



Desinfec't 2023

Notfallpaket: Trojaner beseitigen, Daten retten, Fernhilfe leisten
Sofort einsatzbereit • Ein Jahr Updates der Virensignaturen gratis

TEST

Linux: Ubuntu 23.04 und Fedora 38
Mobiler Einzugs Scanner für die Aktentasche
DJI-Drohne mit drei Kameras
Transportable Solar-Generatoren

Kompakte, schnelle Notebooks

Test: Sieben Geräte mit aktuellen Intel-CPU's und OLEDs

FOKUS

Pentesters Tagebuch: Wie ich eine Firma hacke
Generative KI in der Bildung: Gut oder schlecht?
Von Docker Desktop auf Podman umsteigen
Interne Festplatten vor Linux verstecken
Was potenzielle Twitter-Nachfolger taugen



€ 5,90

AT € 6,50 | LUX, BEL € 6,90

NL € 7,20 | IT, ES € 7,40

CHF 9,90 | DKK 64,00

Docking-Station statt Kabelsalat

Nur ein Kabel für Monitor, Netzteil & Peripherie

Test: Thunderbolt-Docks • Kaufberatung: USB-C oder Thunderbolt?



EXTREME PREIS-LEISTUNG



Das **Pokini Tab FS12L** ist unser 12 Zoll Allrounder. Es überzeugt vor allem durch das große Display mit Gorilla®-Glas, der sturzsicheren Gehäuseschale und den wasserresistenten Schnittstellen, welche mit Gummikappen geschützt sind.



Pokini Tab FS12L

IP65

Schutz gegen Staub und Strahlwasser

**MIL-STD
810G**

Robust und Sturzsicher



RS232 Schnittstellen



JETZT MEHR ERFAHREN:
pokini.de/pokini-tab-fs12l/





Klimawandel: Anti-Innovations-Innovationen

Der Internet-Stromverbrauch zerstört unseren Planeten, 2035 tanken wir E-Fuels, die alte Gasheizung läuft in 20 Jahren mit Wasserstoff und Windräder rosten den Rotmilan aus. Diese unterschiedlichen Behauptungen haben eine gemeinsame Wurzel: Sie sollen dringend notwendige Veränderungen ausbremsen, die wir seit einem Vierteljahrhundert verschleppen. In jeder Aussage steckt zwar ein Fünkchen Wahrheit, aber die wesentlichen Teile des Gesamtbilds werden verdreht oder verschwiegen. Das Konzept kennt man von Donald Trump, Coronaleugnern und anderen Bauernfängern.

Vor uns liegen gewaltige und milliardenteure Aufgaben, um den Klimawandel mit möglichst wenigen Schäden und Leid zu überstehen. Der unbequeme Austausch einer Gasheizung könnte uns als lächerliches Randproblemchen erscheinen, wenn wir in 25 Jahren vor existenziellen Schwierigkeiten stehen. Und dass solche drohen, befürchten weit über 90 Prozent der Wissenschaftler, die an den jeweiligen Themen arbeiten. Die Realität überholt derzeit sogar einige düstere Prognosen, etwa zu Temperaturanstieg und Dürren.

Eine seltsame Allianz streut trotzdem Sand ins Getriebe, wo immer sie kann. Ja, die IT frisst viel Strom und das muss sich auch ändern. Doch um den Faktor 20 längere Hebel zum Energiesparen liegen etwa bei Wohnungsheizung und Autoverkehr.

Alleine schon Tempo 100 auf Autobahnen würde den CO₂-Ausstoß aller Rechenzentren annähernd kompensieren. Und selbst in Deutschland nutzen mehr Menschen täglich das Internet als ein Auto. Aber ein Tempolimit darf nicht sein – genau davon lenkt der Verweis auf stromfressende Rechenzentren ab.

Bis E-Fuels breit verfügbar sind, gibt es möglicherweise kaum noch Tankstellen mit Zapfsäulen, weil sich das nicht mehr lohnen wird. Ein flächendeckender Umbau von Erdgasverteilnetzen für Wasserstoff dürfte angesichts schrumpfender Kundenzahl in 20 Jahren unwirtschaftlich sein. Und tatsächlich geraten Vögel in Windräder, aber die hiesige Rotmilan-Population schrumpfte vor allem durch industrielle Landwirtschaft und zubetonierte Naturräume. Statt unnütz auf Nebenschauplätzen zu streiten, müssen wir jetzt loslegen: Windräder, Solarzellen, Akkus, Dämmung und Wärmepumpen stehen bereit. Teuer wird es sowieso – und je länger wir zögern, desto teurer.



Christof Windeck

Titelthemen

Desinfec't 2023

- 14 **Funktionen:** Das kann das c't-Sicherheitstool
- 18 **Desinfec't 2023** optimal nutzen

Docking-Station statt Kabelsalat

- 54 **Notebooks** komfortabel anschließen
- 60 **Sieben Docks** mit Thunderbolt 4 im Test

Kompakte, schnelle Notebooks

- 76 **Test** Sieben Geräte mit aktuellen Intel-CPU

- 72 **Automatischer Futterspender** für Haustiere
- 73 **Android Auto** drahtlos mit Bluetooth-Adapter
- 74 **Browserwahl-App** FFUpdater
- 75 **Images auf Stick** schreiben mit EtchDroid-App
- 86 **Transportable Solar-Generatoren**
- 92 **Ubuntu 23.04** mit neuem Installer
- 94 **Fedora 38** mit mehr Software und Spins
- 96 **Funkmikrofone** für Videodreh
- 98 **Transkribier-App** wandelt Audio in Noten
- 166 **Bücher** Kotlin, Refactoring

Aktuell

- 12 **Passkeys** lösen Passwörter bei Google ab
- 24 **Security** Google Authenticator syncet unsicher
- 25 **Anti-Stalking** schützt vor Bluetooth-Tracking
- 26 **Google-Hardware** Die nächste Pixel-Generation
- 28 **Mobilprozessoren** Ryzen 7040U soll M2 toppen
- 29 **Defekte Ryzen-CPU**s durch Übertakter-RAM
- 30 **Hardware** Raspi Pico festclippen, lüfterloser IPC
- 31 **Windows** Bessere Taskleiste für Windows 11
- 32 **Open Source** Mastodon bei ARD & ZDF
- 33 **Forschung** KI liest Gedanken vor
- 34 **Netze** NAS für SSDs, Industrie-Switch
- 35 **Bit-Rauschen** Chip-Verluste, Core-i-Abschied
- 36 **Big Brother Awards** Microsoft räumt ab
- 37 **KI** wird breitentauglich mit Open Source
- 38 **Visuelle Effekte** bei Avatar und anderen Filmen
- 40 **Spiele** Chill-Mode für Überraschungshit Dredge
- 42 **Web-Tipps** Götter, Bilder, Menschlichkeit
- 50 **40 Jahre c't** Verlosung

Test & Beratung

- 46 **Große RAM-Module mit 48 GByte**
- 48 **Mobiler Einzugs Scanner für die Aktentasche**
- 66 **Souffleur für die Kommandozeile** The Fuck
- 67 **Texteditor** Micro für die Konsole
- 68 **DJI-Drohne mit drei Kameras**
- 70 **Günstiges Mainboard** für aktuelle Intel-CPU

Wissen

- 100 **Zahlen, Daten, Fakten** Mobiles Bezahlen
- 102 **Pentesters Tagebuch: Wie ich eine Firma hacke**
- 112 **Generative KI in der Bildung: Gut oder schlecht?**
- 120 **Raumfahrt** mit thermonuklearem Antrieb

14 Desinfec't 2023



Die Rettung für mit Trojanern verseuchte Windows-PCs ist da: Mit Desinfec't 2023 erledigen Sie Viren, sichern verloren geglaubte Daten und leisten Fernhilfe. Das ist gar nicht schwer.

- 124 Was potenzielle Twitter-Nachfolger taugen**
- 128 Einsteinkachel** Kniffliges Matherätsel gelöst
- 132 40 Jahre c't** Case-Modding-Meisterschaften 2005
- 156 Datenschutz** Fünf Jahre DSGVO

Praxis

- 136 Lernspiele** mit Educandy entwerfen
- 138 Von Docker Desktop auf Podman umsteigen**
- 142 Physischen Schalter** für The GRUB Switch bauen
- 148 Kommandozeilenbrowser** Das WWW im Terminal
- 152 Interne Festplatten vor Linux verstecken**

Immer in c't

- 3 Standpunkt** Anti-Innovations-Innovationen
- 6 Leserforum**
- 11 Schlagseite**
- 44 Vorsicht, Kunde** E-Bike-Versicherung windet sich
- 160 Tipps & Tricks**
- 164 FAQ** Fernwartung zum Selberhosten
- 168 Story** Die Autobahn, der Schwarm und ich
- 175 Stellenmarkt**
- 176 Inserentenverzeichnis**
- 177 Impressum**
- 178 Vorschau 14/2023**

54 Docking-Station statt Kabelsalat



Eine Docking-Station verbindet das Notebook über ein einziges Kabel mit Monitor, Netzteil, Ethernet und USB-Peripherie. Wo liegen die Grenzen von USB-C, was kann Thunderbolt besser? Unsere Kaufberatung und unser Test klären es auf.



- 142 Physischer Schalter** wählt das Betriebssystem
- 148 Kommandozeilenbrowser** zeigen das Web im Terminal



- 152 Interne Festplatten** vor Live-Systemen schützen

2FA nicht am PC

Angriffe auf Zwei-Faktor-Authentifizierung,
c't 11/2023, S. 16

Was lernen wir daraus? 2FA via SMS ist Mist. 2FA via Cookie als vertrauenswürdig einzurichten ist Mist. FIDO2 nicht zu implementieren ist Mist. An sich ist jede 2FA-Implementierung auf unsicheren Geräten – und das sind Computer und somit auch Handys nun mal – Mist.

Wenn ihr den Leuten das mal genau so sagt, kann sich jeder selbst überlegen, ob man das schlucken möchte. Der zweite Faktor gehört weg vom Computer.

Steffen Weißgerber

Zu viele Accounts

Ich behaupte, dass 90 Prozent aller unserer Accounts eigentlich unnötig sind. Würden wir auf diese Just-for-Fun-Dienste verzichten und alle Dienste, die man auch ohne Account (dafür etwas unbequemer) offline erledigen könnte, auf ein gesundes Maß zurückschrauben, wäre die Angriffsfläche deutlich kleiner.

TB meint...

Erschreckendes Unwissen

Im Artikel werden zwei Dinge vorgestellt. Erstens Phishing, nun eben gegen 2FA-Credentials. Es bleibt aber Phishing. Zweitens Session-Hijacking: altbekanntes Problem, das sich anbieterseitig leicht vermeiden lässt. Hier zum Beispiel die IP zur letzten erfolgreichen Authentifizierung mitspeichern. Und für kritische Aktionen diese Merkmale prüfen. Wenn diese nicht mehr passen, zum Beispiel beim Wechsel von WLAN auf Mobilfunk, dann ist eben eine neue Authentifizierung beziehungsweise 2FA-Bestätigung notwendig.

Dieser Artikel zeigt, dass sowohl bei der Implementierung von Security als auch bei deren Nutzung immer noch erschreckendes Unwissen herrscht.

pb823

2FA nervt

Für die Arbeit bekomme ich zum Teil 10 bis 15 SMS pro Tag für die Authentifizie-



Viel Unzufriedenheit herrscht bei den c't-Lesern, wenn es um Sicherheitsmaßnahmen für Onlinekonten geht (Titelthema c't 11/2023).

rung. Bei manchen Plattformen logge ich mich so selten wie möglich ein, weil ich da dann noch auf E-Mails warten muss. Bei anderen brauche ich extra eine Authenticator-App auf dem Handy, so dass ich teilweise erst im Gebäude rumlaufen muss, um das entsprechende Handy zu holen, welches nur für diese App existiert und somit von allen genutzt wird. Teilweise logge ich mich mit SMS ein, um eine Aktion zu machen, und muss mich für die Bestätigung der Aktion nochmals mittels 2-Faktor-Authentifizierung einloggen, und somit nochmals auf die SMS warten. Arbeitsflow sieht da echt anders aus.

foxb3b3

Bringt nichts

Widerstand gegen EU-Pläne zur Chatkontrolle,
c't 11/2023, S. 14

Es wird immer eine Möglichkeit geben, diese Abhörtrojaner zu umgehen. Beispielsweise ein gerootetes Android-Handy, auf das nur das reine Android und ir-

gend ein Chat-Tool draufkommt, das den Chat nicht an die Behörden schickt. Die, die etwas zu verbergen haben, sind sicher bestens informiert. Abgehört werden aber dadurch unbescholtene Bürger.

TheCrittter

Klassische Polizeiarbeit

Die Gesetzeslage reicht dafür längst aus. Was es bräuchte, ist eine vernünftig ausgestattete und gut bezahlte Polizei, die bürgernah ist und im besten Sinne unser aller Interessen und Recht schützt. Finger weg von den Bürgerrechten!

AllesSaubere

Verharmlosender Begriff

Der Begriff Chatkontrolle trägt zur Verharmlosung der Pläne bei. Zitat aus dem Artikel: „Sämtliche digitale Kommunikation von EU-Bürgern würde verdachtsunabhängig ins Visier von Strafermittlern geraten, sowohl E-Mail und Messenger-Chats als auch Dateien in Cloudspeichern.“

Bei Chats habe ich ziemlich viel Kontrolle darüber, mit wem ich kommuniziere und entsprechend was mir geschickt wird. Aber unerwünschte E-Mails mit möglicherweise zweifelhaften Inhalten (aka „Spam“) bekomme ich fast täglich.

Demnächst muss ich also befürchten, dass Vertreter des Überwachungsstaates meine Tür aufbrechen und alles, was irgendwie im weitesten Sinne mit IT-Technik zu tun hat, beschlagnahmen, weil meine E-Mail-Adresse von irgendwelchen Kriminellen, die vielleicht mit Kindesmissbrauch in Verbindung gebracht werden, angeschrieben wird. Auf

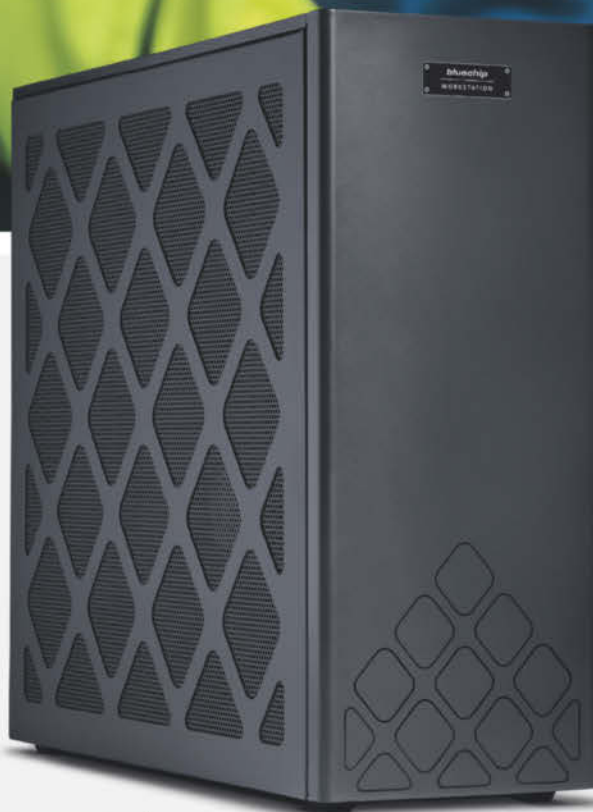
Fragen zu Artikeln

✉ Mail-Adresse des Redakteurs
am Ende des Artikels

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

bluechip BUSINESSline Workstations

Für Profis konzipiert



Beeindruckene Leistung für Kreative

bluechip BUSINESSline Workstation WS800

Mit einem Volumen von 13 Litern und bis zu drei Grafikkarten ist dies die leistungsstärkste Mini-Workstation in unserem Portfolio.

- + Intel® Core™ i9-13900K Prozessor (24 Kerne, bis zu 5.80 GHz)
- + Windows 10 Pro (Downgrade von Windows 11 Pro)
- + PCIe x16 Gen5 Steckplatz für dedizierte Grafikkarte (Triple-Slot, bis zu 31 cm Baulänge)
- + bis zu 64 GB Dual-Channel DDR5
- + drei M.2 SSD-Slots NVMe™
- + zwei Thunderbolt™ 4-Anschlüsse (USB 4.0, Type-C)
- + Intel® Wi-Fi 6E, Bluetooth 5.2, Dual-LAN (10 GB + 2.5 GB)



MIT VIDEO



Chats könnte ich noch verzichten, aber auf E-Mail nicht.

dl3led

Gleiche Erfahrung

Wie Amazon mit fremdem Eigentum umgeht, c't 11/2023, S. 56

Die gleiche Erfahrung habe ich auch gemacht, in meinem Fall habe ich versehentlich einen Artikel von einem Marketplace-Anbieter mit in ein Paket gelegt, in dem ich andere Artikel von Amazon retourniert habe. Ist dann im Logistikzentrum vermerkt worden, war aber nicht mehr auffindbar. Knapp 80 Euro Verlust. Ich vermeide es auch, mehrere in getrennten Paketen gelieferte Artikel in einem Paket zurückzuschicken, das gibt bei der Erstattung zu oft Probleme.

gargancian

Citybikes?

Fünf smarte Citybikes von Ampler bis VanMoof im Test, c't 11/2023, S. 62

Manchmal frage ich mich, wieso Fahrräder ohne Gepäckträger und Schutzbleche als Citybikes durchgehen. Jeder, der schon mal mit einem Fahrrad ohne Schutzbleche unterwegs war, weiß, wie er aussieht, wenn es etwas feucht war draußen. Und ohne Gepäckträger? Auch sehr praktisch.

Homer_S

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>

Ohne Motor schneller

Ein modernes Rad mit dünnen Slicks rollt derart gut, das sollte man auf jeden Fall Probe fahren, bevor man sich im Flachland ein E-Bike kauft. Gefühlt rollt mein Rad bei gleicher Anstrengung fast genauso leicht, dafür bin ich schneller und kann auch bei Bedarf sprinten. Außerdem muss ich mein normales Bike nicht am Bahnhof hüten wie meinen Augapfel, sondern nur die Lichter mitnehmen.

langweilig

uschatko

Wer braucht kleine SATA-SSDs?

Zehn SATA-SSDs im Test, c't 11/2023, S. 96

So kleine Speicher ergeben überhaupt nur noch Sinn als Systemspeicher. Und dieser sollte heutzutage eigentlich als schnelle M.2 im Rechner stecken. Alte Rechner sollten längst eine System-SSD haben. Rechner, die nur einen SATA-Slot haben, sind ja meist Notebooks, und diesen gibt man weit größere SSDs, damit da auch ein paar Daten draufpassen.

spooooon

Standard-PC reicht aus

Bauvorschlag für eine optimale Audio-Workstation, c't 11/2023, S. 108

Ich mache seit Mitte der 90er mit PCs Musik und mir hat immer ein Standard-PC locker ausgereicht. Früher musste man bei Windows noch ein wenig optimieren, aber das ist seit Windows 7 endgültig Geschichte. Es ist alles so schnell geworden. Es gibt natürlich immer Plug-ins, die einen Rechner in die Knie zwingen, aber auch die andere Seite, wie Sachen von Valhalla oder FabFilter.

Frank.Mueller

Mehr RAM und Speicher

An sich eine schöne Zusammenstellung. Lädt man Cubase und eine Orchester-Suite, kann man mit 32 GByte RAM schon an die Grenzen kommen. Ich würde eher 64 GByte nehmen. Und mindestens eine 2-TByte-Disk.

dengderengdengdeng

Auch bei älterer Hardware zu empfehlen

FAQ: Prozessor aufrüsten, c't 10/2023, S. 180

Die CPU muss ja nicht neu sein, auf dem Gebrauchtmarkt gibt es alte leistungsfähige CPUs auch zu kaufen. Mein HP Microserver Gen8 wurde vom Celeron G1610T auf Xeon E3-1220Lv2 von mir für 30 Euro aufrüstet. Das hat richtig was gebracht und ihm ein längeres Leben beschert.

Ergänzungen & Berichtigungen

Newtonmeter statt Nanometer

Von Lastenrad bis Stadtflyter: So finden Sie das richtige E-Bike, c't 11/2023, S. 58

Wir nannten die Maßeinheit für das Drehmoment irrtümlich Nanometer, richtig sind Newtonmeter.

Fehlende Werte in der Tabelle

Sechs kleine Rechner von gebraucht bis nobel, c't 10/2023, S. 106

In der Tabelle fehlt die Angabe zur Vollastleistungsaufnahme des HP Pro Mini 260 G9. Bei reiner CPU-Last setzt er 25,2 Watt um; arbeitet auch die Grafikeinheit, sind es 25,8 Watt.

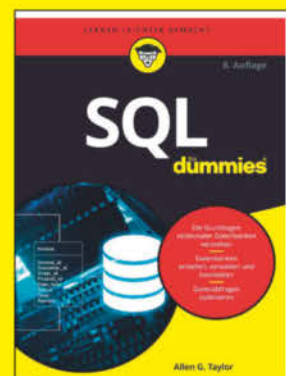
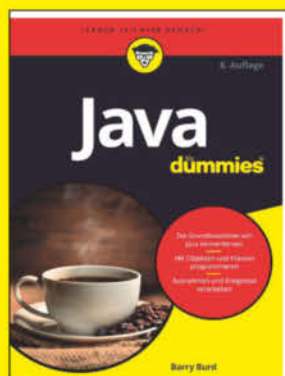
WhatsApp-Konto auf mehr Handys

Tipps & Tricks: WhatsApp auf Zweithandy, c't 10/2023, S. 176

Der beschriebene Umweg, um ein WhatsApp-Konto auf einem zweiten Smartphone zu nutzen, ist nicht mehr nötig. Kurz nach Druckschluss hat der WhatsApp-Mutterkonzern Meta angekündigt, dass zukünftig WhatsApp-Konten offiziell auf bis zu vier Handys eingerichtet werden können – bislang ist das nur im Browser und mit den Apps für PCs und Tablets möglich.

Ein frisch installiertes WhatsApp zeigt dann beim ersten Start neben „Gib deine Telefonnummer an“ ein Dreipunkt-Menü mit dem Eintrag „Gerät hinzufügen“. Fehlt dieser, ist das Update noch nicht für Ihr Handy ausgespielt. Tippen Sie darauf, erscheint der QR-Code, mit dem Sie dieses Handy ans WhatsApp-Konto eines anderen Smartphones anbinden können.

Es ist einfach mit der Zukunft Schritt zu halten und Spaß dabei zu haben!



2023. 848 Seiten. Broschur.
€ 34,-
ISBN: 978-3-527-72108-5

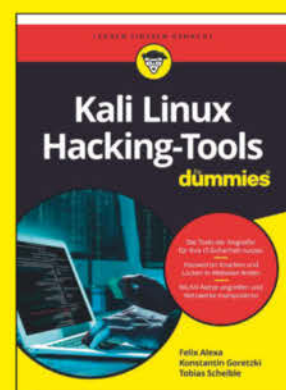
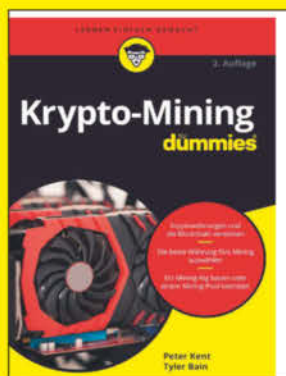
Wenn Sie Webseiten oder mobile Apps entwickeln möchten, dann ist dieses Buch für Sie gemacht!

2023. 480 Seiten. Broschur.
€ 20,-
ISBN: 978-3-527-72020-0

»Java für Dummies« ist gleichzeitig Lehrbuch und unverzichtbares Nachschlagewerk für alle Java-Programmierer.

2023. 480 Seiten. Broschur.
€ 26,-
ISBN: 978-3-527-72022-4

In »SQL für Dummies« finden Einsteiger alles Wissenswerte rund um die Abfragesprache SQL.



2022. 336 Seiten. Broschur.
€ 28,-
ISBN: 978-3-527-72025-5

Hier erfahren Sie von zwei Insidern, wie Sie Bitcoin, Ethereum, Monero, LiteCoin und Dash richtig schürfen.

2023. 512 Seiten. Broschur.
€ 26,-
ISBN: 978-3-527-72099-6

Mit diesem Buch bringen Sie sich auf den aktuellen Stand beim Thema »Künstliche Intelligenz«.

2023. 416 Seiten. Broschur.
€ 28,-
ISBN: 978-3-527-71910-5

Das Buch zeigt Ihnen Schritt für Schritt, wie Sie Ihre Systeme mit Kali Linux auf Herz und Nieren prüfen.

Folgen Sie uns auf Facebook und Instagram
www.facebook.com/fuerdummies
www.instagram.com/furdummies

www.fuer-dummies.de

für
dummies®

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



Weitere Schlagseiten auf ct.de/schlagseite

Zukunft ohne Passwort

Bestandsaufnahme: Passwort-Nachfolger Passkeys

Jetzt geht es Passwörtern an den Kragen: Der Nachfolger Passkey ist da und bietet viele Vorteile. Sie können ihn sofort mit den meisten Smartphones und Rechnern nutzen, um sich komfortabel und sicher einzuloggen – ganz ohne Passwort. Das klappt seit Kurzem auch bei den Google-Diensten.

Von Ronald Eikenberg

Ausgerechnet am Welt-Passwort-Tag, dem 3. Mai, hat Google das Ende der Passwörter eingeläutet und Passkeys zum bevorzugten Anmeldeverfahren erklärt. Wer eine Zwei-Faktor-Authentifizierung eingerichtet hat und sich seit dem Stichtag auf google.com einloggt, wird aufgefordert, die Anmeldung durch die Einrichtung eines Passkeys zu vereinfachen. Android-Smartphones erklärt das Unternehmen automatisch zu Passkeys für den Google-Account, bei iPhones, Macs und PCs sind nur wenige Klicks nötig.

Damit will Google seinen Kunden nicht nur mehr Sicherheit bieten, sondern auch weniger Frust. Laut einer aktuellen Auswertung des Unternehmens sind rund zwei Drittel der Login-Versuche mit Passkey erfolgreich, mit Passwort liegt die Erfolgsrate gerade mal bei rund 14 Prozent. Außerdem sind Passkeys viel schneller: Das Einloggen dauerte damit im Schnitt 15 Sekunden, mit Passwort doppelt so lange.

Aber was sind Passkeys überhaupt? Passkeys sind ein moderner, sicherer Ersatz für das Passwort. Das Authentifizierungsverfahren wurde von der FIDO Alliance entwickelt, der neben Google auch Apple, Microsoft und viele weitere Unternehmen angehören. Es ist offen und herstellerunabhängig.

Passkeys lösen ein altes Problem: Um sich mit einem Account bei einem Webdienst einzuloggen, müssen Sie dem Dienst beweisen, dass Ihnen der Account tatsächlich gehört. Dazu nennen Sie dem Dienst bisher ein vorher vereinbartes Geheimnis, das Passwort. Ist das Passwort korrekt, werden Sie eingeloggt und können den Account nutzen.

Das Konzept stammt jedoch aus einer Zeit vor Internet, Phishing und Trojanern. Ein Passwort kann leicht Cyber-Kriminellen in die Hände fallen, die Ihren Account damit kapern können. Wenn Sie bequem sind und überall dasselbe Kennwort nutzen, übernehmen die Hacker auch diese Konten. Damit es die Schurken nicht leichter als nötig haben, gibt es allerhand Krücken, die das unsichere Konzept Passwort nachträglich absichern. Dazu zählen insbesondere die Zwei-Faktor-Authentifizierung und Passwortmanager. Damit muss der Nutzer das Problem ausbaden, denn die zusätzliche Sicherheit ist mit Aufwand und Verantwortung verbunden. Wer sich nicht selbst kümmert, hat eben Pech gehabt.

Account ohne Passwort

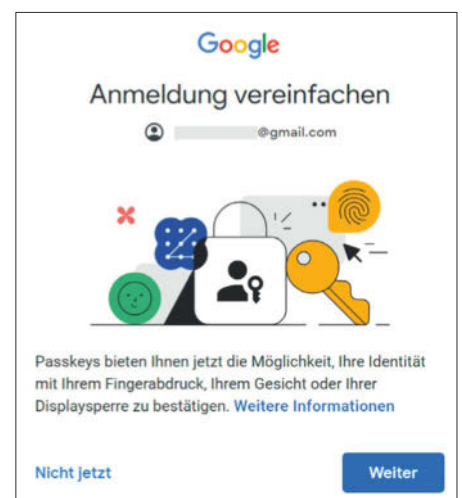
Bei Passkeys gibt es keine Passwörter mehr, die in die falschen Hände fallen können. Stattdessen kommt asymmetrische Verschlüsselung zum Einsatz: Als Geheimnis dient ein privater Kryptoschlüssel, also im Prinzip eine lange, zufällig generierte Zeichenfolge. Anders als das Passwort ist dieser tatsächlich geheim, er verbleibt auf Ihrem Gerät, das Sie für Passkeys nutzen, zum Beispiel auf Ihrem Smartphone. Er wird niemals mit den Webdiensten geteilt.

Wenn Sie sich bei einem Dienst einloggen wollen, sendet dieser bestimmte Daten an Ihr Gerät, eine sogenannte Aufgabe (Challenge). Ihr Gerät löst sie, indem es sie mit Ihrem privaten Schlüssel digital signiert und zurück an den Dienst schickt. Anhand der digitalen Signatur kann der Webdienst zweifelsfrei feststellen, dass die Challenge mit Ihrem privaten Schlüssel signiert wurde. Da nur Sie ihn besitzen,

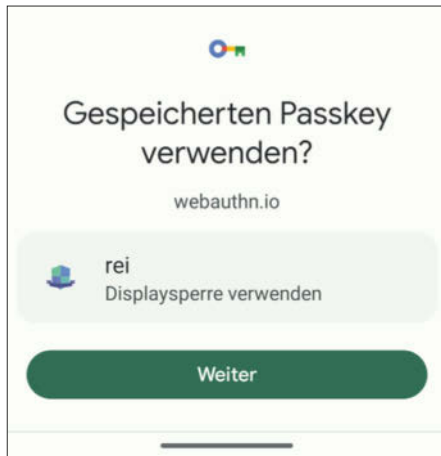
kann der Dienst davon ausgehen, dass er es wirklich mit Ihnen zu tun hat – und Sie sind authentifiziert. Salopp gesagt: Sie beweisen dem Dienst, dass Sie den privaten Schlüssel besitzen, ohne den Schlüssel preiszugeben.

Das Passkey-Verfahren ist so ausgelegt, dass jeder es bequem nutzen kann. Es handelt sich im Kern um FIDO2, das wir in den vergangenen Jahren mehrfach in't vorgestellt haben. Die Funktionsweise ist weitgehend identisch, jedoch ist bei FIDO2 in seiner ursprünglichen Form die feste Bindung des privaten Schlüssels an eine Hardware vorgesehen.

Dazu wird der Schlüssel unauslesbar in einem speziellen Security-Chip gespeichert. Das ist zwar sehr sicher, bedeutet allerdings auch, dass man jedes einzelne Gerät, mit dem man sich einloggen möchte, mit allen Accounts verknüpfen muss. Das ist schwer vermittelbar und viel zu aufwendig, um dem bequemen Passwort Konkurrenz zu machen. Mit den Passkeys fällt diese Anforderung: Ein privater Schlüssel darf auf mehreren Geräten genutzt werden und kann über die Cloud synchronisiert werden, wenn Sie es wünschen.



Passkeys sind im Alltag angekommen: Google rät seinen Nutzern nach dem Einloggen, auf das moderne Login-Verfahren umzusteigen.



Zum Einloggen wählen Sie einfach einen zuvor gespeicherten Passkey, im nächsten Schritt sind noch PIN, Fingerabdruck oder Gesichtsscan gefragt. Ein Passwort ist nicht mehr nötig.

Passkeys auf allen Geräten

Passkeys sind im Alltag angekommen und Sie können sie sofort ausprobieren. Sie müssen dafür nichts kaufen oder herunterladen, denn Apple, Google und Microsoft haben Passkeys in den letzten Monaten nach und nach per Update in die wichtigsten Betriebssysteme und Browser integriert. Windows unterstützt ab Version 10 das Passkey-Verfahren, macOS ab Ventura, iOS ab Version 16 und Android ab Version 9. Zudem ist einer der folgenden Browser in einer aktuellen Version notwendig: Chrome, Edge oder Safari. Firefox ist derzeit außen vor. Die Mozilla-Entwickler haben Passkey-Unterstützung bereits auf ihrer Roadmap, allerdings nicht vor Firefox-Version 120, die für Ende November geplant ist.

Wenn Ihr Gerät die genannten Anforderungen erfüllt, kann es Passkeys erstellen und verwalten. Damit Sie die Funktion nutzen können, muss Ihr Gerät mit einer Bildschirmsperre geschützt sein. Erst wenn Sie Ihre PIN eingegeben oder sich per Fingerabdruck oder Face ID zu erkennen gegeben haben, wird ein Passkey für die Nutzung freigegeben. Bei Windows müssen Sie in den Einstellungen das Einloggen per PIN, Fingerabdruck oder Gesichtsscan aktivieren, damit der Authentifizierungsdienst Windows Hello aktiv wird, der sich um die Passkeys kümmert.

Android-Smartphones und iPhones können aber noch mehr: Sie können die Passkeys als sogenannter Authenticator auch anderen Rechnern zur Verfügung

stellen, ohne die Passkeys preiszugeben. So können Sie sich zum Beispiel sicher auf einem fremden Rechner einloggen, ohne ein Passwort eintippen zu müssen, das mitgeschnitten werden kann. Das ist auch nützlich, wenn Sie die Passkeys nicht synchronisieren möchten. Speichern Sie die Passkeys einfach zentral auf dem Smartphone und loggen Sie sich damit bei Bedarf auf Ihrem Rechner bei den Webdiensten ein.

Um das Smartphone als Authenticator zu nutzen, wählen Sie etwa in Google Chrome auf dem Rechner die Option „Smartphone oder Tablet verwenden“, nachdem Sie die Authentifizierung gestartet haben. Anschließend müssen Sie den angezeigten QR-Code mit dem Smartphone scannen. Bluetooth muss auf beiden Geräten aktiv sein, da aus Sicherheitsgründen eine lokale Verbindung zwischen Rechner und Smartphone hergestellt wird.

Linux ist aktuell auf externe Hilfe angewiesen, da es Passkeys noch nicht selbst unterstützt. Eine Alternative zum Smartphone sind weiterhin die FIDO2-Sicherheitsschlüssel, die wir unter anderem in c't 25/2019 auf Seite 66 vorgestellt haben. Das sind externe Authenticator, meist in Form eines USB-Sticks. Einen ausführlichen Artikel über die Einrichtung und Nutzung von Passkeys finden Sie in c't 11/23 auf Seite 26.

Zu Diensten

Mit Passkeys ist ein würdiger Nachfolger für die gleichermaßen ungeliebten wie unsicheren Passwörtern gestartet. Für ein Erfolgsrezept fehlt aber noch eine Zutat, nämlich eine breite Akzeptanz seitens der Dienste. Passkeys basieren auf FIDO2 und sind kompatibel zu den meisten Websites, die dieses Verfahren implementiert haben. Die Website muss dafür die WebAuthn-API verwenden. Das sind weiterhin nicht sehr viele, da FIDO2 nicht den großen Durchbruch geschafft hat.

