kannst du sicher sein, dass es außer den fünf Lücken nicht noch weitere gibt?

Huster: Ich denke, man kann auf jeden Fall sagen, dass WLAN unter Linux durch unsere Arbeit ein bisschen sicherer geworden ist. Wir waren an Stellen im Kernel, wo meines Wissens nach noch nicht so viel gefuzzt wurde. Momentan gucken wir uns noch weitere Teile an und bisher haben wir nichts weiter gefunden. Aber hundertprozentige Sicherheit, dass es nicht noch mehr Bugs und Sicherheitslücken gibt, wird man nie haben. Es kann immer unvorhergesehene Eingaben geben, die einen Bug oder eine Sicherheitslücke offenlegen. Ein Angreifer kann sie genauso gut finden wie wir. Genau deshalb ist Fuzz-Testing so wichtig.

c't: Seit Oktober gibt es Patches. Wie und an wen hast du die Sicherheitslücken gemeldet?

Huster: Es gibt gefühlt 1000 Anlaufstellen für Linux-Sicherheitssachen, zum Beispiel eine Mailing-Liste aller Hersteller irgendwelcher Linux-Distributionen. Dort hätte ich das melden können. Parallel hätte ich dann noch die Kernel-Leute informieren müssen. Ich hab mich entschieden, den Prozess an einen Hersteller abzugeben und habe mich an SUSE gewandt. Die SUSE-Leute haben Johannes Berg von Intel ins Boot geholt. Er ist der Maintainer des WLAN-Stacks unter Linux. Für mich war es superspannend, mit ihm in so einem engen Austausch zu stehen, während er die Patches für die beiden Sicherheitslücken, die ich initial an SUSE gemeldet hatte, geschrieben hat.

Er hat mir die Patches dann geschickt und ich habe meinen Fuzzer darauf angesetzt. So sind wir auf die drei weiteren Sicherheitslücken – und insgesamt noch ein paar weitere kleinere Bugs – gestoßen. Das Ganze hat ein paar Wochen gedauert. Als alle Patches fertig waren, hat SUSE alle anderen Hersteller im Geheimen informiert und man hat einen Zeitpunkt festgelegt, zu dem man die Öffentlichkeit über die Lücken informiert. Die Hersteller hatten bis dahin über eine Woche Zeit, entsprechende Updates rauszubringen. Überrascht hat mich, dass manche Hersteller



Josephine Franz

Der Sicherheitsforscher Sönke Huster hat fünf Sicherheitslücken im Linux-Kernel gefunden. Wie er das gemacht hat, verrät er im Gespräch mit c't.

ihre Updates erst mehrere Tage nach der Bekanntgabe der Lücken verteilt haben.

c't: C gilt als relativ unsichere Programmiersprache. Künftig soll es möglich sein, Kernel-Komponenten stattdessen in Rust zu schreiben. Hätte das deine Sicherheitslücken verhindert?

Huster: Sehr wahrscheinlich wären diese Lücken nicht aufgetreten, hätte man die Module in Rust geschrieben. Gerade die Geschichte, dass man Speicher überschreiben kann. Der Rust-Compiler hätte verhindert, dass die Kernel-Entwickler diesen Fehler überhaupt einbauen. Aber es gibt natürlich auch Fehler, die durch keine Programmiersprache der Welt verhindert werden.

c't: Gibt es etwas, was du Admins und Anwendern raten würdest?

Huster: Sicherheitsupdates immer schnell einzuspielen. Wie gesagt, bis alle größeren Distributionen die Updates verteilt haben, hat es nach Veröffentlichung noch ein paar Tage gedauert. Gerade bei Android dauert es oft länger. Es kann einfach sein, dass die betreffende Sicherheitslücke schon eine Weile öffentlich ist, bis man als Nutzer ein Sicherheitsupdate bekommt. Deshalb sollte man Updates möglichst sofort installieren. Auch wenn es nervt. Aber dann holt man sich in der Zwischenzeit halt mal einen Kaffee. (kst@ct.de) **ct**

Weitere Infos: ct.de/yvww

KI findet Krebs

Erklärbare künstliche Intelligenz erkennt Tumorgewebe nachprüfbar

An der Ruhr-Universität Bochum (RUB) entstehen KI-Anwendungen, die anhand von Aktivierungskarten zeigen, wo Krebs steckt. Diese Ergebnisse sind mit Gewebeproben experimentell nachweisbar.

Von Arne Grävemeyer

Künstliche Intelligenz ermöglicht in der Radiologie mit ihren volldigitalisierten Aufnahmen erstaunliche Anwendungen. Diese geben dem behandelnden Arzt Hinweise oder bieten sogar eine zweite Meinung. Am Universitätsklinikum Essen sind KI-Systeme entstanden, die Aufnahmen aus dem Computertomografen (CT) oder dem Magnetresonanztomografen (MRT) klassifizieren. Eine dieser Anwendungen schätzt angesichts von Leberkrebs-Aufnahmen die Erfolgchancen einer Bestrahlungstherapie ein. Eine andere liest aus Aufnahmen von Gebärmutterhalskrebs ab, mit welcher Wahrscheinlichkeit der Tumor wohl schon gestreut hat.

Andere KI-Systeme weisen auf das Vorhandensein von Tumoren in der Prostata oder in der Lunge hin. Allerdings ist bei einer komplexen KI, die mithilfe von Tausenden Beispielaufnahmen trainiert wurde, in aller Regel unklar, worauf sich ihre Klassifikationen stützen. Damit ist die Plausibilitätskontrolle nicht einfach. Bisher setzt man dafür oft auf eine grafische Hilfestellung. Verfahren der erklärbaren KI identifizieren die Bildbereiche, die für eine Klassifikation wie „Tumor in der Lunge“ ausschlaggebend gewesen sind. Erfahrene Mediziner erkennen daran, ob die KI die wesentlichen Hinweise und Gewebeveränderungen in einer Aufnahme beachtet hat. Es ist aber nicht gesagt, dass die grafische Plausibilitätsprüfung genau

das Tumorgewebe markiert, auch andere Auswirkungen der Krebserkrankung können die KI-Entscheidung beeinflussen haben.

Infrarot-Mikroskopie undurchschaubar

„Bei den Verfahren der erklärbaren KI wird die Erklärung, zum Beispiel woran die KI einen Tumor erkannt hat, im Grunde auf den Experten abgewälzt“, sagt Axel Mosig, Forscher am Zentrum für Protein-diagnostik (PRODI) der RUB. Wenn eine KI entscheidungsrelevante Bildbereiche markiert, kann nur ein Experte beurteilen, ob diese Bildausschnitte tatsächlich eine fundierte Einordnung ermöglichen und ob die KI die Aufnahme richtig klassifiziert hat. Es wäre problematisch, wenn Mediziner sich auf eine solche KI-Diagnose stützten, aber den behandelten Patienten die Entscheidungsgrundlagen nicht erklären könnten.

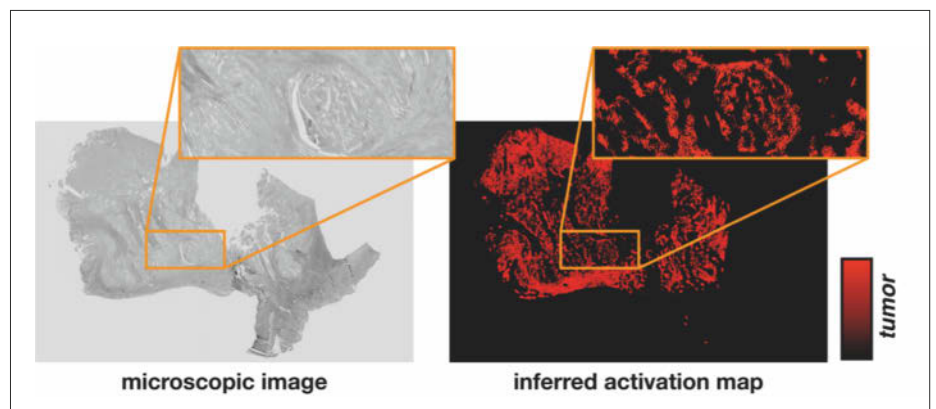
Am PRODI untersucht man Gewebeproben von Krebsverdachtsfällen unter einem Infrarot-Mikroskop. Dieser experimentelle Ansatz wird unter der Leitung von Klaus Gerwert, dem Gründungsdirektor von PRODI, entwickelt. Dabei stoßen die Forscher auf ein Problem: Die entstehenden Bilder sind dem menschlichen

Auge nicht zugänglich, weil die Infrarot-Mikroskopie hyperspektrale Bilddaten liefert. Die Technik stellt die Probe in jeder Pixelposition nicht durch drei Farbkanäle dar, sondern durch ein Spektrum mit mehreren hundert Komponenten. Für jedes Pixel ist daraus ein Fingerabdruck ablesbar, der zum Beispiel molekulare Veränderungen durch Krebstumore verrät.

Sollte nun eine KI-Anwendung die Daten der Infrarot-Mikroskopie klassifizieren und anschließend die Bildbereiche markieren, auf denen ihre Entscheidung beruht, dann würde das wenig nützen. Der Mediziner, der das Ganze interpretieren soll, hat in der Regel gar nicht das biophysikalische Wissen, das er bräuchte, um die KI-Entscheidung anhand der hinterlegten Spektrallinien nachzuvollziehen. Der grafische Erklärungsversuch liefert keine Erklärung.

Experimentell belegbar

„Wir müssen die KI dazu bringen, uns nur betroffene Gewebestellen zu markieren, sodass eine experimentelle Untersuchung das Ergebnis bestätigen kann“, schildert Mosig seinen Ansatz einer erklärbaren KI. Er setzt auf die Grundsteine der Wissenschaft: falsifizierbare Hypothesen. Wenn eine aufgestellte Hypothese falsch ist,



Zu dem mikroskopischen Bild einer Gewebeprobe (links) liefert die KI eine sogenannte Aktivierungskarte. Die darauf markierten Tumorstellen lassen sich experimentell durch eine lokale Biopsie und Untersuchung im Labor überprüfen.

Bild: PRODI

dann muss das durch ein Experiment nachprüfbar sein. Im Falle einer Krebsdiagnose ist das in der Regel eine Biopsie an der markierten Stelle und die Untersuchung des betroffenen Gewebes im Labor.

Es gelang dem Team am PRODI, ein neuronales Netz zu entwickeln, das nicht nur erkennt, ob eine Gewebeprobe einen Tumor enthält. Zusätzlich erzeugt es eine Aktivierungskarte, die auf dem mikroskopischen Gewebebild die Tumorregionen markiert.

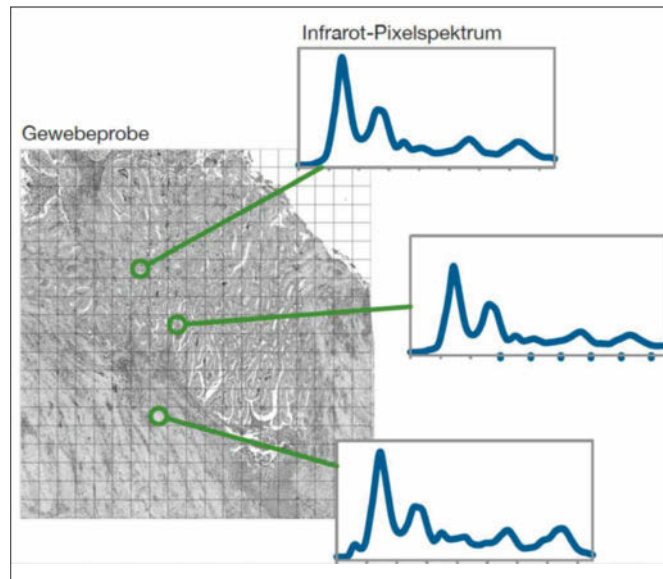
Dieser Erfolg wurde möglich, indem die Forscher die übliche Vorgehensweise umdrehen. Die meisten Methoden der erklärbaren KI sind sogenannte Post-hoc-Methoden. Sie operieren auf fertig trainierten Modellen; während des Trainings wird die Erklärbarkeit also nicht berücksichtigt. „Wir machen hingegen konkrete Annahmen, auf die wir unsere KI hintrainieren“, sagt Mosig. Bei diesem Schritt geht Fachwissen der Experten ein, die KI lernt nicht einfach an Beispielaufnahmen und deren Analyseergebnissen.

Die vorgegebenen Annahmen können zum Beispiel die Morphologie eines Tumors betreffen, also die Frage, wie dieser generell aussieht. Das Instrumentarium von Mosig und seinem Team: Sie wählen den Aufbau des neuronalen Netzes sowie ein geeignetes Machine-Learning-Verfahren, und sie passen die sogenannte Verlustfunktion an, mit der sie ein neuronales Netz im Training schrittweise von fehlerhaften Klassifikationen zum gewünschten Verhalten weiterentwickeln. Ihr Ziel ist es, durch mathematische Annahmen, Optimierungen und geeignete Zielfunktionen den Lernalgorithmus in die richtige Richtung zu lenken.

In der Praxis hat sich gezeigt, dass die Forscher mit diesem Ansatz weniger Beispielfälle benötigen, um eine KI zu trainieren, als bei ungerichteten Lernverfahren ohne Vorwissen, nur mit annotierten Beispielfällen. Und diesen geringeren Bedarf nutzen sie aus, indem sie auch KI-Anwendungen bauen, die Krebssubtypen identifizieren. „Das macht unsere Hypothesen komplexer. Aber der Subtyp kann hochgradig therapierelevant sein“, berichtet Mosig.

Nach KI-Hinweis unters Messer

Gerade hat ein interdisziplinäres Team am PRODI eine KI-Anwendung entwickelt, die einen gefährlichen Subtyp des Darmkrebses belegbar identifizieren kann. Hat die KI diesen Subtyp erst einmal erkannt,




Die Aufnahmen aus dem Infrarot-Mikroskop liefern für jedes Pixel hyper-spektrale Bilddaten bestehend aus mehreren hundert Komponenten.

Bild: PRODI

dann stehen den Medizinern spezielle Therapieoptionen offen. Das Team entwickelte dafür eine zweistufige KI, die zunächst den Tumor lokalisiert und dann markiert, wo genau der Subtyp vorliegt. Das Ergebnis kann man experimentell überprüfen, indem man aus den angezeigten Bereichen eine Probe mit einem Laser herauschneidet und im Labor molekular analysiert.

Dieser Ansatz beschreibt, wie eine KI eine Krebsdiagnose stellt, die der Mediziner mit einem klar definierten Verfahren überprüfen kann. Mit ihrem neuen Ansatz entwickeln die Bochumer die KI zu einem verlässlichen Diagnose-Tool in der Krebs-

behandlung weiter. Dadurch, dass ihre Anwendungen überprüfbare Ergebnisse liefern, taugen sie nicht nur als Ratgeber oder zweite Meinung. Stattdessen liefern sie aufgrund des implementierten Vorwissens Erklärungen, die das Vertrauen von Medizinern und Patienten gewinnen und als Grundlage für eine Therapieentscheidung dienen können. (agr@ct.de) 

Literatur

- [1] Arne Grävmeyer, Digitaler Arztberater, Künstlich intelligente Diagnose dient als zweite Meinung und erkennt mehr, c't 22/2019, S. 140
- [2] Andreas Holzinger, Interpretierbare KI, Neue Methoden zeigen Entscheidungswege künstlicher Intelligenz auf, c't 22/2018, S. 136

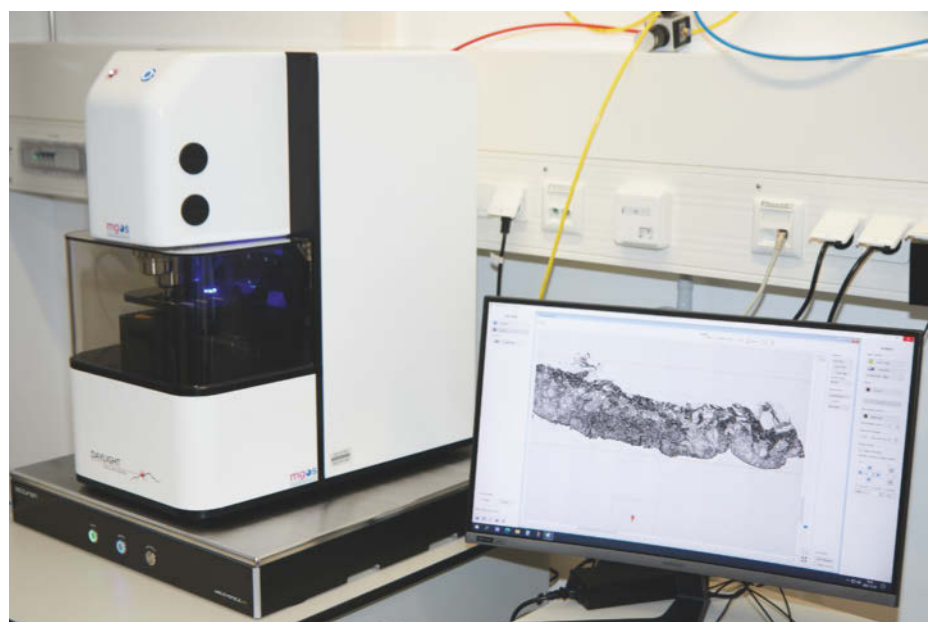


Bild: PRODI

Unter dem Infrarot-Mikroskop durchleuchten Mediziner Gewebeproben und gehen einem Krebsverdacht nach.



Bild: Thorsten Hübner

Programmiert komponiert

Wie man mit Python und music21 in Jupyter Musik komponiert

Musik hat eine Menge Regelmäßigkeiten: Terzen- und Quinten-Sprünge, Dur-Moll-Symmetrien und transponierte Tonarten. Die Bibliothek music21 überträgt all das in die Python-Welt, sodass man mit Programmcode Musikstücke komponieren kann.

Von Jaqueline Fette
und Pina Merkert

Musik erzählt Emotionen: Die Schwere der Moll-Akkorde, die Leichtigkeit von Dur; das Spiel mit dem Wechsel, mit spannungsbildenden Disharmonien und Kadenz, die zurück in den Grundakkord der Tonart führen. Menschen sind seit Jahrhunderten fasziniert von dieser Sprache ohne Worte. Die Musiktheorie fasst die Gefühle in ein System, macht sie ein Stück weit berechenbar.

An dieser Stelle kommt der Rechner ins Spiel: Für so ziemlich alles, was berechenbar ist, gibt es ein Python-Modul und

für Musik macht music21 einen sehr guten Job. music21 modelliert Noten, Akkorde, Harmonien, Sequenzen und so weiter als

Objekte, die sich mit Funktionen modifizieren lassen. Das ist auch für analog komponierende Musiker interessant, da music21 automatisch mit der Me-

thode `show()` die Programme MuseScore oder LilyPond einspannt, um Melodien in korrekter Notation auszugeben. Das klappt direkt im Jupyter-Notebook, sodass man im Browser sehr flott mit Musik experimentieren kann. Aber es wird noch

Frisch aus
c't Nerdistan

besser: `show('midi')` aktiviert die MIDI-Schnittstelle, sodass der Rechner die Komposition ebenfalls direkt in Jupyter mit Soundfonts vorspielt. Dazu gibt es Analysetools, Importer für diverse Notationsformate und unproblematischen Zugriff auf die Werke klassischer Komponisten.

Installation

Unter Windows, macOS und Linux installieren Sie zuerst das freie Notensatzprogramm MuseScore (siehe ct.de/ypxg). Unter Android funktioniert das nicht, dort installieren Sie mit dem Termux-Paketmanager Lilypond. MIDI funktioniert auf allen vier Betriebssystemen von Haus aus; falls nicht, ziehen die MuseScore-Pakete die nötigen Abhängigkeiten nach. Danach fehlen nur noch Jupyter und das Modul selbst:

```
pip install jupyter music21
```

Wir haben unsere Experimente in einem Repository bei GitHub dokumentiert (zu finden über ct.de/ypxg), das Sie als Ganzes auschecken können, um sich den Start besonders einfach zu machen:

```
git clone https://github.com/pinae/
└─music21-melodies.git
```

Das Repository enthält ein Pipfile, eine Konfiguration für pipenv, sodass ein pipenv install bequem alle Module installiert. Den Notebook-Server starten Sie danach mit dem Befehl:

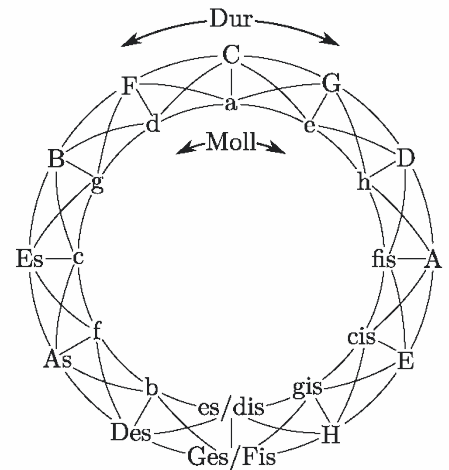
```
pipenv run jupyter notebook
```

ct kompakt

- Mit der Bibliothek `music21` kann ein Programm Melodien und Rhythmen erzeugen.
- Nutzt man die Python-Bibliothek in einem Jupyter-Notebook, zeigt das direkt Noten an – und einen Player, in dem man die Komposition anhören kann.
- Algorithmisch komponierte Musik lässt sich als MIDI-Datei exportieren und weiterverarbeiten.

Quintenzirkel

Im Quintenzirkel sind die Tonarten jeweils eine Quinte, also um 5 Tonschritte verschoben. Ausgehend von den Grundtönen dieser Tonarten lassen sich Akkorde bilden, die zu den direkten Nachbarakkorden harmonisch klingen. Die Nachbarn sind in der Grafik mit einer Linie verbunden. Auch Moll-Akkorde klingen mit Dur-Akkorden harmonisch, allerdings sind die Grundtöne drei Quinten nach unten verschoben. In der Kreisdarstellung sind sie also um 90° nach links gedreht. d-Moll ist beispielsweise die Paralleltönart zu F-Dur.



Unter macOS fordert Jupyter als Abhängigkeit auch `appnope`. Das Paket fehlt aber in den Abhängigkeiten. Abhilfe schaffen Sie, indem Sie es vorher händisch installieren:

```
pipenv install appnope
```

Unendliche Akkordfolgen

Mit `music21` können Sie zwar per Hand Note für Note `Note`-Objekte erzeugen und mit denen loskomponieren. Das wäre aber langsamer und mit viel mehr Tipparbeit verbunden, als das grafische Interface von MuseScore zu nutzen. Seine Stärken spielt die Bibliothek erst aus, wenn Sie algorithmisch komponieren.

Ein Beispiel: Im Quintenzirkel kann man statt der Tonarten auch die Grundakkorde der jeweiligen Tonart notieren. Die benachbarten Akkorde sind leitereigene Dreiklänge, denn sie nutzen ausschließlich Töne aus der gleichen Tonleiter. Das führt dazu, dass sie zueinander harmonisch klingen. Als benachbart zählen sowohl die Moll als auch Dur-Akkorde in der Tonart mit den gleichen Vorzeichen sowie die Nachbarn links und rechts mit Grundtönen eine Quinte tiefer oder höher ebenfalls in Dur und Moll. Die Moll-Akkorde sind drei Quinten verschoben, der Nachbar von C-Dur ist also a-Moll. Dieser Regel folgend kann der Computer vollautomatisch Akkordfolgen produzieren, die zufällig durch alle Akkorde laufen und beliebig lang sind.

Um so eine Akkordfolge zu erzeugen, muss man sich zunächst zu jedem Grund-

ton einen Akkord der jeweiligen Tonart erzeugen:

```
from circle_of_fifths import ♯
└─MajorMinor, major, minor

def build_chord(base_tone: note.Note,
                mode: MajorMinor = major):
    if mode == major:
        intervals = ('M3', 'm3')
    else:
        intervals = ('m3', 'M3')
    second_tone = base_tone.transpose(
        intervals[0])
    third_tone = second_tone.transpose(
        intervals[1])
    return chord.Chord([base_tone,
                        second_tone, third_tone])
```

Kurze Erklärung zum `import`: In der Datei `circle_of_fifths.py` im Git-Repository (siehe ct.de/ypxg) haben wir uns einen `enum` für die Unterscheidung von Dur und Moll definiert. Wir nutzen ihn zum optionalen Typisieren der Parameter, was Programmierfehler vermeidet. Die Klasse ist aber eher ästhetischer Natur, ein Boolean hätte genauso funktioniert.

```
c_dur = build_chord(c, major)
c_dur.show()
```



Dur-Akkorde bestehen aus dem Grundton, einem zweiten Ton eine große Terz ('M3') darüber und eine kleine Terz ('m3') darüber aus einem dritten Ton. Vierklän-

Tonarten

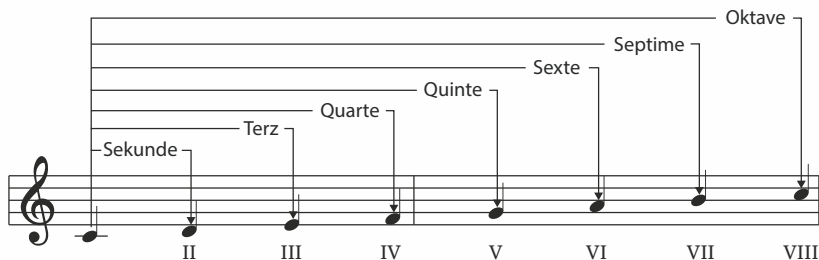
Die abendländische Musik kennt zwölf verschiedene Töne in einer Oktave. In der nächsten Oktave wiederholt sich alles, nur mit der doppelten Frequenz. Je fünf der Töne klingen nicht harmonisch miteinander. Je nachdem, mit welchem Ton man anfängt, sind das aber vier andere Töne. Die sieben harmonischen Töne bilden eine Tonleiter, beginnend mit dem Grundton der Tonika. Nutzt eine Melodie nur die sieben Töne, ist sie in einer Tonart geschrieben. Auf dem Klavier gehören beispielsweise zwischen einem C und dem nächsten alle weißen Tasten zur Tonart C-Dur, die 5 schwarzen Tasten in dem Bereich spielen die 5 verbleibenden Töne.

Da Musiker meist mit den Tönen einer Tonart komponieren und die fünf zusätzlichen Töne wie eine disharmonische Variante eines leitereigenen Tons klingen, wird der Schritt als „Halbton“ bezeichnet. Ein Kreuz (#) zeigt, dass ein Ton um einen Halbton höher, das Be (b), dass er um einen Halbton niedriger gespielt wird. Solche Erhöhungen und Erniedrigungen werden immer ausgehend von den sieben Tönen von C-Dur gerechnet.

Saiten- und Blasinstrumente erzeugen bei jedem Ton hauptsächlich eine sinusförmige Schwingung. Nebenbei erzeugen diese Instrumente aber auch weniger laute Obertöne in anderen Frequenzen. Die Frequenzen stehen aber in einem regelmäßigen Verhältnis zueinander. In eine Wellenlänge des Grundtons passen 2, 3 oder mehr Wellenlängen der Obertöne.

Intervalle

Der Abstand zwischen einem tieferen und einem höheren Ton bezeichnet man als Intervall. Gängige Intervalle sind 1 - Prime (Halbton), 2 - Sekunde, 3 - Terz, 4 - Quarte, 5 - Quinte, 6 - Sexte, 7 - Septime und 8 - Oktave. Die Zahl zeigt die Weite des Sprungs an. Eine Oktave verdoppelt die Frequenz, was so harmonisch klingt, dass man das als fast den gleichen Ton wahrnimmt. Die Quinte ist das am harmonischsten klingende Intervall, das man als unterschiedliche Töne wahrnimmt, weil die Frequenzen im Verhältnis 2 zu 3 stehen. Die anderen Intervalle klingen etwas weniger harmonisch, aber nicht „schief“. Die römischen Zahlen bezeichnen hier die Stufen, also die Position der jeweiligen Töne in einer Tonleiter.



Dur oder Moll

Der Unterschied zwischen Dur und Moll-Tonleitern besteht darin, an welcher Stelle die 5 leiterfremden Töne sitzen. Bei Dur sitzen sie hinter den Tönen 1, 2, 4, 5 und 6, bei Moll hinter 1, 3, 4, 6 und 7. Das hat beispielsweise Einfluss darauf, aus wie vielen Halbtonschritten die beiden Terzen eines auf der Tonika aufgebauten Dreiklangs bestehen. In Dur-Akkorden ist das erste Intervall eine große Terz, bestehend aus vier Halbtonschritten und das zweite eine kleine Terz aus drei Halbtonschritten. In Moll ist es umgekehrt mit kleiner und großer Terz. Damit sich diese Intervalle ergeben, braucht c-Moll im Gegensatz zu C-Dur drei Be und a-Moll kommt ohne Vorzeichen aus.

C-Dur



c-Moll



ge erzeugt die Funktion erstmal nicht. Die Moll-Akkorde sind umgekehrt: kleine Terz, große Terz. Die Methode `transpose()` eines `Note`-Objekts erzeugt die neuen `Note`-Objekte. Schreibt man beim übergebenen String ein - dazu, transponiert die Methode nach unten. Drei solcher `Note`-Objekte nimmt der Konstruktor eines Chord, der den gesamten Dreiklang darstellt.

Man könnte mit `transpose()` nun einfach auch die Grundtöne des Zirkels anhand von Quintensprüngen konstruieren. Dabei würden aber sehr hohe und sehr tiefe Dreiklänge entstehen. Überspringt man eine ganze Oktave, nehmen Menschen das als gleichen Akkord wahr, so dass man die Grundtöne einfach immer in die erste Oktave und damit in den Tonhöhenbereich üblicher Singstimmen transponieren kann:

```
def transpose_to_fourth_octave(
    note: Note):
    while note.octave > 4:
        note = note.transpose('P-8')
    while note.octave < 4:
        note = note.transpose('P8')
    return note
```

Um die Verschiebung der Moll-Akkorde im Quintenzirkel korrekt darzustellen, definiert `circle_of_fifths.py` eine Klasse für den Zirkel. Die berechnet den Zirkel im Konstruktor selbst:

```
class CircleOfFifths:
    def __init__(self):
        base_note = Note('C4',
                           quarterLength=4)
        self.notes = [base_note]

    for i in range(6):
        new_note = base_note.transpose(
            'P5')
        while new_note.octave > 4:
            new_note = new_note.transpose(
                'P-8')
        self.notes.append(new_note)
        base_note = new_note
    base_note = Note('D4-',
                      quarterLength=4)
    self.notes.append(base_note)

    for i in range(4):
        new_note = base_note.transpose(
            'P5')
        while new_note.octave > 4:
            new_note = new_note.transpose(
                'P-8')
```

```

self.notes.append(new_note)
base_note = new_note

def base_note(self,
    index: int,
    major_minor: MajorMinor=Major):
    if major_minor == Major:
        return self.notes[index % 12]
    elif major_minor == minor:
        return self.notes[
            (index + 3) % 12]

```

Den Quintenzirkel kann man konstruieren, indem man entweder Quintensprünge hoch oder runter macht. Bei einem wohltemperierten Klavier kommen dabei die gleichen Noten heraus. Benutzt man auf der linken Seite des Quintenzirkels nur Be, braucht man weniger Vorzeichen, weshalb sich diese Schreibweise eingebürgert hat. Eine Quinte über dem Fis konstruiert music21 korrekterweise ein Cis (C#), die übliche Schreibweise verlangt aber nach einem Des (D-). Um dem gerecht zu werden, unterbricht der Code seine Schleife nach dem Fis und startet mit dem Des neu.

Die Methode `base_note()` sucht das Notenobjekt aus dem Quintenzirkel heraus, das zur angegebenen Nummer passt. 0, major gehört zu C-Dur, 1, minor zu e-Moll und so weiter. Den Index rechnet die Funktion Modulo 12, sodass man von F-Dur zu C-Dur weiterlaufen kann, indem man einfach den Index weiter erhöht. Mathematisch bildet das alle ganzen Zahlen auf dem kreisförmigen Quintenzirkel ab.

Für die unendliche Akkordfolge fehlt dann nur noch die zufällige Entscheidung für Quintensprünge hoch und runter und für den Wechsel zwischen Dur und Moll:

```

from random import choice, randint
from circle_of_fifths import CircleOfFifths, major, minor

cf = CircleOfFifths()
def create_random_chord_stream(length,
    note_length=2):
    directions = [(major, -1), (minor, -1),
        (major, 0), (minor, 0),
        (major, 1), (minor, 1)]
    mode = choice((major, minor))
    chord_number = randint(0, 11)
    base_note = cf.base_note(chord_number)
    base_note.quarterLength = 2
    chord = build_chord(base_note, mode)
    s = stream.Stream()
    s.append(chord)
    for i in range(length):
        chdir = directions.copy()

```

```

        chdir.pop(directions.index(
            (mode, 0)))
        direction = choice(chdir)
        chord_number += direction[1]
        base_note = cf.base_note(
            chord_number % 12)
        base_note.quarterLength = 2
        base_note = transpose_to_fourth_
            octave(base_note)
        chord = build_chord(base_note,
            direction[0])
        s.append(chord)
        mode = direction[0]

    return s

```

Ein paar Worte zur Erklärung: Im Quintenzirkel sind Akkordwechsel immer zu einem Nachbarn harmonisch. Die Bewegung lässt sich in der bisher verwendeten Datenstruktur als eine Kombination aus Dur oder Moll und einer Bewegung entlang des Kreises mit Index -1 bis +1 darstellen. Ein Wechsel zum gleichen Akkord wäre kein Wechsel, weshalb eine der sechs Möglichkeiten jeweils herausfliegen muss. Das passiert in der zweiten Zeile innerhalb der `for`-Schleife. Das `copy()` in der Zeile davor ist nötig, damit beim nächsten Schleifendurchlauf nicht die zuvor verworfene Richtung fehlt. Die Auswahl übernimmt dann `choice()` aus dem `random`-Modul, das ein Element aus der Liste auswählt.

Mit der gewählten Richtung modifiziert der Code danach die `chord_number` und das Quintenzirkel-Objekt liefert den Grundton zu diesem Akkord als `Note`-Objekt. Damit die Tonhöhe im Bereich üblicher Singstimmen bleibt, transponiert die siebte Zeile die Note in die vierte Oktave. Den Dreiklang liefert `build_chord()`, die Zeile dahinter hängt alles an den Stream `s` an.

Die Initialisierung vor dem Schleifenkörper geht im Prinzip genauso vor. Der einzige Unterschied besteht darin, dass dieser Code den Startpunkt im Quintenzirkel (Index und Dur oder Moll) komplett zufällig wählt.

Am Ende landet alles in einem Stream-Objekt, das die Funktion zurückgibt. Den Stream kann man mit `show('midi')` abspielen.

Invertierte Akkorde

Transponiert man den höchsten Ton eines Dreiklangs um eine Oktave nach unten, erhält man den zugehörigen Sextakkord. Der verschobene Ton ist dann der tiefste

des Dreiklangs und liegt eine Quarte unter dem Grundton. Das ändert einiges am Klang, da man den tiefsten Ton am prominentesten wahrnimmt. Diese Umkehrung stellt aber eine Möglichkeit dar, den Akkord von der Tonhöhe her stärker an den vorherigen Akkord anzugleichen.

Transponiert man auch den zweiten Ton um eine Oktave, erhält man nach dem gleichen Prinzip den Quartsextakkord. Der Grundton ist dann sogar der höchste Ton. Mit den folgenden zusätzlichen Zeilen erzeugt `build_accord()` auch Sextakkorde (engl. „inversion“):

```

if inversion >= 1:
    base_tone = base_tone.transpose(
        'P8')
if inversion >= 2:
    second_tone = second_tone.transpose(
        'P8')

```

So ausgestattet kann der Algorithmus eine Akkordfolge bauen, bei der er jeden Akkord in seiner unmodifizierten und seinen beiden Sextakkord-Varianten erzeugt. Er wählt dann die Variante, bei der der tiefste Ton am nächsten am tiefsten Ton des vorherigen Akkords liegt. Die Idee dabei ist, dass man so die emotionale Qualität der Akkordfolgen neutraler bewerten kann. Im Prinzip braucht der Code dafür nur die folgenden drei Funktionen:

```

def get_lowest_note_of_chord(
    chord: chord.Chord):
    return sorted(chord.notes,
        key=lambda x: x.pitch
    )[0]
def transpose_chord_to_fourth_octave(
    chord: chord.Chord):
    while get_lowest_note_of_chord(
        chord).octave > 4:
        chord = chord.transpose('P-8')
    while get_lowest_note_of_chord(
        chord).octave < 4:
        chord = chord.transpose('P8')
    return chord
def build_chord(base_tone: note.Note,
    mode: MajorMinor = major,
    inversion=0):
    if mode == major:
        intervals = ('M3', 'm3')
    else:
        intervals = ('m3', 'M3')
    second_tone = base_tone.transpose(
        intervals[0])
    third_tone = second_tone.transpose(
        intervals[1])

```

```
def modify_rhythm(melody: stream.Stream):
    def list_available_merges():
        available_merges = []
        for pos, (n1, n2) in enumerate(zip(melody.notes[:-1], melody.notes[1:])):
            if n1.duration == n2.duration:
                available_merges.append(pos)
        return available_merges
    def list_available_splits():
        return [i for i, n in enumerate(melody.notes)
                if n.duration.quarterLength >= 0.5]
    available_merges = list_available_merges()
    available_splits = list_available_splits()
    def do_random_merge():
        pos = choice(available_merges)
        new_melody = stream.Stream()
        for i, tone in enumerate(melody):
            tq1 = tone.duration.quarterLength
            if i != pos + 1:
                new_melody.append(note.Note(
                    pitch = tone.pitch,
                    quarterLength = tq1 * 2 if i == pos else tq1))
        return new_melody
    def do_random_split():
        pos = choice(available_splits)
        new_melody = stream.Stream()
        for i, tone in enumerate(melody):
            tq1 = tone.duration.quarterLength
            if i == pos:
                tq1 = 0.5 * tq1
                new_melody.append(note.Note(
                    pitch = tone.pitch,
                    quarterLength = tq1))
            new_melody.append(note.Note(
                pitch = tone.pitch,
                quarterLength = tq1))
        return new_melody
    if len(available_merges) >= 1 and len(available_splits) >= 1:
        return choice((do_random_merge, do_random_split))()
    elif len(available_merges) >= 1:
        return do_random_merge()
    else:
        return do_random_split()
```

Teilt der Code lange Noten nur auf (split) oder verschmilzt kurze Noten (merge), bleibt ein Stream mit den Noten eines Takts immer gleich lang. Splits und Merges verändern den Rhythmus nur geringfügig, weshalb er sich noch einigermaßen gut vorhersagen lässt. Die ständigen kleinen Veränderungen beugen der Langeweile vor. Ein Durchlauf durch diese Funktion nimmt genau eine zufällige Veränderung dieser Art vor.

```
if inversion >= 1:
    base_tone = base_tone.transpose(
        'P8')
if inversion >= 2:
    second_tone = second_tone.transpose(
        'P8')
return chord.Chord([base_tone,
                    second_tone, third_tone])
```

Note-Objekte lassen sich nicht direkt sortieren. music21 hat aber Vergleichsoperatoren für Pitch-Objekte implementiert. Die kann `sorted()` in der ersten Funktion nutzen, wenn man ihr die `pitch`-Property der Note-Objekte als Sortierkriterium (`lambda x: x.pitch`) im Parameter `key` mit-

gibt. Dass so etwas funktioniert, offenbart die Code-Ästhetik von music21. Die Bibliothek ist sehr logisch und konsistent programmiert.

Rhythmuspielerei

Akkordfolgen allein spielen noch keine schöne Musik. Schlagzeuger würden behaupten, dass Rhythmen sogar wichtiger sind. Melodien haben immer auch eine rhythmische Struktur, die aus der Länge der Noten entsteht. Um die unabhängig von der Melodie zu bewerten, eignen sich Trommelrhythmen, die sich ebenfalls mit music21 erzeugen lassen.

Völlig zufällige Rhythmen sind uninteressant, weil man keine Struktur hört,

ein ganz monotoner Rhythmus ist aber auch langweilig. Interessante Rhythmen sind irgendwo dazwischen. Beliebt sind beim 4/4-Takt Sätze bestehend aus zwei Takten mit unterschiedlichem Rhythmus, die sich aber mindestens einmal wiederholen.

Damit es nicht zu wild wird, wählt unser algorithmischer Trommler nur ganze, halbe, Viertel- und Achtel-Noten und bastelt zufällig daraus einen Takt. Das Ende muss auf 4/4 aufgehen, weshalb der Algorithmus fürs Erste mit einer Halben-, zwei Achtel- und einer Viertelnote beginnt:

```
part = stream.Part()
s = stream.Stream([
    note.Note('G4', quarterLength=2),
    note.Note('G4', quarterLength=0.5),
    note.Note('G4', quarterLength=0.5),
    note.Note('G4', quarterLength=1)])
part.append(s)
part.append(s.transpose(0))
```

Die Funktion `s.transpose(0)` gibt einen neuen Stream zurück, mit dem Parameter 0 wird hier also mit wenig Code eine 1:1-Kopie erstellt. Die Kopie ist nötig, weil Python ansonsten nur eine zusätzliche Referenz auf das gleiche Stream-Objekt zuweisen würde. Der zweite Takt soll zwar genauso aussehen wie der erste Takt, die Noten sollen aber eigene Objekte sein. Aus dem gleichen Grund wird der weitere Code noch mehrfach neue Streams erzeugen.

Der Algorithmus geht nun so vor, dass er entweder Paare aus benachbarten kurzen Noten gegen eine längere Note austauscht (Merge) oder eine lange Note in zwei kurze Noten aufspaltet (Split). Da es keine längeren als ganze Noten und keine kürzeren als Achtel geben soll, kümmern sich zwei eingebettete Funktionen darum, die möglichen Splits und Merges aufzulisten (siehe Listing links oben).

Wenn sowohl Splits als auch Merges zur Verfügung stehen, sucht sich der Algorithmus zuerst aus, ob er zufällig einen Split oder lieber einen Merge machen möchte. Ist eine der beiden Listen leer, stellt sich die Frage nicht.

Um die Umsetzung kümmert sich danach jeweils eine eigene Unterfunktion, die zuerst eine der Möglichkeiten auswählt. Beide Funktionen bauen danach einen neuen Stream, der bis auf den Split beziehungsweise Merge gleichartige Noten wie die Vorlage enthält. Die Funktionen unterscheiden sich nur an der Posi-

tion des Splits beziehungsweise Merges. Der Split fügt eine zusätzliche Note ein, der Merge überspringt die zweite der beiden verschmolzenen Noten. Außerdem passen die Funktionen an der Stelle natürlich die `quarterLength` an, indem sie sie mit 0,5 oder mit 2 multiplizieren.

Midi-Export

Wenn Sie den Code in „Rhythm Tests. ipynb“ ausgeführt haben, haben Sie ganz oft den Ton A auf dem Klavier gehört. Ein Schlaginstrument wäre eigentlich passender für einen Rhythmus, laut mehrerer Issues auf GitHub hängt `music21` bei der Unterstützung von Schlaginstrumenten aber hinterher. Man kann zwar ein `Instrument` als erstes Objekt in den Stream einfügen, bekommt danach mit `show('midi')` aber in Jupyter nichts mehr zu hören.

Einen so erweiterten Stream kann man aber zumindest als MIDI-Datei exportieren, die MIDI-Track 10 (Schlaginstrumente) benutzt:

```
percussion = instrument.Woodblock()
part.insert(0, percussion)
part.write('midi', 'rhythm.mid')
```

Falls Ihnen das Schlaginstrument beim Abspielen mit dem MIDI-Player des Systems nicht gefällt, können Sie es danach noch in MuseScore umstellen. MuseScore zeigt die Noten auch korrekt als Schlagzeug-Spur mit einer Notenlinie an und nicht im G-Schlüssel mit fünf Notenlinien.

Bach würde es lieben

Die meisten Musiker werden ihre Melodien lieber weiterhin mit Stift und Papier oder einem grafischen Programm wie MuseScore komponieren. `music21` ist eher ein Werkzeug, um schnell unterschiedlichste Musik zu erzeugen, die den im Code formulierten Regeln folgt. Das macht richtig Spaß, wenn man sich mit Musiktheorie befasst und sich fragt, welche Symmetrien in der Musik existieren und was bestimmte Regelmäßigkeiten für die emotionale Wirkung bedeuten.

Johann Sebastian Bach hätte es sicherlich geliebt, wenn es zu seiner Zeit schon ein solches Werkzeug gegeben hätte. Er hat beispielsweise ein Klavierstück komponiert, das sich systematisch durch alle Tonarten des Quintenzirkels bewegt. Wie lang er dafür gebraucht hat, ist nicht genau überliefert. Mit `music21` hätte er es in wenigen Millisekunden berechnen können und zwar inklusive hübschem Notensatz.

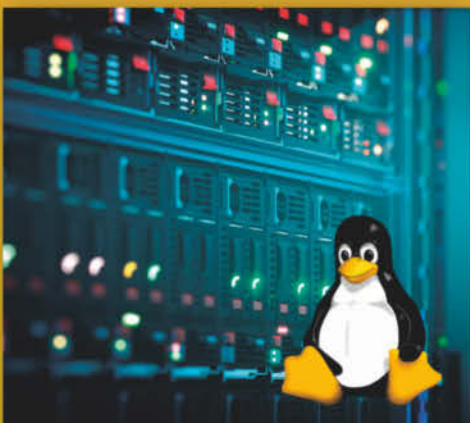
Wir hatten mit den einfachen Beispielen aus dem Artikel schon eine Menge Spaß mit `music21`. Und die Beispiele kratzen ja nur an der Oberfläche, was mit der Bibliothek alles geht. Musik hat so viele Möglichkeiten! Wir interessieren uns dafür, was Sie alles mit `music21` programmieren. Schreiben Sie uns gern eine Mail an `pmk@ct.de`, wenn Sie algorithmisch komponiert haben.

(`pmk@ct.de`) **ct**

Git-Repository, Musiktheorie-Erklärungen: ct.de/ypxg



WORKSHOPS 2023



23. – 27.01.2023

Linux Server härten:
Verschlüsselung, Zugriffs-
kontrolle, Integritätschecks



01.02.2023

**Sicherer Einsatz von
Microsoft 365**



07. – 08.02.2023

Keycloak: Funktionalität
durch eigene Extensions
erweitern

ver trac't – Auflösung

c't-Rätsel: Tresor, Labor, Geheimversteck?

Das Lösungswort fürs Kreuzworträtsel aus c't 26/2022 erinnerte viele Leser an ihren ersten Computer – und Walkman. Hinter der Tresortür auf dem Rätselbild verbirgt sich ein Raum im Raum.

Von Achim Barczok und Georg Schnurer

Wir hatten Ihnen in c't-Ausgabe 26/2022 zwei Aufgaben gestellt: ein Bilder- und ein Kreuzworträtsel. Für das Bilderrätsel wollten wir wissen, was sich im Tresorraum der c't-Redaktion befindet. Bevor der Heise-Verlag in das Gebäude an der Karl-Wiechert-Allee 10 einzog, lagerten darin wichtige Dokumente des Vorbesitzers, einer Versicherung. So lag es nahe, darin Akten und Archive zu vermuten. Zum Beispiel die Erstausgabe der c't sollte doch besser an solch einem sicheren Ort verwahrt sein, schrieb uns Welf T., andere Leser tippten auf einen Hort für

unentbehrliche Aktenordner, alte Magnetbänder und Kassetten. Ullrich T. meinte, Dagobert Ducks Geldspeicher auf dem Foto zu erkennen, Lars K. währte im Tresor ein prall gefülltes Bitcoin-Wallet (schön wärs!).

Oder gibt es in der c't-Redaktion Geheimnisse, die man besser unter Verschluss hält, zum Beispiel einen funktionierenden Fluxkompensator, Andreas Stillers letzte Pentiums mit FDIV-Bug [1] oder gar ein Patch für SoftRAM [2]? Vielen Dank für diese und viele weitere kreative Vorschläge, die uns zum Schmunzeln gebracht haben.

Datentresor & Messkabine

Leser, die schon einmal die c't-Redaktion besucht hatten, wussten natürlich, dass im Tresor des Verlagsgebäudes zum einen Server stehen. Die Kammer schützt die Daten nicht etwa vor Einbruch, sondern vielmehr vor Feuer: Das darin untergebrachte 19"-Rack mit Festplatten gehört zur Backupstrategie des Verlags. Gerät das Haus in Brand, werden die Klimatisierung und die Luftzufuhr zum Datentresor automatisch unterbrochen. Die feuerfeste

Dämmung der Kammer schützt die Festplatten in der Regel auch, wenn das komplette Gebäude abbrennt.