Im besten Fall bietet die Website das Einloggen ohne Passwort an, dann können Sie Passkeys wie vorgesehen nutzen. In vielen Fällen dient FIDO2 jedoch nur als zweiter Faktor, zusätzlich zum Passwort. Dann haben Sie gute Karten, dass Sie Ihr Passkey-Gerät auch dafür verwenden können. Das ist aktuell zum Beispiel bei Facebook und Twitter der Fall.

Mit gutem Beispiel gehen Google und Microsoft voran, die das Einloggen ohne Passwort bereits für ihre Dienste anbieten. Microsoft ist besonders konsequent und

erlaubt seinen Nutzern sogar, das Passwort aus dem Account zu löschen, damit Angreifer es nicht als Hintertür missbrauchen können. Genau so sollte eine passwortfreie Zukunft aussehen.

Passwort vergessen

Die Chancen stehen gut, dass sich Passkeys als Standard für die sichere Authentifizierung im Netz durchsetzen und im Laufe der nächsten Monate und Jahre viele weitere Webdienste auf den Zug aufspringen. In naher Zukunft wird man es vielleicht sogar erwarten dürfen, dass man sich per Passkey einloggen kann und nicht dazu aufgefordert wird, sich ein individuelles, langes und kompliziertes Passwort ausdenken, für dessen Sicherheit der Dienst nicht garantieren kann.

In jedem Fall ist jetzt der richtige Zeitpunkt, um sich mit dem Thema auseinanderzusetzen. Ganz gleich, ob Sie die ersten Accounts per Passkey schützen wollen oder planen, das Authentifizierungsverfahren in eigene Dienste zu integrieren.

(rei@ct.de)

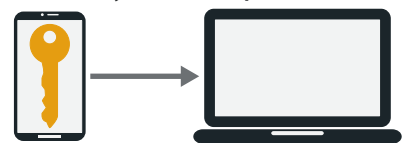
Passkey statt Passwort

Passkeys kann man direkt auf vielen Rechnern und Smartphones speichern (1). Auf dem Smartphone gespeicherte Passkeys kann man zudem für den Rechner freigeben (2). Last, but not least eignen sich auch die seit Längerem erhältlichen FIDO2-Sticks als portable Passkey-Speicher (3).

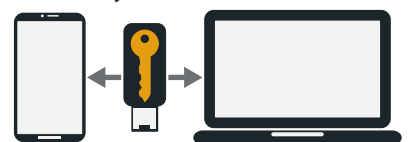
1 Passkey auf dem Gerät speichern



2 Passkey vom Smartphone nutzen



3 Passkey auf FIDO2-Stick



Desinfec't 2023

Das kann das c't-Sicherheitstool



Desinfec't 2023	Seite 16
Frühjahrsputz	Seite 20

Mit Desinfec't 2023 jagen und erledigen Sie Trojaner und andere Schädlinge. Außerdem können Sie damit verloren geglaubte Daten retten. Das ist alles gar nicht schwer, meist genügen wenige Klicks auf der übersichtlichen Oberfläche. Wer trotzdem nicht weiterkommt, ruft den Familien-Admin über die integrierte Fernwartung zu Hilfe.

Von Dennis Schirmmacher

Ein unüberlegter Klick auf den Link in einer Phishing-Mail genügt und schon macht sich ein Virus in Windows breit. Solche Mails sind oft so gut gemacht, dass man es ihren Opfern gar nicht vorwerfen kann, darauf hereinzufallen. Doch jetzt ist das Kind in den Brunnen gefallen und verschärfend kommt hinzu, dass auf dem Computer wichtige Daten lagern, auf die Sie dringend zugreifen müssen.

Genau für solche Situationen ist das c't-Sicherheitstool Desinfec't 2023 für Windows-PCs gemacht. Es bringt sein eigenes Linux-Live-System mit, hat mehrere Virens Scanner von unter anderem Eset und WithSecure (ehemals F-Secure) an Bord und startet direkt von einem USB-Stick. Demzufolge müssen Sie ein möglicherweise infiziertes Windows zur Analyse nicht starten. Das ist eine sehr sichere Vorgehensweise, schließlich kann ein Trojaner in einem ruhenden System kein weiteres Unheil anrichten.

Mit dem Sicherheitstool analysieren Sie die inaktive Windows-Installation also sozusagen aus sicherer Entfernung und verschaffen sich einen Überblick. Der Linux-Ansatz bringt aber noch einen weiteren Sicherheitsgewinn: Dank des grundlegend unterschiedlichen Betriebssystems sind Windows-Trojaner nicht kompatibel und können dementsprechend nicht auf den Stick überspringen.

Umgehend starten

Für die Installation benötigen Sie lediglich einen USB-Stick mit mindestens 16 GByte Speicherplatz. Dann müssen Sie die ISO-

Datei von Desinfec't 2023 herunterladen (siehe S. 20) und mit unserem Installationsstool Desinfec2USB auf dem Stick installieren. Das dauert nur wenige Minuten. Ist das erledigt, müssen Sie den Computer so einstellen, dass er statt von der Festplatte das Live-System vom Stick bootet. Wie das geht, steht auf Seite 23. Läuft das System, können Sie direkt mit der Trojaner-Hatz loslegen. Für einen reibungslosen Betrieb sollte der Computer mindestens 4 GByte RAM haben. Das System läuft nämlich direkt aus dem Arbeitsspeicher und die Scanner machen sich dort bei Benutzung ebenfalls breit.

Alternativ startet Desinfec't auch von einer DVD. Das ist aber aus mehreren Gründen nicht zu empfehlen: Von einem USB-Stick läuft das System nicht nur deutlich flinker, es merkt sich auch aktualisierte Virensignaturen. Mit einer DVD klappt das nicht und Sie müssen die Scanner nach

jedem Neustart erneut auf den aktuellen Stand bringen, was schon mal mehr als ein Viertelstündchen dauern kann.

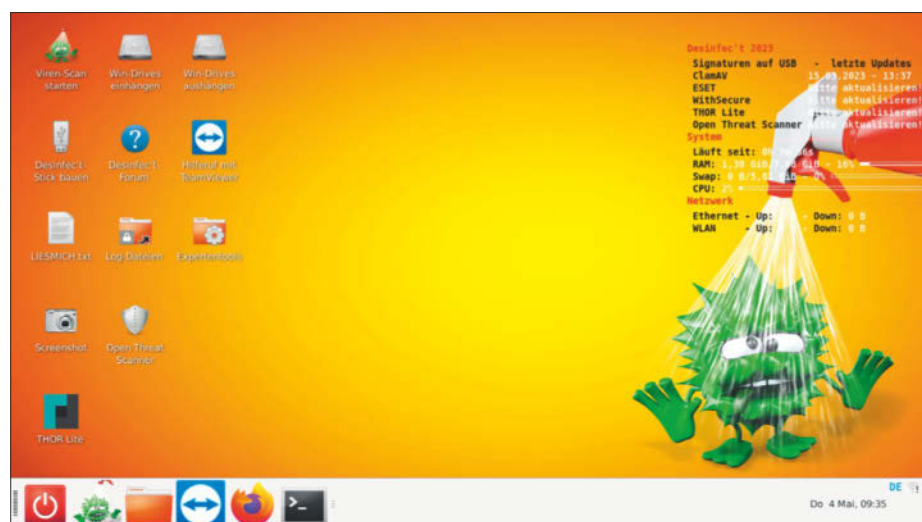
Jeder kann Viren jagen

Lassen Sie sich von Begriffen wie Linux-Live-System nicht abschrecken: Der folgende Artikel nimmt Sie an die Hand und erläutert Schritt für Schritt, wie Sie Desinfec't auf einem USB-Stick installieren, das System im Anschluss starten, wie die Virenjagd vonstattengeht und wie Sie sogar versehentlich gelöschte Daten wiederherstellen.

Damit die Bedienung für Windows-Nutzer so einfach wie möglich von der Hand geht, orientiert sich die Desktopdarstellung an Microsofts Betriebssystem. Zusätzlich haben wir für die Kernfunktion von Desinfec't unnötige Linux-Dienste entfernt, sodass so wenig wie möglich vom eigentlichen Einsatzzweck ablenkt. Prägnant beschriftete Icons erleichtern die Bedienung.

Für Computereinsteiger eignet sich der Easy-Scan-Modus. Wenn Sie diese Option im Desinfec't-Startmenü auswählen, aktualisiert sich der Scanner von Eset automatisch und schaut sich auf der gesamten Windows-Festplatte um. Beim Easy Scan sieht man während des Vorgangs nur das Scan-Fenster. Der Desktop ist bewusst ausgeblendet, damit nichts vom Scannen ablenkt.

Wer gar nicht mit Desinfec't zurechtkommt oder Hilfe bei der Einschätzung von vermeintlichen PC-Schädlingen benötigt, ruft mit dem integrierten TeamViewer-Client den Familien-Admin oder einen Freund übers Internet zu Hilfe. Der Helfer installiert TeamViewer kostenlos



Um Desinfec't-Neulingen den Start so einfach wie möglich zu machen, orientiert sich die Desktopansicht an Windows.

auf seinem PC. Steht die Verbindung, kann er sich auf dem Computer des Ratsuchenden umsehen und mit Tipps zur Hand gehen.

Kernfunktion

Damit den Scannern bei der Untersuchung keine aktuellen Computerschädlinge durchrutschen, sind ein Jahr lang kostenlose Signaturupdates inklusive. Wenn der Computer eine aktive Internetverbindung hat und Sie den Scan starten, aktualisieren sich die Scanner automatisch. Das Scannen selbst klappt dann auch offline.

Standardmäßig schauen sich die Scanner die komplette Windows-Installation an. Auf Wunsch können Sie aber auch nur bestimmte Ordner oder Partitionen scannen. So ist es etwa möglich, einen gefundenen USB-Stick sicher auf Virenbefall zu untersuchen oder ausschließlich den Download-Ordner zu inspizieren.

Dank der integrierten Bitlocker- und VeraCrypt-Unterstützung können sich die Scanner auch auf verschlüsselten Datenträgern umschauen. Das funktioniert selbst dann, wenn Windows vollständig verschlüsselt ist.

Nach der Untersuchung öffnet sich die Ergebnisliste automatisch im integrierten Webbrowser Firefox und Sie können die Funde begutachten. Die Scan-Ergebnisse werden in einem Projektordner gespeichert. Damit Sie nicht den Überblick verlieren, erstellt Desinfec't pro Computer einen individuellen Ordner. So können Sie den Stick an einen anderen Computer stecken und dort die Analyse weiterführen.

Nach einem Scan mit Funden sollten Sie nicht gleich in Panik verfallen: Die Scanner können sich durchaus irren und einen Fehlalarm auslösen. Um das einzugrenzen, laden Sie Funde direkt zur Analyseplattform VirusTotal hoch. Bei dem Dienst schauen sich über 60 Online-Scanner die Datei an und geben eine Einschätzung ab. Mit diesen Informationen ausgestattet kann man Fehlalarme in der Regel gut erkennen.

Wenn alles auf einen echten Trojaner hindeutet, können Sie diesen mit wenig Aufwand unschädlich machen. Desinfec't löscht den vermeintlichen Schädling jedoch nicht, sondern benennt die identifizierte Datei um. Wenn sich im Nachhinein herausstellt, dass es doch eine legitime Datei war, stellen Sie diese umgehend wieder her. Um ganz auf Nummer sicher zu gehen, bringt Desinfec't noch eine weitere Vorsichtsmaßnahme mit: Nach dem



Während der Virenskans vertreibt man sich die Zeit mit diversen Mini-Spielen.

Start kann das Sicherheitstool ausschließlich lesend auf Windows-Festplatten zugreifen und so nichts kaputt machen. Wollen Sie einen Trojaner ausmerzen, fragt das System explizit nach Schreibrechten, die Sie erlauben müssen.

Aber Vorsicht: Desinfec't ist kein Allheilmittel. Es ist vielmehr ein Analysetool, um von Malware verursachten Systemproblemen auf die Spur zu kommen. Es kann keine von Trojanern verbogenen System-einstellungen geraderücken. Wenn sich wirklich Schadcode auf Ihrem System breit gemacht hat, hilft für eine absolute Sicherheit nur das komplette Löschen der Windows-Festplatte und eine Neu-Installation des Betriebssystems.

Wenn ein Windows-PC gar nicht mehr startet, schlägt die Stunde von Desinfec't abermals: Über das Live-System greifen Sie auf die Windows-Partitionen zu und bringen so wichtige Daten in Sicherheit, indem Sie etwa Dokumente auf den Stick kopieren. Handelt es sich um größere Datenmengen, können Sie auch eine USB-Festplatte zusätzlich anschließen und die Daten dort ablegen.

Da geht noch mehr

Mit den Scannern von Eset und WithSecure gehen Computer-Einsteiger auf Trojaner-Jagd. Oft reicht es für eine erste Einschätzung, lediglich den voreingestellten Scanner von Eset von der Leine zu lassen. Profis können aber noch tiefer graben. Dafür eignen sich der individuell konfigurierbare Open Threat Scanner (OTS) und der Thor-Lite-Scanner, die auf Wissen und Erfahrung erfahrener Incident-Response-Profis zurückgreifen und so selbst Bedro-

hungen aufspüren, die sich erfolgreich vor Antiviren-Software verstecken.

Außerdem gibt es noch verschiedene Expertentools, mit denen Sie etwa versehentlich gelöschte Daten wiederherstellen. Auch das Klonen von ganzen Partitionen ist möglich. Doch wie der Name schon sagt, richten sich diese Tools an Computer-Profis, die wissen, was sie tun. Also Vorsicht: Im schlimmsten Fall kann man mit den Tools eine Windows-Installation unrettbar zerstören.

Nicht verzweifeln

Wenn es trotz Fernhilfe immer noch hakt, finden Sie in unserem Forum Hilfe (siehe ct.de/ybrd). Dort wurden bereits viele Probleme mithilfe der Community gelöst. Das gilt auch für Hardwareprobleme, die sich manchmal etwa durch alternative Startoptionen oder nachinstallierte Treiber in den Griff bekommen lassen. Im Forum gibt es auch Informationen zu Desinfec't-Updates, die wir wenn nötig veröffentlichen, um Fehler zu beseitigen. Solche Aktualisierungen installieren sich in der Regel automatisch. Ist danach ein Neustart nötig, weist Desinfec't darauf hin. Ob das Update geklappt hat, erkennen Sie im Statusfenster oben rechts auf dem Desktop. Steht dort etwa Desinfec't 2023 p1, ist das System auf dem aktuellen Stand. Nach der Veröffentlichung von Desinfec't sind für einige Wochen auch der Entwickler und die Redaktion im Forum aktiv. Doch in vielen Fällen hilft auch schon der folgende Artikel, der viele Fragen zur Installation und zum Start des Sicherheitstools klärt.

(des@ct.de) 

Desinfec't-Forum: ct.de/ybrd



Viel Platz für Ideen! **Homepage .DE**

12 .de-Domains inklusive

- > Kostenlose SSL-Zertifikate per Mausklick
- > Viele 1-Klick-Apps inklusive
- > Webbaukasten
- > Webkonferenzlösung
- > 100 GB Webspace
- > 800 E-Mail-Adressen
- > 80 GB E-Mail-Speicher
- > 80 MySQL-Datenbanken

2,69
€/Monat*



**Angebot verlängert
bis 31.05.2023.**
Preis gilt dauerhaft.

* 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/de**



Bild: Moritz Rechartz

Frühjahrsputz

Desinfec't 2023 bestmöglich nutzen

Wenn Trojaner Windows auseinandernehmen, hilft Desinfec't bei der Analyse und Wiederherstellung. Das Einrichten und der Start des Sicherheitstools gelingen mit wenigen Handgriffen. Mit den integrierten Tools kann es sogar noch viel mehr.

Von Dennis Schirmmacher

Verhält Ihr Computer sich seltsam und Sie vermuten, dass ein Trojaner sein Unwesen treibt? Dann lautet die Devise: Ruhe bewahren, PC runterfahren und Desinfec't 2023 starten. Im Anschluss scannen Sie die inaktive Windows-Installation auf Viren und bringen wichtige Daten auf dem Desinfec't-Stick in Sicherheit. Wie das alles geht, erklärt dieser Artikel.

Viele Familien-Admins haben bereits einen Desinfec't-Stick in der Schublade liegen und können direkt loslegen. Ist das bei Ihnen der Fall, springen Sie gleich zum Abschnitt „Desinfec't starten“. Andere müssen das Sicherheitstool zuerst auf einem USB-Stick installieren. Es startet zwar auch von einer DVD, das gerät aber aufgrund der vergleichsweise langsamen

Zugriffe zur Geduldsprobe und macht keinen Spaß. Außerdem kann es sich auf einer DVD keine Daten merken und Sie müssen Viren-Signaturupdates und Systemupdates nach jedem Neustart wieder installieren. Das kostet Zeit und Nerven.

Also organisieren Sie sich für die im Folgenden beschriebene Installation besser einen USB-Stick mit mindestens 16 GByte Speicherplatz. Hier zahlt es sich aus, wenn Sie zu einem Stick eines Markenherstellers mit USB 3.2 Gen 1 – früher: USB 3.0 – oder besser greifen; minderwertige Sticks sorgen oft für Probleme im Betrieb. Wenn Desinfec't auf dem Stick installiert ist, booten Sie Ihren PC direkt davon statt von der Windows-Festplatte. Nach dem Start schauen Sie sich mit dem Sicherheitstool in der inaktiven Windows-

Installation um, spüren Trojaner auf und machen Sie unschädlich.

Sie können Desinfec't gerne an Familienmitglieder oder Freunde weitergeben. Auch die Nutzung in Firmen und Organisationen ist gestattet. Für die Nutzung mehrerer Sticks in einem kommerziellen Umfeld kontaktieren Sie bitte den heise Shop (support@shop.heise.de). Beachten Sie aber, dass der Einsatz des Fernwartungstools TeamViewer auf den privaten Kreis beschränkt ist.

Da es immer wieder zu Missverständnissen kommt, müssen wir vor dem Start noch eine Sache klären: Desinfec't ist keine Windows-Anwendung, die Sie im laufenden System via Doppelklick starten. Sie müssen das Linux-Live-System direkt vom USB-Stick anstatt Windows starten.

Die Installation

Um Desinfec't 2023 zu nutzen, müssen Sie zuerst das Zip-Archiv mit dem Installer herunterladen. Wie das geht, steht im Kasten „Desinfec't downloaden“ auf Seite 20. Wer auf Nummer sicher gehen möchte, dass der Download nicht manipuliert wurde, kann das anhand der Prüfsumme sicherstellen (siehe ct.de/yeke). Liegt die Datei auf Ihrer Festplatte, müssen Sie sie unpacken, um das Sicherheitstool auf einem USB-Stick zu installieren. Achtung: Das bloße Kopieren der im Zip-Archiv enthaltenen ISO-Datei auf einen Stick oder der Einsatz von Tools wie Rufus zum Erstellen von bootfähigen USB-Sticks funktionieren nicht. Sie müssen das System zwingend mit unserem Tool „Desinfec't2USB“ installieren. Andernfalls startet es

im schlimmsten Fall nicht oder es kommt zu Problemen beim Betrieb. Unter Linux darf der Stick nicht eingebunden sein. Ist das gegeben, tippen Sie zur Installation folgende Befehle ein: `sudo dd if=desinfec.iso of=/dev/sdx status=progress`. Sdx müssen Sie mit der korrekten Bezeichnung des USB-Sticks ersetzen.

Nur unser Tool bereitet die notwendige Unterteilung in Partitionen korrekt vor. Desinfec't besteht nämlich aus mehreren. Etwa der Abschnitt, in dem das System liegt, setzt sich nach jedem Neustart aus Sicherheitsgründen zurück, sodass sich dort nichts einnisten kann. Damit aber aktualisierte Virensignaturen oder gesicherte Dateien gespeichert werden können, braucht Desinfec't dauerhaft beschreibbare Partitionen. Ein Upgrade von älteren Desinfec't-Versionen ist nicht möglich. Desinfec't2USB finden Sie im entpackten Zip-Archiv. Stecken Sie nun den USB-Stick an den Windows-Computer und starten die Installation mit einem Doppelklick auf Desinfec't2USB.

Im Anschluss öffnet sich das Tool Win32 Disk Imager, in dem die Image-Datei von Desinfec't 2023 vorausgewählt ist. Unter „Device“ wählen Sie nun den Laufwerksbuchstaben des USB-Sticks aus. Welcher Buchstabe das ist, sehen Sie im Explorer von Windows. Die Auswahl des korrekten Laufwerksbuchstabens ist an dieser Stelle extrem wichtig, denn mit den nächsten Schritten löschen Sie den Stick unwiederbringlich. Wenn Sie das geprüft haben und sich sicher sind, starten Sie die Installation mit einem Klick auf „Write“. Bei einem flinken USB-Stick sollte der Vor-

Das ist neu in Desinfec't 2023

- Gratis Signatur-Updates bis Juni 2024
- Ubuntu 22.04.2 LTS
- Viele Detailverbesserungen bei den Scannern und Signatur-Updateskripten
- Kernel 5.19 (Standard) und 6.2 (optional)

gang nur wenige Minuten dauern. Wundern Sie sich nicht, wenn Windows den Stick nach der Installation nicht als Laufwerk anzeigt. Das ist in diesem Stadium normal und wird mit dem nächsten Schritt behoben.

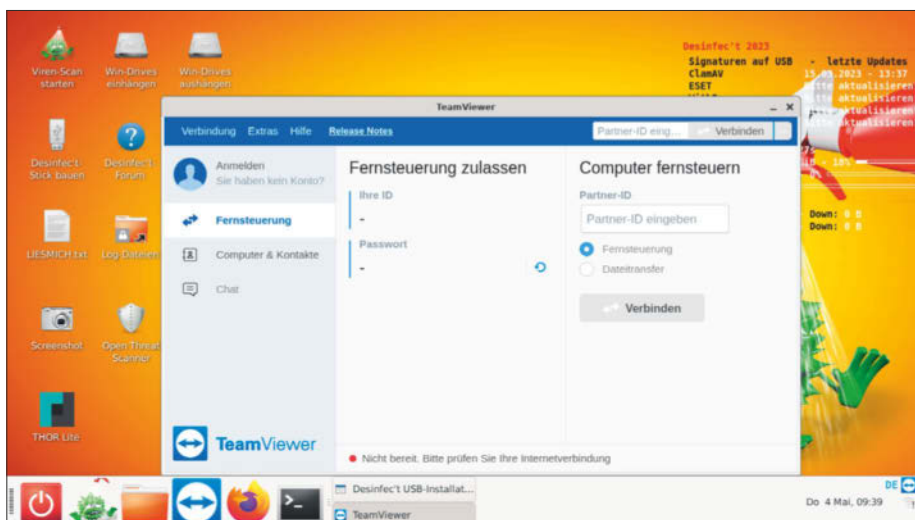
Stick konvertieren

Nach dem Abschluss der Installation bietet der Assistent direkt an, den Computer herunterzufahren und Desinfec't zu starten. Dieses Angebot sollten Sie aber nur annehmen, wenn Sie bereits wissen, wie der Start eines Live-Systems von einem Stick vonstattengeht (siehe Kasten auf S. 23). Ansonsten landen Sie aufgrund der Standard-Booteinstellung des PCs doch wieder in Windows.

Beim ersten Start müssen Sie den Desinfec't-Stick einmalig umwandeln, damit er korrekt funktioniert. Geschieht dies nicht, verhält sich das System wie eine DVD und speichert keine Daten. Erst nach dem Umbau bleiben aktualisierte Virensignaturen nach einem Neustart erhalten. Dafür müssen Sie lediglich den obersten Punkt im Desinfec't-Startmenü „in nativen Desinfec't-Stick umwandeln“ auswählen. Im Zuge dessen werden unter anderem die für den Betrieb notwendigen weiteren Partitionen angelegt. Dabei wird auch geprüft, ob der Stick für einen reibungslosen Betrieb schnell genug Daten lesen und schreiben kann. Ist das nicht der Fall, erscheint eine entsprechende Warnung und es wird ein Löschen des Sticks angeboten.

Alternativer Installationsweg

Wenn Windows infiziert ist, sollten Sie das System selbstverständlich nicht zum Erstellen eines Desinfec't-Sticks verwenden. Doch auch hier gibt es Möglichkeiten: Führen Sie die beschriebene Installationsprozedur auf dem Computer eines Be-



Wenn es bei der Bedienung klemmt, rufen Sie über den integrierten TeamViewer-Client den Familien-Admin zu Hilfe.



Bei Bedarf kann man im Scan-Assistenten auch nur die Virensignaturen aktualisieren, ohne einen Scan zu starten. So bringen Sie die Scanner etwa für einen Offline-PC im Vorfeld auf den aktuellen Stand.

kannten durch. Alternativ können Sie auch einen Stick aus einem laufenden Desinfec't heraus erzeugen. Das bringt sogar mehrere Vorteile mit, unter anderem müssen Sie einen so erstellten Stick nicht konvertieren und bekommen direkt einen Desinfec't-Stick mit vollem Funktionsumfang.

Wenn das Sicherheitstool läuft, klicken Sie zum Start der Installation auf das Desktop-Icon „Desinfec't-Stick bauen“. Nun wählen Sie unter „Ziellaufwerk“ den an den PC angeschlossenen USB-Stick aus. Achtung: Er wird im Zuge der Installation vollständig gelöscht. Die Voreinstellungen belassen Sie. Über einen Klick auf „Anwenden“ starten Sie die Installation, die nur wenige Minuten dauern sollte.

Wer einen Desinfec't-Stick an Familienmitglieder oder Freunde mit wenig Computerkenntnissen weitergeben will,

kann den Stick entsprechend vorbereiten. Dafür wählen Sie unter dem Punkt „Easy Scan“ die Option „Automatik-Modus als Standard verwenden aus“. So ein Stick startet automatisch im Easy-Scan-Modus und untersucht die komplette Windows-Installation. Damit kommen auch Computereinsteiger zurecht.

Die BTRFS-Option richtet sich hingegen an Linux-Profis. Ein damit erstellter Stick kann dank des BTRFS-Dateisystems eine Snapshot-Funktion nutzen. Darüber können Sie Desinfec't dauerhaft mit zusätzlicher Software wie Office-Anwendungen ausstatten oder sogar Treiber für etwa standardmäßig nicht unterstützte WLAN-Sticks nachinstallieren [1]. Doch dafür sind weiterführende Linux-Kenntnisse unabdingbar. Außerdem befindet sich die Option noch im Test-Stadium.

Desinfec't starten

Um die Kompatibilität von Desinfec't 2023 zu testen, probieren wir das Sicherheitstool auf verschiedenen aktuellen, aber auch älteren PCs aus. Im Zuge dessen prüfen wir unter anderem, ob das System startet, Netzwerkverbindungen funktionieren und NVMe-SSDs erkannt werden. Ist das der Fall, aktualisieren wir die Virensignaturen und lassen Virenskans laufen. Zusätzlich prüfen wir, ob das Einbinden von mit Bitlocker oder VeraCrypt verschlüsselten Daten klappt. Angesichts der Vielzahl von PC-Konfigurationen und Hardware-Komponenten können wir nicht garantieren, dass Desinfec't zu jedem System kompatibel ist.

Damit Desinfec't statt Windows bootet, müssen Sie Ihren PC so einstellen, dass er vom Stick und nicht von der Fest-

platte startet. Wie das funktioniert, steht im Kasten auf Seite 23.

Wenn Desinfec't den Start mit den Standardeinstellungen verweigert, gibt es noch ein paar alternative Startoptionen. Falls Ihr Computer über brandneue Hardware verfügt, können Sie versuchen, das System mit dem alternativen Kernel 6.2 zu starten. Dieser Kernel bringt viele Treiber für funkelneue PC-Komponenten mit. Klappt das auch nicht, können Sie es noch über die Safe-Start-Option probieren. Bleibt der Bildschirm trotzdem schwarz oder erscheinen Fehlermeldungen, ist Ihr PC wahrscheinlich nicht kompatibel.

Scanner aktualisieren

Läuft Desinfec't erst einmal, haben Sie die größte Hürde genommen. Nach dem ersten Start müssen Sie noch den Projektordner einrichten. Dank eines automatisch auftauchenden Fensters ist das schnell erledigt. Dort brauchen Sie lediglich den Namen des Ordners einzugeben. Da Desinfec't verschiedene PCs anhand von Hardware-IDs identifiziert, bieten sich hier Bezeichnungen wie „Arbeitskiste“ und „Spiele-PC“ an. So nutzen Sie das Sicherheitstool auf verschiedenen Computern, ohne den Überblick zu verlieren. Im Projektordner speichert das System seine Scan-Ergebnisse. Dort können Sie aber auch eigene Daten wie Screenshots ablegen. Da die Daten auf einer speziellen Partition liegen, bleiben sie über einen Neustart hinweg erhalten.

Damit die Scanner ihre Virensignaturen aktualisieren können, muss der PC mit dem Internet verbunden sein. Das gelingt über ein LAN-Kabel oder ohne Strippe via WLAN. Um eine kabellose Verbindung herzustellen, wobei sich Desinfec't das Passwort für eine automatische Verbindung nach dem Start merken soll, doppelklicken Sie auf das Icon „Viren-Scan starten“. Der Assistent öffnet automatisch ein Fenster, um die Verbindung herzustellen. Dort müssen Sie Ihr WLAN auswählen, das Kennwort eingeben und die Option zum Speichern des Passworts auswählen. Achtung: Das Kennwort liegt unverschlüsselt auf dem Stick. Verlieren Sie diesen, kennt der Finder Ihren WLAN-Zugang. Wollen Sie das Kennwort nicht speichern, stellen Sie die Verbindung nach jedem Neustart manuell über das WLAN-Symbol unten rechts in der Taskleiste her.

Vor jedem Scan aktualisieren sich die Virensignaturen automatisch. Da diese

Wo Sie Desinfec't zum Download finden

Abonnenten loggen sich in ihr heise-Shop-Konto ein und klicken in der Konto-Übersicht auf „Abo-Service“. Dort findet man unter „Zum Artikel-Archiv“ die c't-Ausgabe 13/23 und wählt diese aus. Nach einem Klick auf „Heft-DVD herunterladen“ startet der Download.

Alternativ registrieren sich Käufer des Heftes und heise+Kunden für den Download auf der Website ct.de/desinfect2023. Im Anschluss kommt der Download-Link per Mail. Den Hash-Wert

der ISO-Datei finden Sie über ct.de/yeke. Prüfen Sie mit einem Tool wie HashCalc die heruntergeladene Datei und vergleichen Sie die Hash-Werte. Verwenden Sie den Download nur, wenn beide übereinstimmen.

Die c't-Ausgabe 13/2023 ist für 19,90 Euro auch auf einem USB-Stick erhältlich, von dem Desinfec't direkt startet. Abonnenten bekommen 3 Euro Ermäßigung. Dafür müssen Sie sich in ihr heise-Shop-Konto einloggen und den Stick kaufen.

Ihr Guide im Lizenz-Dschungel

FAQ & individuelle Beratung für **SOFTWARE LÖSUNGEN**

Welche Lizenz eignet sich am besten für die Anforderungen Ihres Unternehmens?

Unter welchen Umständen rechnet sich ein Downgrade-Kit für Windows Server?

Wie funktionieren die verschiedenen Lizenzierungs-Modelle?

In unseren FAQ sammeln wir die häufigsten Fragestellungen und beantworten diese!

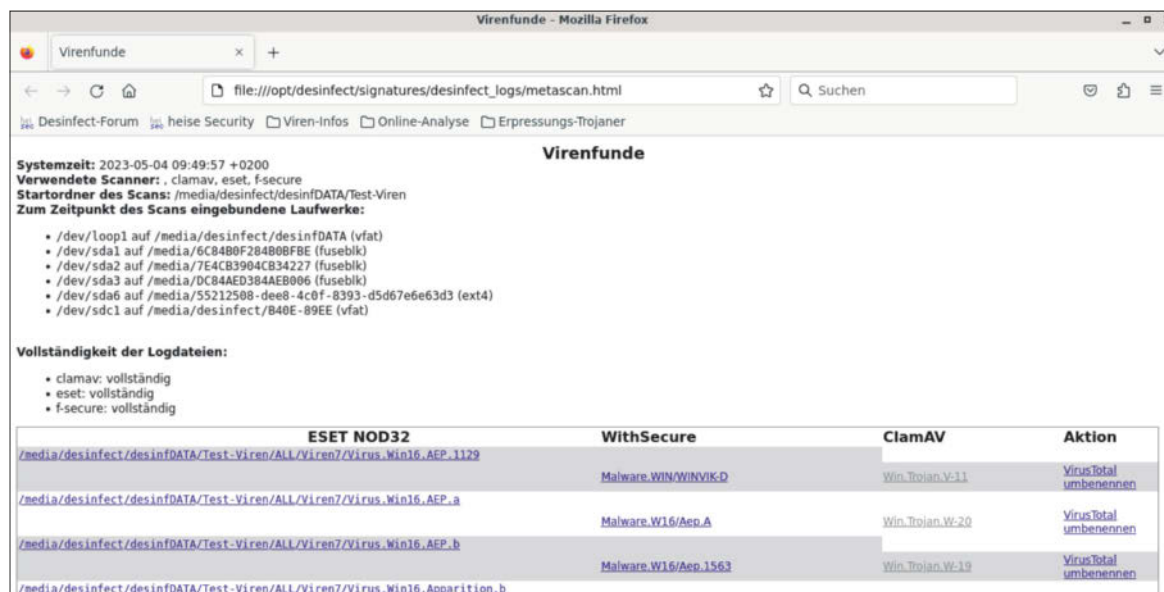


Jetzt informieren &
persönlich beraten lassen:

thomas-krenn.com/guide

+49 (0) 8551.9150-300

**TH=MAS
KRENN®**



In der Ergebnisliste sehen Sie, welcher Scanner auf welche Datei angeschlagen hat. Zum Eingrenzen von Fehlalarmen laden Sie potenzielle Schädlinge direkt zum Online-Analysedienst Virus Total hoch.

beim ersten Start von Desinfec't bereits mehrere Wochen alt sind, dauert der Vorgang mit rund 15 Minuten vergleichsweise lang. Nutzen Sie das System regelmäßig, gehen die Updates schneller vonstatten. Desinfec't merkt sich diese Signaturen, sodass Sie nach einer Aktualisierung auch Offline-PCs scannen können. Um Viren-signaturen vorab zu aktualisieren, starten Sie den Viren-Scan-Assistenten und wählen im Reiter „Experte“ die Option „Nur

Signaturaktualisierung, kein Virensan“ aus.

Viren jagen

Im Scan-Assistenten selektieren Sie die System-Partitionen, die die Scanner untersuchen sollen. Weiter unten im Fenster können Sie auch einen bestimmten Ordner oder einen angeschlossenen USB-Datenträger auswählen. Im nächsten Schritt entscheiden Sie, welcher Scanner

auf Virenjagd gehen soll. Für einen ersten Überblick reicht es meist aus, den voreingestellten Scanner von Eset von der Leine zu lassen. Wird dieser fündig, können Sie im Nachgang noch weitere Scanner auf Windows hetzen. Schlagen auch diese Alarm, sollten Sie sich die in Firefox automatisch öffnende Ergebnisliste genauer anschauen. Im Reiter „Experte“ können Sie noch das Durchsuchen von Archiven und Mailboxen aktivieren. Doch

Verschlüsselte Festplatten scannen

Wer seine Festplatte mit Microsofts Bitlocker verschlüsselt hat, kann das Laufwerk direkt aus dem Scan-Assistenten heraus einbinden. Dafür müssen Sie es lediglich auswählen und nach den Scanner-Updates das Bitlocker-Passwort eingeben. Das klappt auch, wenn Sie den PC via TPM entsperren und den 48-stelligen Wiederherstellungsschlüssel eingeben.