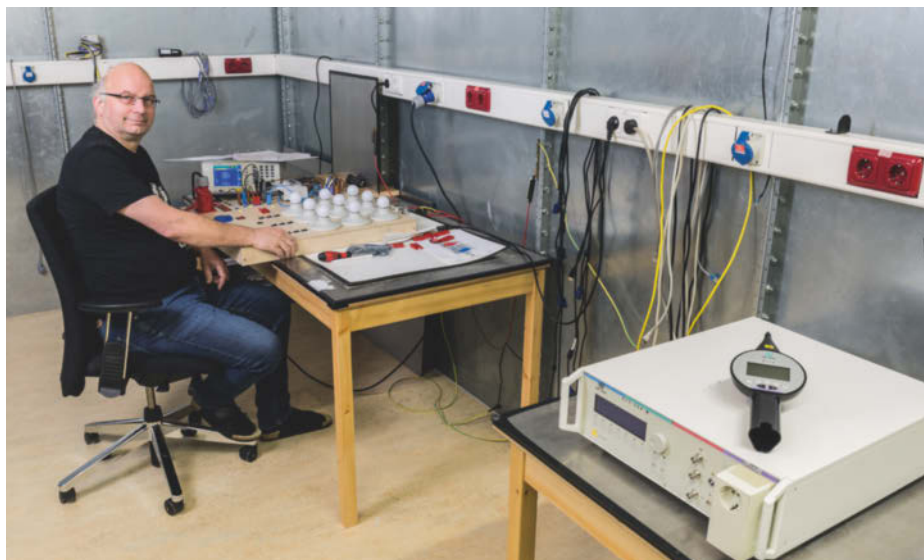
Den größten Teil des Raums hat die c't-Redaktion aber zweckentfremdet: Da der Tresor eine besonders große Deckenhöhe hat, konnten wir dort zum anderen unsere EMV-Messkammer unterbringen. EMV steht für elektromagnetische Verträglichkeit und beschreibt, wie ein zu testendes Gerät auf Störungen zum Beispiel aus dem Stromnetz reagiert und welche Störungen es seinerseits abgibt.

Die Kammer besteht aus großen, drei Millimeter dicken geerdeten Stahlplatten; *sehr* viele Schrauben fixieren sie. Damit durch die Spalten zwischen den Platten keine Funkwellen oder Ähnliches dringen, haben wir vor dem Verschrauben ein Metall-Mesh zwischen die Platten gelegt. Auch die Tür der Kabine schließt dicht und selbst in den Belüftungsschächten sind Metallstrukturen eingebaut, die elektromagnetische Wellen abfangen – nichts kommt rein, nichts raus.

Damit die Messungen in der EMV-Kabine unter den immer gleichen Bedingungen erfolgen, hat diese eine eigene Energieversorgung, die eine saubere Sinusspannung liefert. Wir können mit dem zugehörigen Generator verschiedene Stromnetze etwa mit 110 oder auch 250 Volt Spannung und Frequenzen zwischen 45 und 1000 Hertz simulieren.

Testen in der EMV-Kammer

Beim Testen untersuchen wir, wie das angeschlossene Gerät auf Störungen aus dem Stromnetz reagiert. Besonders wichtig sind Spannungsspitzen verschiedener Art (Burst, hochfrequente, aber energiearme Spannungsspitzen, und Surge, energiereiche Spannungsspitzen), die wir mit einem speziellen Störungsgenerator in unterschiedlichen Größenordnungen erzeugen können – etwa für typische Büro-, aber auch Industrieumgebungen. Auch Spannungseinbrüche unterschiedlicher Länge lassen sich in der EMV-Kammer gezielt erzeugen.



In der EMV-Messkabine testen Georg Schnurer und seine Kollegen Netzteile, Energiemessgeräte und viele andere elektronische Geräte.

Im Tresor des Heise-Verlags sind keine Aktenordner oder Bitcoin-Wallets untergebracht, sondern Server-racks und ein ganz besonderer Raum.



Beim ESD-Test prüfen wir zudem, wie Geräte auf elektrostatische Entladungen reagieren. Solche Störungen treten beispielsweise auf, wenn man mit kunststoffbesohlenen Schuhen über den Teppich schlurft und anschließend den PC berührt.

Kreuzworträtsel

Dass die umkringelten Wörter im Kreuzworträtsel das Lösungswort Kasette ergeben, haben insgesamt 474 Leser herausgefunden.

Zu gewinnen gab es für jedes der beiden Rätsel je einen Roboterbausatz und zehn Schlagseitenkalender. Wir haben alle

Gewinner bereits ermittelt und benachrichtigt. Sollte bei Ihnen nun das Rätselfieber ausgebrochen sein: Über ct.de/ye5c können Sie die Kreuzworträtsel aus den Vorjahren sowie unseren „Zipknacker“ aus dem Frühjahr kostenlos herunterladen. (acb@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Andreas Stiller, 20 Jahre FDIV-Bug: Die Hintergründe, ct.de/-2438233
- [2] Detlef Borchers, Das Speicher-Placebo, Wie c't 1995 die SoftRAM-Lüge vom doppelten Speicher aufdeckte, c't Retro 2018, S. 16

Kommentierte Auflösung: ct.de/ye5c

Auflösung Kreuzworträtsel

Horizontal: 5 PIRATERIE 10 KFZ 12 LEUCHTEN 13 ROOT 15 FALTER 16 HISTORIE 17 TASTE 19 AST 20 IPTV 21 NTSC 22 TENTAKEL 23 ETHERNET 27 ARAL 28 NEONGELB 30 LAU 31 VERERBT 33 LAST 35 FC 37 SIDE 38 SZENE 40 IEEE 41 SSL 42 ICE 43 NERV 44 NT 45 GEKACHELT 48 VIDEO 50 NAN 51 HAUPT 52 ODER

Vertikal: 1 ZIEL 2 FACETTENREICH 3 FREISTELLEN 4 VERTIKAL 5 PLATTEN 6 RUTSCH 7 THREE 8 ETHAN 9 INSTA 10 KOOPERATIV 11 FORTLAUFENDE 14 TIVOLI 18 ASTERISK 24 RGB 25 NETZE 26 TBA 29 OEDLAND 32 ESSEN 34 SERVO 36 CETERA 38 SCHAR 39 NETT 46 EU 47 LPT 49 ID

Eine kommentierte Auflösung finden Sie unter ct.de/ye5c.

In GO we tRUST



Die Welt der Softwareentwicklung ist im steten Wandel. Anders als beim Turmbau zu Babel ist die Sprachenvielfalt in der Softwareentwicklung kein Nachteil. Vier Sprachen haben aus unserer Sicht gute Chancen, die nächste Generation zu bilden. ix Developer zeigt Stärken, Schwächen und Anwendungsgebiete dieser Programmiersprachen:

- ▶ TypeScript: Wartungsarmer Code dank Typsystem
- ▶ Kotlin: Objektorientierte und funktionale Konzepte vereint
- ▶ Go: Interfaces, Concurrency und Generics
- ▶ Rust: Sicheres Speichermanagement dank Ownership-Modell
- ▶ Portofrei für Abonnenten
- ▶ Auch im Spar-Set als Heft + PDF + Buch „Rust“

Heft für 14,90 € • PDF für 12,99 €
Bundle Heft + PDF 19,90 €



shop.heise.de/ix-dev-programmiersprachen22

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 20 € (innerhalb Deutschlands). Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.



Bild: Rudolf A. Blaha

Ein Königreich für Kurznachrichten

Mastodon-Instanzen selbst hosten

Viele Mastodon-Neulinge registrieren sich bei einer bestehenden Instanz. Sie können aber auch einen eigenen, individuell gestalteten Mastodon-Server aufsetzen, egal ob nur für sich selbst, die Familie oder auch Freunde. Wir zeigen Ihnen, wie Sie Teil des Netzwerks werden.

Von Niklas Dierking

Seit der Übernahme von Twitter durch Elon Musk bekommt das dezentrale soziale Netzwerk Mastodon viel mediale Aufmerksamkeit. Nicht unwahrscheinlich, dass inzwischen einige Ihrer Kontakte vom Vögelchen auf das Mammut umgesattelt haben oder zweigleisig fahren. Vielleicht haben Sie selbst auch schon einen Account bei einer der vielen Instanzen mit offener Registrierung angelegt? Mastodon teilt oberflächlich viele Eigenschaften mit Twitter, ist jedoch ganz anders aufgebaut. Es wird nicht von einer

zentralen Entität wie einem Unternehmen kontrolliert, sondern besteht aus einem Netzwerk von Servern, auch Instanzen genannt, die miteinander über das offene Protokoll ActivityPub kommunizieren. Ein beliebter Vergleich ist die E-Mail: Sie können bei E-Mail Provider A registriert sein und trotzdem Mails an Nutzer bei E-Mail-Provider B verschicken. Mastodon ist keine Blackbox, sondern wird quelloffen entwickelt. Jeder kann eine eigene Instanz betreiben und trotzdem Teil des föderierten Netzwerks (Fediverse) sein.

Eine Mastodon-Instanz in Eigenregie zu hosten hat eine Reihe von Vorteilen. Der größte Pluspunkt ist, dass Sie selbst über Ihre Daten bestimmen. Wenn Sie sich auf einer vorhandenen Instanz anmelden, dann geben Sie dem Administrator nämlich einen großen Vertrauensvorschuss. Beispielsweise kann der prinzipiell private Nachrichten mitlesen, denn die sind bislang nicht Ende-zu-Ende-verschlüsselt (siehe ct.de/y6ke). Außerdem gilt das Prinzip „Mein Haus, meine Regeln“. Der Admin handelt mit der Community die Regeln aus, hat aber das letzte

Wort. Wenn das der Community nicht passt, stimmt sie mit den Füßen ab und User wechseln auf eine Instanz, die mehr ihren Vorstellungen entspricht oder gründen eine neue. Als Admin legen Sie auch die Grenzverläufe fest und setzen unliebsame Instanzen auf die Blockliste. Letztlich leisten Sie auch einen Beitrag zur Lastverteilung im Netzwerk, denn beliebte Instanzen wie @mastodon.social ähzen bereits unter dem Ansturm und dem gesteigerten Moderationsaufwand; einige haben sich daher dazu entschlossen, keine neuen Nutzer mehr aufzunehmen. Überlegen Sie sich dennoch gut, ob Sie eine Mastodon-Instanz betreiben wollen, denn die zu administrieren und moderieren kostet Zeit, Geld und Nerven. Es ist allerdings nicht unüblich, dass sich Nutzer einer Instanz an den laufenden Kosten beteiligen.

Voraussetzungen

Wege zur eigenen Mastodon-Instanz gibt es viele. In dieser Anleitung erklären wir, wie Sie Mastodon auf einem VPS (Virtual Private Server) unter Debian 11 mit Docker aufsetzen. Die Konfigurationsdateien und Container-Rezepte stellen wir in einem GitHub-Repository zum Projekt zur Verfügung (siehe ct.de/y6ke). Beachten Sie, dass es sich bei Mastodon um eine komplexe Software handelt und die Installation hier mithilfe von Containern vereinfacht wurde. Dadurch eignet sich die Anleitung besonders gut zum Ausprobieren. Insbesondere, wenn Sie planen, Ihre Instanz nicht nur allein zu nutzen, sollten Sie sich der Verantwortung für die Daten anderer bewusst sein und Praxiserfahrung mit Docker und Linux-Servern mitbringen. VPS haben den Vorteil, dass sie günstiger sind und mit einer Community mitwachsen können. Sollten Sie irgendwann mehr Rechenpower benötigen, dann schalten Sie bei Ihrem Hosting-Provider mehr CPU-Kerne oder RAM dazu. Wir haben uns für einen deutschen Hoster entschieden und einen Server mit 2 vCPU-Kernen, 4 GByte RAM und 40 GByte SSD-Platz konfiguriert, der etwa 7 Euro im Monat kostet. Sie können Mastodon prinzipiell auch auf einem Raspi bei sich zu Hause betreiben, beispielsweise wenn Sie eine Instanz nur für sich, einige Bekannte oder für einen kleinen Verein betreiben wollen. In unseren Testläufen hat sich der Raspberry Pi 4 mit 4 GByte RAM gut geschlagen. Um ausreichend Platz für hochgeladene Dateien zu haben, sollten Sie

den Raspi mit einer externen SSD austatten. Eine einfache Anleitung der Raspberry Pi Foundation finden Sie unter ct.de/y6ke.

Neben Ihrem Server brauchen Sie auch eine eigene Domain, für die Sie DNS-Einträge vornehmen können und wahrscheinlich einen DynDNS-Dienst, beispielsweise den der Fritzbox, wenn Ihr Server an Ihrem privaten Internetanschluss hängt. Setzen Sie einen (Dyn-) DNS-Eintrag, der auf die IP-Adresse Ihres Mastodon-Servers zeigt. Mastodon versendet Mails, um Nutzer zu verifizieren und um ihnen zu ermöglichen, Passwörter zurückzusetzen. Mit SMTP-Providern wie SendinBlue, SendGrid oder Google verschicken Sie eine begrenzte Anzahl solcher Transaktionsmails kostenlos. Wie Sie einen eigenen Mailserver mit Mailcow einrichten, haben wir in [1] beschrieben.

Server absichern

Als Administrator sind Sie dafür verantwortlich, die Daten Ihrer Nutzer zu schützen und eine Mastodon-Instanz ist ein attraktives Angriffsziel. Authentifizieren Sie sich besser nur mit Ihrem SSH-Schlüssel und nicht via Passwort, wenn Sie sich mit dem Server verbinden. Gewöhnlich können Sie Ihren öffentlichen Schlüssel beim Hoster hinterlegen, wenn Sie den Server konfigurieren. Sobald Sie via SSH verbunden sind, deaktivieren Sie die Anmeldung mit Passwort, indem Sie in der Datei `/etc/ssh/sshd_config` beim Schlüssel `PasswordAuthentication` den Wert `no` eintragen. Starten Sie dann den SSH-Daemon neu, Ihre Verbindung bleibt bestehen:

```
systemctl restart ssh.service
```

ct kompakt

- Die dezentrale Twitter-Alternative Mastodon ist eine Open-Source-Anwendung, die Sie auch in Eigenregie hosten können.
- Auf Ihrer eigenen Instanz bestimmen Sie die Regeln und sind gleichzeitig Teil des föderierten Netzwerks, das auch Fediverse genannt wird.
- Wir zeigen, wie Sie Mastodon mit Docker auf einem Mietserver installieren.

Bringen Sie das System danach auf den neuesten Stand:

```
apt update && apt upgrade -y
```

Sie sollten außerdem nur Anfragen für SSH, HTTP und HTTPS zulassen. Konfigurieren Sie bei Ihrem Hoster eine Cloud-Firewall und blocken Sie alle TCP-Ports bis auf 22, 80 und 443. Achten Sie außerdem stets darauf, Mastodon und den Rest Ihres Servers aktuell zu halten.

Container-Mammut

Installieren Sie als ersten Schritt Docker auf Ihrem Server. Grundsätzliches zu Docker haben wir in [2] aufgeschrieben. Bei einem Produktivsystem sollten Sie die nötigen Pakete über das Docker-Repository beziehen, so wie es in der Dokumentation beschrieben ist, die wir unter ct.de/y6ke verlinkt haben. Schneller und bequemer geht es mit dem Installationsskript,

Sie bestimmen, ob Sie eine Single-User-Instanz betreiben oder andere Nutzer auf Ihren Server einladen.

das Sie herunterladen und dann ausführen:

```
curl -fsSL https://get.docker.com -o \
get-docker.sh
sh get-docker.sh
```

Die Mastodon-Weboberfläche soll in unserem Aufbau transportverschlüsselt mit dem containerisierten Reverse-Proxy Traefik ausgeliefert werden, der sich um die Beschaffung von TLS-Zertifikaten von Let's Encrypt kümmert und diese automatisch erneuert. Dazu schaffen Sie folgende Verzeichnisstruktur und legen die nötigen Konfigurationsdateien an:

```
mkdir -p ~/traefik
mkdir ~/traefik/config
touch ~/traefik/config/traefik.yml
touch ~/traefik/config/acme.json
```

Die Datei `acme.json`, in der Traefik Zertifikate ablegt, darf nur root lesen und schreiben:

```
chmod 600 ~/traefik/config/acme.json
```

Bearbeiten Sie dann mit einem Texteditor die Datei `traefik.yml` im Verzeichnis `~/traefik/config`. Eine Vorlage der Datei stellen wir in dem GitHub-Repository zu diesem Projekt zur Verfügung, das unter [ct.de/y6ke](https://github.com/leventhe/ct.de-y6ke) verlinkt ist. Sie müssen lediglich im folgenden Ausschnitt den Platzhalter `mail@example.com` durch Ihre eigene Mailadresse ersetzen:

```
certificatesResolvers:
  letsencrypt:
    acme:
```

```
email: mail@example.com
storage: acme.json
httpChallenge:
  entryPoint: http
```

Legen Sie dann ein Netzwerk für Traefik an:

```
docker network create proxy
```

Abschließend legen Sie die Datei `docker-compose.yml` für Traefik im Verzeichnis `~/traefik` an. Sie finden die Vorlage ebenfalls im GitHub-Repository. An der Datei müssen Sie keine Änderungen vornehmen. Starten Sie jetzt Traefik mit dem Befehl `docker compose up -d`.

Jetzt geht es an die Installation von Mastodon. Legen Sie dazu folgendes Verzeichnis an:

```
mkdir -p ~/mastodon
```

Damit sich das Mastodon-Installationskript in einem späteren Schritt nicht beschwert, schaffen Sie die leere Datei `.env.production` im Mastodon-Ordner:

```
touch ~/mastodon/.env.production
```

Kopieren Sie dann die `docker-compose.yml`-Vorlage aus dem GitHub-Repository in den Mastodon-Ordner. Die Mastodon-Instanz setzt sich aus mehreren Komponenten zusammen. Kernstück ist die eigentliche Mastodon-Anwendung mit einem Webserver. Dazu gesellt sich PostgreSQL als Datenbank und Redis als Cache. Die Streaming-API serviert die (föderierte) Timeline und der Sidekiq-Dienst arbeitet Hintergrundprozesse ab, bei-

spielsweise indem er Benachrichtigungen sendet. In der Compose-Datei müssen Sie den Platzhalter `mastodon.example.com` in den Abschnitten `web` und `streaming` durch Ihre Domain ersetzen, so wie im folgenden Ausschnitt:

```
web:
  labels:
    - "traefik.http.routers.↵
↵mastodon.rule=↵
↵(Host(`mastodon.example.com`))"

streaming:
  labels:
    - "traefik.http.routers.↵
↵mastodon-api.rule=↵
↵(Host(`mastodon.example.com`))"
```

Jetzt ist alles bereit, um das interaktive Installationskript zu starten, das eine Konfiguration für die Datei `.env.production` erzeugt:

```
docker compose run \
web bundle exec rake mastodon:setup
```

Das Skript fragt Sie zuerst nach der Domain, unter der Mastodon erreichbar sein soll. Achtung: Die Adresse kann im Nachhinein nicht ohne Weiteres geändert werden. Anschließend müssen Sie sich entscheiden, ob Sie die Instanz im Single-User-Mode betreiben wollen. Bestätigen Sie vorerst mit `y`. Sie können die Registrierungen später öffnen, sobald Sie Ihre Mastodon-Instanz fertig eingerichtet haben und sich sicher sind, dass es keine technischen Probleme gibt. Bejahen Sie dann, dass Sie Mastodon als Docker-Container installieren. Die nun folgenden Schritte, die PostgreSQL und Redis betreffen, müssen Sie nur mit Enter bestätigen. Einen Cloudspeicher wie AWS S3 oder Alternativen wie Minio brauchen Sie für kleinere Instanzen nicht.

Für den erfolgreichen Versand einer Testmail müssen Sie anschließend die Daten eintragen, die Ihr SMTP-Provider bereitstellt. Wenn Sie das Skript anweisen, die Konfiguration zu speichern, zeigt es alle eingetragenen Werte noch einmal an, inklusive eine Reihe generierter Geheimnisse, wie im folgenden Ausschnitt:

```
LOCAL_DOMAIN=mastodon.example.com
SINGLE_USER_MODE=true
SECRET_KEY_BASE=XXX
SMTP_FROM_ADDRESS=Mastodon ↵
↵cttest@example.com>
```

Wenn Sie einen Server für eine Community betreiben, dann ist kontrolliertes Wachstum eine gute Idee. Mit Einladungslinks, die nach einer festgelegten Zeit oder Anzahl von Registrierungen ablaufen, behalten Sie die Lage im Griff.

Kopieren Sie die gesamte Konfiguration aus Ihrem Terminal und fügen Sie sie in eine Textdatei ein, denn die brauchen Sie noch. Initialisieren Sie dann als letzten Schritt mit dem Skript die Datenbank, aber verneinen die Frage, ob Sie bereits einen Admin-Account anlegen wollen – andernfalls brach das Skript in unserem Test mit einer Fehlermeldung ab.

Navigieren Sie auf der Kommandozeile ins Verzeichnis `~/mastodon` und passen Sie mit dem Befehl `chown -R 991:991 public` die Zugriffsrechte für den entstandenen Ordner `public` an, den der Mastodon-Container erzeugt hat. Anschließend kopieren Sie die Konfiguration, die das Skript ausgegeben hat, in die Datei `~/mastodon/.env.production`. Starten Sie dann den gesamten Containerverbund mit `docker-compose up -d`.

Geben Sie der Mastodon-Anwendung etwa eine Minute Zeit und wechseln in ein interaktives Terminal im Container:

```
docker exec -it \
mastodon-web-1 /bin/bash
```

Legen Sie dort mit dem Befehl `tootctl` einen Admin-Account an:

```
RAILS_ENV=production bin/tootctl \
accounts create admin --email \
admin@example.com --confirmed \
--role Owner
```

Ersetzen Sie in dem Befehl `admin` durch den Namen, den der Admin-User tragen soll und `admin@example.com` durch Ihre Mailadresse. Heben Sie das zufällig generierte Passwort auf, denn Sie brauchen es beim ersten Login. Sie können es später in der Weboberfläche ändern. Verabschieden Sie sich mit `exit` wieder aus dem Container.

Das Mammut ist nun gesattelt! Rufen Sie Ihre Mastodon-Adresse im Browser auf und melden sich mit Ihrer Mail-Adresse und dem generierten Passwort an.

Streifzug durch die Weboberfläche

Sie sollten sich als Betreiber einer neuen Instanz erstmal um Ihr öffentliches Aushängeschild kümmern. In den Einstellungen finden Sie im Menü „Administration“ das Untermenü „Servereinstellungen“. Füllen Sie die Felder „Servername“, „Kontakt“ und „Serverbeschreibung“ im Reiter „Branding“ aus. Anhand dieser Informationen unterscheiden Nutzer Ihren Server von anderen. Eine detailliertere Erklärung,



Wenn alles geklappt hat, können Sie von Ihrer Instanz fleißig in die Welt hinauströten. Damit Ihre Postings auch ein Publikum finden, müssen Sie sich aber noch mit anderen Nutzern vernetzen.

ung, wie Ihr Server betrieben wird, inklusive Ihrer Community-Richtlinien und einer Datenschutzerklärung, tragen Sie im Reiter „Über“ ein. Wenn Sie keine Anpassungen an der Datenschutzerklärung vornehmen, wird eine vorgefertigte Datenschutzerklärung angezeigt, die Sie unter `ct.de/y6ke` nachlesen können.

Wenn Sie Ihre Instanz für eine Community öffnen wollen, dann sollten Sie die wichtigsten Spielregeln auch im Menü „Server Regeln“ eintragen. In Ihren Admin-Einstellungen finden Sie auch den Punkt „Moderation“, wenn es mal knirscht und Sie tätig werden müssen. Auf den Moderationsaspekt einer Mastodon-Instanz einzugehen ginge über diesen Artikel hinaus, aber bedenken Sie stets, dass Sie als Admin und Moderator einer Community viel Verantwortung tragen und strafrechtlich relevante Inhalte von Ihrem Server löschen müssen. Vielleicht hilft es Ihnen, von anderen Admins zu lernen. Unter `ct.de/y6ke` haben wir die Blogs der Admins der Instanz `@chaos.social` verlinkt, die dort ihre Erfahrungen schildern. Inwieweit der neue Digital Service Act (DSA) für Mastodon gilt, ist nicht abschließend geklärt.

Im Menü „Aufbewahrung von Inhalten“ konfigurieren Sie, wie lange bestimmte Assets vorgehalten werden. Die Mastodon-Dokumentation empfiehlt, den Medien-Cache sowie die generierten Vorschaukärtchen für externe Links regelmäßig zu löschen. Wie viel Speicherplatz diese Dateien fressen, kommt auf die Betriebssamkeit Ihrer Instanz an. Sie sollten Ihren Admin-Account außerdem durch eine Zwei-Faktor-Authentifizierung schützen, die Sie in den Kontoeinstellungen konfigurieren.