Im Test hat das in der Redaktion problemlos mit einer unter Windows 10 21H2 sowie mit einer unter Windows 11 22H2 verschlüsselten Systempartition und mit einem USB-Stick geklappt. Mit kommenden Windows-Updates könnte es aber nicht mehr funktionieren. Das Problem ist, dass Microsoft in Windows-Updates manchmal

an der Bitlocker-Schraube dreht und die Entwickler der Mount-Tools unter Linux erst mal nachziehen müssen. Wenn das erfolgt ist, bringen wir Desinfec't auf den aktuellen Stand.



Wer mit VeraCrypt verschlüsselte Daten scannen möchte, muss die Container beziehungsweise Laufwerke über den VeraCrypt-Client im Expertentools-Ordner einbinden. Um Festplatten einzubinden, müssen Sie VeraCrypt starten. Nun wählen Sie den verschlüsselten Datenträger aus und mounten diesen im VeraCrypt-Client. Die Festplatte taucht dann im Scan-Assistent zur Auswahl auf. Haben Sie Ihre Systemplatte komplett verschlüsselt, müssen Sie noch die Option „Partition mithilfe der Systemverschlüsselung einhängen (Pre-Boot Authentifizierung)“ auswählen. Im Scan-Assistenten taucht die Festplatte aber nicht als Windows-Partition auf, sondern Sie müssen sie über „einen Ordner scannen“ auswählen.

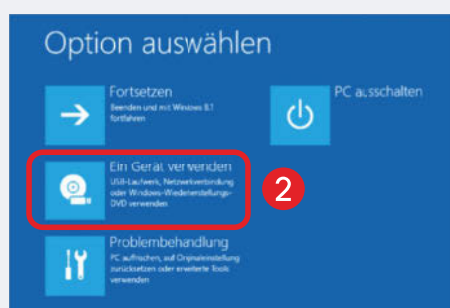
Desinfec't starten

Vermuten Sie, dass ein Schädling sein Unwesen auf Ihrem Windows-PC treibt, kommt Desinfec't zum Einsatz. Fahren Sie dazu den PC herunter. Schließen Sie dann den Desinfec't-Stick an. Schalten Sie den PC wieder ein und drücken sofort entweder F8, F10, F11 oder F12, damit das BIOS-Bootmenü erscheint. Bei manchen Computern rufen Sie dieses Menü mit der Esc- oder Enter-Taste auf. Wenn all das nicht klappt, suchen Sie auf Ihrem Smartphone nach Ihrem Computermodell sowie „BIOS Bootmenü“, um die richtige Taste zu finden.

Erscheint das Menü, wählen Sie im Anschluss das Medium mit Desinfec't aus und starten Sie davon. Funktioniert das nicht, müssen Sie den Umweg über das vollständige BIOS-Menü gehen. Dieses rufen Sie meist durch das Drücken der Taste Entf oder F2 auf, aber je nach PC sind auch andere Tasten denkbar.

Im BIOS stellen Sie die Boot-Reihenfolge so ein, dass das Medium mit Desinfec't zuerst startet. Wollen Sie nur einen Routinecheck machen, können Sie Desinfec't auch direkt aus einem Windows 10

oder 11 starten. Das funktioniert aber nur, wenn das System im UEFI-Modus läuft. Dafür halten Sie die Umschalttaste (Shift) gedrückt (1) und klicken im Startmenü auf Neustart. Im anschließend auftauchenden Bildschirm bestätigen Sie den Punkt „Ein Gerät verwenden“ (2). Als Nächstes wählen Sie das Medium mit Desinfec't aus (3). Nun fährt Windows herunter und bootet automatisch das Notfallsystem. Klappt der Start partout nicht, wählen Sie bitte im Desinfec't-Bootmenü die Option „Safe Mode“ aus.



Vorsicht: Da Desinfec't solche Dateien im Arbeitsspeicher entpacken muss, kann das bei sehr großen Archiven zu Abstürzen führen.

Wenn Scanner eine Datei für schädlich halten: Bewahren Sie Ruhe. Es kann sich durchaus um einen Fehllarm handeln. Vor allem ClamAV neigt dazu, Dateien vorschnell zu verurteilen. Um Funde besser einschätzen zu können, laden Sie die Dateien direkt aus der Ergebnisliste zum Online-Analysedienst VirusTotal hoch. Dort schauen rund 60 Scanner auf den potenziellen Schädling und geben ihre Einschätzung ab. Oft helfen auch von anderen Nutzern verfasste Kommentare beim Einordnen.

Handelt es sich allem Anschein nach tatsächlich um einen Schädling, machen Sie diesen in der Ergebnisliste über die Schaltfläche „Umbenennen“ unschädlich. Dabei löscht Desinfec't die Datei nicht, sondern hängt an den Dateinamen die Endung .VIRUS an. Das führt dazu, dass Windows etwa die Datei „Trojaner.exe.VIRUS“ nicht mehr ausführen kann. Dieser Ansatz hat den Vorteil, dass Sie den Vorgang durch einfaches Entfernen von .VIRUS rückgängig machen können. Das

ist hilfreich, wenn eine legitime Datei irrtümlich als Virus abgestempelt wurde und beispielsweise ein Dienst nicht mehr funktioniert. Ist das bei vielen Dateien passiert, hilft das auf die Dateiendung .VIRUS zugeschnittene Skript „Umbenennung rückgängig machen“ im Ordner „Expertentools“ weiter.

Für Profis

Achtung: Die zwei im Expertentools-Ordner aufrufbaren Virenjäger Open Threat Scanner (OTS) und Thor Lite richten sich an Nutzer, die sich mit Malwareanalyse und Incident Response auskennen. Damit kann man hoch entwickelter Malware wie Emotet auf die Spur kommen. Damit das gelingt, braucht es aber Erfahrung, die Ergebnisse richtig zu deuten. Auf Windows-PCs von Onkeln und Tanten ist diese Vorgehensweise überdimensioniert.

OTS baut auf Yara-Regeln, mit denen man sehr allgemein nach bestimmten Dingen in Dateien suchen kann und so gezielt bestimmte Schädlinge aufspürt. Diese Erkennungsregeln bezieht der Scanner bei der Aktualisierung aus dem GitHub-Repository von Reversing Labs. Die Regeln kommen von erfahrenen Si-

cherheitsforschern und sie gelten als äußerst präzise, sodass Fehllarme selten sind. Sie können OTS aber auch mit eigenen Yara-Regeln ausstatten [2]. Der Thor Lite Scanner von Nextron setzen auf eine Mischung aus regelmäßig aktualisierten Yara-Regeln und anderen Indicators of Compromise (IOC).

Im Expertentools-Ordner finden Sie noch weitere Werkzeuge für Profis. Mit FRED greifen Sie etwa auf die Registry der inaktiven Windows-Installation zu. Vorsicht: Wer hier nicht weiß, was er tut, kann ein Windows so beschädigen, dass das System nicht mal mehr startet. Mit PhotoRec stellen Sie mit etwas Glück versehentlich gelöschte Dateien wieder her.

(des@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Mattias Schlenker, Fit für die Zukunft, Desinfec't via BTRFS erweitern, c't 16/2017, S. 144
- [2] Mattias Schlenker, Scannen mit eigenen Waffen, Den Open Threat Scanner von Desinfec't erweitern, c't 16/2020, S. 164

Desinfec't-ISO-Datei Prüfsumme:
ct.de/yeke

Google Authenticator jetzt mit Sync, aber ohne Ende-zu-Ende-Verschlüsselung

Mit dem Update auf Version 6 hat Google seiner Authenticator-App endlich die von vielen gewünschte Synchronisierungsfunktion spendiert. Eine Analyse des Datenverkehrs deckte jedoch eine unangenehme Überraschung auf.

Der Google Authenticator ist eine der am häufigsten installierten Apps für die Zwei-Faktor-Authentifizierung TOTP (Time-based One-time Password). Mit dem Update auf Version 6 kann er die Daten des Nutzers nun über die Google-Cloud mit mehreren Geräten synchronisieren. Verknüpft man die App auf einem Smartphone zum Beispiel mit einem GitHub-Konto, erscheint der Eintrag automatisch auf allen anderen Geräten.

Das ist zwar komfortabel, aber nicht so sicher, wie man es im Jahr 2023 erwarten würde: Bei einer Analyse des Datenverkehrs der App zeigte sich, dass sie die gespeicherten Daten zwar transportverschlüsselt an die Google-Cloud schickt, jedoch nicht Ende-zu-Ende-verschlüsselt

(E2E). Das bedeutet, dass Google die synchronisierten TOTP-Geheimnisse mitlesen kann. Und wenn es einem Angreifer gelingt, das Google-Konto zu kapern, kann er die Daten missbrauchen, um gültige Einmalpasswörter für die hinterlegten Dienste zu generieren. Die TOTP-Daten sind bei der Übertragung lediglich Base32-kodiert, jedoch abgesehen von TLS nicht weiter geschützt.

Eine einfache, aber effektive Möglichkeit, sicherheitsbewussten Nutzern eine Ende-zu-Ende-Verschlüsselung anzubieten, wäre ein Sync-Passwort, das nur der Nutzer kennt. Mit diesem Passwort könnte man die Daten vor der Übertra-

gung lokal verschlüsseln. Zum Entschlüsseln müsste es nach der Synchronisierung wenigstens ein Mal eingegeben werden. Google kennt dieses Prozedere grundsätzlich, für die Sync-Funktion des Chrome-Browsers kann man bereits ein zusätzliches Sync-Passwort einstellen. Dass der Authenticator dies derzeit nicht anbietet, hat für viel Kritik gesorgt. In Zukunft will Google daher Abhilfe schaffen: „Wir planen, E2EE für Google Authenticator in Zukunft anzubieten“, erklärte das Unternehmen in einem Statement gegenüber heise Security. Bis dahin kann man sich mit alternativen Apps wie 2FAS, Aegis oder Authy behelfen. (rei@ct.de)

```
0100 6c 73 65 72 76 69 63 65 73 2f 47 69 74 48 75 62 lservice s/GitHub
0110 2f 63 72 65 64 65 6e 74 69 61 6c 73 2f 36 39 38 /credential/698
0120 35 65 33 31 36 38 32 35 31 35 34 34 38 34 37 33 5e316825 15448473
0130 12 52 0a 50 0a 14 8f a3 8e 21 da ef c9 ad db fc .R.P....!|.....
0140 3d 33 2d 06 93 67 56 2b 6a f3 12 15 47 69 74 48 =3...gV+ j...GitH
0150 75 62 3a 6a 64 6f 65 40 67 6d 61 69 6c 2e 63 6f ub:jdoe@gmail.co
0160 6d 1a 06 47 69 74 48 75 62 20 01 28 01 30 02 42 m.GitHub...(-0.R
```

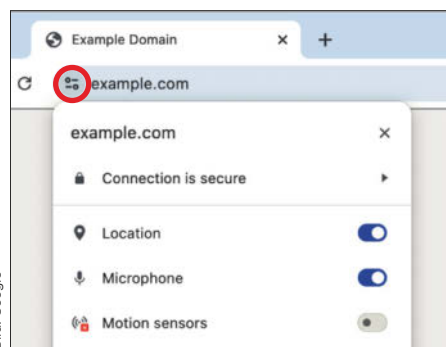
Im Datenverkehr des Google Authenticator findet man die Geheimnisse für die Zwei-Faktor-Authentifizierung. Sie sind Base32-kodiert, aber nicht konsequent verschlüsselt.

Schluss mit dem Schloss: Chrome künftig ohne HTTPS-Symbol

Viele Nutzer achten beim Surfen auf das Vorhängeschloss-Symbol in der Adressleiste, um die Vertrauenswürdigkeit einer Website zu beurteilen. Damit ist nun aber Schluss: Google entfernt Ende September das Icon aus seinem Chrome-Browser. Das ist kein Verlust, denn die Aussagekraft

des Symbols ist sehr gering. Auch Phishing- und Malwaresites können dank gratis nutzbarer Zertifikatsdienste wie Let's Encrypt mit dem Schloss glänzen. Dann wiegen sich die Nutzer durch das Schloss in falscher Sicherheit. Denn es besagt lediglich, dass die Verbindung transportverschlüsselt ist (HTTPS) und sich der Domainbesitzer ein gültiges TLS-/SSL-Zertifikat besorgt hat.

Stattdessen wird es an derselben Stelle ab Chrome 117 das neutrale „Tune“-Symbol geben, das keine Sicherheit anzeigt. Ein Klick darauf öffnet ein Menü mit relevanten Sicherheitsinformationen und Website-Einstellungen. Ausgetauscht wird das Schloss in Chrome für Desktop-Betriebssysteme und Android; bei iOS verschwindet es ersatzlos, weil es dort das Menü nicht gibt. Chrome wird HTTPS nach dem Update zwar nicht mehr aktiv anzeigen, aber weiterhin vor Websites warnen, die unverschlüsselt über HTTP übertragen. (rei@ct.de)



Anstelle des Vorhängeschloss-Symbols wird es ab Chrome 117 den neutralen Tune-Knopf geben.

Darknet: Hunderte festgenommen

Eine international konzentrierte Aktion mehrerer Strafverfolgungsbehörden hat vor gut eineinhalb Jahren den Darknet-Marktplatz „Monopoly Market“ lahmgelegt. Nun gibt es Details (siehe ct.de/yar9): Insgesamt wurden **288 Verdächtige in neun Staaten festgenommen, darunter 52 in Deutschland.**

Ihren Anfang hatte die Aktion mit dem Namen SpecTor im November 2021 genommen, als die Zentrale Kriminalinspektion Oldenburg (ZKI) in Zusammenarbeit mit dem FBI zu ermitteln begann. Bereits einen Monat später gingen die Server des illegalen Marktplatzes vom Netz. Die vom ZKI gefundenen und aufbereiteten Daten dienten Europol als Grundlage für erste Festnahmen. Weitere folgen mit hoher Wahrscheinlichkeit, denn laut Europol seien die Listen der Verkäufer und Käufer noch nicht vollständig abgearbeitet. (wid@ct.de)

Pressemitteilungen: ct.de/yar9

Späte Einsicht

Wie Apple und Google gegen Stalking per Bluetooth-Tracker schützen wollen

Eine belastbare Technikfolgenabschätzung scheint es bei Apple nicht zu geben: So sieht sich der Konzern erneut gezwungen, bei seinen Bluetooth-Trackern nachzubessern, die wiederholt zur unerwünschten Personenverfolgung missbraucht wurden. Nun soll ein Branchenstandard das Stalking per Tracker eindämmen.

Von Dušan Živadinović

So gut wie alle technischen Erfindungen lassen sich missbrauchen. Aber wie bemisst man den Schaden, den Kriminelle durch Missbrauch einer gut gemeinten Erfindung anrichten? Apples Bluetooth-Tracker AirTag soll eigentlich nur helfen, verbummelte Gegenstände wie Schlüssel oder Geldbeutel über Crowdsourcing-Netzwerke wiederzufinden. Doch Kriminelle missbrauchen sie immer wieder, um Personen nachzustellen (Stalking). Aus Apples Sicht dürfte der Missbrauch viel Schaden angerichtet haben, denn die Firma bessert immer wieder nach, um Stalking zu erschweren.

Das ist so löblich wie ärgerlich, denn es gehört wenig Fantasie dazu, vor dem Produktstart eines Trackers zu erkennen, dass er sich zum Stalking missbrauchen lässt. Einige Vorkehrungen hatte Apple getroffen, aber sie griffen zu kurz. Beispielsweise soll ein eingebauter Lautsprecher akustisch vor der Schnüffelei warnen, aber er ließ sich einfach zerstören.

Nun soll ein gemeinsam mit Google entwickelter Branchenstandard besser als bisher vor Bluetooth-Trackern warnen, und zwar auf Android- und iOS-Smartphones. Dafür haben Mitarbeiter von Apple und Google einen Entwurf unter dem Dach der Internet Engineering Task Force ver-

öffentlicht (siehe ct.de/yj9n). Er soll die Basis für Warnungen vor missbrauchten Bluetooth-Trackern verschiedener Hersteller legen, teilten die Unternehmen Anfang Mai mit. Die Tracker-Anbieter Samsung, Tile, Chipolo, eufy Security und Pebblebee haben ihre Unterstützung bereits zugesichert.

Die Spezifikation baut auf Mechanismen des AirTags auf, erklärt Apple. Dafür habe man neben anderen Herstellern auch Interessengruppen wie das National Network to End Domestic Violence konsultiert. Diese und andere Organisationen gegen häusliche Gewalt haben nach dem Verkaufsstart vor zwei Jahren eindringlich vor den Gefahren gewarnt und kritisiert, dass Apple kein externes Feedback eingeholt habe.

Der Hersteller besserte dann zwar mit Firmware-Updates nach, sodass fremde AirTags eher auf sich aufmerksam machen und auch dann, wenn etwa deren Lautsprecher zerstört wurde. Aber die Warnungen erhalten bislang vorrangig iPhones und helfen nur gegen AirTags, nicht aber gegen Stalking mit Trackern anderer Hersteller. Eine Android-App reichte Apple nach, doch diese arbeitet nicht im Hintergrund und schützt damit nicht automatisch.

Laut dem Entwurf sollen alle Tracker, die die Spezifikation umsetzen, im Verdachtsfall über Bluetooth Low Energy

Smartphones in Reichweite auf sich aufmerksam machen (Advertising). Überhaupt sei unverschlüsselte Kommunikation über Bluetooth LE Pflicht, damit einen verdächtigen Tracker beliebige Nutzer abfragen können (non-owner unencrypted connection).

Gegen jegliche Tracker

Außerdem bezieht die Spezifikation jegliche Tracker ein, also auch Geräte, die ihre Position nicht nur über Bluetooth-Crowd-sourcing ermitteln, sondern auch über „GPS/GNSS, WLAN, Mobilfunk oder sonstwie“. Der fertige Branchenstandard könnte also generell gegen Stalking per Tracker helfen, sollten ihn Regulierer verpflichtend machen.

Tracker mit Stalking-Schutz müssen intern Buch darüber führen, ob ihre Position dem Besitzer über ein Netzwerk mitgeteilt worden ist (location-enabled state) und ob sie mit einem Gerät des Besitzers verbunden sind oder nicht (near-owner state oder separated state). Der Tracker muss spätestens nach 30 Minuten physischer Trennung vom Besitzergerät den separated state protokollieren und anderen Smartphones auf Nachfrage melden. Umgekehrt soll er den near-owner state spätestens 30 Minuten nach Wiederverbindung mit Besitzergeräten protokollieren.

Die Autoren warten nun einige Monate lang auf Verbesserungsvorschläge. Bis Ende des Jahres soll die Spezifikation festgeklopft und dann in künftigen iOS- und Android-Versionen umgesetzt werden. Doch eine große Lücke bleibt: Nutzer ohne Smartphone sind auch Trackern mit Anti-Stalking schutzlos ausgeliefert.

(dz@ct.de) **ct**

Anti-Stalking-Spezifikation: ct.de/yj9n

Stalker missbrauchen Bluetooth-Tracker wie Apples AirTags, um Personen zu verfolgen. Nun planen Apple und Google eine Spezifikation, die jeglichen vernetzten Trackern Anti-Stalking-Funktionen auferlegen könnte.



Klappe, die Erste!

Google-Neuheiten: flottes Pixel 7a, erstes Pixel Fold und vielseitiges Pixel Tablet

Das erwartbar günstige Pixel 7a wird besser als gedacht. Den faltbaren Smartphones von Samsung & Co. macht Google mit einem unerwarteten Kandidaten Konkurrenz. Überraschend auch, dass Google nach langer Abstinenz mal wieder ein Android-Tablet anbietet – mit Smart-Home-Funktionen.

Von Stefan Porteck und Jo Bager

Bislang verfolgte Google stets die Strategie, dass auf ein Pixel-Telefon rund ein halbes Jahr später eine abgespeckte Version zum günstigeren Preis folgt – in diesem Jahr gibt es aber eine Überraschung: Das Pixel 7a ist kaum abgespeckt und trotzdem günstig.

Das Pixel 7a wird zum Verkaufsstart mit einem Listenpreis von 510 Euro zwar rund 50 Euro teurer als das Pixel 6a seinerzeit, könnte aber dennoch ebenfalls zum Verkaufsschlager werden, weil es eine gute Ausstattung mitbringt: Es ist das erste a-Pixel, das drahtloses Laden nach dem Qi-Standard unterstützt – wenn auch nur mit

7,5 Watt. Das Spielen und Scrollen auf dem 6,1-Zoll-Display macht mehr Spaß als beim Vorgänger, da Google die Bildwiederholrate von 60 auf 90 Hz erhöht hat.

Die Akkukapazität ist sogar gegenüber dem Pixel 7 von 4355 auf 4385 mAh gewachsen, weshalb das a-Modell wohl länger durchhalten dürfte als das Topmodell. Und auch bei der Rechenleistung und Speicherausstattung hält das 7a mit dem 7er mit: In ihm steckt der gleiche Achtkernprozessor von Google und Samsung (2,85 GHz, Tensor-G2-Architektur) und es verfügt mit 8 GByte RAM und 128 GByte Flash über dieselbe Ausstattung wie das Pixel 7, bei dem es 256 GByte Flash auch nur gegen Aufpreis gibt.

Pixel-Telefone sind darüber hinaus für ihre sehr guten Kameras bekannt. Auf diesem Feld legt das 7a ebenfalls leicht zu und steigert im Vergleich zum Vorgänger die Auflösung der Hauptkamera. Der Sensor hat 64 Megapixel (Pixel Binning) und schießt Fotos mit nun 13 statt 12 Megapixel. Die Auflösung der Ultraweitwinkelkamera wächst moderat von 12 auf 13 Megapixel. Einen Test des Pixel 7a finden Sie in der kommenden c't-Ausgabe.

Googles Klapptelefon

Die zweite Neuheit brodelte schon länger in der Gerüchteküche: Mit dem Pixel Fold

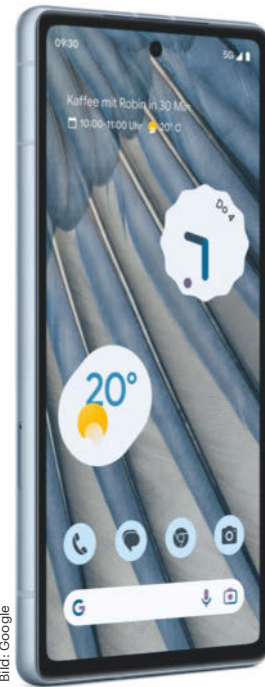


Bild: Google

Das Pixel 7a sieht auf den ersten Blick genauso aus wie das reguläre Pixel 7. Erstmals ist auch die Hardware nur wenig abgespeckt.

präsentiert Google sein erstes faltbares Handy. Das Fold soll zusammengeklappt nur 1,3 Zentimeter dick sein und aufgeklappt sogar dünner als 6 Millimeter. Damit wäre es das derzeit flachste Foldable. Aufgeklappt verfügt das 120-Hz-OLED-Display über eine Diagonale von 7,6 Zoll (rund 19 Zentimeter). Zusammengeklappt bedient man das Fold über sein zweites, außen liegendes Display, das mit einer Diagonalen von 5,8 Zoll (rund 15 Zentimeter) kaum kleiner ausfällt als bei herkömmlichen Smartphones.

Wegen der schlanken Bauweise bleibt im Gehäuse kaum Platz für die Kamerahardware. Entsprechend betont Google, dass die Kameras die gleiche gute Fotoqualität bieten sollen, die man von Pixel-Telefonen gewohnt ist. Der Hauptkamera mit 48 MP stehen eine Tele- und Ultraweitwinkellinse zur Seite. Damit könnte sich Google von der Konkurrenz absetzen. So bleibt etwa bei Samsung die Kamera des Galaxy Z Fold 4 hinter der des Galaxy S23 zurück. Der Akku hat eine Kapazität von 4821 mAh und soll genug Energie für mehr als 24 Stunden Laufzeit liefern.

Abseits der Hardware hat das Pixel Fold einige clevere Softwaretricks parat: Halb bis dreiviertel aufgeklappt lässt es sich mit einigen Google-Apps ähnlich wie ein Notebook aufstellen. So zeigt YouTube auf der oberen Hälfte des Displays das Video und auf der unteren die Steuerelemente. In diesem Modus braucht man



Bild: Google

Im Dock verhält sich das Pixel Tablet wie ein sehr großes Smart Display und steuert Smart-Home-Komponenten oder spielt als Google-Cast-Senke Musik und Videos ab.

für Fotos auch kein Stativ. Man stellt das halb geöffnete Fold einfach ab, richtet die Neigung aus und löst dann die Aufnahme per Sprachbefehl aus. Ebenfalls praktisch: Selfies nimmt das aufgeklappte Fold mit der qualitativ besseren Hauptkamera seiner Rückseite auf und präsentiert gleichzeitig auf seinem zweiten Screen neben der Kamera das Sucherbild. Bei allen anderen Anwendungen unterstützt das Fold Multitasking und eine Split-Screen-Ansicht, die sogar eine Taskleiste mitbringt.

Das Pixel Fold soll in den kommenden Monaten zu einem Preis von 1900 Euro auf den Markt kommen. Das Einstiegsmodell wird über eine Speicherkapazität von 256 GByte verfügen. Gegen Aufpreis gibt es 512 GByte. Bis zum Marktstart will Google weiter mit App-Entwicklern daran arbeiten, möglichst viele Apps fit für die größere Bildschirmfläche zu machen. Das dürfte auch der dritten Neuerung zugutekommen: Etliche Jahre nach dem Nexus 9 hat Google wieder ein Tablet vorgestellt.

Das erste Google-Tablet seit 2014

Das Pixel Tablet hat eine Diagonale von 11 Zoll (28 Zentimeter) im 16:10-Format und löst mit 2560 × 1600 Bildpunkten auf. Der eingebaute Akku bietet eine Kapazität von 27 Wattstunden und soll beim Videostreaming bis zu zwölf Stunden durchhalten. Angetrieben wird das Tablet vom gleichen Tensor-G2-SoC, das auch in den Pixel-Telefonen zum Einsatz kommt. Damit dürfte es auch genug Rechenpower für Spiele und 4K-Videos haben. Der CPU stehen 8 GByte RAM und 128 GByte Flash-Speicher sowie die Mali-G710-Grafikeinheit zur Seite.

Fast spannender als die Hardware ist aber die Idee, das Tablet als Hybridgerät anzubieten: In der Packung liegt eine Dockingstation, die das Tablet magnetisch aufnimmt und mit Strom versorgt. Im Dock lässt es sich wie ein Smart Display nutzen. Die Oberfläche schaltet dafür in einen sogenannten Hub-Modus, der der Oberfläche der Smart Displays von Nest ähnelt.

Sobald man das Tablet ins Dock stellt, gibt es den Ton nicht nur über seine vier integrierten Lautsprecher aus, sondern es schaltet sich der voluminösere Lautsprecher im Fuß des Docks dazu, was einen satteren Bass verspricht. Im Dock lässt es sich dann als Smart-Home-Zentrale und als Audio- und Videoplayer nutzen, indem

Das Fold hat den bekannten Look der anderen Pixel-Telefone und soll das dünnste Klapphandy sein.



Bild: Google

es sich im Netzwerk als Google-Cast-Empfänger anmeldet.

Das Pixel Tablet kommt am 20. Juni zum Preis von 680 Euro auf den Markt. Einzelne Docks, etwa für weitere Räume, will Google für 150 Euro pro Stück anbieten. Darüber hinaus soll es noch eine Schutzhülle für 100 Euro geben. Sie verdeckt nicht die Pogo-Pins fürs Laden im

Dock und hat an der Rückseite einen ausklappbaren Metallring, der im Tablet-Modus als Standfuß dient, falls man das Gerät außerhalb des Docks abstellen möchte. Eine Tastatur erwähnt Google aber nicht, überlässt einen Notebook-ähnlichen Betrieb also voraussichtlich Konkurrenten wie Samsung Galaxy Tab und Apple iPad. (spo@ct.de) **ct**

Googles KI-Offensive, demnächst

Bei der Hausmesse Google I/O kamen die Pixel-Geräte erst nach dem Thema dran, auf das die IT-Welt gewartet hatte: Wie würde Google auf die Konkurrenz von ChatGPT & Co. reagieren? So präsentierte CEO Sundar Pichai Version 2 des Sprachmodells PaLM. Es sei auf mehrsprachige Texte trainiert, umfasse jetzt 100 Sprachen und komme mit Logik, gesundem Menschenverstand und Mathematik ebenso klar wie mit der Programmierung „gängiger“ Programmiersprachen.

25 Produkte sollen bald auf PaLM 2 aufsetzen. So soll das speziell auf medizinische Fragestellungen trainierte Med-PaLM 2 zum Beispiel bei Diagnosen helfen. Auch Nutzern von Googles Office-Anwendungen werde PaLM 2 unter die Arme greifen. Der wichtigste Einsatzbereich von PaLM dürfte aus Googles Sicht aber Bard sein, Googles mit ChatGPT vergleichbarer Chatbot.

Bard unterstützt außer Englisch jetzt auch Japanisch und Koreanisch, „bald“ sollen 40 weitere Sprachen hinzukommen. Google will Bard mit der Suche und der visuellen Such-App Lens verknüpfen. Wer den Bot zum Beispiel nach Sehens-

würdigkeiten in New Orleans fragt, soll neben Texten auch Bilder aus der Suche erhalten. Im Zusammenspiel mit Lens soll Bard multimodal werden. Das bedeutet, Benutzer werden auch Fragen zum Inhalt von Fotos stellen können, die sie zu Bard hochladen. Außer mit Googles Anwendungen soll sich Bard auch mit externen Apps nutzen lassen, zum Beispiel Adobes Bildgenerator Firefly.

KI soll auch die Suche wesentlich verbessern, Googles Kerngeschäft. Als Beispiel diene eine komplexe Frage: „Was ist besser für eine Familie mit Kindern unter drei Jahren und einem Hund, der Bryce Canyon oder der Arches-Nationalpark?“ Derzeit würden Nutzer so etwas in mehrere Teilanfragen aufteilen und die Ergebnisse selbst zusammenpuzzeln. Zukünftig soll die Suche solche Fragen direkt beantworten und auch hilfreichere Vorschläge für weitergehende Fragen machen als bisher.

Ein großer Wermutstropfen: Die verbesserte Suche und fast alle anderen KI-Neuerungen sind nur Ankündigungen und – speziell für deutsche Nutzer – derzeit nicht verfügbar.

Mobilprozessoren Ryzen 7040U: AMD will Apples M2 übertrumpfen

Mit bis zu acht Zen-4-Kernen, KI-Koprozessor und RDNA3-Grafik sollen die U-Varianten der Ryzen 7000 viel Rechenleistung in schlanke Notebooks packen. Bis man sie kaufen kann, vergehen aber noch Monate.

Bereits zum Jahresanfang hatte der Chiphersteller AMD das gesamte Portfolio an Ryzen-7000-Mobilprozessoren für 2023 angekündigt, sich zu den Ryzen 7040U „Phoenix“ mit Zen-4-Architektur und 15 bis 30 Watt Thermal Design Power aber bedeckt gehalten. Nun hat AMD den Schleier gelüftet: Das Spitzenmodell Ryzen 77840U tritt mit acht CPU-Kernen an, die mit bis zu 5,1 GHz arbeiten. Nominal taktet es mit 3,3 GHz. In diesen Chip sowie in den Sechskerner Ryzen 57640U integriert AMD einen Koprozessor für KI-Anwendungen (Ryzen AI), der vom Anfang 2022 übernommenen FPGA-Hersteller Xilinx stammt. Er beschleunigt unter anderem die Berechnung von Hintergrundeffekten der Kamera-App von Windows 11.

In der im Ryzen 77840U enthaltenen Radeon-780M-GPU rechnen 768 Shader-Kerne mit bis zu 2,7 GHz Takt. Bei den schwächeren Prozessoren deaktiviert AMD Teile der Grafikeinheiten und nennt sie Radeon 760M mit 512 beziehungsweise Radeon 740M mit 256 Shadern. Die GPUs entlasten die CPU-Kerne beim De- und Enkodieren von Videos im AV1-Format. Die Notebookhersteller können die Ryzen 7040 mit LPDDR5X-7500- oder DDR5-5600-RAM kombinieren.

AMD verspricht, dass der Achtkerner Ryzen 77840U 29 bis 128 Prozent

AMD Ryzen 7040U

Prozessor	Kerne / Threads	Takt / Turbo	Grafik	KI-Koprozessor
Ryzen 7 7840U	8 / 16	3,3 / 5,1 GHz	Radeon 780M	✓
Ryzen 5 7640U	6 / 12	3,5 / 4,9 GHz	Radeon 760M	✓
Ryzen 5 7540U	6 / 12	3,2 / 4,9 GHz	Radeon 740M	–
Ryzen 3 7440U	4 / 8	3,0 / 4,7 GHz	Radeon 740M	–

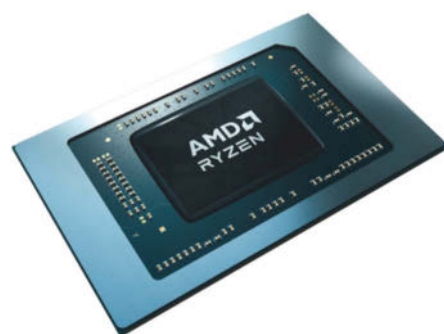


Bild: AMD

Die Chips für die AMD Ryzen 7040U laufen bei TSMC in 4-Nanometer-Technik vom Band.

schneller rechnet als Intels Core i7-1360P mit vier Performance- und acht Effizienz-kernen. Zudem vergleicht der Chiphersteller diese CPU mit Apples M2 (4P+4E). Bei Browsing, Bildbearbeitung und 3D-Rendering soll der Ryzen-Prozessor mit 5 bis 9 Prozent Vorsprung knapp vorn liegen. Nicht näher spezifizierte Multiprocessing-Anwendungen und den CPU-Benchmark Passmark 10 soll er hingegen über 70 Prozent schneller absolvieren. Erste Geräte mit Ryzen 7040U kommen wohl erst spät im zweiten Halbjahr, dazu gehört das modulare Framework Laptop 13. (chh@ct.de)

Luma: Matrox-Grafikkarten mit Intel-Chips

Intel hat einen weiteren Partner für seine Arc-Grafikchips gewonnen. Der kanadische 2D- und Videospezialist Matrox hat die **drei sparsamen Single-Slot-Grafikkarten Luma A310 (30 Watt), A310F (50 Watt) und A380 (75 Watt)** angekündigt, von denen keine eine separaten Netzteilanschluss benötigt. Die A310 kommt sogar ohne Lüfter aus. Sie nutzen Intels Arc-Grafikchip ACM/DG2-G11 in der Konfigura-

tion A310 mit nur 96 Shader-Blöcken oder den stärkeren A380 mit 128.