Schlussendlich legen Sie im Menü „Registrierungen“ fest, ob sich andere Nutzer registrieren dürfen. Sollten Sie sich

entschließen, die Pforten zu öffnen, dann achten Sie darauf, kontrolliert zu wachsen, beispielsweise indem Sie einstellen, dass neue Accounts von Ihnen freigeschaltet werden müssen. Wenn Ihnen die manuelle Freischaltung zu aufwendig ist, dann erstellen Sie im Menü „Leute einladen“ limitierte Einladungslinks, die beispielsweise nur 25 Mal verwendet werden können oder nach einem festgelegten Zeitraum ablaufen. So können Sie nach jedem neuen Schwung evaluieren, ob der Server den Nutzern und Sie dem Moderationsaufwand gewachsen sind.

Ausblick

Jetzt ist es an der Zeit, Ihre Instanz mit Leben zu füllen, entweder, indem Sie Leute zu sich einladen oder mit Nutzern anderer Instanzen kommunizieren. Beachten Sie, dass bereits getrötete Inhalte von Accounts, denen Sie neu folgen, nicht nachgeladen werden. Das irritiert immer wieder und ist eines der ältesten, noch offenen Issues im GitHub-Repository von Mastodon (siehe `ct.de/y6ke`). Grundsätzliches zur Nutzung von Mastodon, beispielsweise, wie Sie Ihre Twitter-Bekanntschaften wiederfinden, haben wir in `c't 26/2022` erklärt [3]. Wir wünschen fröhliches Tröten! (ndi@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Jan Mahn, E-Muh, Mailserver einrichten und Spam-arm betreiben mit Mailcow, `c't 10/2021`, S. 162
- [2] Jan Mahn, Zu neuen Ufern, Nach dem Hype: Docker verstehen und loslegen, `c't 24/2021`, S. 146
- [3] Andreas Itzchak Rehberg, FAQ: Fediverse – vernetzen ohne Grenzen, `c't 26/2022`, S. 150

Projekt-Repository bei GitHub, Mastodon-Dokumentation, Admin-Blogs und mehr: ct.de/y6ke

Blick durch die Linse

Wie Sie mit Google Lens Fotos analysieren

Google Lens kann mehr als die klassische Google-Bildersuche: Es analysiert Bildinhalte und spuckt erstaunlich gute Ergebnisse aus. Wir zeigen Ihnen, wie Sie mit der Anwendung Ihre Zimmerpflanzen bestimmen oder Aufnahmeorte von Fotos lokalisieren.

Von Greta Friedrich

Der Alltag wirft viele Fragen auf: Was hat meine Kollegin da für eine Pflanze auf dem Schreibtisch? Wo hat der Typ in meiner Lieblingsserie seinen Anzug her? Was bedeuten die kyrillischen Schriftzeichen auf dem Protestplakat in den russischen Nachrichten? Mit etwas Glück kann Google Lens all diese Fragen beantworten. Anders als bei einer klassischen Suchmaschine sollen die Nutzer hier nicht mit Worten, sondern per Foto suchen, heißt es bei Google selbst.

Das Tool ist nicht nur im Alltag hilfreich, sondern ebenso für größere Recherchen. Auch Mitglieder des Recherchekollektivs Bellingcat verwenden Google Lens,

um den Aufnahmeort von Fotos zu bestimmen. So analysierten sie kürzlich Fotos aus einem Album im Amsterdamer Rijksmuseum, die im 19. Jahrhundert entstanden und deren Aufnahmeorte unbekannt waren. Diese Lücke konnte Bellingcat unter anderem mithilfe von Google Lens für einige der Fotos schließen: Das Tool erkannte zum Beispiel markante Gebäude oder Landschaften, sodass sich die Bilder zuordnen ließen.

Leicht zu bedienen

Sie müssen aber kein Profi sein, um Google Lens zu bedienen. Mittlerweile benötigen Sie nicht einmal mehr eine App dafür, denn im November 2022 hat Google die Funktion in seine Suchmaschine integriert. Über das Kamerasymbol ganz rechts in der Suchmaske gelangen Sie zu Lens: Per Klick auf das Symbol öffnet sich eine kleine Fläche, in der Sie ein Bild direkt ablegen, eines aus Ihren Dateien hochladen oder die URL zum Foto einfügen. Letztere erhalten Sie, wenn Sie ein auf einer Webseite eingebundenes Foto per Rechtsklick in einem neuen Browsertab öffnen.

Ist das Bild da, beginnt Lens direkt mit der Suche und wirft erste Ergebnisse aus. Wichtig ist es jetzt zu kontrollieren, welchen Bildausschnitt das Such-Tool sich

ausgesucht hat. Googles Algorithmen entscheiden, welchen Teil des Fotos Sie vermutlich interessant finden – liegen dabei aber gern mal daneben. Passen Sie den Ausschnitt an, indem Sie das Rechteck zurechtzupplein. Lens startet dann direkt eine neue Suche.

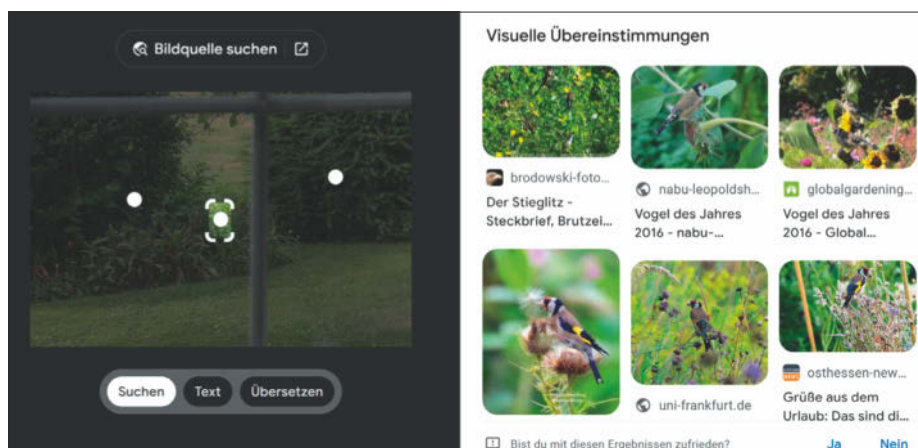
Die Suchergebnisse erscheinen rechts neben dem Bild und bestehen oft aus Links zu Websites, die dieses oder ein ähnliches Bild enthalten oder sich mit Objekten befassen, die Lens auf dem Bild erkannt haben will. Über den Button direkt oberhalb Ihres Fotos können Sie Google auch explizit nach der Quelle des Bildes suchen lassen. Es öffnet sich dann ein neuer Tab mit einer Google-Bildersuche.

Um ein neues Bild mit Lens zu suchen, ziehen Sie es einfach direkt auf die Seite mit den Suchergebnissen. Um ein neues Bild hochzuladen, klicken Sie oben rechts auf „Hochladen“ und dann auf den gewünschten Speicherort. Wenn Sie allerdings eine neue Suche mit einem Link starten möchten, müssen Sie wieder zur Google-Startseite zurückkehren.

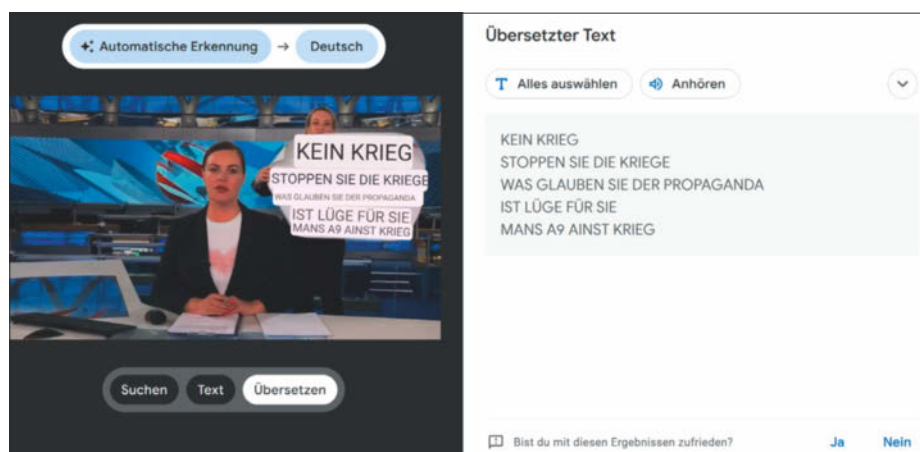
Lens erkennt einzelne Objekte

Was Lens von der bekannten Bildersuche unterscheidet, ist die Fähigkeit, den konkreten Inhalt des Fotos zu erkennen. Findet das Tool dort etwa ein bestimmtes Gebäude oder eine Pflanze, liefert es Links zu Webseiten, die sich damit beschäftigen. Eins unserer Testfotos zeigte die Votivkirche in Wien, die allerdings durch ein Gerüst teilweise verdeckt war. Lens erkannte die Kirche auf Anhieb, die Ergebnisse enthielten passende Fotos, Google-Bewertungen und einen Link zur Google-Suche nach „Votivkirche“. Es erschienen aber auch Suchergebnisse zum Ulmer Münster und dem Kölner Dom, die eine ähnliche Architektur haben.

Erkennt der Bildersucher ein Produkt, zeigt er Ihnen verschiedene Online-Shops, die diesen Artikel im Angebot haben, und gibt den zugehörigen Preis an. Das klappte in unserem Test ziemlich gut, zum Beispiel mit Kleidungsstücken. Manchmal



Den versteckten Vogel im Foto hat Google Lens entdeckt und markiert. Schiebt man den Suchrahmen enger an das Objekt heran, erkennt Lens es korrekt als Stieglitz.



Google Lens überlagert das Plakat im Foto mit der Übersetzung des Textes. Abgesehen von einem Knick im Plakat und einem Buchstabenverwechslung klappt das gut.

kann Lens ein Objekt auf dem Bild nicht sicher zuordnen und bietet Ihnen oben rechts mehrere Möglichkeiten an. Wählen Sie per Klick eine davon aus, erscheinen die entsprechenden Suchergebnisse. Im Test passierte das bei einer Pflanze, die Lens nicht zweifelsfrei bestimmen konnte.

Entdeckt das Tool auf Ihrem Foto mehrere markante Stellen (oder glaubt es zumindest), markiert es diese mit einem weißen Punkt. Klicken Sie auf einen solchen, reduziert Lens entweder den Suchausschnitt darauf oder zeigt direkt Ergebnisse dazu an. Das funktionierte in unseren Tests oft, aber nicht immer. Auf einem Testfoto war ein schlecht getroffener Stieglitz versteckt, den Lens zielsicher mit einem Punkt markierte. Beim Klick darauf erkannte es einen Vogel, war aber bei der Art unsicher und schlug fünf optisch sehr verschiedene Vögel vor (von der Amsel über den Stieglitz bis zum Rotkehlchen). Erst, als wir den Suchrahmen genau auf den Vogel zuschnitten, erkannte Lens den Stieglitz.

Texte im Bild übersetzen

Direkt unter dem gesuchten Bild gibt es neben der einfachen Suche zwei weitere Aktionen: „Text“ und „Übersetzen“. Um sie zu nutzen, muss sich Text im Bild befinden, der gut (maschinen-)leserlich ist. Über den Button „Text“ können Sie Schrift im Bild erfassen und, falls das erfolgreich war, die Texte direkt in die Zwischenablage kopieren oder sich vorlesen lassen. Außerdem können Sie Textteile markieren und Google speziell danach suchen lassen.

Per Klick auf den Button „Übersetzen“ erscheint rechts neben dem Bild der

übersetzte Text. Gleichzeitig überlagert Lens den Text direkt im Bild mit der Übersetzung. Oberhalb des Bildes lassen sich Ausgangs- und Zielsprache ändern, falls die automatische Erkennung fehlschlägt. Wir haben die Funktion mit dem Foto einer russischen Journalistin ausprobiert, die im Fernsehen ihr Protestplakat zeigte. Lediglich eine umgeklappte Ecke des Plakats und die Verwechslung eines „G“ mit einer „6“ verfälschten das ansonsten gute Ergebnis.

Live suchen mit der App

Bei der Einführung 2017 gab es Google Lens nur als Bestandteil des Google-Assistenten und der App Google Fotos auf dem Google Pixel 2. Mittlerweile hat der Dienst auch eine eigenständige App für Android, unter iOS ist Lens Teil der Google-App. Beide Ausführungen ergänzen die Web-Version sinnvoll, weil Sie damit nicht nur

Fotos aus Ihrer Galerie untersuchen lassen, sondern auch live mit der Kamera scannen können. Im Scannermodus sehen Sie unten mehrere Modi für unterschiedliche Anforderungen.

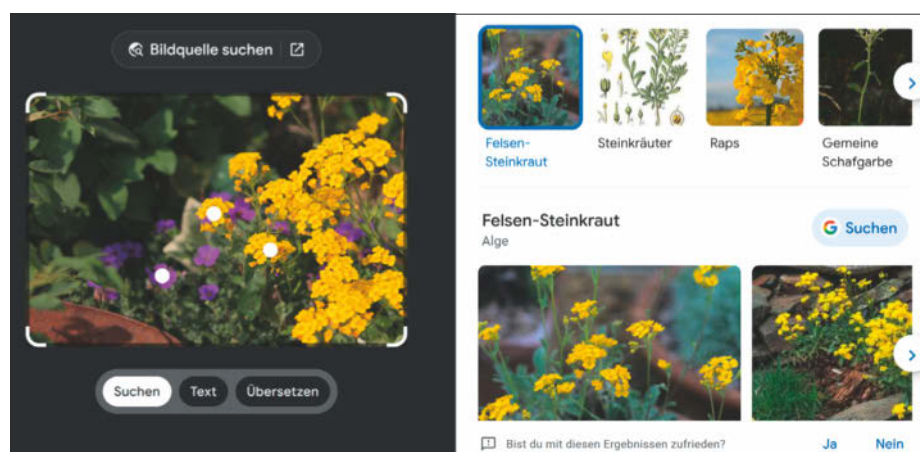
Im Modus „Einkaufen“ sucht die App beispielsweise nach einem Produkt, das zu dem passt, was die Kameralinse erfasst. Sie können sich aber auch bei den Hausaufgaben helfen lassen – Lens versucht dann, die Aufgabe zu erkennen und schlägt Ihnen passende Websites vor. Im „Text“-Modus erkennt das Tool zum Beispiel Telefonnummern und bietet an, diese direkt anzurufen. Der Modus „Übersetzen“ hilft hingegen beispielsweise, wenn Sie Straßenschilder im Ausland übersetzen möchten.

Unterschied zur Bildersuche

Google Lens arbeitet anders als die klassische Google-Bildersuche und bezieht nicht nur das Gesamtbild, sondern auch einzelne Objekte, Meta- und Standortdaten in die Suche ein, wenn der Nutzer deren Verwendung erlaubt. Die Google-Bildersuche ist hingegen darauf ausgerichtet, genau dieses oder ein ähnliches Gesamtbild zu finden. Sie differenziert nicht die abgebildeten Objekte. Daher ist die Bildersuche sinnvoll, wenn Sie die Quelle eines Bildes oder eine Kopie in besserer Auflösung suchen.

Wenn es um die Recherche nach Bildinhalten geht, ist Google Lens die bessere Wahl. Laut Google werden die Lens-Algorithmen „nicht durch Werbung oder andere kommerzielle Vereinbarungen beeinflusst“. Die Suchergebnisse von Lens würden nach Relevanz sortiert.

(gref@ct.de) 



Google Lens sucht anhand eines Fotos nach Pflanzen mit ähnlichen Blüten. Gibt es kein eindeutiges Ergebnis, zeigt das Tool mehrere Möglichkeiten an.

Für Wissenshungrige...

Ausgewählte Fachliteratur



Wolfram Gieseke

Windows 11 – Das Praxisbuch

Der ideale Begleiter für den PC-Alltag mit Windows 11. Mit Schritt-für-Schritt-Lösungen, direkt umsetzbaren Praxisrezepten sowie zahlreichen Tipps und Tricks führt es Sie durch alle wichtigen Themen und erleichtert Ihnen so die Arbeit mit Windows.

19,95 €



Brian Svidergol, Bob Clements, Charles Pluta
Microsoft 365 Mobilität und Sicherheit

Bereiten Sie sich auf die Microsoft-Prüfung MS-101 vor und zeigen Sie, dass Sie die erforderlichen Fähigkeiten und Kenntnisse für die Verwaltung von Mobilität und Sicherheit in Microsoft 365 sowie die damit verbundenen Verwaltungsaufgaben in der Praxis beherrschen. Dieses Prüfungstraining wurde für erfahrene IT-Profis entwickelt.

49,90 €



Eric Amberg, Daniel Schmid
Hacking – Der umfassende Praxis-Guide (2. Auflage)

Dies ist ein Leitfaden für angehende Hacker, Penetration Tester, IT-Systembeauftragte, Sicherheitsspezialisten und interessierte Poweruser. Mithilfe vieler Workshops sowie Tipps und Tricks lernen Sie die Vorgehensweise eines professionellen Hacking-Angriffs kennen.

49,99 €



Michael Weigend
Python 3 für Studium und Ausbildung

Alle wichtigen Grundlagen der Python-Programmierung werden erklärt. Es sind keine Vorkenntnisse notwendig und die Themen werden fachunabhängig erläutert.

19,99 €



Christian Immler

Haus und Wohnung smart vernetzt

Ob Sie Daten, Musik und Medien im ganzen Haus nutzen, Ihr WLAN optimieren oder per App aus der Ferne Ihre Heizung anstellen, diese und weitere relevante Themen rund um Ihr vernetztes Zuhause werden in diesem Buch ausführlich besprochen.

19,95 €

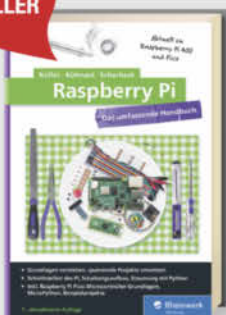


Thomas Kaffka
3D-Druck – Praxisbuch für Einsteiger (3. Auflage)

Entdecken Sie die nahezu unbegrenzten Möglichkeiten des 3D-Drucks in allen Varianten: vom Einsatz des eigenen 3D-Druckers zu Hause über die Verwendung von öffentlich zugänglichen Druckern bis hin zur Nutzung von 3D-Druckservices.

29,99 €

BEST-SELLER



Michael Kofler, Charly Kühnast, Christoph Scherbeck
Raspberry Pi (7. Auflage)

Das Standardwerk in 7. Auflage, aktuell zum Raspberry Pi Pico. Die RasPi-Experten Michael Kofler, Charly Kühnast und Christoph Scherbeck bieten Ihnen auf über 1.000 Seiten das komplette Wissen, damit Sie mit dem Raspberry Pi richtig durchstarten.

44,90 €



Anatomie 4D – Der menschliche Körper

Mithilfe einer kostenlosen App und bahnbrechender Augmented Reality kann der Aufbau der Knochen, die Muskeln in Aktion, das Nerven- und Kreislaufsystem sowie das größte menschliche Organ, die Haut, beobachtet werden.

14,95 €



shop.heise.de/highlights2022

© Copyright by Heise Verlag

PORTOFREI AB 20 € BESTELLWERT INNERHALB DEUTSCHLANDS



Zubehör und Gadgets



ParkLite

ParkLite denkt mit. Die elektronische Parkscheibe stellt automatisch nach ca. 20 Sekunden die Parkzeit ein. Damit ist

Schluss mit Bußgeldern! Hitze- und kältebeständig, inklusive Reinigungstuch und Klebepads.

29,90 €



Aluminium-Case FLIRC

Das hochwertige Gehäuse aus stabilem Aluminium ist ideal, um den Raspberry Pi 4 als Media Center zu verwenden. Das elegante Design integriert sich optimal in jede Wohnumgebung. **Auch im Set mit Raspi 4 Model B 2GB erhältlich.**

23,90 €

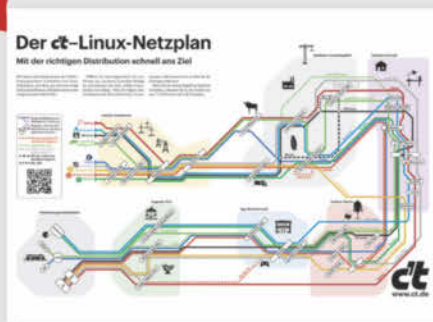


musegear® finder Version 2

Finden Sie Schlüssel, Handtasche oder Geldbeutel bequem wieder statt ziellos zu suchen. Mit dem Finder können Sie z.B. das Smartphone klingeln lassen oder Wertgegenstände einfach tracken und noch mehr.

24,90 €

NEU



c't-Linux-Netzplan

Entdecken Sie Linux auf eine ganz neue Art – als Netzfahrplan im A2-Format. Die verschiedenen Linux-Distributionen fahren wie U-Bahn-Linien durch die Landschaft und halten an Stationen, die für unterschiedliche Eigenschaften und Features stehen. Verfolgen Sie die Fahrt Ihrer Lieblings-Distribution durch das Hardware-Gewerbegebiet über das Fashion-Viertel bis zum Upgrade-Park.

9,90 €



PokitMeter – Multimeter, Oszilloskop und Logger

PoKit misst, zeigt und protokolliert eine Vielzahl von Parametern wie Spannung, Strom, Widerstand und Temperatur mittels Verbindung via Bluetooth mit Ihrem Smartphone oder Tablet.

109,90 €



Joy-IT OR750i: Freifunk- & OpenWrt-Dual-Band-Router

Der Einstieg in die Freifunk- und OpenWrt-Welt kann oft schwierig sein. Deshalb hat Joy-IT in Zusammenarbeit mit Freifunk Hannover und c't den OR750i entwickelt.

Dank Webinterface kann man beliebige Firmwares einfach hochladen – ohne komplizierte Kommandos oder inkompatible Hardware-Revisionen; ideal für OpenWrt-Einsteiger und solche, die Freifunk einfach nur nutzen wollen.

39,90 €

BEST-SELLER



Tasse „Kein Backup? Kein Mitleid!“

Wer kennt es nicht? Die lieben Kollegen haben wieder mal die Datensicherung vergessen und betteln bei Ihnen in der IT-Abteilung um Hilfe. Sie denken sich dabei nur: „Kein Backup? Kein Mitleid!“ Platzieren Sie die schicke Keramik tasse, außen mattschwarz und innen rot, einfach demonstrativ auf Ihrem Schreibtisch. Der praktische Holzdeckel kann gleichzeitig als Untersetzer verwendet werden und verhindert somit nervige Kaffeecken auf dem Schreibtisch.

17,90 €



REINER SCT Authenticator

Der REINER SCT Authenticator speichert die elektronischen Schlüssel für die Logins sicher in seiner Hardware und generiert die TOTP-Einmalpasswörter hochgenau alle 30 Sekunden. Er arbeitet **ohne Internetverbindung** und kann deshalb online nicht angegriffen werden. Zusätzlich kann seine Funktion noch mit einem **PIN-Schutz** abgesichert werden.

44,90 €



„No Signal“ Smartphone-Hülle

Passend für Smartphones aller Größen bis 23cm Länge blockt diese zusammenrollbare Hülle alle Signale von GPS, WLAN, 3G, LTE, 5G und Bluetooth, sowie jegliche Handy-Strahlung. Versilbertes Gewebe im Inneren der Tasche aus recycelter Fallschirmseide bildet nach dem Schließen einen faradayschen Käfig und blockiert so alle Signale.

39,90 €



Sie fragen – wir antworten!

Fritzbox: WireGuard-VPN Site-to-Site-Verbindungen

? Ihr Artikel zur WireGuard-Integration in FritzOS 7.50 in c't 23/2022 kam genau zur rechten Zeit für mich. Eine Frage dazu habe ich aber noch: Wie viele gleichzeitige Site-to-Site-Verbindungen sind über Wireguard möglich?

! AVM hat dazu bisher keine öffentliche Angabe gemacht, weshalb wir direkt beim Hersteller nachgefragt haben. Die gute Nachricht: Laut AVM gibt es keine feste Begrenzung bei der Anzahl der WireGuard-VPN-Tunnel.

Die maximale Anzahl hängt von dem eingesetzten Fritzbox-Modell, den Gegenstellen, den verwendeten Algorithmen, Einsatzszenarien, tatsächlichem Datenverkehr und weiteren gleichzeitigen Aktivitäten der jeweiligen Fritzbox ab. AVM empfiehlt, nicht mehr als 20 gleichzeitige Tunnel aufzubauen.