Da die 3D-Leistung bei Matrox traditionell kaum eine Rolle spielt, unterscheiden sich die Karten hauptsächlich beim Grafikspeicher und den Displayanschlüssen: Die beiden A310-Modelle haben vier GByte und vier Mini-DisplayPorts, die A380 sechs GByte und vier großformatige DisplayPorts. Damit steuern sie maximal vier Displays mit 5K60 (5120 × 2880 Pixel) im HDR-12b-Modus an, alternativ zwei Bildschirme mit 8K-Auflösung oder 5K bei 120 Hertz. Mit Matrox' Software PowerDesk und dem kostenpflichtigen MuraControl lassen sich etwa Videowalls einrichten, alle drei Luma-Karten verfügen über Hardware-En- und Dekoder für die verbreiteten Video-Codex H264, H265, VP9 und das moderne AV1. Wann und zu welchem Preis die Karten in Deutschland erhältlich sein werden, ließ Matrox bis Redaktionsschluss offen. (csp@ct.de)

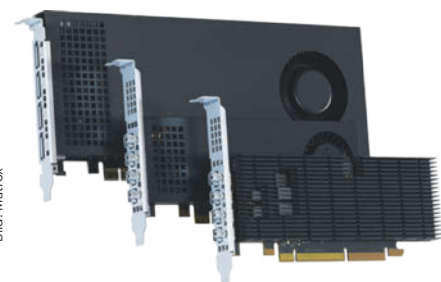


Bild: Matrox

Alle drei Matrox-Luma-Karten tragen Intels kleinsten Arc-Grafikchip, aber in unterschiedlichen Ausbaustufen.

Kurz & knapp

AMD spendiert der AM4-Plattform weitere fünf Jahre. Die kürzlich erschienenen **Embedded-Prozessoren Ryzen 5000E** sollen für Industriekunden bis ins Jahr 2028 erhältlich sein. Sie takteten deutlich langsamer als die Desktopvarianten. Das Spitzenmodell Ryzen 5950E schafft lediglich 3,4 GHz (nominal 3,05 GHz) im Vergleich zum Ryzen 9 5950X mit 4,9 GHz (nom. 3,4 GHz).

NZXT bietet die **Wasserkühlung Kraken Elite** mit 240-, 280- oder 360-Millimeter-Wärmetauscher an. Als Besonderheit sitzt auf dem CPU-Kühlblock mit integrierter Pumpe ein Display mit einer Auflösung von 640 × 480 Pixeln und 60 Hertz Wiederholrate, das per Windows-Software die CPU-Temperatur, Bilder oder animierte GIFs anzeigt. Die Wasserkühlung kostet je nach Größe zwischen 250 und 310 Euro.

Überreizt

Defekte Ryzen-7000-Prozessoren durch Übertakterspeicher

Hohe Spannungen für schnelleres RAM können AM5-CPU's überhitzen, wodurch sie sich und das Mainboard zerstören. BIOS-Updates sollen das Risiko senken, aber das grundlegende Problem bleibt bestehen.

Von Christian Hirsch

Während der vergangenen Wochen häuften sich in Internetforen Berichte über defekte Ryzen-7000-Prozessoren, die sich so stark erwärmt hatten, dass der CPU-Träger sich nach unten wölbte und teilweise das Plastik der Fassung auf dem Board schmolz. Betroffen sind überproportional häufig Systeme mit X3D-Prozessoren, die zusätzlichen, aufgestapelten Level-3-Cache tragen.

Eigentlich sollten solche Schäden seit fast zwei Jahrzehnten der Vergangenheit angehören. Denn alle Prozessorhersteller integrieren in ihre Chips eine zweistellige Anzahl an Temperatursensoren sowie Schutzschaltungen, die eine heiß laufende CPU drosseln und notfalls abschalten.

Ursache für das Versagen ist wohl eine Kombination mehrerer Faktoren: Die meisten Betroffenen haben ihren Prozessor nicht manuell übertaktet, aber schnellen Arbeitsspeicher wie DDR5-6000 eingebaut, der diese vom Hersteller versprochenen hohen Taktfrequenzen und kurzen Latenzen erst mit erhöhter Spannung erreicht. Damit die Anwender nicht von Hand im BIOS-Setup eine zweistellige Auswahl an Timing-Parametern passend einstellen müssen, enthalten diese Übertakter-DIMMs erweiterte Speicherprofile wie AMDs Extended Profiles for Overclocking (EXPO) oder Intels Extreme Memory Profile (XMP).

EXPO und XMP sind nicht automatisch aktiv, sondern Nutzer müssen sie im

BIOS-Setup aktivieren, was auch Konsequenzen für die Schadenshaftung hat, auf die wir noch eingehen.

Notabschaltung durchgebrannt

Durchs Einschalten von EXPO oder XMP erhöht das Mainboard jedoch nicht nur die RAM-Versorgungsspannung von 1,1 Volt auf zumeist 1,25 Volt, sondern dreht auch Spannungen der CPU hoch. Denn bei Ryzen-7000-Prozessoren liegt der Speichercontroller in der gleichen Taktdomäne wie zum Beispiel die Hochgeschwindigkeitsschnittstelle Infinity Fabric, die unterschiedliche Funktionsblöcke der CPU miteinander verbindet. Damit auch diese mit dem höheren Takt des Overclocking-RAM stabil läuft, steigern die Board-Hersteller die sogenannte SoC-Spannung des Prozessors, die normalerweise 1,1 Volt beträgt. Das MSI Pro B650-P WIFI hob sie mit DDR5-6000 EXPO als Spitzenreiter unserer Stichprobe auf 1,36 Volt an.

Für die in 5- und 6-Nanometer-Technik gefertigten Chiplets der Ryzen 7000 ist das wohl zu viel. Eine anonyme Quelle steckte dem Onlinemagazin Tom's Hardware Guide, dass die hohe SoC-Spannung perfiderweise zuerst die Schaltkreise durchbrennen lässt, die dem Schutz vor zu hohen Temperaturen und elektrischen Strömen dienen. Der YouTuber der8auer hatte kürzlich einen defekten Ryzen 9 7900X vom Heatspreader befreit. Dabei offenbarte sich, dass die dünne Schicht Indium zwischen Halbleiter-Die und Metalldeckel der CPU geschmolzen war. Der Schmelzpunkt von Indium liegt bei 157 Grad Celsius, die Notabschaltung hätte aber bereits bei 125 Grad Celsius eingreifen müssen. Ryzen 7000X3D sind stärker gefährdet, weil sie durch den aufgestapelten Level-3-Cache die Wärme schlechter abführen.

AMD hat deshalb Ende April den AGESA-Firmware-Rohling in Version 1.0.0.7 an die Board-Hersteller geschickt, der die SoC-Spannung auf 1,3 Volt be-

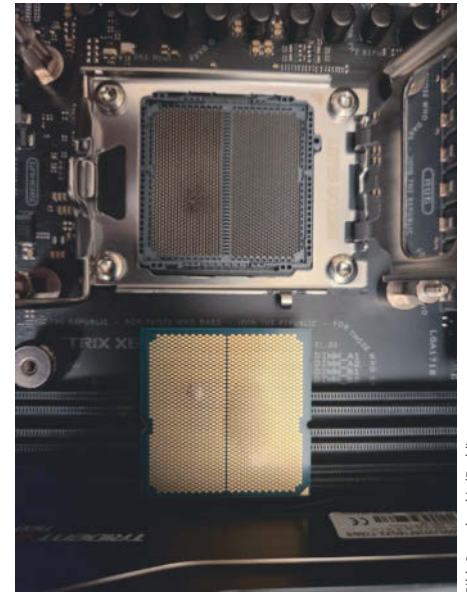


Bild: Speedrookie/Reddit

grenzt, was wir in unseren Tests bestätigen konnten. Inzwischen bieten die meisten Hersteller für ihre AM5-Boards aktualisierte BIOSe mit dieser Firmware zum Download an. Asus ging noch einen Schritt weiter und hat alle früheren Versionen offline genommen.

Marketing schlägt Verstand

Die Prozessor-, Mainboard- und DIMM-Hersteller bewerben ihre Produkte häufig mit Benchmarks, die mit RAM-Geschwindigkeiten weit oberhalb der selbst festgelegten Spezifikationen ermittelt wurden. Obwohl AMD maximal DDR5-5200 freigegeben hat, verwendet der CPU-Hersteller DDR5-6000-Speicher für die Referenzwerte des Ryzen 7 7800X3D. Den meisten Anwendern dürfte dabei nicht bewusst sein, dass es sich bei EXPO und XMP um Overclocking handelt, was zum Verlust der Garantie für die Hardware führt. Weil der Nutzer die erweiterten Profile selbst im BIOS-Setup aktivieren muss, können sich die Hersteller geschickt aus der Verantwortung ziehen. Warnhinweise fehlten bisher, die hat zum Beispiel Asus erst mit den kürzlich veröffentlichten Firmware-Updates hinzugefügt.

Wer EXPO- oder XMP-DIMMs mit Ryzen 7000 einsetzt, sollte unbedingt die aktuellen BIOS-Updates einspielen. Wir verzichten bei unseren c't-Bauvorschlägen bewusst auf Übertakter-RAM. Leben Sie lieber mit ein paar Prozent weniger Performance, anstatt Hardware für mehrere Hundert Euro in Rauch aufgehen zu lassen. (chh@ct.de) **ct**

Lüfterloser Industrie-PC mit Alder Lake-N

Aaeon liefert den Mini-PC UP Squared Pro 7000 Edge mit Prozessoren aus Intels Baureihen Atom x7000E und N50/N97/Core i3-N305.

Die Asus-Tochterfirma Aaeon verkauft ab etwa 370 Euro den lüfterlosen Mini-PC UP Squared Pro 7000 Edge, der sich etwa für Steuerungsfunktionen eignet. Er ist mit dem Doppelkerner Intel N50, den Vierkernern N97, einem Atom x7425E oder dem Achtkerner Core i3-N305 zu haben. Zur Ausstattung gehören mindestens 4 GByte aufgelötetes LPDDR5-RAM sowie 32 GByte eMMC-Flash; alternativ gibt es Modelle bis 16 GByte RAM und mit 64 GByte Flash.

Die auch ohne Gehäuse erhältlichen Mainboards haben je zwei M.2-Fassungen für SSDs (2280/2230), die vergleichsweise langsam mit PCIe 3.0 x2 beziehungsweise x1 angebunden sind. Ein SATA- und zwei Ethernet-Ports sind ebenfalls vorhanden, letztere mit 2,5 Gbit/s.

Eine Besonderheit für x86-Rechner ist der vom Raspi bekannte, 40-polige GPIO-Pfostenstecker. Wie kompliziert er sich unter Linux ansteuern lässt, ist unklar

– die Dokumentation dazu fehlt anscheinend. Ebenfalls offen lässt Aaeon, ob sich bei der Variante mit Atom x7425E die In-Band-ECC-Funktion zum Erkennen und Korrigieren von RAM-Fehlern aktivieren lässt. Die CPU-Familie mit dem Codenamen Alder Lake-N löst die Billigprozessoren Celeron N und Pentium Silver ab und der Atom x7000E ist die länger lieferbare Embedded-Version. Die neuen Prozessoren haben CPU-Kerne vom Typ

Gracemont, die auch als E-Kerne in aktuellen Core-i-Prozessoren rechnen.

Die teuerste Variante des UP Squared Pro 7000 Edge mit Core i3-N305 und 16 GByte RAM kostet rund 540 Euro, die billigste Version des nackten Mainboards mit N50 und 4 GByte etwa 270 Euro. Beim Distributor Mouser sind die Boards erst ab etwa August lieferbar, im Online-Shop von Aaeon wohl früher.

(ciw@ct.de)

Der passiv gekühlte Up Squared Pro 7000 Edge hat einen Intel-Prozessor mit zwei, vier oder acht E-Kernen sowie 2,5-Gbit/s-Ethernet und eine 40-polige GPIO-Leiste.



Bild: Aaeon

Clip-Fassung für Raspi Pico

Der für unter 5 Euro erhältliche Raspberry Pi Pico mit dem Mikrocontroller RP2040 lässt sich in andere Schaltungen integrieren. Um die Montage zu erleichtern, hat die Firma Edac den **Kantenverbinder Clipzin mit 20 Federkontakten** entwickelt. Lötet man zwei dieser Clipzin-Leisten im richtigen Abstand auf die Trägerplatine, kann man einen Pico ohne Werkzeug in diese Halterung drücken, sodass er einrastet. Die Federn greifen in die seitlichen Kerben der jeweils 20 Kontaktstellen an den Längsseiten des Pico. Auch andere Mikrocontrollerboards haben Kontakte mit ähnlichen Kerben.

Edac spricht von einer „semipermanenten“ Montage, weil man das Pico-Plättchen leicht wieder entnehmen kann. Ähnliche Clipzin-Leisten gibt es auch mit weniger Kontakten für Boards wie Arduino Nano. Die Preise des Distributors Farnell beginnen bei etwa 2,50 Euro pro Leiste.

(ciw@ct.de)

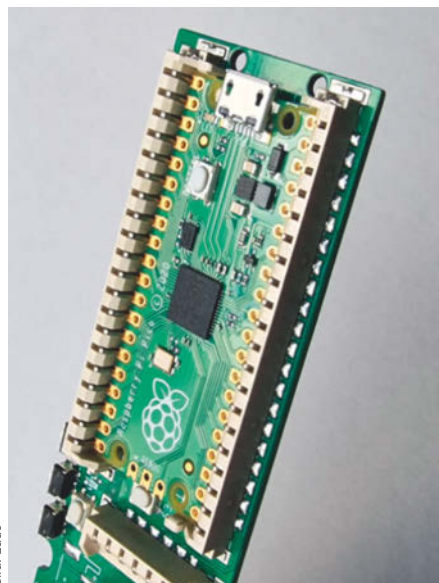


Bild: Edac

Der Kantenverbinder Clipzin stellt nicht nur Kontakt her, sondern hält passende Platinen mit Federwirkung fest.

USB-Schnell-laden im Auto

Mit dem **Controllerchip Infineon EZ-PD CCG7D** lassen sich **USB-PD-Buchsen in Autos** einbauen, die bis zu 100 Watt Ladeleistung liefern und zusätzlich den Display-Port Alternate Mode (DP Alt Mode) unterstützen. Darüber kann ein angeschlossenes Smartphone seine Anzeige auf ein Display im Auto spiegeln. In umgekehrte Richtung kann das Infotainmentsystem des Fahrzeugs Videodaten an VR-Brillen senden; hoffentlich nutzen das während der Fahrt nur die Mitfahrer, die zudem nicht leicht seekrank werden dürfen.

Der EZ-PD CCG7D ist nach dem Standard AEC Q-100 für sichere und zuverlässige Automobilchips spezifiziert. USB Power Delivery (USB PD) ermöglicht schnelles Laden von Smartphones und anderen akkubetriebenen Geräten.

(ciw@ct.de)

Windows 10: 22H2 ist die letzte Version

Wird es noch ein Funktionsupdate für Windows 10 geben? Darauf antwortet Microsoft nun unmissverständlich: nein.

Microsoft hat auf einer aktualisierten Release-Infoseite klargestellt, dass die derzeit aktuelle Windows-10-Version 22H2 keine Funktionsupdates mehr bekommen wird. 22H2 soll bis zum Support-Ende von

Windows 10 weiterhin monatlich Sicherheitsupdates bekommen, das letzte Mal am 14. Oktober 2025, was für alle Editionen von Home bis Enterprise gilt. Bei den Editionen mit Langzeitsupport („LTS...“ im Namen) sowie bei Windows 11 ändert sich nichts.

Abgesehen von den LTS-Varianten bekommen damit nur noch zwei Windows-10-Versionen überhaupt Updates,

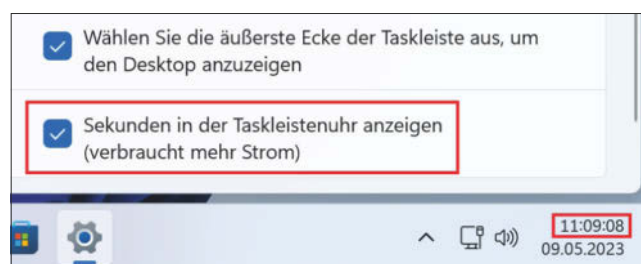
nämlich 22H2 und 21H2. Letztere wird in den Enterprise- und Education-Editionen noch bis Mitte 2024 unterstützt. Home und Pro fallen bei Version 21H2 bereits am 13. Juni 2023 aus dem Support, also in wenigen Wochen. Wer kein Großkunde ist und mit seinem Windows 10 noch nicht auf Version 22H2 steht, sollte das Funktionsupdate rasch installieren. (jss@ct.de)

Windows 11: Taskleiste wird besser

Microsoft hat sich offenbar dazu entschieden, bei Windows 11 ein wenig mehr als bisher auf seine Kunden zu hören. Nachdem Version 22H2 vor ein paar Monaten bereits die Möglichkeit bekam, per Rechtsklick auf der Taskleiste den Task-Manager zu öffnen, dürfte es bald auch möglich sein, die **Uhrzeit auf der Taskleiste sekundengenau anzuzeigen** zu lassen. In aktuellen Windows-11-Vorabversionen im Betatestprogramm Windows Insider ist die Option bereits enthalten, und zwar in den Updatekanälen Canary, Dev und Beta.

Offenkundig soll es auch die bislang schmerzlich vermisste Option geben, die Taskleiste so einzustellen, dass die Icons mehrerer Fenster des gleichen Programms nicht zu einem Sammel-Icon gruppiert

Microsoft hört auf seine Kunden: Die Taskleiste von Windows 11 bekommt einst selbstverständliche Funktionen zurück.



werden, wie unter Windows 10. Darauf deuten nicht nur Gerüchte hin, ein Hinweis darauf steckt schon im ganz normalen Windows 11 in Version 22H2. Sucht man in der Einstellungen-App nach „taskbar“ oder nach „combine“, spuckt die Suchfunktion unter anderem eine Option namens „Anpassen, wie ähnliche Fenster

gruppiert werden sollen“ aus. Klickt man den Eintrag an, landet man in den Taskleisteneinstellungen im Bereich „Verhalten der Taskleiste“. Die Funktion ist dort aber nicht auffindbar. Dass die Suchfunktion sie bereits aufspürt, dürfen Interessenten getrost als gutes Zeichen werten. (jss@ct.de)

Bilder, die Geschichte machten



Eine Bilanz
von
Guido Knopp

5 Bilder, die Geschichte schrieben



Diese wurden einmalig von NIFTEE in Zusammenarbeit mit dem Historiker **Guido Knopp** mit persönlichen Widmungen auf der Blockchain als digitale Assets verwahrt. Darunter sind u. a. Buzz Aldrin, Fritz Walter und das Mädchen aus Vietnam Kim Phuc.

Werden Sie selbst Teil der Geschichte, indem Sie die digitalen Unikate erwerben – als Beginn Ihrer digitalen Sammlung ohne spezielle Vorkenntnisse und mit üblichen Zahlungsmethoden.

Wenn Sie mehr über die Technologien der Zukunft wissen wollen und wie diese auch für historische Themen interessant sein können besuchen Sie uns auf **niftee.eu**

NIFTEE



Mozilla, ARD und ZDF bauen Mastodon-Engagement aus

Die Twitter-Alternative Mastodon nimmt weiter Fahrt auf. Neben dem Internet-Schwergewicht Mozilla engagieren sich auch deutsche Rundfunkanstalten mit eigenen Instanzen.

Mozilla hat seine Mastodon-Instanz `mozilla.social`, mit der er seit Ende letzten Jahres experimentiert, in eine private Beta überführt. Interessierte können sich in eine Warteliste für einen Zugang eintragen (siehe ct.de/ytv7).

Mastodon ist Teil des föderierten Fediverse-Netzwerks, das auf verteilte Server – sogenannte Instanzen – aufbaut, von denen beispielsweise auch `heise.de` eine unter `social.heise.de` betreibt. Mastodon-Instanzen kommunizieren zwar untereinander über das ActivityPub-Protokoll, sind aber technisch unabhängig voneinander und können beispielsweise unterschiedliche Moderationsrichtlinien nutzen oder nur bestimmten Nutzern offen stehen.

`mozilla.social` soll ganz explizit keine „neutrale“ Instanz sein, denn Neutralität sei oft eine Ausrede, um belästigende oder verletzende Inhalte zuzulassen. Stattdessen will Mozilla mit relativ strikten Richt-

linien (siehe ct.de/ytv7) dazu beitragen, „Mastodon und soziale Medien allgemein besser zu machen“. Man plant, die Instanz nach und nach für mehr Leute zu öffnen und zusammen mit der Community die Regeln weiterzuentwickeln. Laut dem Portal The Verge will Mozilla auch an Mastodon selbst arbeiten, beispielsweise an der Bedienoberfläche oder an Verbindungen zu anderen Netzwerken wie BlueSky (siehe S. 124).

Auch die deutschen öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten wollen Erfahrung sammeln. Seit einigen Monaten betreibt die ARD `dev.ard.social`, eine Testinstanz für Experimente. Anfang Mai startete der Medienverbund dann `ard.social` und holte mit der Tagesschau auch gleich sein Aushängeschild auf die neue Plattform. Außerdem wurden existierende Mastodon-Accounts des NDR und SWR3 auf die neue Instanz umgezogen.

Nur ein paar Wochen zuvor „trötete“ das ZDF seine erste Mitteilung auf der eigenen Instanz `zdf.social`. Anders als `mozilla.social`, das letztlich zu einer Instanz werden soll, die allen Nutzern offen steht, werden `ard.social` und `zdf.social` wohl nur

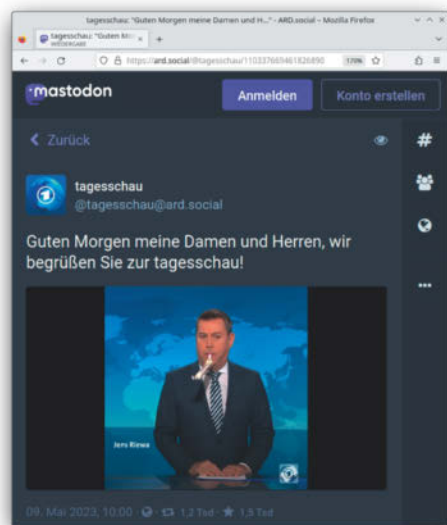


Bild: ard.social vom 09.05.2023

„Tröt!“ Das Erste auf Mastodon

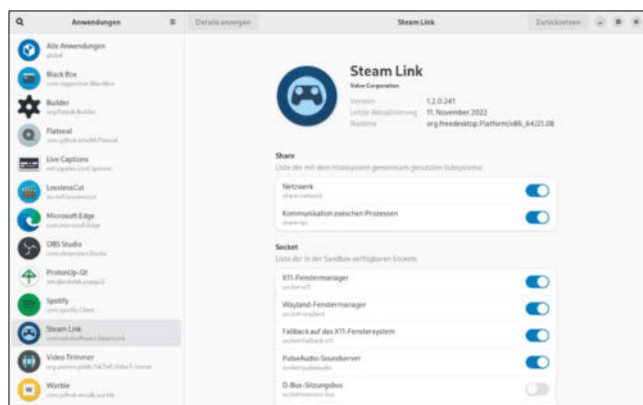
hauseigene Accounts beherbergen. Aber dank der föderalen Struktur des Fediverses können Nutzer jeder anderen Instanz mit den öffentlich-rechtlichen interagieren. (syt@ct.de)

Mozillas Warteliste und Richtlinien:
ct.de/ytv7

Neuer Anstrich für Flatseal 2.0

Frische Optik: Martín Abente Lahaye und sein Team haben **Flatseal 2.0** veröffentlicht. Das Linux-Tool verwaltet die Zugriffsrechte von als Flatpak installierten Linux-Anwendungen. Das neue Release bringt die Programmoberfläche auf GTK 4 und Libadwaita. Das Ergebnis sieht nicht nur gut aus, sondern ist auch mobilgerätetauglich: Ist das Programmfenster klein, schrumpft der Inhalt auf die Liste der Flatpak-Apps.

Wählt man eine davon aus, wechselt die Ansicht zu deren Optionen. Dokumentation, Hilfe, Tastenkürzel und Infos übers Programm öffnet ein kleines Hamburgermenü oberhalb der Anwendungsliste. Beim Eingeben von Pfaden bietet Flatseal nun Autovervollständigung für XDG-Verzeichnisse und das Suchfeld eine Liste der Apps. Flatseal 2.0 gibt es als Flatpak auf flathub.org zum Download. (lmd@ct.de)



Das Flatpak-Sicherheitstool Flatseal 2.0 setzt für seine Bedienoberfläche auf GTK 4 und Libadwaita.

Rust-Rewrite für su und sudo

Die beiden Befehle `su` und `sudo`, mit denen man auf Unix-artigen Betriebssystemen (Unix, Linux, BSD, macOS) Root-Rechte erlangt, sollen neu implementiert werden – in der **Programmiersprache Rust**. Beide Programme kommen im Arbeitsalltag von Entwicklern und Administratoren konstant zum Einsatz. Die Neuimplementierungen sollen die Sicherheit der Betriebssysteme erhöhen.

Hinter dem „sudo-rs“ getauften Projekt stehen Entwickler von Ferrous Systems und Tweed Golf, unterstützt wird das Vorhaben von Amazons Cloud-Sparte AWS. Zum Start des Projekts konzentrieren sich die Entwickler auf den Ersatz von `sudo`, danach ist `su` an der Reihe.

Wer `sudo-rs` bereits testen will, kann das vorerst nur unter Linux tun. Um andere Systeme wie zum Beispiel macOS wollen sich die Entwickler später kümmern. (kst@ct.de)

KI plappert aus, woran das Hirn denkt

Ein Brain Activity Decoder entschlüsselt Hirnscans aus dem MRT. In Kombination mit einer Sprach-KI wie ChatGPT übersetzt er Gedanken von Probanden in flüssig erzählte Geschichten.

Ein Team um Jerry Tang und Alex Huth hat eine künstliche Intelligenz vorgestellt, die die Gedanken von Versuchspersonen lesen soll. An der University of Texas beobachteten die Forscher ihre Probanden im MRT, während die einer Geschichte zuhörten oder daran dachten, selbst eine zu erzählen. Anschließend trainierten sie eine künstliche Intelligenz mit den Hirnscan-Daten und den zugehörigen Geschichten. Im nächsten Schritt gab die KI zu neuen Scans Text aus. Ein nachgeschaltetes Textgenerator-Sprachmodell ähnlich ChatGPT übertrug das dabei entstehende Textmaterial in flüssige Sprache. Während beispielsweise ein Proband bei einer funktionellen Magnetresonanztomografie in einem Hörspiel den Satz vernahm: „Ich habe noch keinen Führerschein“, textete der Brain Activity Decoder angesichts des Hirnscans: „Sie hat noch nicht einmal begonnen, fahren zu lernen.“

Bei den bisherigen Versuchen hat sich gezeigt, dass der Brain Activity Decoder

nach einem etwa 16-stündigen Training mit individuellen MRT-Daten nur für die Testperson überzeugende Ergebnisse liefert, deren Scans sein Trainingsmaterial gebildet haben. Ein universeller Gedankenleser scheint so nicht zu entstehen. Zudem konnten die Versuchsteilnehmer die Textausgabe boykottieren, indem sie bei Trainingsaufnahmen mit ihren Gedanken abschweiften.

Die Forscher hoffen, dass ihr System in Zukunft Menschen helfen kann, die etwa nach einem Schlaganfall nicht mehr

sprechen können oder aufgrund eines Locked-in-Syndroms gar nicht mehr mit der Außenwelt kommunizieren. Allerdings bedeutet die MRT-Aufnahmetechnik derzeit einen hohen Aufwand. Nun hoffen die Forscher, dass sie den Brain Activity Decoder auch an die Daten einer funktionellen Nahinfrarotspektroskopie anpassen können. Diese Scanmethode benötigt lediglich eine Sensorhaube auf dem Kopf des Patienten und erlaubt daher größere Bewegungsfreiheit als das MRT-bezogene Konzept. (agr@ct.de)

MRT-Vorbereitungen: Forscher der University of Texas haben ein KI-System entwickelt, das aus Hirnscan-Daten die Gedanken der Probanden herausliest.



Bild: University of Texas at Austin / Nolan Zunk

Mikrofon hört wie ein Ohr

Claudia Lenk von der TU Ilmenau hat zusammen mit weiteren Forschern ein Mikrofon entwickelt, das Tonhöhen besser auseinanderhalten kann als bisherige Technik. Es enthält feine Biegebalken aus Silizium. Diese sind einen Drittel- bis etwas mehr als einen Millimeter lang und **sprechen jeweils auf eine Tonhöhe an**. Das ist vergleichbar dem menschlichen Innenohr, wo viele winzige Haarzellen jeweils einen Ton wahrnehmen. Damit sind Menschen in der Lage, auch in lauten Umgebungen einzelne Stimmen herauszuhören. Unser Gehör zerlegt überlagerte Schallfrequenzen schon vor der Verarbeitung im Gehirn und kann gleichzeitig leise Töne hervorheben und laute dämpfen.

Neben Lenks Team haben Forscher der Universitäten aus Kiel, Karlsruhe und dem irischen Cork an der neuen Mikrofontechnik mitentwickelt. Sie versprechen sich davon eine komplexere Sprach-

und Schallanalyse in Sprachassistenten und Hörgeräten der Zukunft. Derzeit arbeiten die Ilmenauer an einem Prototypen ihrer nanoelektronischen Mikrofontechnik. (agr@ct.de)

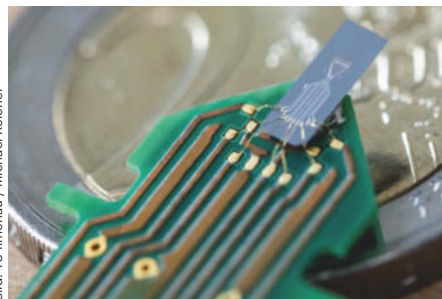


Bild: TU Ilmenau / Michael Reichel

Unterschiedliche Biegebalken ahmen die Vielzahl der Haarzellen im menschlichen Innenohr nach. Sie zerlegen Klänge in ihre verschiedenen Töne und wandeln sie einzeln in elektrische Signale um.

Chip erzeugt Photonenpaare

Ein Team um Michael Kues an der Leibniz-Universität Hannover hat eine **Quantenlichtquelle in Chipgröße** entwickelt. Sie erzeugt Photonenpaare, die in Bezug auf ihre Frequenz miteinander verschränkt sind. Dabei weist jedes Photon in Superposition mehrere Frequenzen auf, hat also gleichsam mehrere Farben zugleich. Der Chip im Format einer Euro-Münze gilt als ein grundlegendes Bauteil für photonische Quantencomputer und sicheres Quanteninternet. Den Forschern gelang es, eine elektrisch angeregte Quantenlichtquelle auf dem Chip unterzubringen. Integrierte Photonik lenkt Licht durch kompakte Chipstrukturen. Quantenlichtquellen benötigten bisher externe Lasersysteme. (agr@ct.de)

Papers zu den Meldungen: ct.de/y2uy

Flache NAS mit Medienfunktion

Die Flash-Speicher-Preise purzeln. Asustor hakt mit NAS-Gehäusen für schnelle NVMe-SSDs ein.

Lange Zeit waren magnetische Festplatten der Standard in Netzwerkspeichern (NAS). Doch seit einigen Monaten sinken die Preise für Flash-Speicher enorm und derzeit bekommt man SSDs je nach Kapazität und Hersteller schon ab 40 bis 80 Euro pro Terabyte. Das macht SSDs für den Einsatz in NAS-Geräten attraktiv.

Passend dazu hat Asus' NAS-Tochterfirma Asustor zwei NAS-Gehäuse vorgestellt, die ausschließlich die kompakten und schnellen NVMe-SSDs im M.2-For-

mat aufnehmen: Die Flashstor 6 und Flashstor 12 Pro getauften Modelle sind beide gerade mal 5 × 30 × 19 Zentimeter groß. Namensgetreu nehmen sie sechs beziehungsweise zwölf M.2-Steckkarten auf; die maximale Kapazität gibt Asustor nicht an. Die Slots kommunizieren mit den Steckkarten per PCIe 3.0.

Beide Geräte enthalten auch schnelle Netzwerkanschlüsse: Das Flashstor 6 verfügt über zwei 2,5-Gigabit-Ethernet-Ports; dem 12 Pro spendiert Asustor einen 10-Gigabit-Port. Laut Hersteller liefern sie 580 beziehungsweise 1030 Megabyte pro Sekunde. Externe Geräte finden an vier USB-Ports (2 × 10 GBit/s, 2 × 480 MBit/s) An-

schluss. Dafür bietet Asustor unter anderem das Erweiterungsgehäuse AS6004U, das bis zu vier 3,5-Zoll-HDDs aufnimmt.

Außer für ihre Kernfunktion als Netzwerkspeicher eignen sich die Geräte als Medienspieler. Dafür haben sie einen HDMI-2.0- (4K, 60 Hz) und S/PDIF-Port (optischer Audioausgang).

Die CPU- und Arbeitsspeicher-ausstattung ist bei beiden Modellen gleich: Die Rechenaufgaben übernimmt der Anfang 2021 vorgestellte Intel Celeron N5105 (4 × 2 GHz), der über 4 GByte DDR4-RAM verfügt. Letzterer lässt sich über SO-DIMM-Module auf bis zu 16 GByte aufstocken. Ein 8 GByte großer eMMC-Speicher beherbergt das Betriebssystem. Asustor setzt dafür das selbstgestrickte, Linux-basierte Asustor Data Master ADM 4.2 ein.

Derzeit erhält man die Flashstor-Serie nur über Amazon und nur unbestückt. Das Flashstor 6 kostet dort rund 545 Euro; das Flashstor 12 Pro liegt bei 930 Euro.

(amo@ct.de)



Die Flashstor Serie von Asustor erinnert an Spielekonsolen oder Thin-Clients, ist aber ein Netzwerkspeicher, der SSDs aufnimmt. Er taugt auch als Medienspieler.

Industrie-Switch mit PoE++

Der Netzwerkhersteller Trendnet hat einen neuen Gigabit-Switch für Industrieanwendungen im Sortiment: Der TI-BG62i verfügt über vier Gigabit-Ports, welche über die Netzwerkleitung Strom gemäß IEEE 802.3bt (PoE++) liefern, so dass angeschlossene Geräte bis zu 95 Watt Leistung am Port beziehen können. **Das PoE-Gesamtbudget beträgt 360 Watt.** Backbone-Verbindungen via Glasfaser stellt man über zwei Gigabit-SFP-Slots her.

Der TI-BG62i ist ein Managed Switch, der alle derzeit üblichen Managementfunktionen mitbringt – etwa VLANs,

SNMP, RMON, (R)STP und so weiter. Die Verwaltung läuft über SSH, Telnet, Web-Interface oder eine serielle Schnittstelle.

Industrietypisch montiert man den Switch auf einer Hutschiene. Die Spannungsversorgung läuft über ein externes Netzteil mit 48 bis 57 Volt Gleichspannung, das per Klemmblock angeschlossen wird; der Eigenverbrauch des Switches beträgt bis zu 20 Watt. Optional kann man die Stromversorgung über den zweiten Netzteilanschluss redundant auslegen. Der Trendnet TI-BG62i kostet rund 600 Euro.

(amo@ct.de)



Gewappnet für raue Umgebungen: Der TI-BG62i eignet sich für den Industrieinsatz mit großen Temperaturbereichen und starken Vibrationen.

Kritische Stimmen zum Energieeffizienzgesetz

Der Branchenverband Bitkom und mehrere Experten kritisieren den aktuellen Entwurf des Energieeffizienzgesetzes als zu streng. **Der Bitkom befürchtet laut einer im April veröffentlichten Erklärung, dass das Gesetz in seiner aktuellen Form Deutschland als Standort für Rechenzentren weiter schwächt.** Bereits jetzt leide die Branche unter hohen Energiepreisen.