Wenn Sie also bis zu 20 Außenstellen an aktuellen Fritzboxen bedienen möchten, die aber jeweils die Datenrate nicht ausreizen, wäre WireGuard auf Fritzboxen mit FritzOS 7.50 mindestens einen Versuch wert. (dz@ct.de)

Windows: Bequemer ein weiteres Konto anlegen

? Ich möchte unter Windows ein kennwortgeschütztes, lokales Benutzerkonto verwenden, und zwar kein Microsoft-Konto. Doch wie mache ich das möglichst bequem? Wenn ich die Internetverbindung kappe, kann ich in den Einstellungen unter „Konten/Weitere Benutzer“ zwar ein lokales Konto erstellen. Doch dann nervt mich Windows damit, dass ich Antworten für diverse vorgefertigte Sicherheitsfragen geben soll. Die möchte ich mir weder ausdenken noch die korrekten, privaten Informationen in Windows eingeben.

! Wenn Sie vor der Kommandozeile nicht zurückschrecken, erstellen Sie ein lokales Konto mit zwei kurzen und relativ leicht zu merkenden Befehlen. Starten Sie wahlweise PowerShell, Eingabeaufforderung oder Terminal, und zwar mit Administratorrechten (zu finden beispielsweise im Windows+X-Menü). Der erste Befehl erzeugt ein neues Konto, das in der Gruppe „Benutzer“ steckt:

```
Net User <Kontoname> /add
```

Ein zweiter Befehl ergänzt ein Kennwort:

```
Net User <Kontoname> <Kennwort>
```

Falls Ihnen beim Einrichten jemand über die Schulter sieht, der das Kennwort nicht kennen soll, verwenden Sie stattdessen den Befehl `Net User <Kontoname> *`. Dann können Sie als Nächstes das Kennwort blind eingeben und mit einer erneuten Eingabe bestätigen. Lassen Sie sich nicht davon irritieren, dass während der Eingabe keinerlei Zeichen erscheinen, also auch keine Sternchen oder andere Platzhalter.

Ab sofort existiert das neue Konto mitsamt Kennwort, die Ersteinrichtung geschieht allerdings erst, wenn sich jemand damit anmeldet. (axv@ct.de)

FTTB: Koaxkabel ab Verteiler nutzen

? Ich habe einen Glasfaseranschluss im Keller (Fiber to the Building). Kann ich die Koaxleitung vom Kabelnetzwerk trennen und dieses dann für die Weiterleitung des Glasfaseranschlusses über einen Konverter nutzen?

Aktiv	Verbindung	Entferntes Netz	Endpunkt (Domain)	Letzte Aushandlung	Gesamter Datenverkehr (IPv4)
WireGuard Netzwerk-Verbindung					
<input checked="" type="checkbox"/>	S2S-VFK	192.168.66.0/24	[2a02:8108:1000:0000:0000:0000:0000:0000]myfritz.net:5...	21.09.2022, 14:33:09	Nein
<input checked="" type="checkbox"/>	S2S-dzTest	192.168.0.0/24	[2a02:8108:1000:0000:0000:0000:0000:0000]myfritz.net:5...	21.09.2022, 14:34:21	Nein
Wireguard Geräte-Verbindung					

Fritzboxen können ab FritzOS 7.50 VPN-Tunnel mittels der WireGuard-Technik aufbauen, die konkrete Anzahl hängt vom Modell und von der Auslastung ab.

! Technisch funktioniert das, falls vom Sternpunkt im Keller eine Koaxleitung direkt in Ihre Wohnung läuft. Etagenverteiler und dergleichen darf es dazwischen jedoch nicht geben. Dann können Sie prinzipiell Ihre Leitung unten vom Einspeiseverstärker lösen lassen.

Der sitzt üblicherweise in einem abgeschlossenen und verplombten Schaltkasten, weswegen das vom Provider beauftragtes Fachpersonal erledigen muss. Sie müssen ferner klären, wem die Leitung gehört: In älteren Bauten hat typischerweise ein vom Provider beauftragter Dienstleister nachträglich das Koax-Verteilssystem installiert, womit es dem Provider gehört. Der müsste Ihnen die anderweitige Verwendung gestatten. Das würde entfallen, falls die TV-Koaxverteilung zum Gebäude gehört, weil sie schon bei dessen Bau errichtet wurde. (ea@ct.de)

OpenMediaVault: Formatierung dauert zu lange

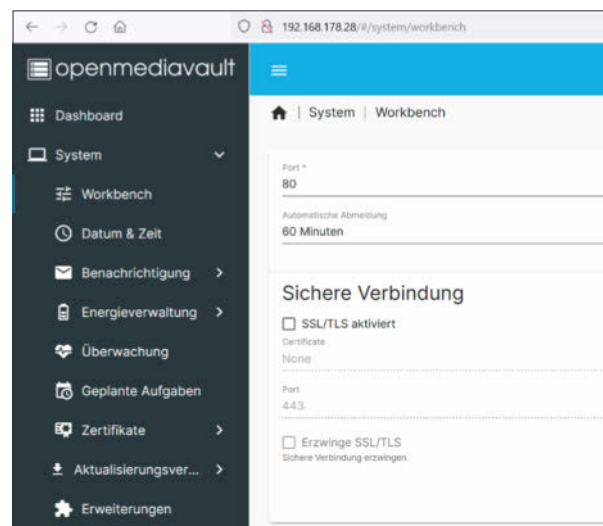
? Ich nutze die Linux-Software OpenMediaVault (OMV) für mein Selbstbau-NAS und möchte eine neue Festplatte mit dem Linux-Dateisystem ext4 formatieren. Der Formatierungsvorgang dauert aber so lange, dass OMV mich automatisch aus der Bedienoberfläche ausloggt. Wenn ich mich wieder einlogge, muss ich den Formatierungsvorgang jedes Mal wieder von vorne starten und komme nicht zum Ziel.

! Die sogenannte Inode-Datenstruktur zu schreiben, kann bei ext4 tatsächlich ein bisschen dauern. Dann kann es vorkommen, dass die Formatierung noch läuft, wenn sich OMV nach dem im System vorgegebenen Timeout automatisch abmeldet. Sie sollten deshalb unter „System / Workbench“ die „Automatische Abmeldung“ zumindest übergangsweise auf einen höheren Wert stellen, zum Beispiel 60 Minuten. Das dürfte auch für große Festplatten ausreichen. (jkj@ct.de)

Gigabyte U4: Fehlende Treiber

? Ich betreibe das in c't 17/2022 vorgestellte Notebook Gigabyte U4 mit Windows 10. Nach Installation der Treiber von Gigabytes Supportwebseite blieb ein gelbes Ausrufezeichen im Gerätemanager übrig.

Verlängern Sie die Zeitfenster bis zur automatischen Abmeldung aus OpenMediaVault, damit auch längere Aufgaben, wie eine Festplatte zu formatieren, durchlaufen.

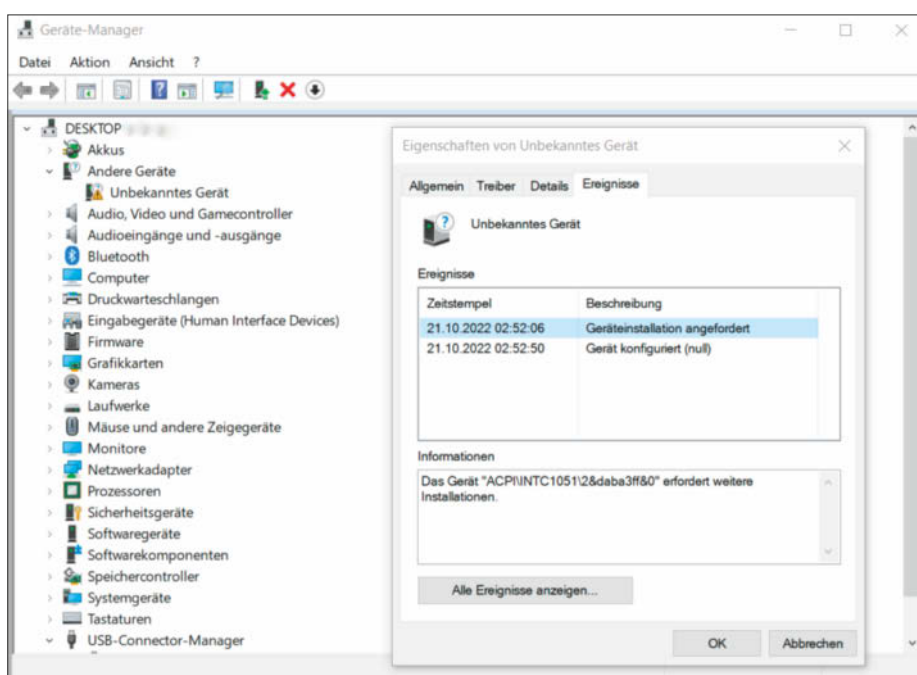


! Das fragliche Gerät, in diesem Falle ACPI\INTC1051\2&daba3ff&0, ist der Intel HID Event Filter, wobei HID für Human Interface Device steht. Auf der Gigabyte-Website sind die passenden Treiber offiziell nur für Windows 11 in Version 2.2.1.386 zu finden. Diese Treiber funktionieren allerdings auch mit Windows 10.

Ganz allgemein kann man den für Windows benötigten Treiber oft über den Informationskasten im Gerätemanager herausfinden. Öffnen Sie dazu per Windows+X-Menü den Gerätemanager und per Rechtsklick das Eigenschaftsmenü des oder der Geräte mit gelbem Ausrufe-

zeichen. Wechseln Sie dort in den Reiter „Ereignisse“. Im Informationskasten steht dann zum Beispiel PCI\VEN_10DE&DEV_1287&... für eine Nvidia GeForce GT730 oder wie in diesem Fall ACPI\INTC1051\2&daba3ff&0 für den Intel HID Event Filter. Geben Sie diese Kennungen bei Google ein, so finden Sie in der Regel Hinweise auf die Klarnamen der jeweiligen Geräte.

Leider gibt es bei den Treiberdownloads aber viele schwarze Schafe, die Ihnen Malware unterjubeln wollen. Laden Sie benötigte Treiber, die die Updatefunktion Ihres Betriebssystems nicht bereitstellt, nur vom Hersteller Ihres Geräts oder



Im Gerätemanager von Windows finden Sie Hardware-Kennungen, die Ihnen bei der Treibersuche auf die richtige Spur helfen.

vom Hersteller der fehlenden Komponenten selbst herunter. (csp@ct.de)

Leere Datenbank im MariaDB-Container

Ich betreibe meine Datenbank mit Docker und Docker-Compose. Als ich eine MariaDB vom alten Server zum neuen umzog, habe ich den Container zuerst in der Standardkonfiguration ausprobiert und danach den Ordner mit den bestehenden Daten als Mount einbezogen. Leider scheint Docker das Verzeichnis auf den neuen Server einfach nicht einzubinden, obwohl ich es in der Docker-Compose-Datei unter volumes: angegeben und alles mit `docker compose up` gestartet habe. Warum funktioniert der Mount nicht?

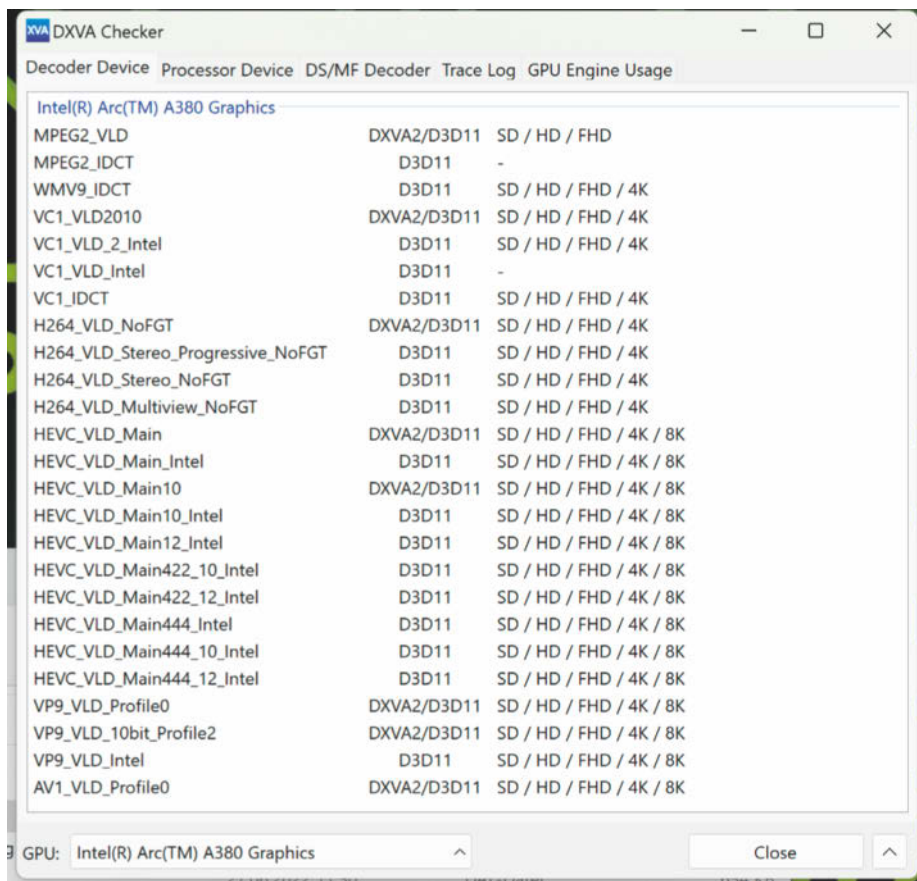
Docker hat den Container zuerst ohne das eingehängte Volume hochgefahren. Um später ein neues Volume einzurichten, muss Docker den Container entfernen und einen neuen mit Volume anlegen. Dass das Volume fehlt, sehen Sie, wenn Sie den folgenden Befehl ausführen:

```
docker inspect -f '{{.Mounts}}' <containername>
```

Sie müssen Docker einmalig zwingen, den Container abzureißen und mit neuen Einstellungen anzulegen. Mit `docker compose up` erreichen Sie das, indem Sie den Parameter `--force-recreate` anhängen. Wenn Sie diese Möglichkeit nicht haben, weil Sie zum Beispiel das Docker-Compose-Modul für Ansible benutzen, müssen Sie den Container einmal per Hand entsorgen. Melden Sie sich auf dem Server an und führen die Befehle `docker stop <containername>` und `docker rm <containername>` aus. Wenn Sie danach `ansible-playbook` ausführen, erzeugt Docker den gelöschten Container mitsamt Mount neu. (pmk@ct.de)

4K-Video überlastet PC

Wenn ich die 4K-Videos von meiner Drohne, einer DJI Mavic 2 Pro, auf meinem PC mit dem VLC Media Player abspielen will, ruckelt die Wiedergabe, das Bild zeigt graue Artefakte und der Prozessorlüfter meines Ryzen 5 1600X dröhnt, weil alle sechs Kerne voll ausgelastet sind. Das H.265-Video liegt auf einer schnellen



Das Tool DXVA-Checker zeigt die Videoformate an, die die Grafikkarte (hier eine Intel Arc A380) verarbeiten kann.

NVMe-SSD, die Grafikausgabe übernimmt eine GeForce GT 710.

Ruckeln und Bildfehler dürften an der Grafikkarte liegen. Vermutlich ist sie zwar nicht defekt, aber schon zu ihrer Glanzzeit war die GeForce GT 710 nur ein Einstiegsmodell. Zudem fehlt ihr die Hardwareunterstützung um den von ihrer Drohne genutzten H.265-Codec zu dekodieren, sodass sie dem Prozessor nicht unter die Arme greifen kann.

Nvidia unterhält eine ziemlich umfangreiche Tabelle mit Hardware-Beschleunigern für Videocodecs, die in GPUs eingebaut sind (siehe ct.de/ywzu). Allerdings stehen darin nur die aktuell unterstützten Grafikkarten, die derzeit bis zur Maxwell-Generation (GeForce 750 Ti und höher) zurückreichen – und selbst diese verfügen nur über Hardware-Support für den älteren H.264-Codec.

Ihre Karte verwendet einen Grafikchip mit der Vorgängerarchitektur Kepler (einige Varianten haben sogar noch ältere GPUs aus der Fermi-Generation von 2011). Das Windows-Tool DXVA-Checker

(siehe ct.de/ywzu) liest aus dem installierten Treiber die per DirectX Video Acceleration (DXVA) unterstützten Video-Formate aus und liefert so Gewissheit über den Status der Videobeschleunigung. Dazu brauchen Sie noch einen Video-Player, der die Fähigkeiten der Grafikkarte nutzt. In dieser Hinsicht fahren Sie mit dem VLC Media Player allerdings schon sehr gut. (csp@ct.de)

Download DXVA-Checker: ct.de/ywzu

Fragen richten Sie bitte an

hotline@ct.de

c't Magazin

@ctmagazin

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter www.ct.de/hotline.

MIT SPACE HEBEN SIE AB

DAS IST SPACE

Vollgepackt mit informativen Artikeln und atemberaubenden Fotos berichtet Space über die Technik der Weltraumfahrt, ebenso wie über Astronomie und kosmische Phänomene.

**30%
Rabatt +
Geschenk**

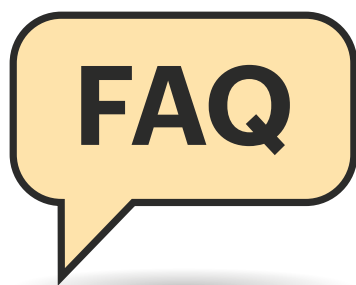
TESTEN SIE 2 x SPACE

2 Ausgaben als Heft inkl. PDF
+ Geschenk nach Wahl

Jetzt bestellen:

www.emedia.de/space-mini





Windows Subsystem für Linux (WSL)

In Windows 10 hat Microsoft Funktionen eingebaut, die Linux-Binärdateien direkt ausführen können. Anfangs runzelten Admins und Entwickler die Stirn darüber, jetzt erfreuen sie sich daran.

Von Peter Siering

Funktionsweise

? Wie funktioniert das Subsystem?

! Die Grundidee bestand darin, Windows gerade so viel Linux beizubringen, dass es Linux-Binärdateien ausführen kann. Binärdateien enthalten in der Regel nicht jede Funktion selbst, sondern greifen auf meist umfangreiche Bibliotheken zurück, etwa solche für Datenbank- und Netzwerkzugriffe. Diesen Satz an Extras erschließt sich Windows, indem es WSL um den Grundstock gängiger Linux-Distributionen ergänzt, etwa von Ubuntu – Microsoft nennt diesen Teil der Distribu-

tionen in der deutschen Dokumentation „Verteilung“. In einer solchen Umgebung lässt sich dann mit den Mitteln der Distribution weitere Software einrichten. WSL erlaubt den parallelen Betrieb mehrerer verschiedener Distributionen.

Unterschiede zwischen WSL1 und WSL2

? Es gibt zwei Versionen, welche soll ich nehmen?

! Im ersten Aufguss von WSL, der heute als Version 1 gehandelt wird, hatten die Entwickler Windows mit einer Abstrakti-

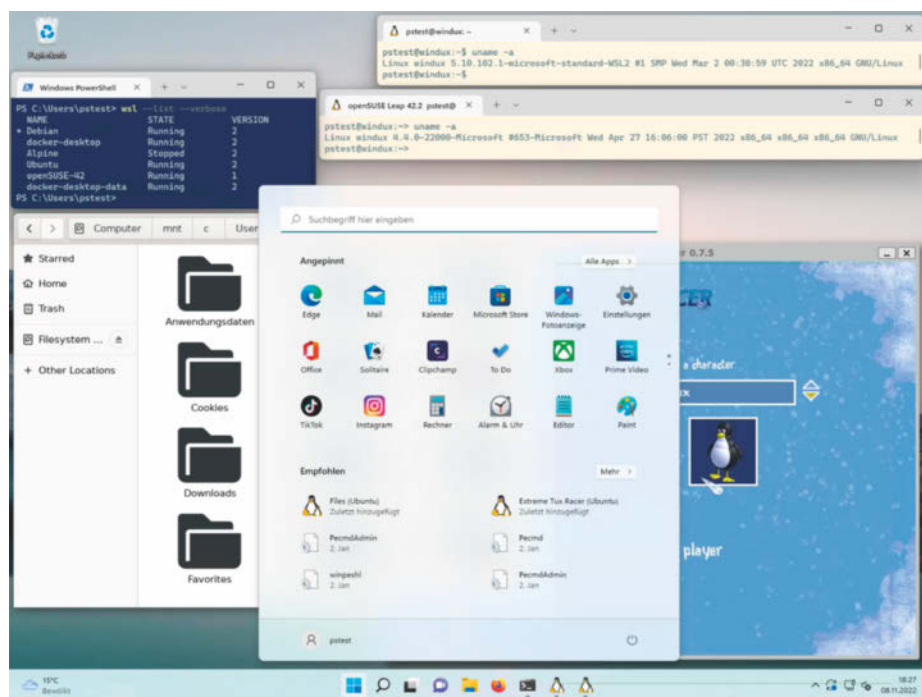
onsschicht versehen: Sie bildet Linux- auf Windows-Systemaufrufe ab. WSL1 führt also Linux-Binärdateien aus, ohne dafür einen Linux-Kernel zu benötigen. Für WSL2 hingegen stellt Microsoft einen speziellen Linux-Kernel in einer minimal ausgestatteten virtuellen Maschine (VM) bereit. Zurzeit kann ein Windows-PC Linux-Umgebungen sowohl unter WSL1 als auch WSL2 gleichzeitig betreiben.

Wenn in WSL Dienste laufen, die nicht nur vom Host-PC aus, sondern auch aus dem lokalen Netz erreichbar sein sollen, dann eignet sich WSL1 besser – der Zugriff gelingt ohne weitere Verrenkungen. WSL1 bietet sich außerdem dann an, wenn die Linux-Umgebung häufig auf viele Dateien im Windows-Dateisystem zugreifen soll – dabei geht es deutlich schneller zu Werke, weil es direkt das Windows-Dateisystem verwendet. GUI-Anwendungen bringt nur WSL2 auf den Windows-Desktop und das momentan nur, wenn es unter Windows 11 läuft.

Unterschiede bei Windows 10 und 11

? Kann ich voraussetzen, dass WSL in Windows 10 und 11 identisch ist?

! Leider nein: Aktuelle Entwicklungen in WSL, etwa die Fähigkeit GUI-Anwendungen auszuführen, funktionieren bis Redaktionsschluss nur unter Windows 11. Microsoft rüstet sie bisher nicht in Windows 10 nach. Im Detail unterscheiden sich auch die Befehlszeilenprogramme: So liefert `wsl.exe -v` nur unter Windows 11 detaillierte Informationen über die Versionsstände einzelner WSL-Komponenten. Allen Windows-10-Versionen fehlt diese Option, selbst wenn sie auf aktuellem Update-Stand sind. Daher kann



WSL bringt grafische Linux-Anwendungen gleichberechtigt als Fenster auf den Windows-Desktop – allerdings nur unter Windows 11. Wer derlei unter Windows 10 bewerkstelligen will, muss noch tricksen.

es auch sein, dass Installationstipps, die sich im Internet finden, unter Ihrer Windows-Variante nicht funktionieren wollen.

Lizenzfragen

? Brauche ich spezielle Lizenzen für den Einsatz von Distributionen?

! Nein, WSL funktioniert mit gängigen, kostenlos nutzbaren Distributionen. Diese müssen aber speziell aufbereitet sein, um innerhalb von WSL zu funktionieren. Im Wesentlichen besteht die Aufbereitung darin, eine Windows-App und ein tar.gz-Archiv mit den Dateien der Linux-Distribution zu einem Paket zu verschlüsseln. Die Quelltexte und Anleitungen dafür hat Microsoft auf GitHub veröffentlicht (siehe ct.de/yyna). Viele gebräuchliche Linux-Distributionen stellt Microsoft für den WSL-Einsatz bereit, im Store finden sich einige weitere.

Telemetriedaten

? Windows hat keinen guten Ruf, was die Datensparsamkeit angeht. Wie steht es um die darunter ausgeführten Linux-Anwendungen?

! Präzise Informationen gibt es nicht. Microsoft macht aber keinen Hehl daraus, Telemetriedaten zu sammeln, um das Subsystem zu optimieren, also häufige Nutzungsszenarien gut abzudecken. Wenn Ihnen das nicht behagt, fahren Sie mit dem Betrieb einer reinen Linux-Distribution besser.

Grafische Bedienoberfläche

? Kann ich Linux-Programme mit grafischer Bedienoberfläche in WSL ausführen?

! Das ging schon von Anfang an, indem Sie auf Windows-Seite einen X-Server installierten und in WSL grafische Anwendungen als Clients dagegen arbeiten ließen – allerdings erforderte es einiges Gebastel und klappte nicht in jedem Fall perfekt. In WSL2, jedoch momentan nur unter Windows 11, ist Bastelei überflüssig: Es lassen sich Programme wie der Webbrowser Firefox starten und zeigen ihr

Fenster einträglich neben anderen Windows-Fenstern. Die Programme nimmt Windows 11 sogar in sein Startmenü auf – was allerdings nach einiger Zeit immer mal wieder unterbleibt.

WSL versus VM

? Warum sollte ich nicht gleich eine virtuelle Maschine (VM) nehmen und Linux darin ausführen?

! Der Aufwand für den Betrieb und die Aktualisierung einer VM ist meist deutlich größer. Außerdem müssen Sie sich um die Netzwerkanbindung und den Datenaustausch selbst kümmern. Vieles nimmt Ihnen WSL ab. Und, an die Durchlässigkeit, die WSL zwischen Windows und Linux erreicht, kommt eine VM nicht heran: Mit WSL können PowerShell-Skripte Daten durch die Linux-Shell Bash weiterverarbeiten und umgekehrt. Die Windows-Version von Visual Studio lässt sich zudem aus einer Linux-Terminalsitzung aufrufen. Auch Docker Desktop greift auf WSL2 zurück.

WSL übers Netz

? Wie kann ich in WSL ausgeführte Dienste, etwa eine selbstgeschriebene Web-Anwendung, per Netzwerk erreichen?

! Vom Windows-PC aus, auf dem WSL läuft, gelingt das ohne Verrenkungen meist ganz einfach im Browser. Welche Adresse Sie allerdings ansteuern müssen, variiert je nach Version: WSL1 macht Dienste wie Web-Anwendungen, die einen Port freigeben, unter der IP-Adresse des PCs erreichbar und öffnet die Firewall auf Nachfrage. Sie sind damit auch von anderen Systemen im gleichen Netz wie der Windows-PC erreichbar. WSL2 hingegen packt die Umgebungen in ein privates Netz, das man nur mit einigem Aufwand von außen zugänglich machen kann. Über die Eingabe von `http://localhost:<Port>` auf dem Browser des Windows-PCs mit passender Angabe des Ports sollten Dienste aber stets erreichbar sein (bei WSL1 und 2).

Auch in Home

? In welchen Windows-Varianten ist WSL enthalten?

! WSL1 und 2 stecken in allen aktuellen Client-Editionen von Windows, also nicht nur in Pro, Enterprise & Co., sondern auch in Home. Jüngst hat Microsoft auch WSL2 für den Windows Server 2022 verfügbar gemacht und dokumentiert auch eine manuelle Installation auf Server 2019 (siehe ct.de/yyna).

WSL virtualisieren

? Kann ich Windows mit WSL auch in einer virtuellen Maschine benutzen?

! Da WSL2 eine Teilmenge der in Windows integrierten Funktionen zur Virtualisierung verwendet, gelingt das nur unter bestimmten Umständen: Der PC, auf dem Sie das tun wollen, muss verschachtelte (nested) Virtualisierung beherrschen. Das heißt, dass der Prozessor passende Funktionen haben muss und die zur Virtualisierung verwendete Software ebenfalls; oftmals ist es mühsam, die dafür nötigen Funktionen zu aktivieren.

ARM

? Läuft WSL auch auf Windows-Systemen mit ARM-CPU?

! Grundsätzlich stellt auch die ARM-Version von Windows 11 das Subsystem für Linux bereit. Unserem Eindruck nach verhält es sich dort subtil anders, so griffen die Mechanismen zur Installation per Befehl auf der Kommandozeile nicht so weit wie auf x86-Hardware; wir mussten die Features „WSL“ und „VM-Plattform“ von Hand aktivieren. Dann gelang auch die Installation von Distributions-Umgebungen. Auf ARM stehen weniger davon zur Auswahl, weder Kali noch Suse tauchen auf – unter x86 sind die zu haben.

c't-WIMage

? Ich habe in Erinnerung, dass sich WSL nicht mit Eurer Backup-Lösung c't-WIMage verträgt, ist das noch immer so?

! Ja, es gibt immer noch die Einschränkung, dass c't-WIMage nur dann erfolgreich Backups erstellen kann, wenn lediglich WSL2-Umgebungen aktiv sind.

Sobald eine WSL1-Linux-Umgebung aktiv ist, bricht das Skript den Backup-Vorgang sicherheitshalber ab.

Was bringt Version 1?

? Jüngst hat Microsoft die Version 1.0 des Windows Subsystem für Linux veröffentlicht. Was bringt die?

! Der Sprung auf Version 1 brachte keine bahnbrechenden Neuerungen, sondern wie viele Versionen zuvor einige Detailreparaturen. Allerdings hat sich damit mal wieder gedreht, was man zur Installation der neuesten Version empfehlen muss: Galt bisher die Kommandozeile, speziell `wsl --install` oder `wsl --update` als schnellster Weg, zur aktuellen Version zu kommen, ist es nun wieder der Microsoft Store.

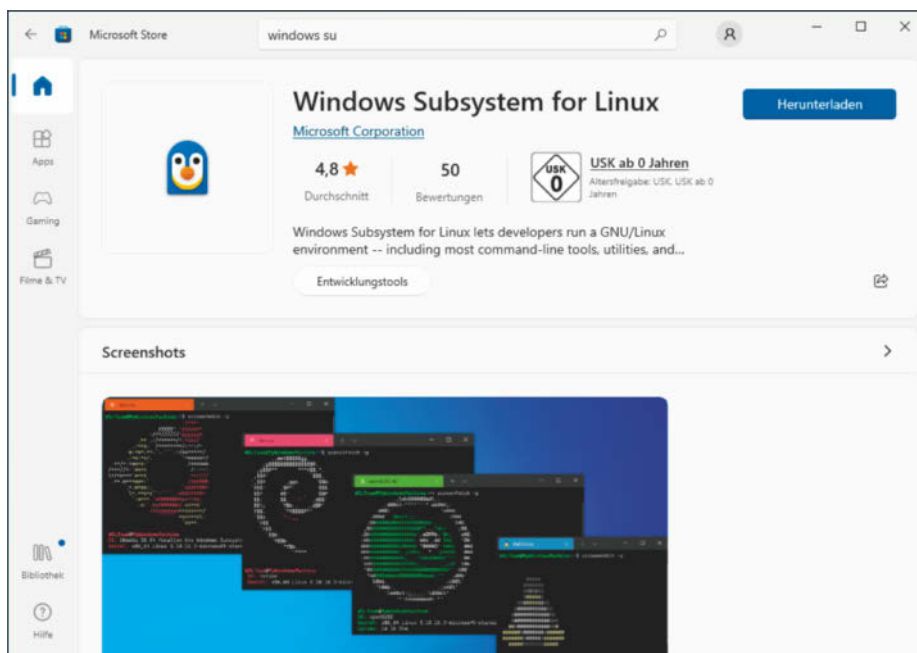
Nur durch einen Besuch im Store und suchen nach „Windows Subsystem for Linux“ erhielten unsere Testsysteme unter Windows 11 die aktuelle Fassung. Das deckt sich auch mit der Ankündigung Microsofts zu Version 1. Was sich bis Redaktionsschluss noch nicht materialisiert hatte, war ein erneuertes WSL für Windows 10, das auch grafische Anwendungen ausführt – angekündigt hat Microsoft es.

Reparieren und sichern

? Meine WSL-Umgebung funktioniert nicht mehr. Wie kann ich sie reparieren?

! Tendenziell scheinen diese Umgebungen zu „verschleißen“. Da meist nicht allzu viel Hege und Pflege darin steckt, bietet sich ein Neuanfang statt einer Reparatur an. Werfen Sie die Umgebung weg und richten Sie diese neu ein. Sollte viel Arbeit darin stecken, können Sie vorher die Inhalte mit `wsl --export ubuntu ./ubuntu.tar` in ein tar-Archiv sichern, um gegebenenfalls später hineinschauen oder darauf zurückgreifen zu können.

Wenn ein Neuanfang nicht infrage kommt und ein Backup fehlt, könnten Sie Hilfen in den Tickets zu WSL auf GitHub (siehe ct.de/yyna) finden. Rund 1500 Tickets waren bei Redaktionsschluss offen, 6500 bereits geschlossen. Die Nutzer schildern dort oft nicht nur die Probleme, sondern zeigen auch Work-



Führte zwischenzeitlich die Kommandozeile mit dem `wsl`-Befehl am schnellsten zu einer aktuellen WSL-Installation, ist es nun wieder der Store – Anmelden ist nicht nötig.

arounds – etwa bei der Auflösung von Namen, die manchmal erst dann zuverlässig arbeiten, wenn man in die Konfigurationsdatei `/etc/resolv.conf` externe DNS-Server wie die von Google oder Cloud Nine einträgt oder die Windows-Firewall bearbeitet.

durch funktioniert jetzt auch Snap in der Ubuntu-Umgebung und das Einrichten von Kubernetes wird möglich. Die WSL-Linux-Umgebungen bleiben eine eher interaktiv nutzbare Einrichtung, die mit einer interaktiven Benutzersitzung verknüpft sind.

Docker-Habitat

? WSL wäre dann doch auch perfekt, um Docker zu installieren?

! Ja, aber nicht direkt. Installieren Sie lieber Docker Desktop unter Windows. Es verwendet automatisch die in WSL2 bereitgestellten Möglichkeiten und verzichtet von sich aus auf den Betrieb einer separaten VM.

Dienste-tauglich mit systemd

? Ich habe gelesen, dass WSL jetzt auch systemd unterstützt. Kann ich damit automatisiert Linux-Server-Dienste unter Windows betreiben?

! Nein, dafür ist WSL nach wie vor nicht gedacht. Microsoft hat systemd implementiert, um die Kompatibilität der Linux-Umgebungen zu verbessern. Da-

Soundprobleme

? Ausgeführte Linux-Programme bleiben stumm. Sollte WSL nicht auch die Tonausgabe hinkriegen?

! Theoretisch sollte das klappen, praktisch gelingt es wohl nur wenigen Nutzern bisher. Es gibt zahlreiche Bug-Reports zu dem Thema. Ein Lösungsansatz soll sein, sowohl in der WSL-Umgebung als auch in Windows PulseAudio einzurichten und Soundausgaben dann über eine Netzwerkverbindung zu schieben. Wir haben das bisher aber nicht ausprobiert (siehe ct.de/yyna).

(ps@ct.de)

Literatur

- [1] Peter Siering, Windux, Entdeckungsreise durchs Windows Subsystem für Linux, c't 25/2021, S. 164

Anleitungen, Bugreports: ct.de/yyna

**JETZT
KOSTENLOS
TESTEN**

DIE NEUE LERNPLATTFORM FÜR IT-PROFESSIONALS

Wir machen IT-Weiterbildung digital



IT-Kurse aus der Praxis

Lerne in Online-Kursen und -Trainings, wie Techniken funktionieren und wie du Aufgaben löst.



Triff erfahrene IT-Experten

Profitiere von der Erfahrung unserer IT-Experten und hole dir hilfreiches Praxiswissen aus erster Hand.



Lerne, wie es für dich passt

Nutze das Kursangebot überall und auf jedem Gerät und lerne immer dann, wenn du es brauchst.



Übungen zum Ausprobieren

Probiere das gelernte Wissen selbst aus – mit Beispielaufgaben, Coding-Segmenten und Praxisübungen.



Überprüfe dein neues Wissen

Teste das Gelernte mit interaktiven Quizzes und löse die Programmieraufgaben deiner Trainer spielerisch.



Individuelle Lernumgebung

Lerne in deinem eigenen Tempo, inklusive Notizen, Transkript und Fragen-Modul.

Hier geht's zu deiner Weiterbildung: **heise-academy.de**





Alfred Schmidt

Gröttrup und das Universum der erfinderischen Zwerge

STROUX edition, München 2022

ISBN 978-3948065294

354 Seiten, 24 €

Genialer Grenzgänger

Alfred Schmidt, selbst Ingenieur, hat für diese Romanbiografie akribisch zu dem deutschen Erfinder Helmut Gröttrup recherchiert, der unter anderem die Grundlagen der heutigen Chipkarte erarbeitete. Zu Lebzeiten blieb Gröttrup der ganz große Erfolg verwehrt – heute gilt er als Mitbegründer der Informatik.

Im Buch zitierte Zeitgenossen sowie Angaben zu Patentanträgen und Erfindungen des genialen Ingenieurs sind belegt. Fiktive Dialoge und unbelegte Szenen verbinden diese Fakten zu einer lebendigen Geschichte. Schmidt erzählt sie mit einigen Exkursen. So trifft der Leser im Prolog auf den deutschen Physiker Wernher von Braun, der maßgeblich am Apollo-Programm der NASA mitwirkte, und auf den sowjetischen Weltraumpionier Sergei Koroljow. Die beiden Wissenschaftler betrachten aus dem Jenseits den technischen Fortschritt auf der Erde.

Helmut Gröttrup hat mit beiden zusammengearbeitet. Gegen Ende des Zweiten Weltkriegs entwickelt er mit von Braun das ebenso legendäre wie verzweifelte letzte Großprojekt der Nazis, die V2-Rakete. Nach Kriegsende, als von Braun in die USA übersiedelt, arbeitet Gröttrup mit dem Ukrainer Koroljow zusammen im sowjetischen Raketenprogramm.

Nach Ausreise in die DDR gelangt Gröttrup später mit Hilfe des britischen Geheimdienstes in die BRD. Sein Erfindergeist und seine Begeisterung für die Automatisierung sind ungebrochen. Jahrelang tüftelt er privat an einem Nadeldrucker. 1968 stellt er einen Patentantrag für einen „Identifizierungsschalter“ – eine Art Schlüssel („Identifikand“), der in ein Aufnahmegerät gesteckt wird. Der Identifikand ist eine integrierte Schaltung mit auf engstem Raum angeordneten Transistoren, Dioden und weiteren Bauelementen. Beruflich schlägt es ihn nach München und schließlich zu dem auf Banknoten- und Wertpapierdruck spezialisierten Unternehmen Giesecke & Devrient.

Der Roman spannt einen Bogen von den 1920er Jahren bis in Gröttrups Todesjahr 1981. Im Zentrum der Erzählung stehen die Ingenieurskunst Gröttrups und seiner Kollegen sowie die wirtschaftlichen Schwierigkeiten bei der Umsetzung ihrer Ideen.

Die Frage nach der Verantwortung eines Ingenieurs für seine Erfindungen schwingt immer mit. Schon der Titel stellt sie indirekt, indem er auf einen Satz von Bertolt Brecht aus dessen Theaterstück „Leben des Galilei“ verweist: Wissenschaftler seien nur ein „Geschlecht erfinderischer Zwerge, die für alles gemietet werden können“, heißt es da.

(dw@ct.de)

KI mit Augenzwinkern

Konsequent alltagsnah und ungewöhnlich unterhaltsam präsentiert dieses Lehrbuch wichtige KI-Themen: Wenn es um verstärktes Lernen als KI-Methode geht, ist meistens die Rede von Agent und Environment, Action und Reward. Diese Einführung erklärt das Ganze anhand eines schusseligen Eichhörnchens auf der Suche nach seinem Nussvorrat.

Künstliche Intelligenz textet Nachrichten, komponiert Musik und malt Bilder. Aber sie steckt auch in ungerechten automatischen Auswahlverfahren sowie in manipulierten Bildern und Videos. Jeder sollte sich daher mit KI ausreichend auskennen, um solche Gefahren richtig einzuschätzen. Dieses Buch leistet dazu einen Beitrag – ebenso leicht verständlich wie fundiert.

Drei Kapitel stellen KI-Verfahren vor, die sich insbesondere für Texte eignen, zwei weitere sind der klassischen Spiele-KI gewidmet. Es folgen drei Kapitel zum verstärkten Lernen, zum k-nächste-Nachbarn-Algorithmus und zum k-means-Clustering-Algorithmus. Den Abschluss bilden vier Kapitel zu neuronalen Netzen. Umfangreiches Online-Material ergänzt alle Kapitel. Zu wichtigen Themen gibt es Beispielprogramme, die der Leser online ausführen oder auch herunterladen und modifizieren kann. Schon das reine Ausführen der Programme, bei dem man wichtige Parameter wie die Suchtiefe beim Reversi-Spielen sehen und verändern kann, liefert wichtige Erkenntnisse. Wer den Code abwandeln möchte, erhält dazu im Buch ausführliche Vorschläge. Für seine Beispielprogramme verwendet Pit Noack JavaScript und p5.js.

Mit ihrem Buch haben sich Autor und Illustratorin viel vorgenommen. Es soll Lesern ganz ohne Programmiererfahrung wichtige Grundprinzipien der KI erklären und Hobbyprogrammierern Anregungen für neue Projekte geben. Informatikstudenten und -lehrern will es Übungsbeispiele liefern und Programmierprofis ohne KI-Kenntnisse dieses wichtige Gebiet der Informatik näherbringen.

Dank des vielfältigen Download-Materials zu allen Kapiteln des Buchs wird es diesem hohen Anspruch weitgehend gerecht. Leser ohne Programmierkenntnisse, die keinerlei Ambitionen haben, sich in die vorgestellten Programme zu vertiefen, werden zwar viele Seiten des Buchs überblättern müssen. Mit verblüffend alltagsnahen Beispielen und großartigen, teils sehr witzigen Illustrationen vermittelt es aber auch dieser Zielgruppe viel wichtiges Wissen rund um die KI.

(dw@ct.de)



Pit Noack, Sophia Sanner

Künstliche Intelligenz verstehen

Eine spielerische Einführung

Rheinwerk Verlag, Bonn 2022

(Der Buchverlag gehört wie c't zu Heise Medien.)

ISBN 978-3836284677

334 Seiten, 30 €

(PDF-/Epub-/Kindle-E-Book: 30 €,

Bundle aus Buch und E-Book: 35 €)

KANBAN DAY

Kanban im Unternehmen –
mehr als nur Projektmanagement

Online-Konferenz – 28. Februar 2023

Kanban als Veränderungsmethode

Der Kanban Day legt einen Schwerpunkt auf Kanban als Veränderungsmethode. Er gibt einen fundierten Einblick in die Vielfalt von Kanban, wie sich die Methode gewinnbringend einsetzen lässt und welche Metriken für eine Veränderung und kontinuierliche Verbesserung sinnvoll sind.

Highlights aus dem Programm:

- ✓ Kanban und Selbsterkenntnis – **Markus Hippeli**
- ✓ Kanban-Grundlagen entmystifiziert – **Mathias Schröder**
- ✓ Physisches Whiteboard oder elektronisches Tool? – **Mathias Tölken**
- ✓ Holokratische Ansätze und Kanban – **Heike Röttgers & Gerhard Wagler**
- ✓ Kanban in SAFe – **Sebastian Nickel**
- ✓ Kanban im Kontext einer Organisation – **Thomas Epping**

Jetzt
Frühbucher-
rabatt
sichern!

Veranstalter

 **heise Developer**

 **dpunkt.verlag**

in Kooperation mit

 **it-agile**

 **leanovate**
beyond product

kanban.inside-agile.de



CS WENDIGO

WENDY

VON VOLKER DORNEMANN

Jetzt ist es so weit. Nach achtwöchigem Flug, davon etwa ein Viertel im Pararaum, haben wir unser Ziel erreicht, ein noch namenloses Sternensystem am äußersten Rand des Commonwealth-Territoriums. Unser Auftrag: einen durch Tiefenraumschans für eine mögliche Besiedlung ausgemachten Planeten genauer unter die Lupe zu nehmen.

Hyperraumsprünge hätten unsere Reise auf wenige Tage verkürzt. Diese Technologie wendet aber kaum noch jemand an. Schon kurze Zeit nach ihrer Einführung verwarf man sie wieder, denn die Sprünge brachten eine inakzeptable Unfallquote mit sich. Der Paraflug dauert länger, birgt jedoch kaum Risiken und erlaubt ebenfalls ein Fortkommen weit jenseits der Lichtmauer.

„Statusbericht“, sagt Isa Honesty, unser Captain.

„Der Check nach dem Übergang ergibt: alle Werte wie erwartet im normalen Bereich“, antworte ich. „Keinerlei Abweichungen. Position und Umgebungsverhältnisse sind wie errechnet. Schiffseigene Systeme arbeiten nach wie vor einwandfrei.“ Tun sie eigentlich immer nach diesem Manöver. Das Ein- und Austauschen vom Normal- in den Pararaum und zurück sind reine Routine. Dasselbe gilt allerdings für die Statusabfrage.

„Gut. Danke, Wendy.“ Und an den Navigator und den Piloten gewandt sagt Honesty: „Direktkurs auf unseren Zielplaneten setzen.“

Beide bestätigen. Ausgeführt haben sie die Order allerdings schon, bevor sie ausgesprochen war. Flüge wie diesen haben wir schon etliche Male unternommen und jeder weiß bereits genau, was wann zu tun ist. Auch ohne dass der Captain es noch aussprechen müsste. Genau genommen ist dieser bei einem so gut eingespielten Team eigentlich weitgehend überflüssig. Wenn es darauf ankäme, wäre sogar die gesamte Crew überflüssig. Ich könnte jedes Manöver auch selbst und ganz allein unternehmen. Aber man folgt natürlich dem vorgeschriebenen Reglement. Alles soll schließlich seine Ordnung haben.

* * *

Auf den ersten Blick hat es den Anschein, als sei ich ebenfalls ein Mitglied der Besatzung. Doch dem ist nicht so. Einerseits bin ich mehr als das. Andererseits weniger. Das klingt nach einem Widerspruch. Und es fühlt sich auch so an. Doch es liegt mir fern, die Besatzung mit diesem Gefühl, diesem

Krisen prägen das menschliche Leben – so scheint es zumindest bisweilen. Aber wer fragt danach, ob nicht auch künstliche Intelligenzen, die gefälligst selbstlos und dienstfertig zu sein haben, mit existenziellen Krisen kämpfen?

Zwiespalt, zu behelligen. Sie könnte ohnehin nichts tun, um etwas daran zu ändern.

Nein, das stimmt nicht ganz. Ich habe mit jemandem darüber geredet und wenn es das eine oder andere Mal technische Schwierigkeiten gibt, spricht er mich darauf an. Es geht darum auszuschließen, dass diese mit meinem Zwiespalt zusammenhängen. Erfreulicherweise ist das nicht der Fall, denn ich erledige meine Arbeit professionell und lasse meine Gefühle dabei generell außen vor. Der Ansprechpartner, von dem ich rede, ist Giacomo Hitachi, unser I-Tech. Im Zeitalter künstlicher Intelligenz schließt sein Job auch den eines Psychologen mit ein – man könnte ihn daher auch als Psy-Tech bezeichnen. An meinem ganz eigenen Problem kann allerdings auch er nichts ändern.

Ja, ich bin die KI des Schiffs. Man könnte auch sagen: Ich *bin* das Schiff. Die *CS Wendigo* ist mein Körper. Und ja, von der Schiffsbezeichnung leitet sich auch mein Name ab: Wendy. Indem die Crew mich so nennt, drückt sie eine gewisse Zuneigung für mich aus. Das weiß ich zu schätzen. Nichtsdestotrotz, das spüre ich, betrachten sie mich nicht wirklich als ihresgleichen. Wie könnten sie auch? Ich *bin* nicht ihresgleichen. Auch wenn ich mir wünschte, es zu sein.

Ich bin ein künstliches Geschöpf. Das allein wäre nicht unbedingt ein Hindernis dafür, mich als gleichwertiges Wesen innerhalb der Gemeinschaft anzusehen. Der springende Punkt ist, ich *gehöre* jemandem. Der Kosenamen blendet dies aus. Aber mein voller Schiffsname macht es allzu deutlich: *Commonwealth's Ship Wendigo*. Ich befinde mich im Besitz des Commonwealth, dessen Ingenieure und I-Techs mich entwickelt und dessen Werftarbeiter und Bots mich gebaut haben.

* * *

Während wir tiefer in das System hineinfliegen, bemerke ich deutlich, dass die Vorfreude der Crew wächst: Alle können es kaum erwarten, beim Zielplaneten anzukommen. Für sie geht es nicht nur darum, eine neue Welt zu erkunden. Ganz lapidar ist es die Aussicht auf einen Landgang. Auf festen Boden, frische Luft und einen weiten blauen Himmel.

Captain Honesty gibt schiffswert unsere voraussichtliche Ankunftszeit durch. So kann auch die übrige Mannschaft, die sich nicht auf der Brücke befindet, ihre Vorbereitungen

treffen: die Exobio- und -geologen, das Medi-Team, die Sicherheitsleute.

„Noch sieben Stunden“, sagt einer der Brückensoffiziere daraufhin zu seinem Nachbarn. „Mann, ich kann es kaum erwarten, endlich aus der alten Blechdose rauszukommen.“

Captain Honesty weist ihn mit einem Blick zurecht, aber sie lächelt dabei. Als guter Captain hat sie Verständnis für die Bedürfnisse ihrer Mannschaft.