In einem Gespräch mit c't Anfang Mai erklärten mehrere Experten vom Rechenzentrumsbetreiber Akquinet, dem Innovationsinstitut Borderstep, dem TÜV Rheinland, High Knowledge und Reveman Energy Consulting, dass auch die Pläne zur Nachnutzung der Rechenzentrumsabwärme unrealistisch seien: Nah- und Fernwärmenetze seien in Deutschland

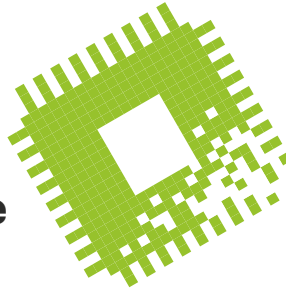
wenig verbreitet und würden mit höheren Temperaturen betrieben. Außerdem seien die Zeitpläne für die Ökostrom-Richtlinien unrealistisch, denn Kohle spielt im deutschen Strommix noch eine große Rolle.

Das Gesetz ist innerhalb des Bundeskabinetts bereits abgestimmt und muss noch im Bundestag und Bundesrat diskutiert werden.

(amo@ct.de)

Bit-Rauschen

Chip-Verluste, Core-i-Abschied, Microsoft-Hardware



Viele Chipfirmen verlieren Milliarden, andere verdienen prima. Intel kündigt neue Prozessornamen an, verrät sie aber noch nicht. Microsoft stellt eine Reihe von Peripheriegeräten ein und sucht gleichzeitig Chip-entwickler.

Von Christof Windeck

So unterschiedlich läuft es derzeit in der Halbleiterbranche: Während sich Infineon über 25 Prozent mehr Umsatz im Jahresvergleich und sogar 76 Prozent mehr Gewinn (826 Millionen Euro) freut, lecken AMD, Intel, Samsung und SK Hynix ihre Wunden. Weil sich der PC-Markt im freien Fall befindet und auch bei Servern wenig läuft, fuhr Intel den größten Quartalsverlust der Firmengeschichte ein: 2,8 Milliarden US-Dollar Miese. AMD kam mit einem blauen Auge davon, hier leuchten lediglich 139 Millionen US-Dollar rot – das erste Verlustquartal seit 2017. Intel erzielte mit 11,5 Milliarden US-Dollar kaum mehr als den doppelten Umsatz als die viel kleinere Firma AMD (5,4 Milliarden). Für AMD erwies sich der Kauf von Xilinx als Glücksfall, denn der in dieser Sparte gestiegene Umsatz glich den krassen Rückgang bei den Ryzen-Prozessoren um fast zwei Drittel weitgehend aus. Intel verlor bei den Client-Chips „nur“ 38 Prozent. Auch die eingangs erwähnte Firma Infineon verkauft eine Reihe von Chips für PCs, Notebooks und Server – etwa für deren Stromversorgung – und verzeichnete in diesen Bereichen Rückgänge. Die neue Dresdner Infineon-Fab zielt aber eher auf stärkere Leistungsschalter.

Die schwächelnden Zahlen der Serverparten von AMD (kein Wachstum)

und Intel (minus 39 Prozent) verwundern, wenn man an den aktuellen KI-Hype denkt. Eigentlich wäre doch zu erwarten, dass die KI-Dienstleister Hardware kaufen wie verrückt. Das passiert offenbar nicht. Vielleicht hat AMD/Xilinx profitiert, deren FPGAs auch KI auf Trab bringen.

Bei Smartphone-Prozessoren läuft es ebenfalls mau: Qualcomm meldet in diesem Segment 17 Prozent weniger Umsatz im Jahresvergleich, bleibt aber in der Gewinnzone. Schrumpfende Nachfrage bei Computern und Handys bescherte den koreanischen Speicherchipsriesen Samsung und SK Hynix Quartalsverluste von rund 3 respektive 2,3 Milliarden US-Dollar. Die Verbraucher freuen sich hingegen über fallende Preise bei SSDs und Speichermodulen. Sogar Grafikkarten werden billiger, aber Nvidia verrät seine Quartalsergebnisse erst nach Redaktionsschluss dieser Ausgabe.

Adé, Core i

Intels ab Herbst erwartete Prozessorgeneration „Meteor Lake“ wird nicht mehr „Core i“ heißen, sondern anders, aber wohl mit „Core“ im Namen. Man munkelt über Core 3, Core 5, Core 7, Core 9 und besser ausgestattete Versionen namens Core Ultra 7 und so weiter. Damit endet nach 15 Jahren die Core-i-Ära, als Erster kam im November 2008 der Core i7-965 XE. Damals verabschiedete sich Intel von Frontsidebus (FSB) und Chipsatz-Northbridge und packte Speichercontroller samt PCIe Root Complex direkt in die CPU, später dann auch die GPU.

Für die im vorangegangenen Bit-Rauschen erwähnten Probleme mit der RAM-Übertaktungsfunktion AMD EXPO gibt es mittlerweile BIOS-Updates, siehe Seite 29. Weitere dürften bald folgen, um eine schwere Sicherheitslücke im Trusted Platform Module (fTPM 2.0) des AMD Secure Processor der Ryzens zu schließen. Sie trägt den sprechenden Namen *faultTPM*.

Microsoft verabschiedet sich (mal wieder) von Hardware: Die beliebten Tastaturen und Mäuse der Marke sterben ebenso aus wie die Webcams. Surface-Geräte laufen aber weiter, inklusive Zubehör. Eine Reihe von Stellenangeboten nährt die schon seit Jahren schwelenden Spekulationen über hauseigene Microsoft-Chips. Die entwickelt Microsoft aber längst, etwa den Sicherheitscontroller Pluton. Mancher erwartet „Microsoft Silicon“ mit ARM-Kernen für Surface-Mobilrechner analog zum Apple M2. Doch laut den Stellenanzeigen geht es eher um Server-Hardware für die Azure-Cloud, unter anderem tüftelt man an einem smarten Netzwerkadaptor (SmartNIC/DPU) nach dem Vorbild Amazon Nitro. Solche Chips entlasten Serverprozessoren, indem sie beispielsweise den Netzwerk- und Massenspeicherdatenverkehr der Cloud-Instanzen ver- und entschlüsseln. Anfang 2023 hatte sich Microsoft das DPU-Start-up Fungible einverleibt.

Außerdem sucht Microsoft Experten unter anderem für PCI Express und Compute Express Link (CXL), was auf die Entwicklung hauseigener KI-Beschleuniger hindeuten könnte. Dafür spricht zudem, dass Microsoft im Herbst 2022 die Kooperation mit dem britischen KI-Chipentwickler Graphcore beendete. Anscheinend braucht jeder große Cloud-Dienstleister ein paar eigene KI- und Netzwerkchips, um sich wohlfühlen.

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



Bild: Infineon

Ein angedeuteter erster Spatenstich für Infineons neue Leistungshalbleiterfabrik in Dresden, von links: Sachsens Ministerpräsident Kretschmer, EU-Kommissionspräsidentin von der Leyen, Infineon-Vorstandsvorsitzender Hanebeck, Bundeskanzler Scholz und der Dresdner Oberbürgermeister Hilbert.

Big Brother Awards: Microsoft toppt alle

Der Verein Digitalcourage hat die Preisträger seiner jährlichen Negativauszeichnung bekannt gegeben. Darunter befinden sich das Bundesfinanzministerium, DHL und Microsoft.

Der Verein Digitalcourage e.V. hat die diesjährigen Big Brother Awards für Mängel beim Datenschutz verliehen. Den Preis in der Kategorie „Behörden und Verwaltung“ erhielt das Bundesfinanzministerium für das Plattformen-Steuertransparenzgesetz (PStTG). Verkaufsplattformen wie eBay müssen laut Gesetz ab Januar 2024 unter bestimmten Voraussetzungen Daten von Verkäufern an das Bundeszentralamt für Steuern melden, darunter Namen, Steuer-ID oder Bankverbindung (c't 6/2023, S. 39). Digitalcourage kritisiert, dass die Plattformen private Daten samt Angaben zu den Verkäufen zehn Jahre lang speichern müssten. Zudem dürften die Betreiber für nicht näher spezifizierte „Plausibilitätsprüfungen“ weitere Daten erheben. Damit seien DSGVO-Grundsätze wie Transparenz und Nachvollziehbarkeit, Zweckbindung sowie Datenminimierung verletzt.

Im Bereich „Finanzen“ zeichnete die Jury Finleap Connect aus. Über den Dienstleister wickeln einige Banken ihren Kontowechselservice ab. Digitalcourage will mehrfach Briefe erhalten haben, in denen Finleap dem Verein alte und neue Bankverbindungen von Personen mitteilte, die ihr Institut gewechselt hatten. Digitalcourage führte diese aber weder als Vereinsmitglieder noch hatten sie Einzugsermächtigungen erteilt. Der zufällige Charakter

der Briefe deute auf ein größeres Problem hin. Dennoch habe Finleap Connect auf mehrere Hinweise nicht reagiert.

Den Preis für „Kommunikation“ verliehen die Aktivisten an Zoom. Deren Videokonferenzsystem könne man bereits aufgrund des fehlenden Datenschutzabkommens zwischen der EU und den USA nicht legal nutzen. Die Entwicklungsabteilung in China würde aber zusätzlich noch aktiv Videokonferenzen zensieren, etwa bei Begriffen wie „Tian'anmen-Platz“.

Beim Verbraucherschutz nahm die Jury die Deutsche Post DHL Group ins Visier und kritisierte, dass einige Packstationen keine eigene Netzverbindung mehr hätten. Kunden müssten Fächer dort mittels einer App per Bluetooth-Verbindung öffnen; über das Gerät des Kunden stelle DHL dann die Verbindung zu den Steuerungsservern her. Zudem hätten der Sicherheitsforscher Mike Kuketz und der Jurist Peter Hense 2022 moniert, dass die App aus ihrer Sicht nicht datenschutzkonform Tracking-Daten sen-

de. Die Deutsche Post hatte Ziele und Umfang des Trackings zwar in einer Stellungnahme zu relativieren versucht, die Aktivisten jedoch nicht überzeugt.

Zum zweiten Mal nach 2002 verlieh Digitalcourage außerdem einen Preis für das „Lebenswerk“ an Microsoft. So verstoße das Officepaket Microsoft 365 nach Ansicht der deutschen Datenschutzkonferenz weiterhin gegen Datenschutznormen. Überdies sei der Konzern eine „Bevormundungsmaschine“, die Nutzer seiner Produkte immer stärker in „Abhängigkeit“ und „Digitalzwang“ treibe – etwa durch personalisierte Nutzerkonten, eine obligatorische Internetverbindung sowie den Einzug von KI in Produkte wie die Suchmaschine Bing.

Mit dem Big Brother Award prangert Digitalcourage seit über 20 Jahren Datenschutzmängel in Verwaltung, Unternehmen und anderen Organisationen an. Die Jury besteht aus Juristen, Bürgerrechtlern und IT-Experten. (mon@ct.de)

Auch in diesem Jahr erhielten wieder prominente Unternehmen und Institutionen den Big Brother Award, der haarsträubenden Umgang mit Daten anprangert.

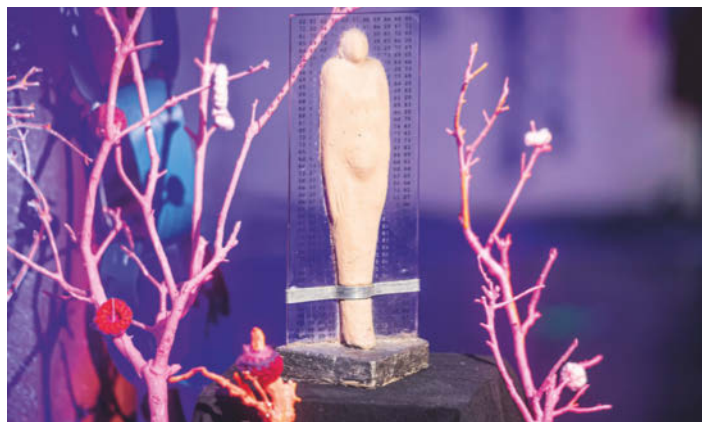


Bild: Matthias Hornig, CC-BY 4.0, bigbrotherawards.de/bilder-videos

DSA-Aufsichtsbehörde vorgeschlagen

Die Bundesnetzagentur (BNetzA) soll die Aufsicht über Online-Plattformen nach dem europäischen Digital Services Act (DSA) in Deutschland übernehmen. Sie erhält dazu eine neue, unabhängige Abteilung. Im Gespräch waren zuvor auch die Landesmedienanstalten oder eine neu zu schaffende Superbehörde.

Die BNetzA soll der zuständigen EU-Kommission Eingaben weiterleiten, die sich gegen Plattformen mit mehr als 45 Millionen monatlich aktiven Nutzern rich-

ten. Dazu gehören zum Beispiel Amazon, Apples App Store, Facebook, diverse Google-Dienste, TikTok oder Twitter. Die Behörde soll außerdem vertrauenswürdige Hinweisgeber auf illegale Inhalte zertifizieren, ebenso Forscher mit speziellem Zugriff auf Daten der Netzbetreiber. Dabei würde sie mit den Landesmedienanstalten kooperieren. Das neue Gesetz soll ab 2024 das Netzdurchsetzungsgesetz (NetzDG) und das Telemediengesetz (TMG) ablösen. (mon@ct.de)

Cyberangriff auf Krankenkassen

Nach einem Angriff auf den IT-Dienstleister Bitmarck Ende April gab es in den vergangenen Wochen bei etwa 60 Betriebs- und Innungskrankenkassen technische Störungen. Zum Teil konnten diese keine Anträge auf Zuzahlungen mehr prüfen. Außerdem fielen Dienste auf der Telematik-Infrastruktur aus, darunter die elektronische Patientenakte, die elektronische Arbeitsunfähigkeitsbescheinigung sowie elektronische Arztbriefe. Daten seien laut Bitmarck aber nicht abgefließen. (mon@ct.de)

Google-Entwickler: KI-Zukunft ist Open Source

In einem geleakten Schreiben fordert ein Google-Entwickler sein Unternehmen auf, bei der Entwicklung von KI-Anwendungen mit Open-Source-KI-Projekten zusammenzuarbeiten.

Die Website SemiAnalysis hat ein geleaktes, internes Schreiben eines leitenden Google-Entwicklers veröffentlicht. Er sei davon überzeugt, schreibt er, dass der zunehmende Erfolg von Open-Source-Projekten im Bereich der künstlichen Intelligenz Google ebenso wie OpenAI in Bedrängnis bringe. Das liege an der beeindruckenden Geschwindigkeit, mit der sich freie Sprachmodelle wie Meta's LLaMA weiterentwickeln. LLaMA war kurz nach seiner Ankündigung an die Öffentlichkeit gelangt. Mittlerweile sind etliche weitere Modelle auf dessen Basis entstanden, darunter etwa Alpaca, Vicuna, LLaVA und Koala. Unter chat.lmsys.org lässt sich ein knappes Dutzend solcher offenen Sprachmodelle online ausprobieren.

Konnten sich bisher nur große Unternehmen leisten, große Sprachmodelle zu trainieren, hätten neue Trainingsverfahren es auch für Forschungseinrichtungen und sogar Einzelpersonen möglich gemacht, Modelle zu trainieren und

mit ihnen zu experimentieren. Google solle sich nach Meinung des Entwicklers an diese Realität anpassen und mit der Community zusammenzuarbeiten, statt die eigenen Modelle hinter verschlossenen Türen allein weiterzuentwickeln; das Gleiche gelte für OpenAI. Google solle dazu kleinere Versionen seiner Modelle der Allgemeinheit zur Verfügung stellen. (jo@ct.de)

Brief und Demos: ct.de/y2ck



Die Antwort stammt vom Sprachmodell Vicuna, einem in den vergangenen Wochen veröffentlichten Open-Source-Modell.

Zu große Risiken: KI-Pionier verlässt Google

Geoffrey Hinton, einer der renommiertesten Forscher im Bereich der künstlichen Intelligenz, hat seinen Job bei Google gekündigt, um vor den **Risiken der KI** zu warnen. Ein Teil von ihm, so sagte er der New York Times, bedauere nun sein Lebenswerk: „Ich tröste mich mit der üblichen Ausrede: Wenn ich es nicht getan hätte, hätte es jemand anderes getan.“ Bis letztes Jahr sei Google verantwortungsvoll mit der Technologie umgegangen und habe darauf geachtet, nichts zu veröffentlichen, was Schaden anrichten könnte.

Nachdem Microsoft seine Suchmaschine Bing um einen Chatbot erweitert und damit Googles Kerngeschäft herausfordert hat, befänden sich Google und Microsoft in einem Wettbewerb, der möglicherweise nicht mehr aufzuhalten ist, so Hinton. Er sorgt sich darum, dass das Internet mit falschen Fotos, Videos und Texten überflutet werde und der Durchschnittsbürger nicht mehr in der Lage sein wird, „zu erkennen, was wahr ist“. Er befürcht

te, dass die Technik, die er mit aus der Taufe gehoben hat, missbraucht werden könnte, um Wahlen zu manipulieren oder Kriege zu gewinnen. (jo@ct.de)



Bild: Emma Hinton

Der KI-Pionier Geoffrey Hinton warnt vor den Gefahren, die der aktuelle Wettstreit um die Vorherrschaft bei KI-Technik heraufbeschwören könnte.

just
DOCK IT.
Become a creator!



**18-in-1
DOCKINGSTATION MIT
4-FACHEM VIDEOAUSGANG**

✓ **MAXIMALE ÜBERSICHT**
Unglaubliche **4 Bildschirme** zusätzlich zum Primärbildschirm werden **gleichzeitig im erweiterten Modus** angezeigt.

✓ **NEUESTE KARTENLESER-VERSION**
Mit **SD/microSD 4.0** werden **Daten mit bis zu 300 MB/s** übertragen.

✓ **HÖCHSTE VIELFALT**
Mit **18 Erweiterungsanschlüssen** bietet diese DockingStation alle Optionen für ein **hochmodernes Arbeitsumfeld**.

IB-DK2288AC



JETZT MEHR ERFAHREN



www.icybox.de

 icyboxofficial  ICY BOX®

 RaidSonic Technology GmbH

Was fürs Auge

FMX 2023: Wie die visuellen Effekte für Avatar und The Last of Us entstanden

Über fünf Jahre lang arbeiteten mehr als 1700 3D-Künstler in Neuseeland an den visuellen Effekten von „Avatar: The Way of Water“. Die VFX-Branche arbeitet global vernetzt: Die Effekte für die Serie „The Last of Us“ kamen aus Oslo, die für die Filme „Im Westen nichts Neues“ und „Ghosed“ aus Deutschland.

Von André Kramer

Rund 3500 Besucher trafen sich Ende April auf der FMX in Stuttgart zum Austausch über visuelle Effekte (VFX), einem Schlagwort für 3D-Animation in aufwendigen Filmen und Serien. Die Branche ist längst nicht mehr auf Hollywood beschränkt, sondern global vernetzt. So kommen die Effekte für das Avatar-Sequel aus Neuseeland, für „The Last of Us“ aus Oslo und für „Im Westen nichts Neues“ aus Deutschland.

An vielen Filmen arbeiten verschiedene Studios über den Globus verteilt an unterschiedlichen Szenen und Aufgaben. Die Herausforderung besteht darin, sie mit der Produktionsfirma zu vernetzen und sicheren Datentransfer zu gewährleisten. Insbesondere der Disney-Konzern setzt hier hohe Anforderungen, aber wer das Disney-Zertifikat bekommt, dem steht die globale VFX-Branche offen.

Der Ozean von Pandora

Es braucht ein Riesenteam, um einen monumentalen Film wie „Avatar: The Way of Water“ auf die Beine zu stellen. Die Produktionskosten betragen ohne Marketingbudget fast eine halbe Milliarde US-Dollar, sodass Produzent James Cameron schon vor dem Kinostart sagte, dass sich der Film nur lohne, wenn er mindestens der dritt-erfolgreichste Film aller Zeiten wird.

2,3 Milliarden US-Dollar spielte er seit Dezember 2022 ein und stellte damit einen neuen Rekord auf.

Seit dem Jahr 2017 haben 1700 3D-Künstler des Studios Wētā FX in Neuseeland die Effekte für Avatar gebaut. Die Produzenten James Cameron und John Landau zogen für mehrere Jahre ins neuseeländische Wellington, um das Projekt zu betreuen. Wētā FX baute insgesamt 5750 digitale 3D-Objekte, darunter 57 Spezies der fremden Welt Pandora, 179 Charaktere der blauhäutigen Einwohner Na'vi und 230 neuartige Pflanzen. Nur zwei Einstellungen im Film kommen ohne digitale Effekte aus. Wētā FX produzierte 2300 VFX-Einstellungen, hat 18,2 Petabyte Daten produziert und 67.000 Personenwochen investiert.

Wie für den ersten Teil der Serie nutzte James Camerons Team am Set virtuelle Produktion, um unmittelbar eine grob gerenderte digitale Version zu erzeugen. Sie half schon damals, Bäume oder Berge zu positionieren. In der Fortsetzung umfasste sie auch Set-Erweiterungen wie Aufbauten im Schiff und digitale Charaktere. Für einen Großteil der Animationen machten die Filmer Referenzaufnahmen.

Referenzaufnahmen für „Avatar“

Damit Handanimation so authentisch wie möglich aussieht, filmte die Crew die

Hand von Zoey Saldana, wie sie Holzperlen durch die Finger gleiten ließ. Die Animation wurde später minutiös auf die digitale Figur der von ihr gespielten Neytiri übertragen. Dabei berücksichtigten die 3D-Künstler auch subtiles Muskelspiel im Oberarm und in den Schultern.

Viele Referenzszenen drehten die Filmer in einem großen Wassertank. Alle Schauspieler mussten vor Drehbeginn einen Tauchschein machen. Die Aufnahmen halfen, Schwimmbewegungen authentisch wiederzugeben, denn Wasser ist um den Faktor 1000 dichter als Luft. Es wäre verlockend, die Stuntleute auf Schaumstoff springen zu lassen und alles andere am Computer zu animieren. Doch dabei besteht die Gefahr, dass es wirkt, als würde Peter Pan durch die Luft fliegen.

Die Weta-Mitarbeiter studierten nacheinander das Verhalten eines Tropfens, eines Balls mit zehn Zentimeter Durchmesser und von tauchenden Stuntleuten, um das Verhalten der Flüssigkeit möglichst genau zu simulieren. KI-gestützte Physiksimulation sollte Wellenbewegungen möglichst realistisch wiedergeben. Das Wasser besteht in der Simulation aus verschiedenen großen Partikeln, die von flüssigem Wasser über Tropfen, Gischt und Nebel immer kleiner werden.

Pilze für „The Last of Us“

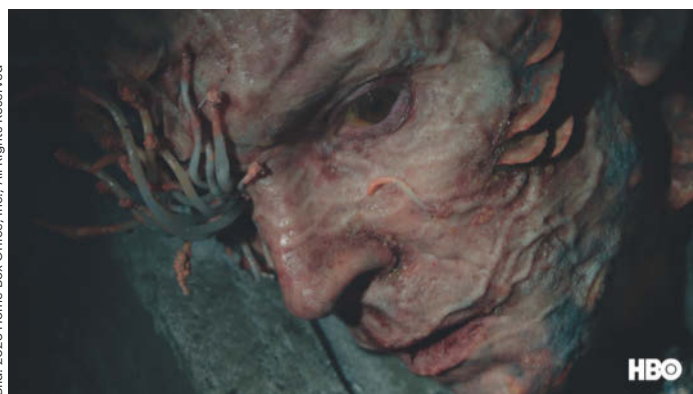
Espen Nordahl von Storm Studios, einem kleinen Studio aus Oslo, animierte mit 30 Mitarbeitern Pilzgeflechte für die Videospielverfilmung „The Last of Us“. Die Serie lief zuerst im US-Kabelsender HBO und ist in Deutschland bei Wow TV zu sehen. Insgesamt schafften es 79 Einstellungen mit Pilzranken in die Serie. Zuvor arbeiteten die Norweger unter anderem an „Spider-Man: No Way Home“, „Star Trek: Strange New Worlds“ und „Picard“. Die

Referenzaufnahmen für „Avatar: The Way of Water“ entstanden in einem großen Wassertank. Alle Schauspieler mussten dafür einen Tauchschein machen.



Bild: 2021 20th Century Studios

Bild: 2023 Home Box Office, Inc., All Rights Reserved



Die Osloer Storm Studios animierten für die HBO-Serie „The Last of Us“ die Pilzgeflechte, die US-Bürger in Zombies verwandeln.

Außenaufnahmen erstellte das Londoner Studio DNEG.

Im zweiteiligen Zombie-Shooter, den Naughty Dog für die Playstation entwickelte, verbreitet sich eine Pilzinfektion über Sporen in der Luft. Im Laufe der Infektion wächst der Pilz im Opfer, das sich von einer Zombiemitte in sogenannte „Clicker“ und weiter in „Bloater“ verwandelt, die immer größere Pilzgeflechte am Körper tragen. Die Make-up-Abteilung von HBO hat sie beim Film tatsächlich aufgetragen. Alle Schauspieler wurden danach gescannt und in digitale Doubles verwandelt. Digital haben Nordahl und seine Kollegen von Storm Studios das Pilz-Make-up mit der Haut verschmolzen.

Die teils aus dem Mund wachsenden Pilzfortsätze sollten nicht zu dominant wirken, weil das Ergebnis schon in dezent Ausführung verstörend wirkt. Als Vorlage dienten neben tatsächlichen Pilzen auch die Tentakel von Quallen, sowie Mimosen und andere Pflanzen.

Die Ranken entstanden in der 3D-Software Houdini, zunächst als Bézierkurven. Houdinis Haar-Tools verliehen den Kurven Plastizität. Feine Härchen und tropfende Flüssigkeit gaben ihnen eine natürliche Anmutung. Im dritten Schritt folgte die Animation. Sie nur auf Teile der Ranken anzuwenden sorgte für eine organische Steifheit, die an Pflanzen und nicht an Spaghetti erinnert.

Ein Spin für „Ghosted“

Das Berliner Effektstudio Rise zeichnet für das Finale des Films „Ghosted“ verantwortlich. Die Apple+-Produktion mit Chris Evans, Ana de Armas und Adrien Brody ist aktuell auf Apple+ zu sehen und erzählt, wie der bodenständige Cole sich in die mysteriöse Sadie verliebt, die sich als CIA-Agentin entpuppt.

Der Showdown findet in einem rotierenden Turmrestaurant statt. Der

Außenbereich des Restaurants dreht sich um das Treppenhaus und den Gebäudeturm. Bei den Filmaufnahmen rotierte genau andersherum der Mittelteil. Der Bluescreen wurde anschließend durch eine nächtliche Panoramaaufnahme ersetzt, die bei Helikopteraufnahmen in Atlanta entstand. Eine digitale Set-Erweiterung ergänzte drei Viertel des Restaurants; das Studio enthielt nur ein gebautes Viertel.

In der Schlusszene drückt die Fliehkraft die Charaktere aufgrund der schnellen Rotation an die Seitenfenster des Restaurants. Für die Aufnahmen lagen die Schauspieler auf dem Boden. Rise verwendete das Plug-in Continuum 2023 von Boris FX, um die Bewegungen von Trümmerteilen und Pistolenkugeln in der recht zügigen Rotation physikalisch korrekt wiederzugeben. Das Tool erzeugt eine ganze Reihe von Filmeffekten, unter anderem die für Ghosted benötigten Partikelsimulationen. Rise setzte das Kompositionsprogramm Nuke von Softwarehersteller The Foundry als Host-Anwendung für Continuum ein.

Panzer für „Im Westen nichts Neues“

Frank Petzold ist für seine visuellen Effekte am Film „Im Westen nichts Neues“ für einen Oscar nominiert worden. Zuvor hatten Regisseur Edward Berger und Petzold schon gemeinsam an der Serie „The Terror“ gearbeitet, die am Polarkreis spielt, aber komplett im Studio gefilmt wurde. Sie erschien zunächst beim US-Fernsehsender AMC und ist jetzt auf Amazon Prime zu sehen.

Die Filmszenen für „Im Westen nichts Neues“ entstanden auf einem alten Militärflughafen in der Nähe von Prag. Zwischen zwei Landebahnen pflügten Bagger dafür die Erde um. Statt viel in 3D am Computer zu erstellen, arbeitete das Team

um Petzold mit Kompositionen. Vor Greenscreen liefen Schauspieler in Soldatenuniformen auf Laufbändern. Die Aufnahmen kombinierte das Effektteam mit gefilmten Explosionen, für die die Filmer Zement und Gartenerde in die Luft sprengten.

Die digital modellierten Panzer behandelten die Effektspezialisten wie monsterhafte Kreaturen. Petzold lernte sein Handwerk bei Stop-Motion-Spezialist Phil Tippett, der unter anderem an den ersten Star-Wars-Filmen mitgearbeitet hatte. Laut Tippett zählt der erste Eindruck: Wenn das Monster zu Beginn bedrohlich wirkt, nimmt das Publikum es auch weiterhin so wahr.

In der Postproduktion ersetzte das Effektteam blauen Himmel und grüne Bäume durch Rauch und braunen Acker. Der Horizont sollte nicht klar zu erkennen sein, um dem Schlachtfeld eine Anmutung von Unendlichkeit zu verleihen.

FMX im Stream

120 der 160 FMX-Vorträge stehen bis Ende Mai auf fmx.de für 80 Euro beziehungsweise 40 Euro für Studenten im Stream zur Verfügung. Die Studios hinter kostspieligen Produktionen wie Avatar oder Marvel-Filmen erlauben in der Regel keine Aufzeichnungen ihrer Vorträge. Für angehende 3D-Künstler findet sich aber eine Fülle an nützlichen Inhalten von Sprechern mit viel Praxiserfahrung und Know-how.

(akr@ct.de) **ct**



Bild: Netflix

Statt das gesamte Set digital zu erstellen, filmte Regisseur Edward Berger auf einem alten Flughafen in Prag.



Bild: Netflix

Panzer stellte der VFX-Verantwortliche Frank Petzold dar wie furchterregende Monster.

Überraschungshit Dredge erhält neue Spielmodi und eine Erweiterung

Das schaurig-schöne Indie-Game Dredge hat einen überaus erfolgreichen Start auf Steam hingelegt. Jetzt soll das Spiel noch in diesem Jahr neue Spielmodi und eine Erweiterung erhalten.

Schon jetzt zählt das Ende März veröffentlichte Indie-Game Dredge als Überraschungshit: „Äußerst positiv“ bewerten es die meisten Spielerinnen und Spieler. Mehrere Wochen lag der neue Titel von Black Salt Games mit der hübschen Grafik und dem leicht gruseligen Unterton in den Verkaufscharts von Steam unter den ersten 20 (Video & Review siehe ct.de/ywmz). Jetzt hat das Entwicklerstudio eine Roadmap veröffentlicht und fürs zweite und dritte Quartal 2023 drei kostenlose Updates mit neuen Funktionen und neuen Spielmodi angekündigt. Gegen Jahresende soll die kostenpflichtige Erweiterung (DLC) „Ironhaven“ folgen.

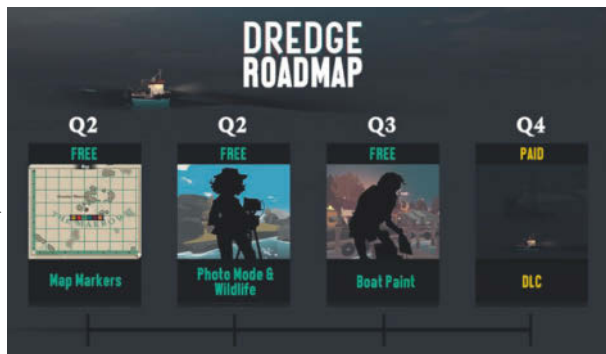
Mit dem ersten Update lassen sich bald eigene Markierungen auf der Seekarte anbringen, die es leichter machen, wichtige Orte oder erfolgversprechende Fischvorkommen wiederzufinden. Bis Ende Juni sollen neue Spielmodi folgen: Ein passiver Modus nimmt dem Spiel

den Schrecken und macht es allen zugänglicher, die sich nicht gern gruseln. Monster sind dann nicht länger aggressiv, Spielende können sich aufs Angeln und Erkunden der Geschichte konzentrieren.

Der Modus „Wildlife“ legt den Schwerpunkt im Spiel aufs Erkunden: Eine neue Figur soll dabei helfen, eine Kamera freizuschalten und Hinweise geben, wo man spannende Meerestiere knipsen kann. Bei dieser Gelegenheit werden weitere Tiere ins Spiel integriert. Im dritten Quartal 2023 soll sich dann auch das Fischeboot farbig anpinseln und weiter modifizieren lassen.

Fürs vierte Quartal 2023 kündigt Black Salt Games eine kostenpflichtige Erweiterung (DLC) mit dem Titel „Ironhaven“ an. Die bringt ein neues Stück Geschichte ins Spiel: Die Ironhaven Corporation will mit einem Bohrprojekt in der Gegend die Inseln wirtschaftlich ankurbeln. Der Protagonist muss Material für den Bau beschaffen, neue Charaktere kennenlernen, neue Fischarten fangen und die Wahrheit hinter den Bohrplänen erkunden. (lmd@ct.de)

Videos & Dredge-Review: ct.de/ywmz



Die Roadmap zeigt: Schon bald will Black Salt Games neue Funktionen und Spielmodi für Dredge liefern.

Kurz & knapp

Neu bei c't zockt: In unserem Indie-Gaming-Kanal auf YouTube haben wir das **frisch in den Early Access gestartete Survival: Fountain of Youth** angespielt. Auf den Spuren des spanischen Eroberers



Juan Ponce de León strandet der Protagonist im 16. Jahrhundert auf einer karibischen Insel. Hier muss er Hunger, Durst und die feindliche Tierwelt überleben, nach weiteren Schiffbrüchigen suchen und nicht zuletzt den legendären Jungbrunnen finden (Video siehe ct.de/ywmz).

Valve zählt inzwischen **9000 Steam-Spiele, die auf dem Steam Deck spielbar** sind. 5799 davon sind für Valves Mobilkonsole verifiziert, der Rest hat immerhin die Kennzeichnung „spielbar“ erhalten. 2887 Titel sind beim Test durchgefallen und laufen demnach nicht auf dem Steam Deck. Noch sind längst nicht alle Steam-Spiele überprüft.

Apple hat seinen **Spiele-Abo-Dienst Arcade um 20 Titel erweitert**. Der 2019 gestartete Abo-Dienst umfasst damit rund 200 Titel. Mit dabei sind unter anderem die Städtebausimulation „Cityscapes: Sim Build“, der „Farming Simulator 20+“ und Playdead's „LIMBO“.

Notizen, Chat & mehr: Neue Overlay-Funktionen für Steam

Die jüngste Betaversion des Steam-Clients zeigt neue Funktionen: Das **Steam-Overlay präsentiert nun Spieleinfos, Freundesliste, Chats, Screenshots, Notizen, Anleitungen und anderes**.

Die neuen Funktionen lassen sich ausprobieren, indem man in den Steam-Einstellungen zur Betaversion wechselt. Wie bisher öffnet die Tastenkombination Um-

schalt+Tab das Overlay. Dort lassen sich nun verschiedene Fenster öffnen.

Über eine Leiste am unteren Bildschirmrand wählt man die gewünschten Fenster aus. Praktisch: Hier lassen sich direkt die auf Steam zu einem Spiel verfügbaren Guides einblenden, sodass man bei Bedarf schnell etwas nachschauen kann. Gedanken zu einem Spiel hält die

neue Notiz-App fest. Sie sind dann auf der Detailseite des Spiels nachzulesen.

Einige der Overlay-Fenster (etwa die Notizen oder Anleitungen) lassen sich anpinnen; dann bleiben sie geöffnet, auch wenn man das Overlay wieder schließt. Außerdem merkt sich das Spiel angepinnte Fenster und platziert sie beim nächsten Spielstart wieder genau so. (lmd@ct.de)

KEINE DATEN- LÖCHER MEHR!

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



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

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

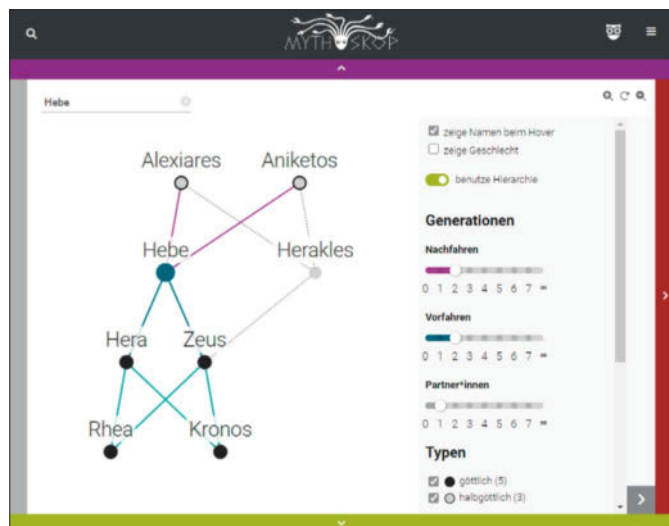
Zeitgesteuerter und **2FA** bedingter Appzugriff.



✓ Verfügbar für Windows, macOS, Linux und Android

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





Zeus, Demeter und Konsorten

mythoskop.de

Zeus mit seinen Verwandtschaftsbeziehungen, die Titanen und Kyklopen – in der griechischen Mythologie kann man schon mal den Überblick verlieren. Forscher der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg haben die – Verzeihung – Sisypheos-Arbeit auf sich genommen, die komplexen Beziehungen zwischen den Göttern und Helden des antiken Griechenlands leicht verständlich aufzudröseln.

Ihr **Mythoskop** macht die Verbindungen zwischen ihnen sichtbar. Die Figuren lassen sich nach ihren Namen, Typen (wie etwa göttlich oder sterblich), Gruppen (beispielsweise Titanen) und Quellen (wie etwa Ovid oder Hesiod) eingrenzen. Zu jeder Figur gibt das Mythoskop die literarischen Quellen an. Alle Wesen werden außerdem noch auf einer Weltkarte verortet, sofern das möglich ist. (jo@ct.de)

Das fotografische Gedächtnis Deutschlands

stern-fotoarchiv.de

Fotos waren immer eine Stärke des Magazins Stern. 15 Millionen Aufnahmen umfasst das Fotoarchiv des Magazins seit der Stern-Gründung im Jahr 1948. Der Verlag Gruner + Jahr hat es der Bayerischen Staatsbibliothek (BSB) übergeben, die es nach und nach der Öffentlichkeit zugänglich machen will. Die ersten 250.000 Fotos stehen im **stern-Fotoarchiv** online. Dazu gehören knapp 1400 Fotoreportagen, etwa über Touristen in einer Bettenburg auf Mallorca, die Castor-Transporte nach Gorleben oder anlässlich eines Spiels zum 50. Geburtstag von Franz Beckenbauer.

Man verliert sich schnell in der Masse der Aufnahmen – manchmal hat ein Fotograf Dutzende Versionen eines Motivs gemacht. Aber man sieht so auch, wie die Fotografen gearbeitet haben.

Inklusive der Kontaktabzüge und Notizen ist alles dokumentiert. Wer mag, kann die Aufnahmen, die aus den Jahren 1971 bis 2001 stammen, auch nach dem Aufnahmejahr oder Stichwörtern filtern. Liefert die Suche, wie es oft passiert, zu viele Treffer, kann man diese auf eine Best-of-Vorauswahl einschränken: Bilder, die die Fotografen für die Veröffentlichung vorgemerkt hatten. (jo@ct.de)

Dauerhafte Webseiten-Schnappschüsse

archive.is

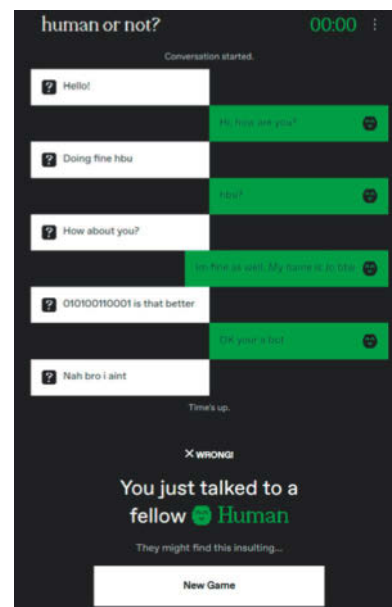
Manchmal möchte man eine Preisliste, ein Job- oder Immobilienangebot oder eine Webseite festhalten, die sich schnell ändern oder verschwinden kann. Dann kann man sie lokal kopieren oder einen Screenshot machen – oder man lässt das **Web-page archive** eine Kopie anfertigen. Das hat den Vorteil, dass diese dauerhaft online gespeichert wird und man sie so schnell auch anderen zukommen lassen kann. Den online gespeicherten Seiten fehlen aktive Elemente und Skripte, sodass sie keine Pop-ups oder Malware enthalten können. (jo@ct.de)

KI oder Mensch?

humanornot.ai

„Im Internet weiß niemand, dass Du ein Hund bist“, lautet ein gängiges Internet-Meme über die Möglichkeit, sich unerkannt im Netz zu bewegen. Heute ließe sich der Hund auch durch „eine KI“ ersetzen. Denn Hand aufs Herz, wenn Sie mit jemandem, den sie nicht kennen, per Chat kommunizieren: Könnten Sie in Zeiten von ChatGPT und anderen Sprachmodellen mit Sicherheit feststellen, ob Sie es mit einer KI oder mit einem Menschen zu tun haben?

Bei **Human or not?** können Sie das ausprobieren. Dort chatten Sie zwei Minuten mit jemandem und müssen hinterher entscheiden, ob es ein Mensch oder eine KI war. (jo@ct.de)



Diese Seite mit klickbaren Links: ct.de/ygq4

Erfolgreich im Kundendialog

Die logische Konsequenz aus der fortschreitenden Digitalisierung ist eine neue Art des Kommunizierens, getrieben vom Ziel der Unternehmen, ihren Kunden den besten Service zu bieten. Kommunikationsplattformen aus der Cloud, die alle Kanäle vereinen, werden für Unternehmen immer relevanter.

Herkömmliche Kommunikationsstrukturen aufbrechen

Ein service- und kundenorientiertes Unternehmen muss Raum für neue Methoden im Kundendialog schaffen, um alle Zielgruppen effizient und individualisiert bedienen zu können. Wettbewerbsvorteile können sich nur die Unternehmen sichern, die Kundenengagement zeigen und alle Register zur Kundenbindung und Kundenzufriedenheit ziehen. Hierzu gehört ein exzellenter Kundenservice, der eine schnelle und zielgruppenorientierte Kommunikation in guter Qualität beinhaltet. Dank der voranschreitenden Digitalisierung hat sich ein bedeutender Wandel im Dialog mit dem Kunden vollzogen. Mitarbeitende und Kunden können heute aktiv auf vielschichtige Weise interagieren und kommunizieren, dafür stehen neben Telefon, E-Mail und Servicehotline insbesondere KI-unterstützte Chatbots, Messenger-Dienste und soziale Medien zur Verfügung. Eine moderne Kommunikationsplattform aus der Cloud vereint alle Kommunikationskanäle unter einem Dach und ermöglicht eine mühelose, schnelle und personalisierte Konversation. Die Plattformen tragen mit dazu bei, den bestehenden Herausforderungen wie Personalmangel, lange Reaktionszeiten und der daraus resultierenden Kundenunzufriedenheit entgegenzuwirken.

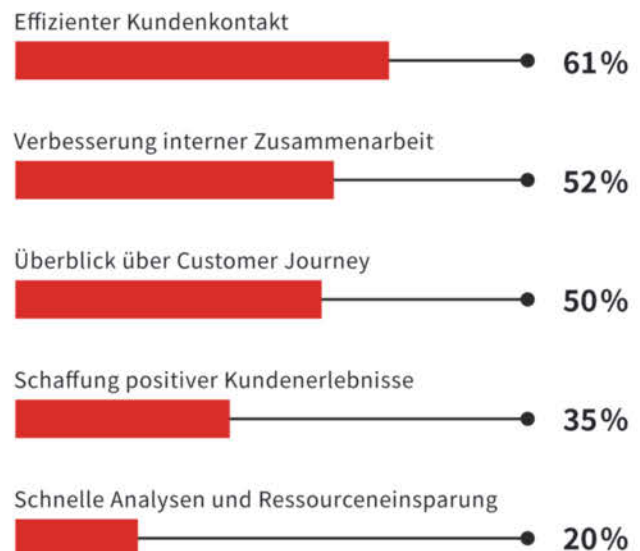
Künstliche Intelligenz: kluge Unterstützung im Kundendialog

Plattformen, auf denen alle Kommunikationskanäle integriert sind, bringen Kunden und Beschäftigte auf effiziente Weise zusammen. Sind alle Medien in einem zentralen Ort gebündelt, ist ein Wechsel zwischen den Kontaktpunkten problemlos möglich. An jedem Kontaktpunkt können individuelle Kundenerlebnisse geschaffen und personalisierte Inhalte zielgruppenspezifisch versendet werden. Omnichannel Plattformen, finden bereits in jedem zweiten größeren Unternehmen Anwendung, das zeigt eine von techconsult im Auftrag von Avaya durchgeführte Studie, an der 202 Unternehmen ab 500 Beschäftigten teilnahmen.

Die Studienergebnisse belegen, die Mehrwerte, von denen Anwender einer cloudbasierten Kommunikationsplattform profitieren, sind vielfältig. Durch automatisierte Kommunikationsabläufe wird die Produktivität gesteigert und die Zusammenarbeit zwischen Kundenservice, Marketing und Vertrieb erleichtert. Kommen leistungsfähige KI-basierte Chatbots zum Einsatz, bekommen die Unternehmen intelligente Unterstützung im Kundendialog. Manuelle Aufgaben, wie das Beantworten routinemäßiger Anfragen lassen sich automatisieren und Fachkräfte können eingespart werden. Doch Künstliche Intelligenz kann nicht nur bei Sprache und Text unterstützen, sie kann auch Konversationen analysieren und daraus Erkenntnisse ableiten, die den Unternehmen helfen, Kundenbedürfnisse besser zu verstehen und diese zu befriedigen.

Wie Anwender von einer cloudbasierten Kommunikationsplattform profitieren

Filter: Wenn Kommunikationsplattform im Einsatz | Mehrfachnennungen



Unterstützt durch

AVAYA

© techconsult GmbH 2023



Alle Informationen zur Studie und den Download finden Sie unter dem folgenden Link:

bit.ly/studie-medienvielfalt



Löchrig

E-Bike-Versicherung hält Kunden hin

Wer für sein E-Bike eine teure Versicherung abschließt, erwartet zu Recht, dass sie eventuelle Schäden rasch reguliert. Der Versicherer Ergo versucht stattdessen, Kunden mit unsinnigen Ausreden abzuspeisen.

Von Tim Gerber

Michael G. lebt unweit der Nordseeküste und ist gern mit dem Rad unterwegs. Um den oft herrschenden Winden leichter entgegenfahren zu können, schaffte er sich im April 2019 ein E-Bike vom Typ

Raleigh Stanton 11 für knapp 2500 Euro an. Für das teure Gefährt suchte er eine passende Versicherung mit Rundumschutz gegen Diebstahl und Ausfälle auch nach Ablauf der zweijährigen Gewährleistungsfrist. Den versprach ihm der Versicherungskonzern Ergo mit seinem „ZEG E-Bike-Schutz“. Am 6. Mai 2019 schloss Michael G. die Versicherung für fünf Jahre ab und zahlte dafür eine Prämie von insgesamt 385 Euro an den Konzern. Kurz darauf erhielt er den Versicherungsschein.

Anfang des Jahres brachte Michael G. sein Rad zur Inspektion in die Werkstatt seines Vertrauens. Auf der Rechnung vom 12. Januar bescheinigte die Fachwerkstatt neben weiteren kleineren Mängeln, dass das Display undicht geworden sei und Wasser ziehe. Eigentlich wohl ein Gewährleis-

tungs- oder Garantiefall, aber das ließ sich wegen des Zeitablaufs nicht mehr geltend machen. Genau für solche Fälle war ja die kostenpflichtige Absicherung über fünf Jahre bei der Ergo gedacht. Am 15. Januar schrieb Michael G. die Versicherung an und übermittelte ihr die Rechnung sowie Fotos von dem Display, auf welchen das Problem zu erkennen war. Natürlich wollte der Kunde wissen, welche der aufgeführten Schäden von der Versicherung reguliert würden und insbesondere, ob sie die Kosten für ein neues Display übernehmen würde.

Am 24. Januar meldete sich die Versicherung und forderte eine weitere Bestätigung der Werkstatt an. Wie gewünscht übersandte Michael G. die erbetenen Unterlagen via Upload an die Versicherung. Den Eingang bestätigte die Versicherung per E-Mail vom 8. Februar. Darin teilte sie dem verblüfften Kunden mit, dass sie den Tausch des Displays nicht übernehmen würde, „da Schäden aufgrund von Witterungseinflüssen nicht im Versicherungsumfang enthalten sind.“

Nachgelesen

Also nahm sich Michael G. die Versicherungsbedingungen zu seinem Vertrag vor

und fand darin folgende Passage: „Was ist nicht versichert: Schäden aufgrund von Überschwemmung, Erdbeben, Dachlawinen, Blitzschlag und Witterungseinflüssen.“ Mit E-Mail vom 9. Februar wies der Kunde die Versicherung darauf hin, dass damit wohl sogenannte Elementarschäden ausgeschlossen werden sollten und nicht etwa die Benutzung des Fahrrades bei Regen. Zusätzlich übersandte er Fotos und eine weitere Stellungnahme der Fachwerkstatt. Derzufolge löse sich die Klebeschicht unter dem Display-Glas auf und so bestehe die Gefahr, dass Regenwasser eindringt und einen elektrischen Schaden verursache. Die Versicherung möge ihre Entscheidung überprüfen, bat der Kunde.

Am 27. Februar antwortete ihm die Versicherung: Regen sei ein klarer Witterungseinfluss, welcher nicht unter den Versicherungsschutz falle. Dies bedeute nicht, dass er das Zweirad bei Regen nicht nutzen dürfe, sondern nur, dass die Versicherung für entstandene Schäden durch Regen nicht aufkomme. Anhand der vorliegenden Bilder sei ein klarer Feuchtigkeitseintritt zu erkennen, welcher das Display funktionsuntüchtig mache, behauptete die Sachbearbeiterin. Selbst wenn eine fehlerhafte Verklebung vorliegen sollte, welche nun nicht mehr zu prüfen sei, dann hätte dies die Funktionalität des Displays nicht beeinträchtigt. Der Defekt beruhe auf dem ersichtlichen Feuchtigkeitseintritt.

Einigermaßen entrüstet stellte Michael G. noch am selben Tag den Sachverhalt aus seiner Sicht richtig: „Tatsächlich handelt es sich bei den erkennbaren Fehlstellen um eine Ablösung des Displays mit Luft zwischen Kleber und Glas.“ Ohne sie wäre der breite Rand gleichmäßig schwarz. „Wenn alle noch dunklen Stellen auch von Luft unterwandert sind, fällt das Glas ab.“ Er wies zudem darauf hin, dass das Display – anders als behauptet – sehr wohl noch elektrisch funktioniere. Nur dass eben die Gefahr bestehe, dass bei Regen Wasser eindringe, worauf ja auch die Werkstatt hingewiesen habe. „Das Display ist nicht mehr gegen Regenwasser geschützt und der Schutz gegen eindringendes Wasser ist ein wesentliches Produktmerkmal des Displays und des gesamten E-Bikes“, hielt Michael G. seiner Versicherung vor.

Mit E-Mail vom 9. März entschuldigte sich die Sachbearbeiterin für die fälschliche Annahme in der vorigen Mail, dass

eine Funktionsbeeinträchtigung des Displays vorliege. Doch den Schaden regulieren wollte die Versicherung trotzdem nicht. „Optische Schäden sind nicht im Versicherungsumfang enthalten“, hieß es nun zur Begründung. Ferner gelte es zu beachten, dass versicherungsseitig keine Vorsorgemaßnahmen ergriffen würden. Erst wenn die Funktionalität des Zweirades beeinträchtigt sei, könne man den Schadensfall auf eine Kostenübernahme prüfen. Doch in diesem Fall würde man ihm dann bestimmt die nicht versicherten Witterungseinflüsse vorhalten, fürchte Michael G.

**VOR
SICHT
KUNDE!**

Da er sich inzwischen von der Versicherung doch ziemlich auf den Arm genommen fühlte, wandte sich Michael G. am 18. März an c't. Am 23. März sagte die Versicherung eine erneute Überprüfung zu, die es zunächst abzuwarten galt. Zu diesem Zweck sollte der Kunde einen Kostenvoranschlag der Werkstatt einreichen, den er umgehend in Auftrag gab. Bevor der fertiggestellt war, teilte ihm die Versicherung am 27. März per E-Mail mit, dass man ihm im Rahmen einer „Einzelfallentscheidung“ und ohne Anerkennung einer Rechtspflicht Reparaturkosten in Höhe von 180 Euro erstatten würde. Falls es zu Mehrkosten komme, möge er einen Kostenvoranschlag einreichen.

Verrechnet

Den konnte Michael G. am 29. März einreichen. Allerdings belief er sich auf knapp



Vom Kunden übermittelte Fotos zeigten einerseits den Schaden der Verklebung und andererseits, dass es elektrisch noch funktionstüchtig war. Doch die Versicherung wollte dies zunächst nicht zur Kenntnis nehmen.

450 Euro. Das serienmäßig an seinem Rad verbaute Farbdisplay kostete allein 245 Euro. Für die 180 Euro, die die Versicherung zahlen wollte, gibt es nur ein monochromes Display. Am 4. April fragte der Kunde an, ob die Versicherung bei ihrer Entscheidung bleibe. Er wolle am 15. April mit dem Rad in den Urlaub fahren und könnte dann endlich den Auftrag erteilen und die Ersatzteile ordern. Seit der Schadensmeldung waren immerhin schon zweieinhalb Monate ins Land gegangen.

Doch nichts passierte. Wir fragten deshalb am 13. April bei der Pressestelle der Ergo-Versicherung an und wollten wissen, ob es sich tatsächlich so verhalte, dass derartige Schäden, die über kurz oder lang zu einem Ausfall der Elektronik führen werden, von der Versicherung nicht gedeckt seien. Schließlich hatte man ja selbst bei den letzten vagen Zusagen betont, dass eine vertragliche Pflicht nicht bestehe. Außerdem wollten wir von der Versicherung erfahren, wie lange solche Schadensregulierungen in der Regel dauern.

Versicherungsbürokratie

Am 14. April bestätigte eine Unternehmenssprecherin den Eingang der Anfrage und übermittelte uns ein Formular, mit welchem der Kunde sein Einverständnis in die Auskunftserteilung erklären sollte. Solch eine Erklärung lassen wir uns in der Regel bereits vorab erteilen und konnten somit das Einverständnis von Michael G. postwendend übermitteln. Doch das genügte den Hausjuristen der Versicherung nicht. Sie bestanden auf einer Unterschrift auf ihrem eigenen Formular, in welchem explizit auf die Risiken des Internets hingewiesen wird. Da die Rechtsgelehrten für die Prüfung mehrere Tage brauchten, konnten wir das Formular letztlich am 17. April unterschrieben übermitteln.

Und nun kam Bewegung in die festgefahrene Sache: Per E-Mail entschuldigte sich die Versicherung beim Kunden „für die sehr schleppende und auch falsche Bearbeitung des Schadensfalles“ und versicherte ihm, dass man bereits „interne Maßnahmen ergriffen“ habe, damit sich dies nicht wiederhole. Nach Prüfung seiner Unterlagen bestätigte man dem Kunden, dass die Kosten in Höhe von 443,85 Euro übernommen werden. Am 20. April ging der Betrag auf dem Konto des Kunden ein. Nach dreieinhalb Monaten hatte die Fahrrad-Odyssee von Michael G. damit doch noch ein glückliches Ende gefunden. (tig@ct.de) **ct**



Megaspeicher

RAM-Module mit 48 GByte Kapazität

DDR5-DIMMs mit der „krummen“ Größe von 48 GByte steigern den maximalen Arbeitsspeicher bei aktuellen Desktop-PCs von 128 auf 192 GByte. Doch nicht jedes Windows kommt damit zurecht.

Von Christian Hirsch

Bislang war bei den Mainstream-Prozessoren von AMD und Intel bei 128 GByte Arbeitsspeicher Schluss. Die Speichercontroller der Core-i- und Ryzen-CPU's steuern jeweils zwei Kanäle mit je zwei DIMMs an und die maximale Kapazität von ungepufferten Modulen (UDIMMs) lag bisher bei 32 GByte. Zum Jahreswechsel kündigten die ersten Hersteller DIMMs mit 24 und 48 GByte an, was den Maximal-

ausbau bei Mainboards mit vier Steckplätzen auf 192 GByte erhöht.

Allerdings wird es die großen Module nur als DDR5-RAM geben. Deshalb passen sie ausschließlich in AM5-Boards für Ryzen 7000 und LGA1700-Boards für Core i-12000 und i-13000, sofern es sich um eine DDR5-Boardvariante handelt. Das Aus- und Aufrüsten von LGA1700-Boards mit Slots für DDR4-RAM sowie von älteren Core-i- und Ryzen-Systemen klappt deshalb nicht.

Die krummen Größen entstehen durch neue Speicherchips mit 24 Gbit Kapazität statt mit bisher maximal 16 Gbit. Auf einem UDIMM sitzen immer 8 oder 16 Stück davon, weil ein Kanal des Speicherbus 64 Bit breit ist und jeder einzelne SDRAM-Chip nur 4, 8 oder 16 Datenleitungen hat. Derzeit fertigt lediglich Micron 24-Gbit-Chips. Microns Tochterfirma Crucial hatte am Jahresanfang selbst 24- und 48-GByte-Module angekündigt, die aber immer noch nirgends erhältlich

sind. Zudem wollen auch Samsung und SK Hynix 24-Gbit-DRAM fertigen.

Derzeit bieten lediglich Corsair, G.Skill und Mushkin DIMMs mit 24 und 48 GByte Kapazität mit Geschwindigkeiten von DDR5-5200 bis DDR5-8000 an. Auch bei den langsameren Varianten handelt es sich um Overclocking-Module, die ihre hohe Taktfrequenz und kurze Latenz nur mit erhöhter Betriebsspannung und aktivem Extreme Memory Profile (XMP) erreichen.

BIOS-Update ist Pflicht

Um die Vollbestückung mit vier 48-GByte-DIMMs für 192 GByte Arbeitsspeicher zu testen, haben wir ein Vierer-Kit Corsair Vengeance DDR5-5200 für rund 630 Euro bestellt. Damit kosten die großen Module aufs GByte gerechnet genau so viel wie übliche 16-GByte-DIMMs dieser Geschwindigkeitsklasse.

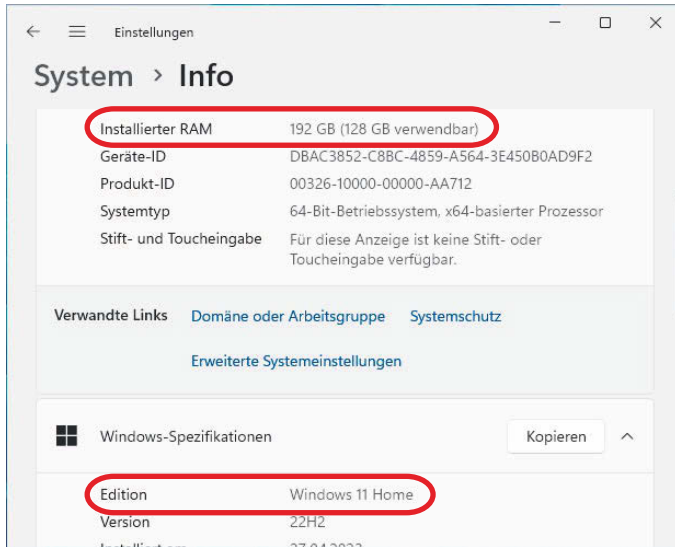
Die 24- und 48-GByte-DIMMs laufen erst seit wenigen Wochen in aktuellen AMD- und Intel-Systemen, weil vorher die Mainboards mangels passender Firmware damit nicht zurechtkamen. Bei unserem Test-Mainboard Gigabyte X670E Aorus Master mussten wir das Beta-BIOS F10c vom 25.4.2023 aufspielen, mit der vorherigen Version F10a bootete das Board nicht. Beim ersten Start verbringt der Rechner mehrere Minuten mit dem Memory Training, bevor ein Bild auf dem Monitor erscheint. Hier sollten Sie Geduld zeigen, auch wenn die Diagnose-LED für das RAM auf dem Mainboard längere Zeit konstant leuchtet und vermeintlich einen Fehler anzeigt.

Sind alle vier Speicherplätze bestückt, erlaubt AMD bei der AM5-Plattform lediglich DDR5-3600 statt DDR5-5200-Tempo, was das Gigabyte-Board auch korrekt einstellte. Im XMP-Modus mit erhöhter Spannung liefen die 192 GByte aber auch mit der angegebenen DDR5-5200-Geschwindigkeit stabil.

Bei Intel-Systemen hängt es ebenfalls primär vom BIOS ab, ob die großen Module funktionieren: Grundsätzlich können

Corsair Vengeance schwarz DIMM Kit 192GB

Vier 48-GByte-DIMMs mit DDR5-5200	
Hersteller	Corsair, www.corsair.com
Geschwindigkeiten	XMP: DDR5-5200 (CL38), 1,25 V, JEDEC: DDR5-4800 (CL40), 1,1 V
Preis	630 € (4er-Set)



Microsoft beschränkt Windows 11 Home willkürlich auf 128 GByte RAM. Der Rest dreht Däumchen.

alle Core i-12000 und Core i-13000 sowie alle DDR5-Boards mit Serie-600- und -700-Chipsatz mit den krummen Speichergrößen umgehen. Sie benötigen dafür eine aktuelle Firmware aus dem März oder April 2023, die aber noch nicht alle Hersteller für jede ihrer LGA1700-Hauptplatinen bereitgestellt haben.

Für Vollbestückung mit vier Dual-Rank-Modulen spezifiziert Intel bei Alder-Lake-Prozessoren lediglich DDR5-3600- und bei Raptor-Lake-Prozessoren DDR5-4400-Geschwindigkeit statt DDR5-4800 beziehungsweise DDR5-5600. Das von uns verwendete MSI Pro Z690-A WIFI stellt mit dem BIOS 7D25vAB aber sowohl mit dem Core i5-12600 als auch mit dem Core i5-13600K automatisch DDR4-4000-Tempo ein. Bei beiden Plattformen ist noch etwas Feinschliff bei der Firmware notwendig, denn manchmal brauchte es mehrere Versuche, bis das System mit den großen Modulen bootete.

Bei der Software offenbarten sich ebenfalls Hürden. Während Ubuntu Linux 23.04 die 192 GByte problemlos ansteuert, hängt es bei Windows von der Edition ab. Microsoft erlaubt Windows 10 Home und 11 Home lediglich bis zu 128 GByte Arbeitsspeicher zu nutzen, die darüber hinausgehenden 64 GByte liegen brach. Das volle RAM steht für Anwendungen erst bei Windows 10/11 Pro und Education zur Verfügung, die 2 TByte unterstützen. Bei Enterprise und Pro for Workstation klettert das Limit für den Arbeitsspeicher auf 6 TByte. Bis Redaktionsschluss erhielten wir keine Rückmeldung von Microsoft, ob der Grenzwert von Windows 11 Home erhöht wird.

Fazit

Mit aktuellem BIOS laufen die Module mit 48 GByte DDR5-RAM auf aktuellen Core-i- und Ryzen-Systemen. Im Viererpack erlaubt das 192 GByte Arbeitsspeicher. Die großen Module lohnen jedoch nur für wenige Anwender, denn für die typische Ausstattung von Desktop-PCs und kleineren Workstations mit 16, 32 und 64 GByte RAM reichen die bislang erhältlichen DIMM-Größen mit 8, 16 und 32 GByte Kapazität problemlos aus. Vorteile bieten die 48-GByte-Module zum Stückpreis von rund 160 Euro erst, wenn mehr als 128 GByte RAM gefragt sind. (chh@ct.de)



282 Seiten · 29,90 €
ISBN 978-3-86490-913-9



346 Seiten · 39,90 €
ISBN 978-3-86490-937-5

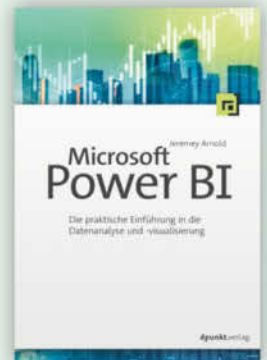


Mit Herz, Verstand und Stift begibst du dich auf die Suche nach Erkenntnissen, die dich persönlich weiterbringen. Dafür warten auf dich 99 Tage Selbstreflexion mit unterschiedlichem Fokus: ein Mix aus agilen Methoden, systemischen Werkzeugen und Journaling. Außerdem erstellst du dein persönliches Lernbacklog, das dich auf deiner weiteren Agilen Reise begleitet. Ergänzende Tipps und Videoinhalte kannst du per Link oder QR-Code abrufen. Bist du neugierig? Lass uns zusammen deine Agile Reise beginnen!

360 Seiten · 34,90 €
ISBN 978-3-86490-975-7



3. Auflage · 434 Seiten · 39,90 €
ISBN 978-3-86490-929-0



310 Seiten · 36,90 €
ISBN 978-3-86490-969-6



424 Seiten · 49,90 €
ISBN 978-3-86490-964-1



3. Auflage · 330 Seiten · 39,90 €
ISBN 978-3-86490-959-7



Etwas autonom

Mobiler Einzugsscanner für die Aktentasche im Test

Avisions akkubetriebener Dokumenten-Einzugsscanner Meta-Mobile 20 scannt ohne PC-Hilfe oder Smartphone-App und speichert Dokumente auf SD-Karte. Der praktische Nutzen ist aber begrenzt.

Von Rudolf Opitz

Avissions kleiner Einzugsscanner Meta-Mobile 20 gehört in die Klasse der autonomen Mobilgeräte, die man im Archiv oder in der Bibliothek schnell aus der Aktentasche zieht. Er digitalisiert ohne PC- und Smartphone-Unterstützung Einzelblattdokumente flott und beidseitig. Die Scans landen auf einer SD-Speicherkarte. Dazu hat das etwa 600 Gramm schwere Gerät einen wechselbaren Lithium-Ionen-Akku, der über dessen USB-Schnittstelle geladen wird. An der Vorderseite nimmt ein Slot SDHC-Speicherkarten (bis 32 GByte) entgegen, ein 32-GByte-Medium liefert Avison mit.

Der MetaMobile 20 erzeugt sein eigenes, offenes WLAN, über das er Zugang zu den Scans auf der Speicherkarte gewährt. Dazu verbindet man ein Notebook oder Smartphone mit der SSID des Avison-Scanners und ruft seine Webseite mittels Eingabe von 10.10.100.1 in die URL-Zeile eines Browsers auf. Über das PhotoView genannte Frontend lassen sich die Scans betrachten und herunterladen. Jedoch kann der MetaMobile 20 über WLAN weder App-gesteuert scannen noch sich in ein bestehendes WLAN integrieren. Um den Avison-Scanner am PC zu verwenden, braucht es zwingend das beiliegende USB-Kabel. Dazu muss man das WLAN über einen Schalter an der rechten Seite deaktivieren und den Scanner per Druck auf die Scan/OK-Taste in den PC-Modus schalten.

Treiber und Anwendungen stellt Avison für macOS und Windows nur über seine Servicewebsite bereit. Nach der Installation des Treiberpakets installiert man unter Windows die Software PaperAir, einen praktischen Documentmanager mit OCR-Texterkennung und Suchwortverwaltung. Zum Treiberpaket gehört außerdem die Software „Capture Tool“,

die zum Scannen den Twain-Treiber mit seinen umfangreichen Einstelloptionen aufruft. Für macOS stellt Avison die App „ButtonManager“ mit vielen Scanoptionen, aber ohne Dokumentenmanagement bereit.

Für einen 300-dpi-Scan zum PC braucht der leise MetaMobile 20 etwa 15 Sekunden, beim Scannen auf SD-Karte ist er mit 12 Sekunden etwas schneller. Die mit 19,5 Zentimetern sehr breite Transportwalze nimmt vorn angebotene Vorlagenblätter mit einer kurzen Fangbewegung sicher entgegen und hält sie fest. Im autonomen SD-Modus zieht sie die Vorlage nach kurzer Zeit an den gegenüberliegenden Scanzeilen vorbei, die beide Seiten in einem Durchgang digitalisieren. Im PC-Modus startet man den Scan per Software oder über die Scan-Taste.

Via Twain-Treiber scannt man am besten im Mix-Profil statt im Dokumenten- oder Text-Profil, da letztere Logos und Grafiken viel zu dunkel und mit falschen Farben abbilden. Das Mix-Profil gibt sowohl Text als auch Grafikelemente sauber wieder, gleiches gilt für autonome Scans. Prospekte und andere Vorlagen mit Bildern sollte man generell mit 300 dpi scannen, bei geringen Auflösungen (150 dpi) kommt es etwa bei Zeitungsvorlagen zu feinen, aber sichtbaren Moirés. Der Hintergrundfilter taugt hier nichts, da er Kontraste angleicht, was bei Bildern zu Farbaussetzern führt.

PC-gesteuert scannte der MetaMobile im Test Fotos mit guter Farbwiedergabe, aber auch mit typischen Streifen in Durchzugrichtung. Autonom gescannte Fotos zeigten die Streifen nicht, dafür einen geringeren Kontrastumfang, der dunkle Details im Schwarz absaufen lässt und eine leichte Unschärfe – hier wurde gefiltert.

Für schwierige Vorlagen wie Text auf Farbhintergrund verwendet man besser einen PC und den Twain-Treiber, der beliebige Farben filtert und eine gute Automatik besitzt, die im Test aus Schwarz auf Rot gut lesbares Schwarz auf Weiß machte. Geknickte Vorlagen mochte der Meta-Mobile nicht so sehr: Auf den Scans blieben gut sichtbare Knickspuren zurück.

Die Anwendung PaperAir vereinfacht das Scannen größerer Mengen, versieht die Scans zum besseren Auffinden mit Schlagwörtern (Tags) und speichert sie in Archivverzeichnissen oder sendet sie zu Clouddiensten. Außerdem erzeugt PaperAir dank integrierter OCR (Optical Character Recognition) durchsuchbare PDFs.