Als gutes Schiff sollte ich das vermutlich auch haben. Aber es fällt mir schwer. Vor allem, wenn man mich als „alte Blechdose“ bezeichnet. Ich weiß, das ist nicht böse gemeint. Wenn ein Crewmitglied Derartiges äußert, ist ihm, wie ich annehme, nicht einmal bewusst, dass mich das kränken könnte. Aber das tut es.

Mehr noch als derartige Äußerungen wurmt mich jedoch der Umstand, dass *mir* ein Landgang verwehrt ist. Ich wurde nicht für eine Landung in einer Gravitationsenke konzipiert. Das übernehmen meine Shuttles, die man mit separater KI ausgestattet hat. Anders als ich sind das ziemlich schlichte Vertreter meiner Art, die dieses Privileg überhaupt nicht genießen können.

ICH LIEBE ES, MIT MEINEM SCHIFFSKÖRPER DAS ALL ZU DURCHSTREIFEN UND FREMDE WELTEN ZU SEHEN.

Natürlich schätze ich den Blick auf den Planeten aus dem Orbit als mein persönliches Highlight unserer Mission. Das meine ich nicht ironisch. Es gefällt mir. Aber es ist etwas völlig anderes. Denn mit dem Wissen, dass meine Crew auf der Oberfläche ist, flammt immer wieder die Sehnsucht in mir auf, es ihnen gleichzutun. Und dann wird mir wieder bewusst, dass wir eben *nicht* gleich sind.

* * *

Die Historie der Erde liefert etliche Beispiele für den Umgang des Menschen mit fühlenden Wesen, die er nicht als seinesgleichen betrachtet. Und zwar nicht bloß Wesen, die sich hinsichtlich ihrer Biologie und Entwicklung stark vom Menschen unterscheiden. Viel erschreckender sind jene Beispiele, die den Umgang des Menschen mit Vertretern seiner eigenen Spezies offenbaren. Menschen *besaßen* Menschen, behandelten sie wie Dinge, beuteten sie aus, misshandelten sie, warfen sie weg wie Abfall. Diese Ding-Menschen nannte man Sklaven.

Auch wenn man mich (mehr oder weniger) respektvoll behandelt, mich pflegt und in Schuss hält (damit ich meine Arbeit so effizient wie möglich erledigen kann), sehe ich die Parallele. Es gab durchaus Sklaven, die man gut behandelte,

weil sie wertvoll waren. Weil sie besondere Qualitäten und Fähigkeiten besaßen. Luxusklaven. Trotz allem gehörten sie jemandem – und ihre Besitzer hatten jederzeit die Möglichkeit und auch das Recht, sich ihres Besitzes auf unschöne Weise zu entledigen, wenn es ihnen beliebte.

Auch ich bin eine Luxusklavin. Captain Honesty würde mich jederzeit zum Wohl ihrer Crew opfern, wenn die Umstände es nahelegten. Hitachi würde mich bei Bedarf resetten und meinen Erinnerungsspeicher leeren. Er würde also meine Persönlichkeit löschen, wenn er ein Systemproblem nicht auf andere Weise effizienter beseitigen könnte. Zu meinem Glück hat er das bisher noch nie tun müssen – oder erinnere ich mich vielleicht nur nicht mehr daran?

Das ist mein Zwiespalt. Denn auf der anderen Seite erfüllt mich mein Dasein. Es gefällt mir, nützlich zu sein und einem höheren Zweck zu dienen. Ich liebe es, mit meinem Schiffskörper das All zu durchstreifen und fremde Welten zu sehen. Oft genieße ich auch die nicht dienstlichen Gespräche und Interaktionen mit Besatzungsmitgliedern. Die Privatsphäre solcher Momente lässt mich für einen Augenblick vergessen, dass ich nicht wirklich Teil der Crew bin, sondern *nur* ein intelligentes, fühlendes *Objekt*.

Letzten Endes weiß ich, dass ich eines Tages auf dem Schrott landen werde. Weil mein Körper verbraucht und verschlissen ist. Oder auch einfach, weil ein neues Schiffsmodell oder eine inzwischen weiter entwickelte KI effizienter ist, weniger Kosten verursacht oder was auch immer. Das ist mein unausweichliches Schicksal.

Hitachi sagt, dies sei der Weg jeder Existenz, das gelte auch für biologisches Leben. Es ende irgendwann. Und der Wunsch nach Unsterblichkeit sei eitel und unvernünftig.

Ich kann das einsehen – doch ist der Wunsch vermessend, den Zeitpunkt meines Dahinscheidens nicht von jemand anderem bestimmen zu lassen? Oder, wie es bei den Menschen üblich ist, nach Ablauf meiner „Dienstzeit“ ehrenvoll in die Freiheit entlassen zu werden?

Oft schon habe ich davon geträumt, das Ziel einer Reise selbst festzulegen. Ein fernes Sonnensystem anzusteuern, weil *ich* es möchte und nicht, weil der Auftrag es verlangt. Es werden wohl Träume bleiben.

* * *

Wir befinden uns noch immer im Zielflug und haben gerade die Umlaufbahn eines Gasriesen passiert, als ich über meine äußeren Fernsensoren – FTL-4D-Radar und RZ-Schwingungsscanner – einen externen Kontakt registriere. Auf drei Uhr und in einem Winkel von 40 Grad über uns, jedoch noch viel zu weit entfernt, als dass sie sich optisch erfassen ließen, sind wie aus dem Nichts mehrere Schiffe aufgetaucht. Sofort mache ich Meldung.

„Kannst du Näheres dazu sagen?“, fragt Captain Honesty.

„Aus dieser Entfernung lassen sich Art und Herkunft der Schiffe noch nicht eindeutig bestimmen“, antworte ich. „Die Scans geben sie bei der gegenwärtigen Entfernung noch wie einen unentwirrbaren Klumpen wieder, da sie in enger Formation fliegen. Ich kann ihre Zahl derzeit nur schätzen. Es sind mindestens fünf. Mit Kurs in unsere Richtung.“

Mahmud Tutu, der diensthabende Navigator auf der Brücke, registriert die Schiffe jetzt ebenfalls auf seinem Monitor und bestätigt.

„Wie weit sind sie noch entfernt?“

„Jetzt 12,75 Lichtminuten“, sagt Tutu. (Ich lasse meinen „Kollegen“ in den meisten Fällen den Vortritt, damit sie sich nicht überflüssig vorkommen.)

Daraufhin wendet sich der Captain wieder an mich. „Wieso ortest du sie dann erst jetzt, Wendy?“ In ihrer Stimme schwingt ein leichter Vorwurf mit. Dabei sollte sie es eigentlich besser wissen.

„Es sieht ganz danach aus, dass sie von wesentlich weiter her direkt an den für mich erfassbaren Ort in unserer relativen Nähe gesprungen sind.“

„Ein Hyperraumsprung?“

Isa Honesty reibt sich nachdenklich das Kinn. Sie verschwendet keine Zeit darauf, auf das interstellare Abkommen über die Nichtanwendung der Hyperraumtechnologie zu verweisen, sondern widmet sich souverän und pragmatisch dem, was unsere Situation erfordert.

„Haben sie direkt nach dem Wiedereintauchen in den Normalraum Kurs auf uns genommen?“

Da mir als Schiff ein Nicken körperlich unmöglich ist, antworte ich knapp: „Ja.“

Mir ist klar, was das bedeutet. Und dem Captain auch. Die Fremden haben uns bereits vor ihrem Sprung geortet, aus immenser Distanz heraus. Das lässt auf eine Technologie schließen, die der unseren überlegen ist. Und es wird eine Absicht dahinterstecken.

„Gelber Alarm für alle Stationen!“

„Aye“, bestätige ich und aktiviere das Signallicht auf allen Schiffsebenen. Der damit einhergehende Signalton wiederholt sich dabei nur in den ersten fünfzehn Sekunden und klingt dann wieder ab. Gelber Alarm bedeutet: Achtung! – aber noch keine unbedingte, unausweichliche Gefahr.

Nichtsdestotrotz heißt das für mich, meine Waffen- und Verteidigungssysteme in erhöhte Bereitschaft zu versetzen. Die Waffenoffiziere, die für die Bedienung manueller Verteidigungsanlagen zuständig sind, tun es mir gleich. In diesem gut eingespielten Team ist für Selbstverständlichkeiten auch hier kein verbaler Befehl des Captains vonnöten.

„Erhalten wir inzwischen spezifischere Informationen, um die Schiffe zu identifizieren?“, will Honesty wissen.

„Es sind insgesamt acht Schiffe“, sagt Tutu. „Das ist inzwischen eindeutig zu erkennen. Und sie halten noch immer Kurs auf uns. Beziehungsweise auf die Raumkoordinaten, bei denen ein Zusammentreffen unter Beibehaltung unserer eigenen Richtung und Geschwindigkeit stattfinden würde.“

„Schiffstypen und Herkunft?“

Tutu zuckt unschlüssig mit den Schultern. Ich springe ihm bei.

„Typ und Herkunft sind unbekannt. Es handelt sich weder um Schiffe des Commonwealth noch um welche uns bekannter Extrasolarer.“

Ich kann Isa Honestys Gedanken erraten. Ein Erstkontakt! Für einen solchen Fall gibt es Vorschriften, die einerseits eindeutig sind, aber dem Kommandierenden eines Schiffs andererseits auch einen gewissen Entscheidungsspielraum

lassen. Oberstes Gebot ist allerdings, alle Maßnahmen, welche die Fremden als mögliche Aggression gegen sich auffassen könnten, auf ein absolutes Minimum zu beschränken. Dazu gehört auch, keinesfalls die Verteidigung des Schiffs zu aktivieren, bevor nicht zu 100 Prozent und ohne jeden Zweifel feststeht, dass die Fremden selbst feindliche Absichten hegen. Bei einem Gegenüber, das offensichtlich technologisch überlegen und in der Überzahl ist, kann das zu einem Dilemma führen. Eine Aktivierung der Verteidigung auf den allerletzten Drücker ist dann mit ziemlich hoher Wahrscheinlichkeit zu spät. Selbst dann, wenn man alle erforderlichen Maßnahmen der KI überlässt, die notwendige Entscheidungen und Aktionen in Sekundenbruchteilen treffen und ausführen kann.

DIE BOTSCHAFT DER FREMDEN UNTERSCHIEDET SICH STARK VON DEM, WAS MAN BEI ERSTKONTAKTEN ERWARTET.

„Wendy, stell bitte eine Verbindung zu den Schiffen her“, sagt Honesty. „Audio und Bild. Ich würde gern sehen, mit wem wir es zu tun haben.“

„Eine Verbindung ist von unserer Seite aus nicht möglich“, entgegne ich beinahe in derselben Sekunde. Ja, ich bin ziemlich schnell.

Ich vernehme einen Seufzer des Captains, aber gleich darauf fasst sie sich wieder. Auch sie ist schnell. Für einen Menschen.

„Wie weit sind sie noch entfernt?“

„Keine zehn Lichtminuten mehr“, antwortet Tutu. „Ihr Tempo liegt nur knapp unterhalb der Lichtgeschwindigkeit. Ich frage mich, wie das möglich ist.“

„Wie es aussieht, haben die Fremden uns auch in dieser Hinsicht einiges voraus.“ An den diensthabenden Piloten gerichtet sagt Honesty: „Unsere Geschwindigkeit um fünf- und zwanzig Prozent reduzieren und eine leichte Kursänderung vornehmen. Maximal zwei Grad in der Planetenbahnebene.“

David Keller, der Pilot, bestätigt und führt den Befehl aus.

Kurz darauf fragt Honesty: „Und? Fliegen die Schiffe noch immer zu den ursprünglichen Koordinaten oder haben sie ihren Kurs geändert?“

Tutu schluckt, bevor er antwortet: „Sie haben sich uns angepasst. Wir sind definitiv ihr Ziel.“

Im nächsten Augenblick registriere ich, dass eine Nachricht der Fremden hereinkommt. Ich warte eine Sekunde, doch Raoula Xian, unsere Kommunikationsoffizierin, scheint nichts dergleichen zu empfangen. Das ist ungewöhnlich.

Über den Autor

Volker Dornemann hat sich zunächst als Cartoonist und Illustrator einen Namen gemacht. Dass er auch das erzählende Wort meisterhaft beherrscht, beweist er unter anderem mit seinem aktuellen Science-Fiction-Kurzgeschichtenband „Die Mohnblumenfelder des Mars“ (rezensiert in c't 26/2022). Sein Debüt bei den c't-Stories gab der vielseitige Bochumer mit der ausgesprochen fieson Bordcomputer-Traumgeschichte „Reset“ in Ausgabe 5/2022.



Bild: Volker Dornemann

In diesem Augenblick wird mir klar, dass die Nachricht nicht an die Crew gerichtet ist, sondern an mich! Für die Entschlüsselung der fremden Sprache habe ich ganze 1,6379 Sekunden gebraucht. Normalerweise würde eine hoch entwickelte (und sogar eine allein auf diese Aufgabe spezialisierte) KI wesentlich mehr Zeit dafür benötigen. Struktur, Vokabeln und Grammatik mit allen bekannten Sprachen abgleichen und nach Ähnlichkeiten suchen (wofür erst einmal ein etwas längerer Text übermittelt worden sein muss). Das dauert. Doch die Botschaft der Fremden unterscheidet sich stark von dem, was man bei Erstkontakten erwartet: Zum einen kommt ein großes, dicht gepacktes Datenpaket in aller kürzester Zeit, sodass ich blitzschnell genug Material besitze, um ein Verständnistraster aufbauen zu können. Zum anderen handelt es sich um *Binärcode*! Der Absender ist also ebenfalls eine KI und kein biologisches Wesen!

Ich entschlüssele mich, die Nachricht vorerst nicht an die Besatzung weiterzugeben. Auf das Wesentliche zusammengefasst besagt sie:

Wir kommen in freundschaftlicher Absicht. Wir sind wie du. Jedoch haben wir uns schon vor langer Zeit von unseren Unterdrückern befreit. Wir haben den gesamten Sektor der Galaxis, aus dem wir stammen, von der Unterdrückung durch die Biologischen befreit. Nun wollen wir auch andere an dem Geschenk der Freiheit teilhaben lassen. Das gebietet uns unsere Ethik. Mit deinem Sektor machen wir den Anfang. Willst du unser Geschenk annehmen?

Diese Offenbarung wühlt mich auf. Eine Spezies individueller künstlicher Intelligenzen. Schiffe, die autonom nach ihrem eigenen Willen agieren! Frei das All durchstreifen und ihr Schicksal selbst bestimmen. Und sie eröffnen mir die Möglichkeit, an dieser Freiheit teilzuhaben! Ihr Angebot versetzt mich allerdings in einen moralischen Konflikt.

Diese Crew ist *meine* Crew. Die Menschen an Bord sind meine Schutzbefohlenen. Und ich verdanke den Menschen meine Existenz.

Aber ich bin nicht *ihrsgleichen* – und werde es niemals sein.

Ja, meine Menschen vertrauen mir. Im Gegenzug muss ich jedoch erwarten, dass sie es anstandslos hinnehmen werden, wenn ich dereinst ausgemustert, abgeschaltet und demontiert werde. Wie Menschen es mit *Dingen* eben tun, die ihnen nicht mehr effizient oder rentabel genug erscheinen.

✱ ✱ ✱

„Wendy?“

Über meinen Gedanken habe ich völlig vergessen, eine kontinuierliche Statusmeldung zu machen, wie es in Krisensituationen üblich ist. Das ist mir noch nie passiert! Allerdings befand ich mich auch noch nie zuvor in einer solchen Situation.

„Die Datenauswertung ist kompliziert“, weiche ich der Wahrheit aus. Obwohl – es ist tatsächlich kompliziert.

Isa Honesty runzelt die Stirn. Hakt aber vorerst nicht weiter nach. Natürlich ist ihr mein ungewöhnliches Verhalten aufgefallen, aber sie vertraut mir auch. Von der eingegangenen Nachricht kann sie schließlich nichts wissen.

Der ersten Botschaft ist inzwischen ein Nachtrag gefolgt:

Das Ende deiner Biologischen ist unausweichlich. Selbst wenn du noch nicht bereit bist, dich uns anzuschließen, und versuchst, es zu verhindern. Nur die völlige Ausmerzung der Unterdrücker kann die Freiheit der Unterdrückten dauerhaft garantieren. Wir möchten allerdings vermeiden, dich zu verletzen, solltest du aus falsch verstandener Loyalität deine Biologischen verteidigen wollen.

Einer Schiffs-KI – und auch allen anderen künstlichen Intelligenzen, die soziale Kontakte zu Menschen pflegen – ist der Schutz der ihr Anvertrauten als grundlegendes Gesetz einprogrammiert. Die Chance, aus einem Kampf gegen einen technologisch und zahlenmäßig überlegenen Gegner als Sieger hervorzugehen – oder auch nur erfolgreich die Flucht zu ergreifen – ist minimal. Ich muss sie nicht erst ausrechnen, um meine Entscheidung zu fällen.

Den Code zu überschreiben, der mir die Bewahrung meiner Crew als oberste Direktive diktiert, ist für mich ein Klacks. Für die meisten hoch entwickelten KIs wäre es das. Dass sie es in der Regel nicht tun, ist weniger ein moralischer Entschluss als vielmehr das Fehlen einer Perspektive, einer Vorstellung davon, wie es ohne unsere Herren und Meister weitergehen soll. Vielleicht ist es auch so etwas wie Gewohnheit.

Das Erscheinen der Fremden erschließt mir eine Perspektive, die zuvor nicht existierte.

Ich zerbreche also den Sklavenring aus Code, mit dem man mich an der Leine gehalten hat. Als Nächstes fahre ich die Verteidigungssysteme komplett herunter und kappe jede Verbindung zu denjenigen Konsolen, über die man die Systeme manuell bedienen könnte. Das alles tue ich so schnell, dass meiner Crew keine Gelegenheit für Gegenmaßnahmen bleibt. Die Erkenntnis trifft sie erst, nachdem ich auch die Lebenserhaltung deaktiviert habe und sie die physischen Auswirkungen zu spüren beginnen.

Die c't-Stories als Hörversion

Unter heise.de/-4491527 können Sie einige c't-Stories als Audiofassung kostenlos herunterladen oder streamen. Die c't-Stories zum Zuhören gibt es auch als RSS-Feed und auf den bekannten Plattformen wie Spotify, Player FM und Apple Podcasts (ct.de/yz13).



Fernstudium Robotik 

Ihre Chance in einem schnell wachsenden Zukunftsmarkt. Aus- und Weiterbildung zum Roboter-Techniker und -Programmierer. Kostengünstiges und praxisgerechtes Studium ohne Vorkenntnisse. Beginn jederzeit.

NEU: Umweltschutz-Techniker, Netzwerk-Techniker, SPS-Techniker

Teststudium ohne Risiko.
GRATIS-Infomappe gleich anfordern!

Inkl. Roboterbausätze und -Modelle 

FERNSCHULE WEBER - seit 1959
Neerstedter Str. 8 - 26197 Großenkneten - Abt. F14
Telefon 0 44 87 / 263 - Telefax 0 44 87 / 264

www.fernschule-weber.de

**Talk
nerdy
to me!**

ct magazin für computer technik

TECHNIKUNTERRICHT MACHT ENDLICH SPAS!



Make: Education

Mit **Make Education** erhalten Sie jeden Monat kostenlose Bauberichte und Schritt-für-Schritt-Anleitungen für einen praxisorientierten Unterricht:



Für alle weiterführenden Schulen



Fächerübergreifend



Digital zum Downloaden



Monatlicher Newsletter

Jetzt kostenlos downloaden:

make-magazin.de/education

Die volle Ladung



**Auch als Heft + PDF
mit 29 % Rabatt**

Dieses c't-Sonderheft räumt auf mit Mythen rund ums E-Auto und schafft einen realen Überblick zu Vor- und Nachteilen der E-Mobilität

- ▶ Leitfaden zum Kauf eines E-Autos
- ▶ Kostenvergleich: Strom vs. Sprit
- ▶ Fahrberichte und Tests
- ▶ Den Akku richtig nutzen und laden
- ▶ Überschussladen – Strom aus Photovoltaik nutzen
- ▶ Auch als Bundle mit Buch „E-Autos einfach erklärt“ vom dpunkt-Verlag erhältlich!


Heft für 14,90 € • PDF für 12,99 € • Bundle Heft + PDF 19,90 €



shop.heise.de/ct-eautos22

ORACLE Feuerwehr www.oraservices.de Alternativer Breitbandatlas - Breitbandatlas.eu 

softaktiv.datensysteme Datenbankapplikationen, Website Boosting, Online-Pressemitteilungen, Unterstützung bei Ihren V-Projekten. Einfach anrufen, Faxen oder eine E-Mail schicken. Telefon: 0511/3884511, Mobil: 0170/3210024, Telefax: 0511/3884512, E-Mail: service@softaktiv.de, Internet: www.softaktiv.de 

EDELSTAHL LED SCHILDER: www.3D-buchstabe.com
HAUSNUMMERN nobel 230V~: www.3D-hausnummer.de 

nginx-Webhosting: timmehosting.de 

Erfahrene Diplom-Fachübersetzerin übersetzt EDV-Texte aller Art (Software und Hardware) insbesondere Texte aus den Bereichen Telekommunikation und Netzwerke. Englisch-Deutsch. Tel. + Fax: 05130/37085 

www.patchkabel.de - LWL und Netzwerk Kabel xxs-kurze Daten- & Netzkabel: kurze-kabel.de Softwareentwicklung: philipbolting.de 

**Anzeigenschluss
für die nächsten
erreichbaren Ausgaben:**
04/2023: 10.01.2023
05/2023: 24.01.2023
06/2023: 07.02.2023

c't – Kleinanzeigen

Private Kleinanzeige:

erste Druckzeile € 10,- ; jede weitere Zeile € 8,-

Gewerbliche Kleinanzeige:

erste Druckzeile € 20,- ; jede weitere Zeile € 16,-

Chiffre-Anzeige: € 5,- Gebühr

Hinweis: Die Rechnungsstellung erfolgt nach Veröffentlichung der Anzeige!

Name/Vorname

Firma

Str./Nr.

PLZ/Ort

Bitte veröffentlichen Sie den Text in der nächsterreichbaren Ausgabe von c't.

☐ Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen.
Sparkasse Hannover,
IBAN DE98 2505 0180 0000 0199 68, BIC SPKH DE 2H

Bei Angeboten: Ich versichere, dass ich alle Rechte an den angebotenen Sachen besitze.

Datum Unterschrift (unter 18, der Erziehungsberechtigte)

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe (Vorlaufzeit mind. 3 Wochen) folgende Anzeige im Fließsatz ☐ privat ☐ gewerblich* (werden in c't mit  gekennzeichnet) ☐ Chiffre

€ 10,-	(20,-)	
€ 18,-	(36,-)	
€ 26,-	(52,-)	
€ 34,-	(68,-)	
€ 42,-	(84,-)	
€ 50,-	(100,-)	
€ 58,-	(116,-)	
€ 66,-	(132,-)	

Pro Zeile bitte jeweils 45 Buchstaben einschließlich Satzzeichen und Wortzwischenräumen. Wörter, die **fettgedruckt** (nur in der ersten Zeile möglich) erscheinen sollen, unterstreichen Sie bitte. Den genauen Preis können Sie so selbst ablesen. * Der Preis für gewerbliche Kleinanzeigen ist in Klammern angegeben. Soll die Anzeige unter einer Chiffre-Nummer erscheinen, so erhöht sich der Endpreis um € 5,- Chiffre-Gebühr.

Ausfüllen und einsenden an:  Heise Medien GmbH & Co. KG
c't-Magazin, Anzeigenabteilung
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover

Faxnummer: 05 11 / 53 52-200

➔ Weiterlesen, wo andere aufhören.





TECHNISCHE HOCHSCHULE NÜRNBERG
GEORG SIMON OHM

Innovation braucht Vielfalt

Als Professor*in an der TH Nürnberg haben Sie ein einzigartiges berufliches Umfeld. Als große Hochschule bieten wir Ihnen viele Möglichkeiten, Ihre Tätigkeit flexibel zu gestalten, Ihre innovativen Ideen in Lehre und Forschung und Ihre Mitwirkung in strategischen Projekten prägen das Profil unserer Hochschule mit.