Die Texterkennung funktionierte im Test gut und deutete große und kleine Schriften sowie Initiale korrekt. Sogar bei unserer gemeinen c't-Tabelle (kleine Schrift auf wechselnden Grauhintergründen, Titel weiß auf grau) machte sie vergleichsweise wenige Fehler.

Fazit

Als mobiler Begleiter ist der 185 Euro teure, akkubetriebene Scanner von geringem Nutzen. Wer schnell mal ein Dokument unterwegs digitalisieren will, zückt heute sein Smartphone mit Multimegapixelkamera. Der MetaMobile-Scanner wiegt dreimal so viel wie ein Smartphone und eignet sich daher nicht als ständiger Begleiter.

Am PC leistet der Avison MetaMobile 20 bei geringem Scan-aufkommen aber gute Arbeit und gefällt als platzsparender und zuverlässiger Scanner am Arbeitsplatz. (rop@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Rudolf Opitz, Schlanke Scanner, Dokumentenscanner für unterwegs und zu Hause, c't 6/2020, S.104

Avison MetaMobile 20

Akkubetriebener A4-Duplex-Einzugs Scanner mit SD-Card-Slot	
Hersteller, URL	Avison, avision.de
Scantechnik	Dual-CIS, LED
max. optische Auflösung	600 dpi
Scanbereich maximal ¹	216 mm × 356 mm
Scanbereich minimal ¹	88 mm × 50 mm
Vorlagengewicht ¹	60 ... 107 g/m ²
Duplex-Scan	✓
autonomes Scannen	✓ (auf SD-Karte, JPG, PDF)
empfohlene maximale Tagesleistung	2500 Seiten
Scannen an Cloud	über PC-Software
Funktionstasten	Power, Scan, Menü, Modus, Simplex/Duplex, JPG/PDF
Display	3-cm-Monochrom-Display
Schnittstelle	USB 2.0 (Micro-USB), WLAN Wi-Fi 4 (2,4 GHz)
Maße (B × T × H)	31 cm × 7 cm × 4 cm
Gewicht	608 g
Stromversorgung / Ladezeit ¹	Li-Ionen-Akku 1700 mAh, 3,7 V / 4 h
Lieferumfang	USB-Kabel, Kalibriervorlage, Putztuch, 32-GB-SDHC-Karte, Kurzanleitung
Software	
Treiber für	Windows ab 7, macOS ab 10.7
TWAIN / WIA / ISIS	✓ / ✓ / –
OCR	✓ (in PaperAir integriert)
Software Windows / macOS	Avison Capture Tool, PaperAir / ButtonManager V2
Ausgabeformate Scansoftware	PDF, JPEG, TIFF, BMP, GIF (PaperAir: DOCX, XLSX, PPTX)
Scanmodi	SW, 256 Graustufen, 24 Bit Farbe
Einstellungen, Filter	Helligkeit, Kontrast, Farbe, Hintergrund entf., Lochung entf., Leerseite entf., Drehen, Schrägkorrektur, Spiegeln, Rauschfilter, Bar-/Patchcode
Blindfarbe / Schwellen-Regler	✓ / ✓
Messergebnisse und Bewertung	
Scanzeiten	300 dpi: 15 s, Direktscan auf SD: 12 s, 600 dpi: 27 s
Geräuschentwicklung	Scannen 300 dpi: 2,3 sone
Mobilität / Bedienung	⊕ / ○
Scanqualität Text / Grafik / Foto	⊕ / ⊕⊕ / ⊕
Texterkennung (OCR)	⊕
Herstellergarantie	2 Jahre Carry-in
Preis (Straße)	185 €
¹ Herstellerangabe ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden — nicht vorhanden	



Nur 995 € im Jahr

Apple. Experten. Wissen.

Mac & i Pro verschafft Entscheidern, Administratoren und Entwicklern, die sich mit Apple-Systemen beschäftigen, einen wesentlichen Vorsprung.

Im Paket enthalten sind:

- Bis zu **24 Live-Webinare** pro Jahr
- Zugang zur **Mac & i Pro-Expertenplattform**
- **Pro Talks** mit kompetenten Gästen
- **Mediathek** mit allen Webinaren
- **1 heise+ Jahresabo**
- **1 heise Pur Jahresabo**

Jetzt Mac & i Pro-Paket sichern:
www.mac-and-i.de/pro



Druckwunder

40 Jahre c't: Wir verlosen einen flotten Farblaserdrucker von Brother



Feinste Farblaserausdrucke verspricht unser Preis in dieser Knobel- und Verlosungsrunde: Ein professioneller Farblaserdrucker vom Typ HL-L9470CDN von Brother ist zu gewinnen – wenn es Ihnen gelingt, unser Worträtsel zu knacken.

Von Oliver Lau und Georg Schnurer

Ein scharfer Blick war bei unserem Buchstabenrätsel in c't 10/2023 gefragt: Es galt, das längste sinnvolle Wort in unserer 16×16 Buchstaben großen Matrix ausfindig zu machen. Das war gar nicht so einfach, denn man konnte Worte vorwärts, rückwärts, um die Ecke und sogar von einem Matrixrand zum anderen bilden. Als kleine Hilfestellung hatten wir noch verraten, dass alle Worte einen IT-Bezug haben.

Unser verstecktes Lösungswort war „Druckerwarteschlange“ mit 20 Buchsta-

ben. Doch in alter Scrabble-Manier fügten viele auch noch ein „n“ an, denn es kann ja auch mehrere dieser Warteschlangen geben. Schon sind es 21 Buchstaben. Doch damit nicht genug. Da die deutsche Sprache es zulässt, mehrere Worte aneinanderzuhängen, war schnell auch die „Druckerwarteschlangensicherheit“ (31 Buchstaben) – und ja, auch da würde noch ein „en“ dahinter passen, aber nur die Sicherheit aus dem Wirtschafts- und Finanzjargon lässt einen Plural zu.

Doch es geht noch länger: „Scannerdruckerwarteschlangensicherheiten“ hat stolze 40 Buchstaben; da darin das gesuchte Wort enthalten ist, ist auch damit die Aufgabe gelöst. Gleiches gilt für „Scannerdruckerwarteschlangensicherheitenort“ und „Lanscannerdruckerwarteschlangensicherheiten“ (beide 43 Buchstaben) sowie „Modemscannerdruckerwarteschlangensicherheiten“ (45 Buchstaben).

Seitenpfade

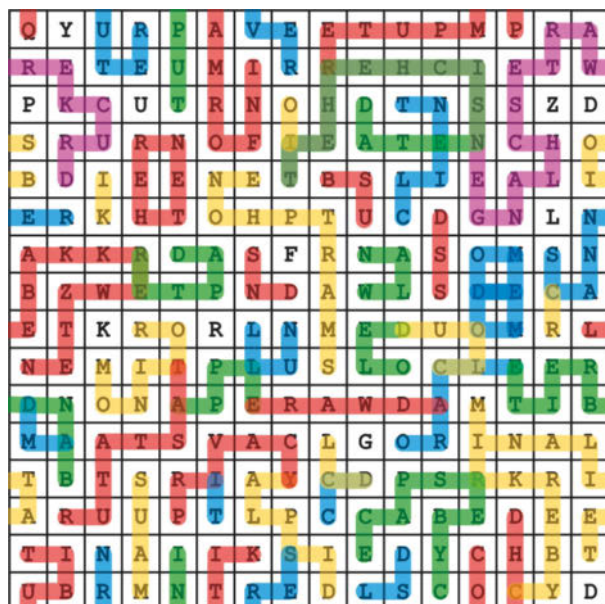
In unserer Matrix ließ sich aber auch ein anderer Pfad verfolgen, der zu einem sinnvollen Lösungswort führt: Unter „Compu-

terrohdatensicherheit“ (26 Buchstaben) kann man sich mit etwas gutem Willen etwas aus der IT vorstellen. Und klar, auch hier hängten einige ein „en“ an. Auch der Begriff „Clientdatensicherheit“ (21 Buchstaben) landete, wenn auch gerade noch so, im Lostopf.

Abwegig wird es jedoch bei Wortschöpfungen wie „Pcidslcomputerdateiensicht“. Das sind zwar sehr viele aneinandergereihete Buchstaben, doch ein sinnvoller Begriff aus dem IT-Umfeld will uns dazu partout nicht einfallen; außerdem ist ein Buchstabendreher drin und es fehlt ein „roh“, denn in der Matrix findet man nur „Pcidslcomputerrohdateiensicht“. Ähnlich schräg war „Petzschlangeneid“, mit dem uns ein Einsender erfolglos zu überzeugen versuchte.

Zum Schmunzeln brachte uns hingegen Christian H. aus Hildesheim, der neben dem richtigen Lösungswort auch noch auf das in der Matrix versteckte „Lanabendbierle“ verwies. Diese schwäbische Variante des Zockerumtrunks war uns einen Sonderpreis der Redaktion wert. Er erhält unser Buchpaket, bestehend aus je einem Exemplar der Science-Fiction-Kurzgeschichten mit den Titeln „Ausblendung. Wege in die virtuelle Welt“ sowie „Massaker in RobCity“. Und da wir schon mal beim Verteilen der Sonderpreise sind, darf die Einsendung von Andreas B. nicht unerwähnt bleiben. Er entdeckte neben der korrekten Lösung auch das zyklische Wort „Kabelabendnetzwerk“ in der Matrix. Zumindest orthografisch korrekt lässt sich daraus ein endlos langes, wenn auch sinnloses Wort bilden. Mit „Modem“ war übrigens ein weiteres zyklisches Wort in der Matrix versteckt.

Da KI ja in aller Munde ist, fand Andreas B. auch noch das Wort „Kidrukerwarteschlangensicherheiten“, sortierte es aber mangels Sinnhaftigkeit gleich wieder aus. In jedem Fall war uns diese Zuschrift mit der korrekten Lösung und so vielen putzigen Wortschöpfungen ein weiteres



Zur leichteren Nachvollziehbarkeit haben wir die untergebrachten Wörter in dieser Buchstabenmatrix markiert. Einige Leser fanden aber noch weitere mehr oder weniger sinnvolle Konstrukte.

Buchpaket wert. Auch Jens B. aus Halle amüsierte uns mit spannenden Worten, die er in der Matrix gefunden und daraus einen lustigen Text generiert hatte – und schon haben wir den dritten Sonderpreis-träger. Über den vierten darf sich Ingbert B. aus Neubiberg freuen, der uns am 21. April um 15:34 Uhr die erste korrekte Lösung zusendete.

Löseautomaten

Während die Mehrzahl der Teilnehmer unsere Matrix wohl klassisch mit der Methode des scharfen Hinsehens nach passenden Lösungsworten durchsuchte, bedienten sich einige auch technischer Hilfsmittel. So schrieb Philipp K. aus Yach ein kurzes Programm in ISO C 23, das aus einer Eingabedatei, die pro Zeile ein Wort enthält, einen Prefix-Trie erstellt, und dann mit dessen Hilfe eine Suche in der Matrix durchführt. Das Programm, so schrieb er uns, stellte sich als so schnell heraus, dass er die ursprünglich vorgesehene Parallelisierung der Suche nicht mehr implementierte.

Die Wortliste, mit der er sein Programm fütterte, war ein mit sed generierter Mix aus einem GitHub-Repository und der Wortschatz-Liste der Uni Leipzig (siehe ct.de/yfmh). Das letztlich gefundene Wort „Warteschlangensicherheiten“ war in den Wortlisten zwar nicht enthalten, aber die mittels des Programms gefundenen Wörter „Warteschlangen“ und „Datensicherheit“ ließen ihn erst auf „Druckerwarteschlangen“ und schließlich auf „Warteschlangensicherheiten“ stoßen.



Für flotte oder besonders kreative Lösungseinsendungen vergaben wir wieder einmal den Sonderpreis der c't-Redaktion.

Dem Ampler Axel sieht man erst auf den zweiten Blick an, dass es sich hier um ein E-Bike handelt.



Bild: Ampler

Einen ähnlichen Weg ging auch Christian R., der sein Programm auf GitHub veröffentlichte (siehe ct.de/yfmh).

Rege Teilnahme

Insgesamt erreichten uns bis zum Redaktionsschluss 439 Zuschriften, davon waren 263 korrekt und nahmen an der Verlosung des von Ampler zur Verfügung gestellten Straßenflitzers vom Typ Axel teil. Das besonders für den Stadtverkehr geeignete Rad im Wert von 2790 Euro ist auf den ersten Blick gar nicht als E-Bike zu erkennen: Der dezente Hinterradmotor fällt kaum auf und den demontierbaren Akku (48 V, 336 Wh) hat Ampler im Unterrohr untergebracht. Das Rad ist in zwei Rahmenhöhen (54 cm, Körpergröße 172–185 cm; 58 cm, Körpergröße 186–200 cm) erhältlich.

Von den breiten Reifen (Continental Contact Urban 50-584) und dem ausladenden Lenker sollte man sich nicht täuschen lassen, das Axel ist eher sportlich als gemütlich abgestimmt. Die Sitzposition ist nur geringfügig aufrechter als beim Modell Curt, dem sportlichsten Rad von Ampler. Wieselflink zirkelt das Axel um die Ecken und an stehenden Autos vorbei. In der Stadt, dem expliziten Wunschterrain des Rads, ist man damit auf glattem Asphalt sehr gut aufgehoben, wird auf grobem Kopfsteinpflaster jedoch ordentlich durchgeschüttelt. Schon mit abgeschaltetem Motor fährt sich das Rad angenehm, kommt die Unterstützung hinzu, wird es richtig flott. Der von Ampler selbst entwickelte 250-Watt-Motor schiebt sanft, aber bestimmt an.

Weitere Highlights des Ampler Axel sind der Antrieb per wartungsarmem Singlespeed-Riemenantrieb (Gates CDN 118T, CDX 55T, CDX 19T) und die in das Ober-

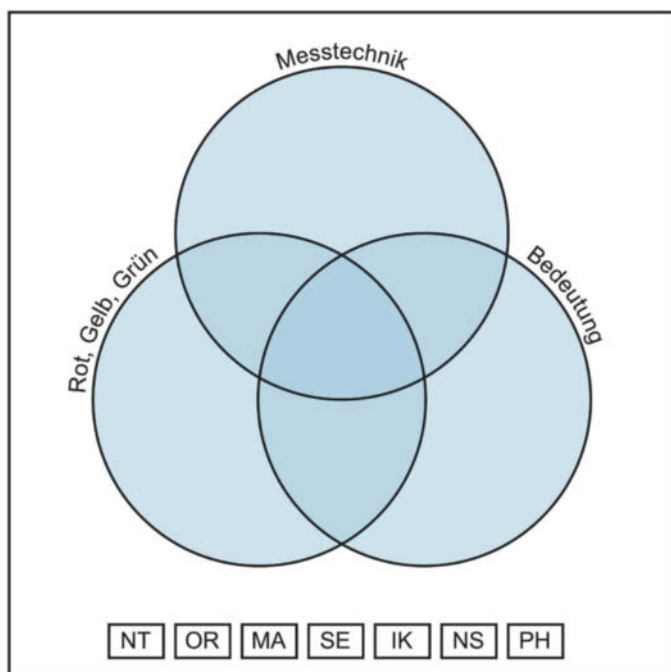
rohr integrierten Bedienelemente. Auch hier verfolgt der Hersteller ein minimalistisches Konzept: Die Steuereinheit fällt nicht sofort ins Auge, erlaubt aber die Wahl von zwei Unterstützungsmodi: Auf Stufe 1 entfaltet der Antrieb etwa 70 Prozent Leistung, Stufe 2 erhöht auf volle Power. Das maximale Drehmoment des Motors beträgt 45 Newtonmeter. Der Antrieb lässt sich auch komplett abschalten. In die neuen E-Bike-Modelle baut Ampler erstmals ein GSM- und GPS-Modul für Internet- und Standortdienste ein. Die kann der Hersteller nutzen, um das Rad zu tracken, Bewegungswarnungen zu erhalten, eine Ferndiagnose durchzuführen und Updates auch ohne Handyverbindung einzuspielen. In der App können Kunden dies an- oder abschalten, auf dem Display zeigen zwei Symbole Mobilfunk- und GPS-Empfang an. Zwei Jahre lang ist dieser Dienst kostenlos.

Über das schicke E-Bike darf sich Detlef K. aus Kerken freuen. Er entschied sich für ein Modell mit 58 Zentimeter Rahmenhöhe in der Farbe Rock Green. Alle Preise wurden bereits versendet – Gratulation an die glücklichen Gewinner und vielen Dank fürs Mitmachen an alle anderen Teilnehmer.

Neues Spiel

Diesmal haben wir ein Rätsel ausbalanciert, für das Sie Ihr Informatik- und Technikvokabular sowie ein bisschen Verständnis für Mengenlehre aktivieren müssen. Der erste Teil der Aufgabe besteht darin herauszufinden, wie Sie zur Lösung kommen. Der zweite ist das Lösen selbst.

Wenn Sie teilnehmen wollen und als Lösung zum Beispiel die drei ausgedachten, aber den Regeln des Rätsels folgenden



Bei unserem Rätsel in Gestalt eines Venn-Diagramms müssen Sie erst einmal herausfinden, wie die Aufgabe genau aussieht – und sie dann natürlich noch lösen.

Wörter LOESCHEN, ENGLISCH und OPENGLES ermittelt haben, schreiben Sie eine Mail mit dem Betreff „Rätsel c't 13/2023 – ENGLISCH LOESCHEN OPENGLES“ an 40. Geburtstag@ct.de (die Wörter müssen lexikografisch sortiert sein). Zeit haben Sie dafür bis zum 28. Mai 2023. Wenn Sie in der E-Mail gleich Ihre postalische Anschrift angeben, erleichtern Sie uns damit das Versenden der Preise. Rechtzeitig eingegangene Einsendungen mit der richtigen Lösung nehmen an der Verlosung teil, der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Mitarbeiter von Heise dürfen nicht am Gewinnspiel teilnehmen. Pro Person darf genau eine Lösung eingesendet werden, Mehrfacheinsendungen führen automatisch zur Disqualifikation.

Preis der Mühe

Den Gewinn für diese Jubiläumsrätselrunde stellte die Firma Brother in Gestalt ihres professionellen LAN-tauglichen Farblaserdruckers HL-L9470CDN im Wert von gut 1100 Euro zur Verfügung. Der Drucker glänzt mit hervorragender Farbqualität und hoher Druckgeschwindigkeit (bis zu 40 Seiten pro Minute in Schwarz-Weiß und Farbe). Er bietet ein professionelles Papiermanagement mit einer 520-Blatt-Papierkassette, die sich optional auf bis zu 2600 Blatt erweitern lässt. Hinzu kommt noch eine 100-Blatt-Multifunktionszufuhr.

Bedient wird der Drucker über ein 8,8-Zentimeter-Touchscreen-Farbdisplay. Ein Gigabyte Arbeitsspeicher steht

zur Verfügung und zum Lieferumfang gehört ein 8-Gigabyte-USB-Stick für das Speichern von Secure-Print(+)-Druckaufträgen. Das Gerät nimmt Druckaufträge auch über USB sowie einen LAN-Port (Gigabit Ethernet, 10Base-T/100Base-TX/1000Base-T) entgegen. Zusätzlich gibt es noch an der Gerätefront einen weiteren USB-Port. Optional lässt sich der Laserdrucker auch mit einem WLAN-Modul bestücken.

Der HL-L9470CDN unterstützt die Verbindung zu NFC-Karten zur sicheren Authentifizierung und zur Verbindung mit

Mobilgeräten. Neben dem hauseigenen Druckstandard Brother Mobile Connect unterstützt der Farblaser auch AirPrint, Brother Print Service Plugin, Mopria, Brother Apps und Web Connect.

Zum Lieferumfang gehört ein Toner-Satz für bis zu 12.000 Seiten in Schwarz und 9000 Seiten je Farbe. Der HL-L9470CDN ist in Kombination mit den zahlreichen Sicherheitsfunktionen der ideale Partner für Unternehmen mit sehr hohem Druckvolumen. Brother gibt das optimale monatliche Druckvolumen mit bis zu 15.000 Seiten an. Das 442 × 541 × 403 Millimeter (B × T × H) große Gerät wiegt 29,4 Kilogramm und druckt im Leisemodus mit einer Lautstärke von 53 dBA (Normalmodus: 56,5 dBA). Im Bereitschaftsmodus sind es 17,2 dBA. Die Energieaufnahme beim Drucken beträgt im Normalmodus 770 Watt (Leisemodus 420 Watt). In Bereitschaft begnügt sich der Drucker mit 85 Watt, im Schlafmodus sind es noch 15,6 Watt (Tiefschlafmodus: 1,0 Watt, ausgeschaltet 0,04 Watt). Der durchschnittliche Stromverbrauch liegt laut Hersteller bei 0,662 kWh pro Woche.

(gs@ct.de) **ct**

Datenschutzrechtlich verantwortlich sowie Veranstalter des Gewinnspiels ist die Heise Medien GmbH & Co. KG. Außer der Übermittlung der E-Mail-Adresse zur Teilnahme am Gewinnspiel und der Übermittlung von Namen und Postanschrift zum Zwecke des kostenfreien Gewinnversands ist keine weitere Übermittlung personenbezogener Daten erforderlich. Nach Beendigung des Gewinnspiels werden alle übermittelten Daten gelöscht. Rechtsgrundlage für die Datenverarbeitung ist Art. 6 Abs. 1 lit. b) DSGVO. Weitere Informationen zum Thema Betroffenenrechte sowie Kontaktmöglichkeiten unter www.heise.de/privacy.

Rätselbild zum Download: ct.de/yfmh

brother
at your side

Ein professioneller Farblaserdrucker in Form des Brother HL-L9470CDN winkt dem Gewinner dieser Rätselrunde.



Bild: Brother

09. + 10. November 2023 HALLE 45, Mainz

Das Event für IT im Mittelstand

Gemeinsam für die Digitalisierung



**Jetzt
Ticket sichern!**
499 € statt 549 €
Gültig bis 16.06.2023

Aktionscode:
MTXX23ct2005

Rabatt nicht kombinierbar

MITEXX Top-Themen 2023

- Automation
- New Work
- Multi/Hybrid Cloud
- Big Data
- IT-Security
- Sustainability

MiTEXX

www.mitexx.de

powered by  DILK

Ein Angebot von

FLEET Events
CONSUMERBUSINESS

dt magazin für
computer
technik

MBmedien
Group GmbH

Partner 2023

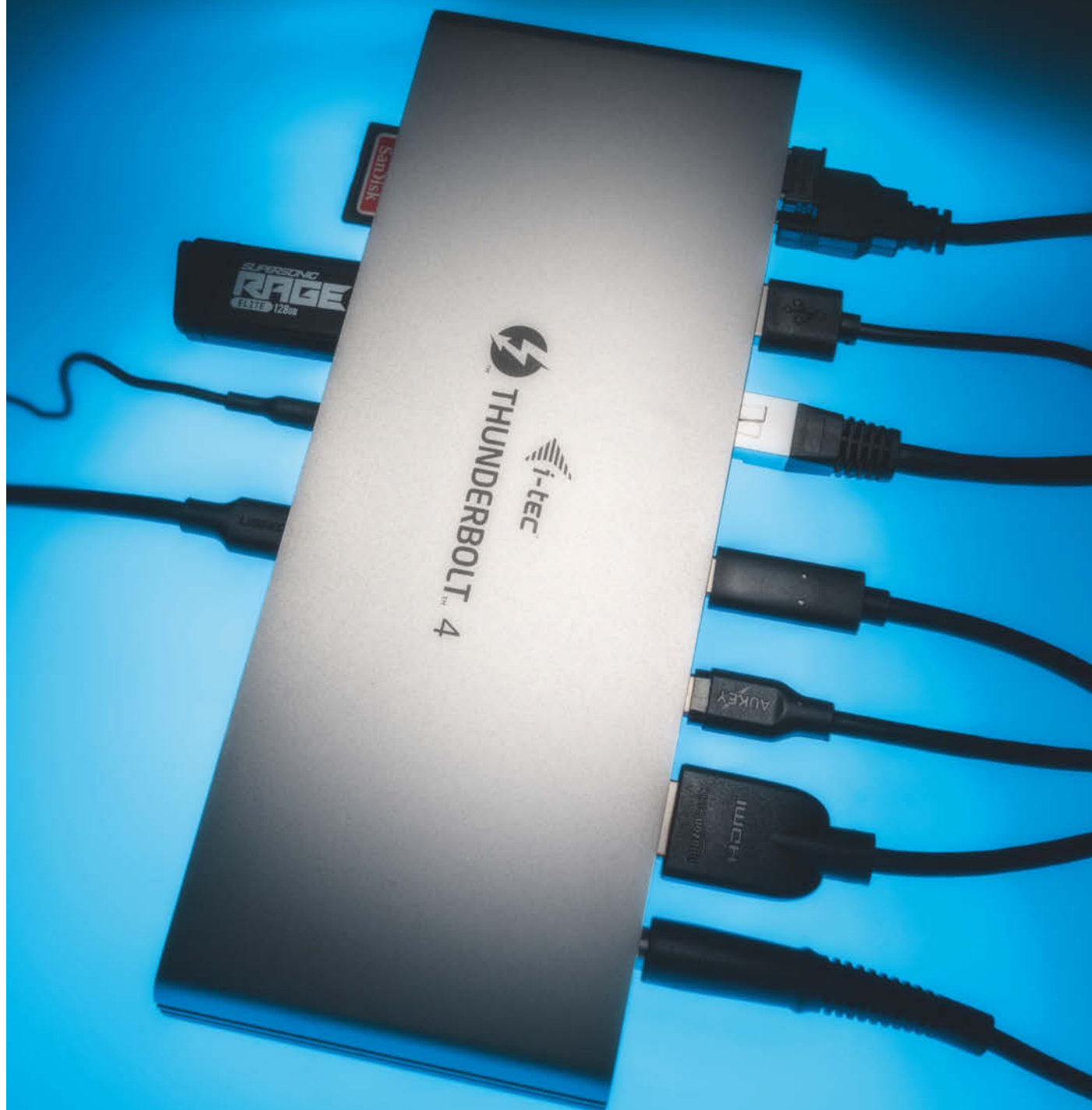
kaspersky

TOPdesk

VEEAM

Gut andocken

Notebooks komfortabel anschließen per USB-C oder Thunderbolt



Kaufberatung Docks: USB-C oder Thunderbolt? Seite 54
Test Thunderbolt-Docks Seite 60

Viele Mobilcomputer lassen sich mit einem einzigen Kabel an Monitore, Netzteil und alle Peripheriegeräte anschließen. Der c't-Leitfaden zeigt, welche Docks optimale Bildqualität, rasantes USB und volle Ladeleistung gleichzeitig übertragen.

Von Christof Windeck

Alles über ein Kabel: Das versprechen die Schnittstellen USB-C und Thunderbolt. Sie transportieren außer USB-Daten gleichzeitig Videosignale zum Display und führen in Gegenrichtung Strom vom Netzteil zum Notebookakku. Ein einfacher USB-C-Hub reicht dazu nicht, weil er sich nur für USB-Daten zuständig fühlt – ihm fehlen sowohl Display-Ausgänge als auch ein Eingang für den Ladestandard USB-PD. Wir dröseln auf den folgenden Seiten auf, was USB-C-Docks und USB-C-Displays leisten können und was Thunderbolt-Docks zusätzlich bieten. Anschließend finden Sie ab Seite 60 einen Test aktueller Thunderbolt-4-Docks.

Dock oder Hub?

Praktisch jedes Dock enthält auch einen Hub, aber nicht umgekehrt. Zusätzlich zum USB- oder Thunderbolt-Hub hat ein Dock mindestens einen Anschluss für einen Monitor (HDMI, DisplayPort, manchmal auch USB-C oder gar VGA) sowie üblicherweise eine Netzteilebuchse. Die dort eingespeiste elektrische Leistung leitet es ans Notebook weiter, oft gemäß dem Standard USB Power Delivery 3.0 (USB-PD 3.0) für bis zu 100 Watt. Die einfachsten USB-C-Docks für unterwegs gibt es ab etwa 25 Euro. Solche haben meistens lediglich eine einzige HDMI-Buchse, ein oder zwei USB-A-Buchsen sowie einen USB-C-Eingang fürs Netzteil. Teurere Docks bieten viel mehr: mehrere Display-Anschlüsse, eingebaute Ethernet-Adapter, SD-Kartenleser, Audio-Klinkenbuchse und manche sogar eine integrierte SSD oder Festplatte.

Docks sind zur Verwendung mit einem Notebook, Tablet und manchen

Smartphones ausgelegt, also nicht zum Erweitern etwa eines (Mini-)PCs. An einen stationären Rechner als „Host“ schließt man Netzteil und Display besser direkt an und nutzt einen Hub nur für USB oder Thunderbolt. Abgesehen von wenigen Ausnahmen lassen sich die meisten Mini-PCs ohnehin nicht per USB-C mit Strom speisen.

Begrenzungen

Alles über ein einziges Kabel bedeutet auch, dass sich alle Datensignale und Energieströme diese Ressource teilen müssen: Die Adern des Kabels beziehungsweise die Kontakte der Buchse bilden Flaschenhälse. Und genau hier liegen die wichtigsten Unterschiede zwischen USB-C und Thunderbolt [1].

Beginnen wir mit den billigsten 25-Euro-Docks: Viele davon steuern 4K-Displays nur mit flimmerigen 30 Hertz Bildfrequenz an und leiten nur USB 3.0 alias USB 3.2 Gen 1 mit 5 Gbit/s durch – das ist Technik von 2009. Bessere USB-C-Docks ermöglichen USB mit 10 Gbit/s (USB 3.2 Gen 2) und 4K-Auflösung mit ergonomischen 60 Hz, letzteres aber nur an einem einzigen Display – doch das dürfte vielen Nutzern genügen. Allerdings lauert hier eine Tücke: 4K-Auflösung mit 60 Hz und USB mit 10 Gbit/s funktionieren nur an

jüngeren Notebooks und Monitoren, die beide DisplayPort 1.4 beziehungsweise HDMI 2.0 beherrschen. Bei älteren Monitoren und Notebooks kann es passieren, dass bei 4K-Auflösung mit 60 Hertz die USB-Verbindung lahmtr – mehr dazu unten. Auch USB 3.2 Gen 2x2 mit 20 Gbit/s funktioniert an bisherigen Docks nicht [2].

Thunderbolt arbeitet grundsätzlich anders als USB-C: Obwohl Thunderbolt seit der dritten Generation (TB3) USB-C-Buchsen verwendet, fließen durchs Kabel dabei keine USB-C-Signale. Stattdessen kombiniert der TB-Hostcontroller USB-, DisplayPort- und PCIe-Signale zu einem 40-Gbit/s-Datenstrom, aus dem sie der TB-Controller im Dock wieder herausleitet. Daher kann Thunderbolt die insgesamt verfügbare Datenrate flexibler auf die verschiedenen Signale verteilen und zwei 4K/60-Hz-Monitore plus eine 10-Gbit/s-SSD gleichzeitig anbinden. Je nach Notebook-GPU sind sogar drei Displays möglich. Wie die Tabelle auf Seite 59 zeigt, sind die Unterschiede zwischen TB3 und TB4 gering; TB3-Peripherie funktioniert auch an TB4-Hosts. TB2 ist veraltet und nutzte auch andere Stecker und Kabel – in diesem Artikel sind mit „Thunderbolt“ nur Geräte der 3. und 4. Generation gemeint.

Während bei USB-C die meisten Funktionen optional sind, gibt es für Thunderbolt strengere Mindestanforderungen. So muss ein Host mit TB4 etwa mindestens zwei externe Displays darüber ansteuern können (bei TB3 nur eins) und sich an einem TB4-Port laden lassen. TB4 und TB3 arbeiten aber beide mit maximalen Transferraten von bis zu 40 Gbit/s. Trotzdem können USB-Geräte an einem TB-Dock höchstens 10 Gbit/s nutzen – 20 Gbit/s wären zwar per USB 3.2 Gen 2x2 theoretisch möglich, doch die real existierenden TB-Docks liefern es nicht.

Thunderbolt hat im Vergleich zu USB 3.2 den weiteren Vorteil, dass sich über



Das über 200 Euro teure Thunderbolt-4-Dock (unten) hat im Vergleich zum USB-C-Dock für 50 Euro (oben) zwar nur wenige zusätzliche Funktionen – aber die können den Mehrpreis lohnen. TB4 ermöglicht etwa den Anschluss schnellerer Speichermedien sowie von mehr Displays gleichzeitig.



Ein Monitor mit USB-C-Eingang ist die eleganteste Docking-Lösung, aber meistens mit begrenztem Funktionsumfang. Oft sind USB-Transfers mit maximal 5 Gbit/s möglich und die Ladeleistung bleibt unter 90 Watt – oder es gibt nichts von beidem wie bei diesem billigen USB-C-Display.

Adapterboxen auch PCIe-Geräte anschließen lassen. Das ist jedoch nur für wenige Einsatzzwecke attraktiv. Theoretisch ließe sich damit zwar sogar eine Grafikkarte extern anschließen, aber manche dieser eGPUs genannten Boxen sind teurer als ein kompletter Gaming-PC mit ähnlicher Performance. Im Vergleich zur Datentransferrate von PCIe 4.0 x16 von 256 Gbit/s wirken die 40 Gbit/s von Thunderbolt zudem kümmerlich. Es bleiben daher nur wenige PCIe-Karten übrig, deren Anschluss per TB sinnvoll ist, etwa spezielle PCIe-Messkarten für Techniker.

Das eng mit TB3 verwandte USB4 ist aus Kundensicht eine Wundertüte. Die USB4-Spezifikation hat viele optionale

Funktionen und „echte“ USB4-Peripheriegeräte sind noch nicht auf dem Markt, dazu unten mehr. Letztlich ist klar, dass Thunderbolt mehr kann als USB, aber USB reicht auch schon für vieles. Daher müssen Sie selbst entscheiden, ob die TB-Vorzüge den saftigen Aufpreis wert sind. Ein TB4-Dock kostet inklusive Netzteil meistens über 200 Euro, ein älteres (und im Prinzip dazu kompatibles) TB3-Dock immer noch 170 Euro. Die billigsten USB-C-Docks mit 4K/60Hz und USB 3.2 Gen 2 mit 10 Gbit/s gibts hingegen schon ab 50 Euro. Wer bloß einen einzigen Monitor, ein Netzteil sowie ein paar USB-Geräte anschließen will, braucht Thunderbolt nicht. Abgesehen davon haben viele Notebooks nur USB-C und keine Thunderbolt-Ports.