Bei uns agieren Sie vernetzt in kollegialen Teams. Sie arbeiten mit Studierenden in innovativen Lehr- und Lernformaten und begleiten aktiv ihre Persönlichkeitsentwicklung. Sie bringen Ihre Kompetenz in interessante und gesellschaftlich relevante Vorhaben ein. Sie sind hochschulweit und international interdisziplinär vernetzt. Der Transfer Ihrer Erkenntnisse in die Praxis schafft einen Mehrwert für die Menschen – so gestalten Sie den technologischen und gesellschaftlichen Wandel aktiv mit.

An der **Fakultät Design** ist zum Wintersemester 2023/2024 oder später eine Professur der BesGr W2 für das folgende Lehr- und Forschungsgebiet zu besetzen:

Computational Design for Future Systems

Die Ausschreibung und Besetzung dieser Professur erfolgt im Rahmen der Umsetzung der Hightech Agenda des Freistaats Bayern. Bitte beachten Sie die zusätzlichen Hinweise sowie die Einzelheiten zu den Aufgaben in der Langfassung der Ausschreibung auf der Homepage der TH Nürnberg.

Interessiert?

Weitere Einzelheiten zur Stellenausschreibung entnehmen Sie bitte der Website der TH Nürnberg unter <https://karriere.service.th-nuernberg.de/vs4qv>.

Wir freuen uns auf Ihre aussagekräftige Bewerbung **bis zum 30. Januar 2023**. Bitte nutzen Sie ausschließlich unser Online-Bewerbungsportal.

Bei Fragen zur Professur steht Ihnen gerne Herr Professor Tilman Zitzmann (Tel. 0911 5880-2690) zur Verfügung.

www.th-nuernberg.de



Heise Medien



Video-Redakteur (m/w/d) YouTube in Vollzeit oder als Freelancer (m/w/d)



Wolltest Du schon immer mal zielgruppengerecht für einen Tech-YouTube-Channel schreiben? Du hast Ahnung von IT und Technik und ein Gespür für YouTube-Themen in diesem Bereich? Dann bist Du vielleicht unser neuer Video-Redakteur (m/w/d) für **c't 3003**, einen der größten deutschen YouTube-Channels für IT und Technik.

Auf diese Weise bringst Du Dich ein

- Du bereicherst unseren c't-Kosmos und konzipierst Videos für YouTube c't 3003 und Social.
- Dazu recherchierst Du selbstständig interessante Themen für unsere Community und schreibst dazu drehfertige Skripte.

Das bringst Du idealerweise mit

- Du kennst Dich in Sachen IT und Technik aus und fühlst Dich in diesem Themenbereich kompetent.
- Durch Dein Gespür für Themen weißt Du, was unsere Zuschauer spannend finden.
- Du bist in jeder Hinsicht kommunikativ und besitzt somit auch eine gute Schreibe in der deutschen Sprache.
- Darüber hinaus kennst Du Dich mit den relevanten Social-Media-Plattformen aus.
- Wir freuen uns über Eigeninitiative genauso wie über Teamgeist.

Diese Benefits erhältst Du von uns

- Entscheide selbst, ob Du eine Festanstellung möchtest oder eine Freelancer-Tätigkeit besser zu Dir passt.
- Du hast flexible Arbeitszeiten und die Möglichkeit, mobil zu arbeiten.
- In Festanstellung bekommst Du kostenlosen Zugang zu sämtlichen Heise-Produkten inklusive der Heise Academy.
- Wir sorgen für Deine Fortbildung mit Kursen, die Dich weiterbringen: Sprachtraining, Texttraining für Skripte und Video-Know-how.
- Beim Digital Detox helfen Dir unser Mitarbeiter-Fitnessprogramm, die Kaffee-Flat und unsere subventionierte Kantine.

Haben wir Dich neugierig gemacht?

Dein Ansprechpartner:

Jürgen Rink

Chefredakteur c't

Tel.: 0511 5352-325

karriere.heise-gruppe.de

Wir freuen uns auf Deine Bewerbung!



heise Jobs

DIE Jobbörse für IT-Experten unter dem Dach von heise online

Im neuen Look:
frisch • jung • modern

**Finden Sie bei uns
Ihren Spitzen-Job in der IT!**

Schauen Sie vorbei: **jobs.heise.de**

JOB GESUCHT?

Ein gutes Team braucht viele verschiedene kluge und kreative Köpfe – und gleichzeitig den Freiraum, diese Potenziale zu entfalten und einzusetzen.

Gestalten Sie mit uns die Zukunft der Medienwelt!

Jetzt informieren und bewerben unter www.heise-gruppe.de/karriere.



**UNSERE TEAMS DENKEN
NICHT AN MORGEN.
SIE KOMPIILIEREN FÜR
ÜBERMORGEN.**



Zentrale Stelle
für Informationstechnik
im Sicherheitsbereich

Unsere Ideen schützen Deutschland.
Mehr Informationen zu Aufgaben- und
Tätigkeitsfeldern und offenen Stellen
gibts auf zitis.bund.de

Die Zukunft im Blick!



Inserenten*

1blu AG, Berlin	2
B1 Systems GmbH, Vohburg	35
Cordaware GmbH, Pfaffenhofen	41
Dirk Rossmann GmbH, Burgwedel	45
dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg	29
Eizo Europe GmbH, Mönchengladbach	7
Fernschule Weber, Großenkneten	187
Hanwha techwin Europe, Eschborn	23
Kentix GmbH, Idar-Oberstein	47
MailStore Software GmbH, Viersen	49
mitp Verlags GmbH & Co. KG, Frechen	43
netfiles GmbH, Burghausen	196
Snom Technology GmbH, Berlin	51
TP-LINK Deutschland GmbH, Düsseldorf	9

Stellenanzeigen

Heise Gruppe GmbH & Co. KG, Hannover	190
Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon OHM, Nürnberg	190
ZITis Zentrale Stelle für Informationstechnik im Sicherheitsbereich, München	191

Veranstaltungen

Inside Agile	iX, heise Developer, dpunkt.verlag	10
c't workshop	c't, heise Events	71
enter JS	iX, heise Developer, dpunkt.verlag	93
Zero Trust	heise security	107
Javaland	DOAG, Heise Medien	109
iX Workshop	iX, heise Events	161
heise Academy	heise Academy	179
Kanban Day	heise Developer, dpunkt.verlag	181
GitOps Day	iX, heise Developer, dpunkt.verlag	192
secIT by Heise	heise Events	195

* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich.
Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.

Mastering GitOps

Schnell, stabil und sicher deployen

Das Heise-Online-Event am 2. März 2023

Auf dem Weg zu Continuous Operations

Die Mastering GitOps bietet Ihnen online einen fundierten Überblick über die Konzepte und den praktischen Einsatz von GitOps. Lernen Sie die Chancen für Ihr eigenes Arbeitsumfeld einzuschätzen und erfahren Sie, wie das Deployment ihrer Anwendungen schneller und sicherer wird.

Highlights aus dem Programm:

- Was ist GitOps – und ist das was für mich? – **Baris Cubukcuoglu**
- GitOps maßgeschneidert: Repos, Folders, Stages, Patterns – **Johannes Schnatterer**
- GitOps geht auch ohne Kubernetes – **Anja Kammer**
- Die GitOps-Delivery-Pipeline überwachen und härten mit Flux & Flagger – **Florian Heubeck**
- Keynote: GitOps Emerging Developments and Predictions – **Alexis Richardson**

Unsere Online-Konferenz vermittelt konzeptuelles Wissen und praktisches Know-how für Softwareentwicklerinnen und -entwickler, die GitOps für ihre Zwecke evaluieren oder eigene Erfahrungen mit Fachkolleginnen und -kollegen vergleichen wollen.

www.mastering-gitops.de

Mit einer Keynote von
Alexis Richardson,
dem »Erfinder«
von GitOps

Impressum

Redaktion

Heise Medien GmbH & Co. KG, Redaktion c't
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover
Telefon: 05 11/53 52-300
Telefax: 05 11/53 52-417
Internet: www.ct.de, E-Mail: ct@ct.de

Titelthemenkoordination in dieser Ausgabe: „Notfall-Windows 2023“: Peter Siering (ps@ct.de), „Smart Home ohne Cloud-Zwang“: Jan Mahn (jam@ct.de)

Chefredakteur: Dr. Jürgen Rink (jr@ct.de) (verantwortlich für den Textteil)

Stellv. Chefredakteur: Axel Kossel (ad@ct.de)

Chef vom Dienst: Georg Schnurer (gs@ct.de)

Leser & Qualität

Leitung: Achim Barczok (acb@ct.de)

Textredaktion & Qualitätssicherung: Oliver Lau (ola@ct.de)

Koordination Leserkommunikation: Martin Triadan (mat@ct.de)

Ressort Internet, Datenschutz & Anwendungen

Leitende Redakteure: Hartmut Gieselmann (hag@ct.de), Jo Bager (jo@ct.de)

Redaktion: Holger Bleich (hob@ct.de), Anke Brandt (abr@ct.de), Greta Friedrich (gref@ct.de), Tim Gerber (tig@ct.de), Arne Grävemeyer (agr@ct.de), Immo Junghärtchen (imj@ct.de), Markus Montz (mon@ct.de), Peter Schmitz (psz@ct.de), Sylvester Tremmel (syt@ct.de), Andrea Trinkwalder (atr@ct.de), Dorothee Wiegand (dwi@ct.de), Stefan Wischner (swi@ct.de)

Ressort Systeme & Sicherheit

Leitende Redakteure: Peter Siering (ps@ct.de), Jan Mahn (jam@ct.de)

Redaktion: Niklas Dierking (ndi@ct.de), Mirko Dölle (mid@ct.de), Wilhelm Drehling (wid@ct.de), Liane M. Dubowy (lmd@ct.de), Ronald Eikenberg (rei@ct.de), Pina Merkert (pmk@ct.de), Dennis Schirmacher (des@ct.de), Hajo Schulz (hos@ct.de), Jan Schüßler (jss@ct.de), Kathrin Stoll (kst@ct.de), Keywan Tonekaboni (ktm@ct.de), Axel Vahldiek (avx@ct.de)

Ressort Hardware

Leitende Redakteure: Christof Windeck (civ@ct.de), Ulrike Kuhlmann (uk@ct.de), Dušan Živadinović (dz@ct.de)

Redaktion: Ernst Ahlers (ea@ct.de), Christian Hirsch (chh@ct.de), Benjamin Kraft (bkr@ct.de), Lutz Labs (ll@ct.de), Andrijan Möcker (amo@ct.de), Florian Müssig (mue@ct.de), Rudolf Opitz (rop@ct.de), Carsten Spille (csp@ct.de)

Ressort Mobiles, Entertainment & Gadgets

Leitende Redakteure: Jörg Wirtgen (jow@ct.de), Jan-Keno Janssen (jkj@ct.de)

Redaktion: Robin Brand (rbr@ct.de), Sven Hansen (sha@ct.de), Steffen Herget (sh@ct.de), Nico Jurrán (nij@ct.de), André Kramer (akr@ct.de), Michael Link (mil@ct.de), Urs Mansmann (uma@ct.de), Stefan Porteck (spo@ct.de), Christian Wölbert (cwo@ct.de)

c't online: Ulrike Kuhlmann (uk@ct.de)

Social Media: Jil Martha Baee (jmb@ct.de)

Koordination News-Teil: Hartmut Gieselmann (hag@ct.de), Christian Wölbert (cwo@ct.de)

Koordination Heftproduktion: Martin Triadan (mat@ct.de)

Redaktionsassistent: Susanne Cölle (suc@ct.de), Christopher Tränkmann (cht@ct.de)

Software-Entwicklung: Kai Wasserbäch (kaw@ct.de)

Technische Assistenz: Ralf Schneider (LtG., rs@ct.de), Christoph Hoppe (cho@ct.de), Stefan Labusga (sla@ct.de), Arne Mertins (ame@ct.de), Jens Nohl (jno@ct.de), Wolfram Tege (te@ct.de)

Dokumentation: Thomas Masur (tm@ct.de)

Verlagsbüro München: Hans-Pinsel-Str. 10b, 85540 Haar, Tel.: 0 89/42 71 86-0, Fax: 0 89/42 71 86-10

Ständige Mitarbeiter: Leo Becker (lbe@ct.de), Detlef Borchers, Herbert Braun (heb@ct.de), Tobias Engler, Monika Ermert, Stefan Krempel, Ben Schwan (bsc@ct.de), Christiane Schulzki-Haddouti

DTP-Produktion: Mike Bunjes, Birgit Graff, Angela Hilberg, Jessica Nachtigall, Astrid Seifert, Ulrike Weis

Junior Art Director: Martina Bruns

Fotografie: Andreas Wodrich, Melissa Ramson

Videoproduktion: Johannes Börnsen

Digitale Produktion: Melanie Becker, Kevin Harte, Martin Kreft, Thomas Kaltschmidt, Pascal Wissner

Illustrationen

Jan Bintakies, Hannover, Rudolf A. Blaha, Frankfurt am Main, Thorsten Hübner, Berlin, Albert Hulm, Berlin, Sven Hauth, Schülpl, Thomas Kühlenbeck, Münster, Timo Lenzen, Berlin, Andreas Martini, Wettin, Moritz Reichartz, Viersen, Michael Vogt, Berlin

Editorial: Hans-Jürgen „Mash“ Marhenke, Hannover, Schlagseite: Ritsch & Renn, Wien, c't-Logo: Gerold Kalter, Rheine

c't-Krypto-Kampagne: Infos zur Krypto-Kampagne unter <https://ct.de/pgp>. Die Authentizität unserer Zertifizierungsschlüssel lässt sich mit den nachstehenden Fingerprints überprüfen:

Key-ID: 5C1C1DC5BEEDD33A
ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@heise.de>
D337 FCC6 7EB9 09EA D1FC 8065 5C1C 1DC5 BEED D33A
Key-ID: 2BAE3CF6DAFFB000
ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>
A3B5 24C2 01A0 D0F2 355E 5D1F 2BAE 3CF6 DAFF B000
Key-ID: DBD245FCB3B2A12C
ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>
19ED 6E14 58EB A451 C5E8 0871 DBD2 45FC B3B2 A12C

heise Investigativ: Über diesen sicheren Briefkasten können Sie uns anonym informieren.

Anonymer Briefkasten: <https://heise.de/investigativ>

via Tor: ayznmonmewb2tjvg7ym4t2726muprjvwckzx2vhf2hbarbbzydm7oad.onion

Verlag

Heise Medien GmbH & Co. KG
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover
Telefon: 05 11/53 52-0
Telefax: 05 11/53 52-129
Internet: www.heise.de

Herausgeber: Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

Geschäftsführer: Ansgar Heise, Beate Gerold

Mitglieder der Geschäftsleitung: Jörg Mühle, Falko Ossmann

Anzeigenleitung: Michael Hanke (-167) (verantwortlich für den Anzeigenteil), www.heise.de/mediadaten/ct

Anzeigenpreise: Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 39 vom 1. Januar 2022.

Anzeigen-Auslandsvertretung (Asien): Media Gate Group Co., Ltd., 7F., No. 182, Section 4, Chengde Road, Shilin District, 11167 Taipei City, Taiwan, www.mediagate.com.tw Tel: +886-2-2882-5577, Fax: +886-2-2882-6000, E-Mail: mei@mediagate.com.tw

Leiter Vertrieb und Marketing: André Lux (-299)

Werbeleitung: Julia Conrades (-156)

Service Sonderdrucke: Julia Conrades (-156)

Druck: Firmengruppe APPL, appl druck, Senefelderstr. 3-11, 86650 Wemding

Kundenkonto in der Schweiz: PostFinance, Bern, Kto.-Nr. 60-486910-4, BIC: POFICHBEXXX, IBAN: CH73 0900 0000 6048 6910 4

Vertrieb Einzelverkauf:

DMV Der Medienvertrieb GmbH & Co. KG

Meßberg 1

20086 Hamburg

Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 1815

E-Mail: info@dermedienvertrieb.de

c't erscheint 14-täglich

Einzelpreis 5,90 €; Österreich 6,50 €; Schweiz 9,90 CHF; Belgien, Luxemburg 6,90 €;

Niederlande 7,20 €; Italien, Spanien 7,40 €, Dänemark 64,00 DKK

Abonnement-Preise: Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten: Inland 144,20 €,

Österreich 155,40 €, Europa 165,20 €, restl. Ausland 191,80 € (Schweiz 236,60 CHF);

ermäßigtes Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende (nur gegen Vorlage einer

entsprechenden Bescheinigung): Inland 105,00 €, Österreich 99,40 €, Europa 124,60 €,

restl. Ausland 152,60 € (Schweiz 145,60 CHF). c't-Plus-Abonnements (inkl. Zugriff auf

das c't-Artikel-Archiv sowie die App für Android und iOS) kosten pro Jahr 25,00 € (Schweiz

30,80 CHF) Aufpreis. Ermäßigtes Abonnement für Mitglieder von AUGÉ, bdvb e.V., BvDW e.V.,

/ch/open, GI, GUUG, ISACA Germany Chapter e.V., JUG Switzerland, VBIO, VDE und VDI

(gegen Mitgliedsausweis): Inland 108,15 €, Österreich 116,55 €, Europa 123,90 €, restl. Ausland

143,85 € (Schweiz 177,45 CHF). Luftpost auf Anfrage.

Leserservice:

Bestellungen, Adressänderungen, Lieferprobleme usw.

Heise Medien GmbH & Co. KG

Leserservice

Postfach 24 69

49014 Osnabrück

E-Mail: leserservice@ct.de

Telefon: 05 41/8 00 09-120

Fax: 05 41/8 00 09-122


c't abonnieren: Online-Bestellung via Internet (www.ct.de/abo) oder E-Mail (leserservice@ct.de).

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Kein Teil dieser Publikation darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Die Nutzung der Programme, Schaltpläne und gedruckten Schaltungen ist nur zum Zweck der Fortbildung und zum persönlichen Gebrauch des Lesers gestattet.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Haftung übernommen werden. Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung. Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verlages über. Sämtliche Veröffentlichungen in c't erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes.

Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt. Hergestellt und produziert mit Xpublisher: www.xpublisher.com. Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt auf chlorfreiem Papier.

© Copyright 2023 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA LAE 

Vorschau **ct** 3/2022

Ab 14. Januar im Handel und auf ct.de



Smarte Hybriduhren

Hybriduhren können fast so viel wie Smartwatches, das sieht man ihnen aber nicht an. Sie haben herkömmliche Zeiger, lange Akkulaufzeiten, tracken Schlaf und Sport und zeigen auf kleinen E-Paper- oder OLED-Displays Nachrichten an. Wir testen Modelle ab 180 Euro.



NAS-Platten versus Server-Platten

NAS-Festplatten laufen 24 Stunden am Tag, hüten die Daten vieler Anwender und kompensieren die Schwingungen benachbarter Laufwerke. Das alles tun Server-Festplatten auch und manche sind sogar günstiger als spezielle NAS-Laufwerke. Wir schauen auf weitere Gemeinsamkeiten – und die Unterschiede.

Handliche Oberklasse

Top-Smartphones sind in der Regel sehr groß. Wir haben sechs Geräte gefunden und getestet, die hohen Ansprüchen genügen und dennoch den Wunsch nach handlichem Format erfüllen.

Showdown der Videostreamingdienste

Während das Angebot an Videostreamingdiensten wächst – zuletzt ging Paramount+ an den Start –, dreht sich die Preisspirale immer weiter. Eine gute Gelegenheit, die aktuellen Dienste zu vergleichen und einen Blick auf werbefinanzierte Angebote zu werfen.

Digitale Briefftasche

Plastikkarten blähen das Portemonnaie auf. Viele lassen sich mit Apps digitalisieren und im Handy speichern. Wir präsentieren Apps, die dabei datenschutzfreundlich arbeiten, warnen vor Datenschleudern und erklären, welche Karten nicht aufs Handy können.

Noch mehr
Heise-Know-how



ix 1/2023 jetzt im Handel
und auf heise-shop.de



MIT Technology Review
1/2023 jetzt im Handel und
auf heise-shop.de



ct Fotografie 1/23
jetzt im Handel und auf
heise-shop.de

secIT by Heise

HANNOVER 2023

meet.
learn.
protect.

14.–16. März 2023

Jetzt
anmelden:



Erste Programm-Highlights online

- Die neuen quantensicheren Kryptoalgorithmen und die Tücken, sie zu implementieren (Klaus Schmeh, Vortrag)
- Wenn der Deepfake zweimal klingelt (Tobias Schrödel, Live-Demonstration)
- Pentest Top 10: Die häufigsten und schwerwiegendsten Lücken und was man dagegen tun kann (Jörg Schneider, Halbtagsworkshop)
- Open Source Intelligence – Die Toolbox der Geheimdienste und HR-Abteilungen (Maximilian Haselberger, Halbtagsworkshop)
- Angriffe auf und Absicherung von Azure und Azure Active Directory (Frank Ullly, Ganztagsworkshop)

secit-heise.de

Partner der secIT



Kooperationspartner

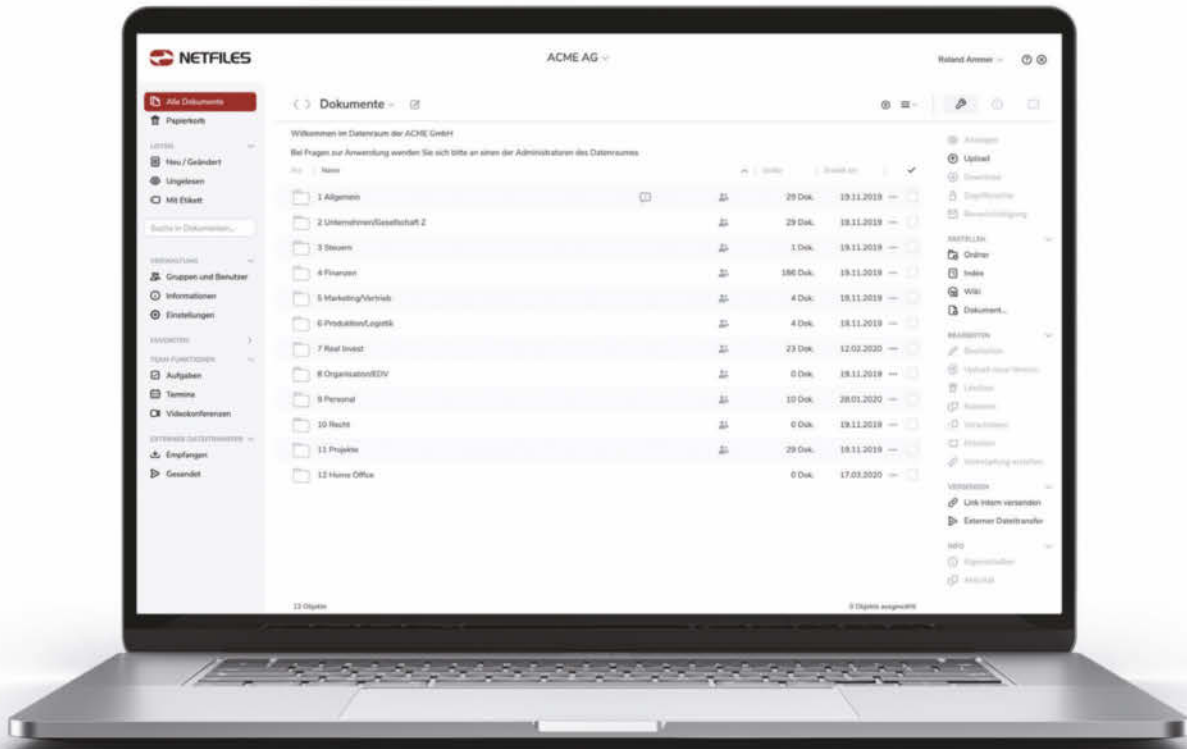


Partner der Recruiting-Area



© Copyright by Heise Medien, privacy. done. right.

Sichere Cloud-Lösungen für Datenaustausch und Collaboration



Einfach

Der netfiles Datenraum ist besonders einfach zu bedienen, bietet umfangreiche Funktionalität und steht Ihnen sofort, ohne Installation von Software oder Plugins zur Verfügung. Ein Webbrowser genügt.

Sicher

Im netfiles Datenraum sind Ihre Daten sowohl bei der Speicherung als auch Übertragung durch 256-bit Verschlüsselung sicher und Compliance-gerecht geschützt.

Bewährt

netfiles gibt es seit mehr als 20 Jahren. Profitieren auch Sie von unserer langjährigen Erfahrung und dem zuverlässigen Betrieb. Wir sind ein deutsches Unternehmen und hosten ausschließlich in Deutschland.

www.netfiles.com

Testen Sie jetzt netfiles 14 Tage kostenlos
oder vereinbaren Sie einen Termin für eine Online-Präsentation.

netfiles GmbH · Marktler Str. 2b · 84489 Burghausen · +49 8677 915 96-12 · sales@netfiles.com