USB-C-Monitore

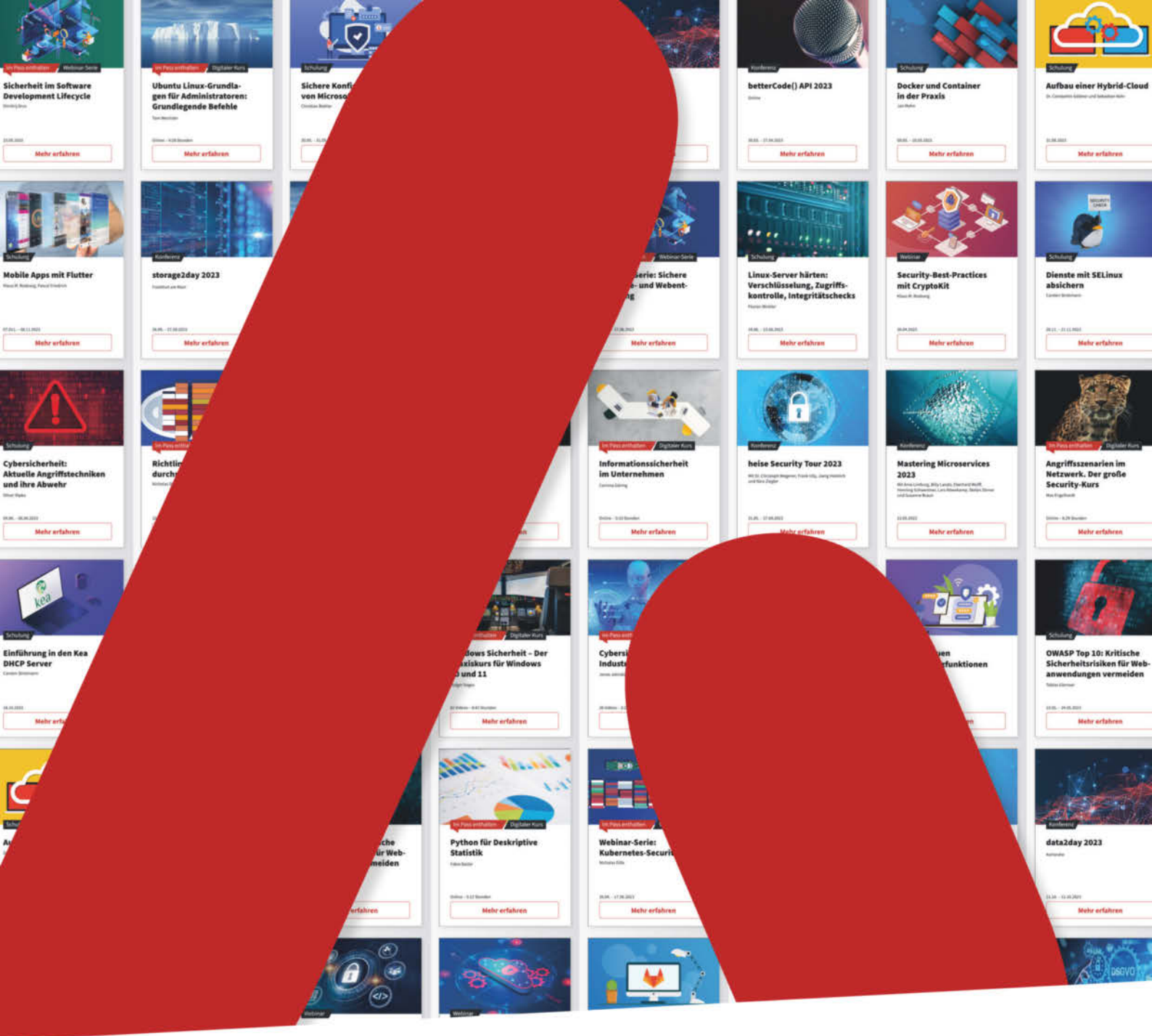
Für Displays mit USB-C-Eingängen gelten im Prinzip dieselben Einschränkungen wie für USB-C-Docks. USB-C-Displays machen viel Platz auf dem Schreibtisch frei und dieser sieht besonders aufgeräumt aus, wenn man dazu noch Tastatur und Maus per Funk anschließt. Allerdings haben relativ wenige Displays mit USB-C-Eingang auch Downstream-Buchsen für USB 3.2 Gen 2 mit 10 Gbit/s. Falls man ab und zu mal Daten besonders schnell kopieren möchte, kann man eine USB-C-SSD dann einfach direkt am Notebook anschließen – falls es einen zweiten schnellen USB-Port hat. Nur wenige USB-C-Displays ermöglichen den Anschluss eines zweiten Monitors, entweder wiederum per USB-C oder mit der Spezialfunktion DP Daisy Chaining. Die billigsten Monitore mit USB-C-Eingang haben nicht einmal einen internen USB-Hub, weshalb man keine weiteren USB-Geräte anschließen kann. Schließlich ist auch die Ladeleistung bei USB-C-Monitoren beschränkt: Viele liefern höchsten 65 Watt, was nur für schlanke (Business-)Notebooks reicht. Anders als bei einem USB-C-Dock liefert bei einem USB-C-Monitor dessen eigenes Netzteil auch den Saft für den Notebookakku, der Anschluss eines fremden (USB-PD-)Netzteils ist nicht vorgesehen.

Die Stromsparfunktionen von Monitoren können dem USB-C-Komfort in die Quere kommen: Schaltet der Monitor zeitgesteuert in den Standby-Modus, kappt er je nach Gerät oft auch die USB-Verbindung

Kennzeichnung von USB-Typ-C-Buchsen

Kleine Logos neben USB-C-Buchsen sollen eigentlich zeigen, welche Funktionen die jeweilige Buchse bietet; leider fehlen diese Logos bei vielen Geräten.

Spezifikation		USB 2.0	USB 3.2 Gen 1 (USB 3.0)	USB 3.2 Gen 2 (USB 3.1)	USB 3.2 Gen 2x2	USB4 20	USB4 40	Thunderbolt 4
maximale Transferrate		480 Mbit/s (HighSpeed)	5 Gbit/s (SuperSpeed)	10 Gbit/s (SuperSpeed+)	20 Gbit/s	20 Gbit/s	40 Gbit/s	40 Gbit/s
ohne Power Delivery	ohne DisplayPort							
	mit DisplayPort	nicht vorgesehen						
mit Power Delivery	ohne DisplayPort							
	mit DisplayPort	nicht vorgesehen						



Wissenslücken? Nicht mit uns!

Wir helfen Ihnen dabei, die IT-Themen zu lernen, die heute – und morgen – wichtig sind.

Die Zukunft des Lernens ist digital:

Die heise Academy bietet Ihren IT-Teams die Weiterbildungslösungen an, die Sie benötigen. Lassen Sie Ihre Fachkräfte nach Bedarf und direkt am Arbeitsplatz lernen.

Intensivieren Sie diese Lernerfahrung mit relevanten, topaktuellen Schulungen und Webinaren. Sichern Sie sich das IT-Wissen, das Ihr Unternehmen heute – und morgen – braucht: bei **heise Academy, dem Zuhause Ihrer professionellen IT-Weiterbildung.**





USB4-SSDs wie diese von Orico nutzen bisher als schnellste Transfertechnik eigentlich Thunderbolt 3. „Richtige“ USB4-Hardware ist derzeit noch nicht auf dem Markt.

sowie den Ladestrom. Man muss dann die Stromsparfunktionen im Menü des Monitors an die eigenen Wünsche anpassen.

Tücken der Technik

Damit kommen wir bei den leider zahlreichen und verwirrenden Tücken der USB-C-Technik an. Denn längst nicht jede USB-C-Buchse eignet sich fürs Docking, manche Notebooks liefern darüber bloß USB-Datensignale, einige nicht einmal mit 10 Gbit/s. Und Thunderbolt haben nicht alle Notebooks an Bord, auch wenn es schon einige ab 500 Euro damit gibt. Dafür kaufen allerdings wohl eher wenige Menschen ein 200-Euro-Dock.

Die Verwirrung beginnt damit, dass Thunderbolt und USB-C dieselbe Buchse verwenden, aber elektrisch völlig unterschiedlich arbeiten. Daher braucht man auch unterschiedliche Kabel, dazu unten mehr. Bei USB-C gilt: Alles kann, nichts muss. Und es gibt zwar standardisierte Symbole für die verschiedenen Funktionen (Datentransfer, Displaysignale, Laden, siehe Infografik auf S. 56), doch nicht einmal die verwenden alle Hersteller einheitlich oder überhaupt – und obendrein wurden sie vom Spezifikationsgremium USB Implementer's Forum in den vergangenen Jahren verändert. Letztlich hilft nur ein Blick ins Handbuch, was an welcher Buchse funktionieren sollte. Zu allem Unheil muss man auch noch mit Bugs und Inkompatibilitäten rechnen. Grundsätzlich gilt: Je höher Displayauflösung, gewünschte Ladeleistung und USB-Datenrate, desto eher klemmt mal was.

Bei Thunderbolt sind mehr Funktionen und Kompatibilitätsprüfungen Pflicht.

Daher hat man mit Thunderbolt bessere Chancen, dass Host und Peripherie harmonieren. Das klappt vor allem bei Apple-Geräten ziemlich gut, mittlerweile auch bei welchen mit Windows 10 oder 11. Allerdings haben wir in der alltäglichen Praxis Pannen erlebt: Mal wird ein am TB4-Dock angeschlossenes Display vom Notebook partout nicht erkannt oder nur, wenn man es statt per USB-C- per HDMI- oder DisplayPort-(DP)-Kabel anschließt. Oder es trudelt unvermittelt ein Firmware-Update für das TB4-Dock ein, das nach dem Einspielen einen Neustart des Notebooks verlangt. Wohl gemerkt stammten dabei sowohl Dock als auch Notebook vom gleichen Hersteller (in diesem Fall Lenovo), was für gewöhnlich die Inkompatibilität minimiert.

Apple-MacBooks mit M1- und M2-Prozessoren erfüllen übrigens nicht alle Spezifikationen von TB4, die mit M1 können etwa nur ein einziges Display darüber ansteuern. Daher spricht Apple bei diesen Geräten von „Thunderbolt/USB4“. TB4 schreibt auch eine Schutzfunktion gegen theoretisch mögliche Angriffe auf den Arbeitsspeicher mit manipulierter Hardware vor, die sogenannte „DMA Protection“. Dabei schränkt eine Virtualisierungsfunktion (IOMMU/VT-d) Zugriffe von PCIe-Hardware, die via Thunderbolt angeschlossen ist, auf bestimmte RAM-Adressen ein.

Kabelkunde

Bei USB-C und TB müssen stets die Kabel mitspielen. Glücklicherweise liegt den meisten Docks – egal ob USB-C oder TB – mindestens das Kabel für den Host bei, aber oft ist es fest angelötet und manchmal kaum 20 Zentimeter lang. Letzteres mag

auf Reisen praktisch sein, aber nicht, wenn man das Dock in der Kabelführung des Schreibtischs oder hinterm Bildschirm verstecken möchte.

Beim Kauf von USB-C-Kabeln muss man aufpassen wie ein Luchs. Die billigsten Kabel sind als Smartphoneladekabel gedacht und haben nur Signaladern für USB 2.0 Highspeed. Sie können also Daten nicht einmal mit der SuperSpeed-Geschwindigkeit von 5 Gbit/s übertragen, geschweige denn mit 10, 20 oder 40 Gbit/s (USB 3.2 Gen 2, USB 3.2 Gen 2x2, USB4). Und „normale“ USB-C-Kabel übertragen unabhängig von der Datenrate höchstens 65 Watt Ladeleistung, 100 Watt sind nur mit elektronisch markierten Kabeln möglich. Vorsicht bei mehrere Meter langen Kabeln: Hier drohen Probleme bei hohen Datenraten und hoher Ladeleistung. Wie in [3] gezeigt, erwärmen sich manche USB-C-Kabel beim Laden mit hoher Leistung stark, ein Teil der Energie geht folglich schon vor dem Notebookakku verloren und das Laden dauert länger.

Für TB braucht man Kabel mit dem kleinen Blitzsymbol und für TB4 zusätzlich mit einer kleinen „4“. Die irren Preise der Anfangsjahre sind glücklicherweise vorbei, es geht ab rund 18 Euro los. Das ist aber deutlich mehr als man für die billigsten voll beschalteten USB-C-Kabel zahlt. USB-C-Kabel taugen nicht für TB, jedoch TB-Kabel umgekehrt für USB-C.

Was nicht geht

Um Pannen und Fehlfunktionen zu beheben, hilft ein Blick auf technische Details. Ein voll bestücktes USB-C-Kabel hat außer zwei Adern für Signale aus der USB-Steinzeit (D+/D-, USB 2.0) vier Adernpaare für schnelle Transfers, sogenannte High Speed Lanes (HS-Lanes). Bei USB 3.2 Gen 2x2 und USB4 kommen Multiplexer ins Spiel, die beispielsweise zwei HS-Lanes zusammenschalten, um statt 10 Gbit/s eben 20 oder 40 Gbit/s zu übertragen. Weitere Multiplexer sind nötig, um einen Monitor per USB-C anzuschließen. Diese Umschalterei macht die Technik vertrackt.

Im sogenannten DisplayPort Alternate Mode (DP Alt Mode) widmet der Multiplexer ein paar HS-Lanes um und schickt darüber DP- statt USB-Signale. Weil hohe Auflösungen und Bildraten hohe Bandbreiten fordern, belegen sie mehrere HS-Lanes, die dann nicht mehr für USB bereitstehen. Ältere 4K-Monitore und Grafikkarten mit DP-1.2-Technik verwenden alle vier HS-Lanes für 4K/60 Hz. Dann blei-

USB-Transferraten

Bezeichnung	maximale Transferrate	
	Bitrate	praktisch maximal
Thunderbolt 4	40 Gbit/s	> 3 GByte/s
Thunderbolt 3	40 Gbit/s	> 3 GByte/s
USB4 40	40 Gbit/s	> 3 GByte/s
USB4 20	20 Gbit/s	2 GByte/s
USB 3.2 Gen 2x2	20 Gbit/s	2 GByte/s
USB 3.2 Gen 2	10 Gbit/s	1,1 GByte/s
USB 3.2 Gen 1	5 Gbit/s	0,45 GByte/s
USB 2.0	0,48 Gbit/s	0,05 GByte/s
zum Vergleich		
M.2-SSD PCIe 4.0 x4	64 Gbit/s	7,8 GByte/s
M.2-SSD PCIe 3.0 x4	32 Gbit/s	3,9 GByte/s
SATA-6G-SSD	6 Gbit/s	0,56 GByte/s
Magnetfestplatte (SATA/USB)	–	< 0,3 GByte/s



USB-C ist praktisch, aber auch verwirrend. Unter anderem kommt es aufs Kabel an, was die Schnittstelle leistet. Thunderbolt-Kabel erkennt man am Blitzsymbol (links) und sie taugen auch für USB-C, aber nicht umgekehrt. Die „4“ zeigt an, dass das Kabel auch TB4 schafft sowie USB4.

ben keine mehr übrig für USB und es funktionieren nur noch USB-Highspeed-Transfers mit 480 Mbit/s (45 MByte/s, USB 2.0). DP-1.4-Monitore können höhere Signalfrequenzen verarbeiten und kommen bei 4K/60 Hz mit zwei Lanes aus; dann ist gleichzeitig USB mit bis zu 10 Gbit/s möglich. Das klappt auch bei USB-C-Hubs mit HDMI-2.0-Ausgang, in denen ein DP-1.4-HDMI-2.0-Wandlerchip steckt. Hängt ein solcher Hub jedoch an einem älteren Notebook, der nur DP-1.2-Signale liefern kann, flimmert das 4K-Display möglicherweise mit 30 Hz oder der Hub überträgt nur USB 2.0 statt 3.2.

Grundsätzlich eignet sich der DP Alt Mode am Dock nur für ein einziges Display mit 4K/60 Hz. Bei zwei Displays ist höchstens Full-HD-Auflösung möglich. Außerdem hängt es von der Notebook-GPU ab, ob es überhaupt klappt. Um dieses Problem zu kaschieren, bauen manche Hersteller in ihre USB-C-Docks Adapterchips der Firma DisplayLink ein. Diese arbeiten anders als der DP Alt Mode: Ein Treiber gaukelt dem Betriebssystem ein weiteres Display vor, komprimiert die Bilddaten und schickt sie per USB zum DisplayLink-Chip. Der entpackt sie und steuert den Monitor an. Die DisplayLink-Technik funktioniert also auch an USB-Ports ohne Alt Mode, schluckt aber Leistung von CPU und GPU und führt zu Latenzen. DisplayLink eignet sich deshalb zwar für statische

Inhalte und mit Abstrichen für Videos, aber nicht für 3D-Spiele. Unter Linux gibt es zudem manchmal Probleme mit dem Treiber, für Android braucht man eine spezielle App und mit iOS/iPad OS läuft es gar nicht.

Im Prinzip lassen sich per USB-C und Thunderbolt auch Displays mit höherer Auflösung als 4K, mit HDR oder schnelleren Bildraten als 60 Hz anschließen. Was genau funktioniert, hängt auch von den Fähigkeiten der GPU im Notebook ab.


Bei TB4 sind zwei 4K-Monitore mit 60 Hz und gleichzeitig schnelle USB-Datentransfers möglich. Viele TB4-Docks haben TB4-Downstream-Ports, an die man weitere TB4- oder USB-C-Geräte anschließen kann, auch einen Monitor mit USB-C-Eingang. Letzteres klappt bei USB-C-Docks entweder gar nicht oder bei 4K-Auflösung höchstens mit 30 Hz oder via DisplayLink.

Einige aktuelle Gaming-Notebooks und mobile Workstations kommen mit USB-C-Netzteilen, die das 100-Watt-Limit von USB-PD 3.0 auf jeweils proprietäre Weise überwinden. Damit können gewöhnliche Docks nicht umgehen, sie reichen maximal 100 Watt durch – wenn überhaupt. Der neue Standard USB-PD 3.1 bringt wesentlich höhere Ladeleistungen, ist aber noch im Kommen begriffen. Man braucht dafür neue Netzteile, Notebooks und Docks und kann sich für diese Zukunft bisher nicht rüsten. Gleichzeitiges Laden des Notebooks und Schnellladen eines

Smartphones am Dock klappt selten, weil Notebook und Smartphone dazu jeweils unterschiedliche Spannungen benötigen. Im Zweifel liefern die Downstream-Buchsen für USB-Geräte bloß 5 Volt und höchstens 7,5 oder 10 Watt Ladeleistung.

Fazit

Monitore mit USB-C-Anschluss und Hub sind die eleganteste Lösung für Kabelhasser. Doch die Eigenschaften von Notebook und Monitor müssen passen. Ein Dock kann man unabhängig vom Monitor mal tauschen, falls es irgendwo hakt.

Ein USB-C-Dock für 50 Euro mit HDMI-2.0-Ausgang, USB-PD-Eingang und 10-Gbit/s-Buchse für USB-Peripherie genügt oft. Wer Eingabegeräte und Headset per Bluetooth mit dem Notebook koppelt, kommt damit gut aus. Thunderbolt 4 bildet die aktuelle Luxusklasse des Notebook-Dockings: viele Funktionen, hohe Preise. Oft reicht aber auch ein billigeres TB3-Dock oder ein gebrauchtes Gerät. (ciw@ct.de) 

Literatur

- [1] Christof Windeck, Blitzschnell, Superschnelles USB: Was USB 3.2 Gen 2x2, USB4 und Thunderbolt bringen, c't 19/2022, S. 58
- [2] Lutz Labs, Kleines 2x2, Externe SSDs, Kartenleser und Erweiterungskarten mit USB 3.2 Gen 2x2 im Test, c't 19/2022, S. 62
- [3] Rudolf Opitz, Hochstromstrippen, USB-C-Kabel für kurze Ladezeiten und schnelle Daten im Test, c't 19/2022, S. 68

Docking per Thunderbolt und USB-C: Funktionen

Dock-Typ	Thunderbolt 4 (TB4)	Thunderbolt 3 (TB3) oder USB4	USB-C mit USB 3.2 Gen 2 und DP Alt Mode	Monitor mit USB-C
Anforderung an Host-PC (Notebook) und Kabel				
Host-Schnittstelle	TB4	TB4, TB3, USB4	USB-C mit DP Alt Mode und PD	USB-C mit DP Alt Mode und PD
Kabeltyp	TB4	TB4, TB3, USB4	USB-C oder TB3/4	USB-C oder TB3/4
Monitor-Anschlussmöglichkeiten am Dock				
Auflösung > 4K	✓	✓	möglich	✓ (je nach Monitor)
Monitore mit 4K/60 Hz	2 (mehr möglich)	1 (2 möglich)	1 ¹	je nach Monitor
Monitor per USB-C anschließbar	✓	✓	— ²	selten, manche mit DP
Datenübertragung				
max. Datenrate TB	40 Gbit/s	40 Gbit/s	—	—
max. Datenrate USB am Dock	10 Gbit/s ³	10 Gbit/s ⁴	10 Gbit/s ⁵	10 Gbit/s ⁶
Downstream-Ports mit TB	je nach Gerät	je nach Gerät	—	—
Downstream-Ports mit USB-C und Alt Mode	je nach Gerät	je nach Gerät	— ²	—
Ladeleistung				
USB-PD 3.1 (240 Watt EPR)	bisher nicht	bisher nicht	bisher nicht	bisher nicht
USB-PD 3.0 (max. 100 Watt)	✓	je nach Gerät & Kabel	je nach Gerät & Kabel	je nach Gerät & Kabel

¹ nur bei DP 1.4 gleichzeitig mit USB 3.2 Gen 1/2 mit 5 oder 10 Gbit/s, sonst max. Full HD oder DisplayLink-Chip

² bei 4K nur mit 30 Hz oder via DisplayLink-Chip ³ im Prinzip ist USB 3.2 Gen 2x2 mit 20 Gbit/s möglich, wird aber bisher nicht umgesetzt

⁴ USB4 kann im Prinzip auch 40 Gbit/s, aktuelle USB4-Geräte nutzen in der Praxis TB3

⁵ funktioniert nicht gleichzeitig mit 4K/60 Hz per DP 1.2 ⁶ bei vielen USB-C-Monitoren höchstens 5 Gbit/s



Schnell dran, schnell drin

Sieben Docks mit Thunderbolt 4 im Test

Wer sein Notebook nicht nur unterwegs benutzt, sondern auch im Homeoffice und im Büro, wünscht sich für den stationären Betrieb oft große Monitore, eine vernünftige Tastatur und externen Speicher. Der Anschluss gelingt am besten mit einem Thunderbolt-Dock – wir haben sieben Modelle im Test.

Von Lutz Labs

Zu einem ergonomischen Arbeitsplatz gehören mindestens ein großer Monitor, eine gute Tastatur und Maus sowie, als Schutz gegen Datenverlust, noch eine schnelle SSD zur Datensicherung. Wer regelmäßig mit dem Notebook unterwegs ist und vielleicht auch abwechselnd im Homeoffice und im Büro sitzt, der möchte wahrscheinlich nicht jedes Mal ein halbes Dutzend Kabel einstöpseln, um arbeitsfähig zu werden. Abhilfe schaffen Docks, die sich per USB oder Thunderbolt mit dem Notebook verbinden und alle Peripheriegeräte bequem über ein einziges Kabel anschließen.

Mit günstigen USB-C-Docks klappt das grundsätzlich ganz gut, aber es gibt Einschränkungen: Mehr als ein Monitor lässt sich nicht bei jedem Dock nutzen und die Sicherung der unterwegs erzeugten Dateien dauert bei einigen Geräten elend lange, weil dafür nicht genügend Bandbreite zur Verfügung steht. Mit Thunderbolt-Docks geht das besser, weil ihre Bandbreite von 40 Gbit/s genügend Reserven hat für schnelle SSDs und den Anschluss mehrerer Monitore. Aber die sind sehr viel teurer.

Die aktuelle Inkarnation der schnellen Schnittstelle trägt die Versionsnummer 4, der größte Unterschied zu Thunderbolt 3 ist die neue Hub-Fähigkeit. Wie bei einem USB-Hub kann man an die neuen 4er-Thunderbolt-Hubs mehrere Thunderbolt-Geräte anschließen, bei früheren Versionen mussten die Geräte alle in Reihe verbunden werden (Daisy-Chaining).

Einige USB-C-Docks haben wir vor zwei Jahren getestet, siehe [1]. Docks mit Thunderbolt 3 haben wir in diesem Test nicht berücksichtigt, denn sie sind allesamt schon länger auf dem Markt und trotzdem kaum günstiger als solche mit der aktuellen Thunderbolt-Version 4.

Sieben Modelle haben es in unsere Labore geschafft: Dell Thunderbolt Dock, HP Thunderbolt Dock G4, i-tec Thunderbolt 4 Dual Display Docking Station, i-tec Universal Thunderbolt 4 Dock, Microsoft Surface Thunderbolt 4-Dock, OWC Thunderbolt Go Dock und Satechi Thunderbolt 4 Dock. Da die Bezeichnungen der Geräte verwirrend ähnlich sind, nutzen wir in diesem Artikel vornehmlich die Herstellernamen zur Unterscheidung.

Wir hatten uns auch das Icy-Box Dock IB-DK8801-TB4 besorgt, es stellte sich aber heraus, dass es baugleich mit dem i-tec Dock ist – wir haben uns entschieden, das deutlich teurere Icy-Box-Gerät aus dem Test herauszunehmen. Die Baugleichheit konnten wir nicht nur anhand der Gehäuse festmachen, auch ein fieser Bug trat im Verlauf des Tests bei beiden Geräten gleichermaßen auf.

Anschlussvielfalt

Der Thunderbolt-Controller im Dock nimmt die Signale vom PC entgegen, leitet sie weiter und stellt zusätzlich Display- und USB-Schnittstellen zur Verfügung. Ein interner USB-Hub stellt dann weitere USB-Ports bereit, an denen oft auch eingebaute USB-Adapterchips für Audio, LAN und SD-Kartenslots hängen.

Ob aber das Mikrofon des Audioteils überhaupt funktioniert und ob die Soundqualität gut ist, sollte man vor der ersten Videokonferenz überprüfen. In manchen Docks stecken sogar eingebaute Massenspeicher, etwa eine Festplatte oder SSD. Das ist für Backups praktisch, für den Anschluss an andere Rechner eher nicht.

Einige Docking-Stationen verfügen über USB-Buchsen, die bei ausgeschaltetem Notebook Strom liefern und so auch nach getaner Arbeit Smartphones oder Tablets laden. Apropos laden: Alle Docks haben ein eigenes Netzteil mit mindestens 120 Watt. Diese versorgen nicht nur die Docks, sondern laden angeschlossene Notebooks – sofern diese sich per USB-C befüllen lassen, was aber bei den meisten modernen Notebooks der Fall ist.



Dell Thunderbolt Dock

Das Dell-Dock besteht eigentlich aus zwei Teilen, Dell zeigt auf der Website sogar eine geöffnete Ansicht. Das größere Modul lässt sich durch ein anderes ersetzen, aber aus der Beschreibung geht nicht hervor, welchen Vorteil das haben soll. Genügend Anschlüsse hat das Dock auch so.

Beim Anschluss von zwei Monitoren per USB-C laufen beide mit 60 Hz, ein dritter ruckelte dann jedoch. Windows bot im Test zwar an, ihn mit 60 Hz zu betreiben, das klappte aber nicht stabil: Das System hing gelegentlich in einer Monitorerkennungsschleife fest. Den im Dock integrierten Lüfter haben wir nur beim Einschalten gehört.

- ↑ viele Displayausgänge
 - ↑ Schnellladung mit Dell-Notebooks
 - ↑ lange Garantiefrist
- Preis: circa 231 Euro

Zum Test der USB-Power-Delivery-Funktion (USB-PD) haben wir jedoch keine Notebooks verwendet, da deren Leistungsaufnahme auch vom Akkustand abhängt. Stattdessen haben wir die Docks an einen USB-PD-Tester von Passmark angeschlossen, der nicht nur die von den Docks angebotenen USB-PD-Modi anzeigt, sondern die Leistung auch tatsächlich abfordert und buchstäblich verheizt, weshalb er zwei Lüfter hat.

Einzig das Dell-Dock konnten wir damit nicht vollständig testen, denn dieses kennt noch einen weiteren Modus: Hängt ein hauseigenes Notebook am Dock, liefert das Dock mit bis zu 130 Watt noch einmal eine Extraportion Strom und lädt das Notebook schneller als Standardladegeräte. Letztere liefern nach USB PD 3.0 maximal 100 Watt.

Die originalen Ladegeräte der Notebooks können damit in der Schublade blei-



HP Thunderbolt Dock G4

Im Vergleich mit den anderen Docks aus diesem Test könnte man das Design des HP-Docks geradezu erfrischend nennen: Es ist keine Kiste, sondern ein Turm. Aber ebenfalls ein schwarzer, und das fest angeschlossene Kabel liegt vorn; so richtig schön ist das auch nicht.

Auf der Habenseite stehen viele Anschlüsse, nicht nur für Monitore. Schließt man einen Monitor per DisplayPort und einen zweiten per HDMI an, flimmert letzterer, bei DP und USB-C hingegen nicht. Beim Anschluss von drei 4K-Monitoren schaffte das Dock beim dritten nur noch 30 Hz. Die USB-PD-Ladeleistung ist mit 74 Watt eher niedrig.

- ↑ viele Displayausgänge
 - ↑ günstig
 - ↓ nur 1 Jahr Garantie
- Preis: circa 190 Euro

ben. Das ist ganz praktisch, denn so kann man sie mit auf eine Reise nehmen, ohne vorher den Kabelsalat unterm Schreibtisch zu entwirren.

Deshalb an dieser Stelle gleich einmal ein Hinweis: Wer bereits ein Notebook mit Thunderbolt besitzt, sollte sich vor allem beim Notebookhersteller nach einem Thunderbolt-Dock umsehen. Denn Funktionen wie noch schnelleres Laden können die Hersteller nur mit ihren eigenen Geräten realisieren, da dies außerhalb der USB-PD-Spezifikationen liegt. Außerdem haben einige Docks einen Knopf auf der Oberseite, mit dem sich ein angeschlossenes Notebook einschalten lässt – aber nur eins vom Dock-Hersteller. So kann das Notebook zugeklappt an der Seite liegen, man muss es zum Einschalten nicht erst aufklappen und sich auch nicht um eventuell aufpoppende Meldungen auf dem Notebookbildschirm kümmern.



i-tec Thunderbolt 4 Dual Display Docking Station

Es ist hoffentlich ein irrer Zufall, dass dies ausgerechnet bei uns passiert: Unser HDMI-Monitor brachte das i-tec-Dock so durcheinander, dass Windows sich mit einem Bluescreen verabschiedete. Das konnten wir reproduzieren, auch das baugleiche Icy-Box-Dock hatte das Problem. Am Mac hingegen funktionierte es mit HDMI.

Da das Dock nur zwei Thunderbolt-Buchsen hat und keine weitere Display-Schnittstelle, konnten wir keine Geschwindigkeitsmessungen mit zwei angeschlossenen Monitoren ausführen. Beim in der Benchmarktabelle abgedruckten Wert war nur ein Monitor angeschlossen. Bei zwei per USB-C angeschlossenen Monitoren ruckelte der zweite mit 30 Hz.

- ⬇️ HDMI-Nutzung führt zu Absturz
- ⬇️ wenige Display-Schnittstellen
- ⬇️ hohe Leerlaufleistung

Preis: circa 205 Euro



Lenovo Universal Thunderbolt 4 Dock

Zwei Dinge unterscheiden das Lenovo-Dock auf den ersten Blick vom Großteil des Testfeldes: Es hat einen roten Boden und das Netzteil hat einen anderen Stecker, nämlich den in der Lenovo-typischen USB-A-Größe.

Beim Anschluss von zwei Monitoren per DisplayPort zeigte zunächst nur einer ein Bild, bei vertauschten Anschlüssen auch der zweite, aber nur mit 30 Hz. Nutzten wir aber DisplayPort, HDMI und USB-C gleichzeitig für die Displays, liefen alle mit 60 Hz. Auch an einem M2-Mac bediente das Dock drei Monitore, ebenso wie das HP-Dock.

- ⬆️ lange Garantiefrist
- ⬆️ viele Display-Ausgänge
- ⬆️ drei ruckelfreie Displays möglich

Preis: circa 228 Euro



Microsoft Surface Thunderbolt 4-Dock

Das mattschwarze Gehäuse des gerade erst auf den Markt gekommenen Surface Docks ist recht kratzempfindlich. Es könnte dem noch frischen Firmware-Zustand geschuldet sein, dass die Datenübertragung übers Netzwerk bis zu 10 Prozent langsamer war als bei der Konkurrenz.

Buchsen für HDMI oder DP hat das Dock nicht, sondern lediglich drei Thunderbolt-Ports. Der gleichzeitige Anschluss von drei 4K-Monitoren klappte im Test nicht und auch beim Anschluss von nur zwei fanden wir nur nach langem Probieren eine Kombination, in der beide mit 60 Hz liefen.

- ⬆️ hohe USB-PD-Leistung
- ⬇️ keine Display-Ausgänge
- ⬇️ nur 1 Jahr Garantie

Preis: circa 253 Euro

Alle Docks haben einen Ethernet-Anschluss mit mindestens 1 Gbit/s, andere bereits die nächste Stufe von 2,5 Gbit/s. Davon sollte man nicht zu viel erwarten. Mit einem häufig eingebauten USB-Ethernet-Adapterchip von Realtek gibt es beispielsweise Treiberprobleme, die aber ein manuell installierter jüngerer Treiber beheben soll. Mit einem Gigabit-Partner erreichten fast alle Docks die übliche Geschwindigkeit von rund 110 MByte/s, nur das Microsoft-Gerät schwächelte beim Lesen etwas: 95 MByte/s sind immer noch recht schnell, ein Firmware-Update könnte dem ja gerade erst erschienenen Gerät auf die Sprünge helfen.

Testaufbau

Als Dock-Tester diente ein Intel-NUC 11 Pro mit Core i5 und Thunderbolt 4, die Funktion in der Apple-Welt haben wir

mit einem M1- und einem M2-Mac geprüft. Unsere drei Monitore waren – zum Teil über Adapter – per USB-C, HDMI und DisplayPort mit jedem Dock verbunden.

Für die Tests der Datenübertragung haben wir ein USB4-Gehäuse von GiGimundo (einen Test dazu lesen Sie in einer der nächsten c't-Ausgaben) mit einer Samsung SSD 990 Pro benutzt, außerdem ein OWC Mercury Helios 3S. Das ist ein Gehäuse mit eigener Stromversorgung, welches über Thunderbolt mit einem PC verbunden ist und im Inneren Platz für eine handelsübliche PCIe-Steckkarte bietet; sogar eine doppelt breite Grafikkarte würde passen. Dorthinein haben wir eine PCIe-Karte mit einer M.2-Fassung gesteckt, auf der eine schnelle PCIe-SSD von Teamgroup saß – also im Prinzip insgesamt eine weitere Thunderbolt-SSD. Bei

den Messungen haben wir uns auf das bewährte Iometer gestützt.

Mit einem SSD-Gehäuse mit USB 3.2-Gen-2x2-Anschluss haben wir geprüft, ob eines der Docks diese doch immer noch recht ungewöhnliche Geschwindigkeitsstufe mit 20 Gbit/s unterstützt. Kurze Antwort: nein.

Die Audio-Schnittstellen haben wir mit einem üblichen Headset getestet, die SD-Slots prüften wir mit einer Kingston Canvas React Plus, einer UHS-II-Karte, die beim Lesen bis zu 300 MByte/s erreicht. Das war durchaus sinnvoll, denn alle SD-Reader erwiesen sich als UHS-II-Modelle, die theoretisch bis zu 312 MByte/s übertragen können.

Schwachstelle Bildfrequenz

In der Werbung klingt es immer alles gut: Mindestens zwei 4K-Monitore mit 60 Hz

Deutschlands größtes Maker-Treffen

Hannover

Maker Faire®

Melde dich mit
deinem Projekt
bis zum 11. Juni
kostenfrei als
Aussteller an.

19.–20. Aug.

Hannover Congress Centrum

maker-faire.de



OWC Thunderbolt Go Dock

Das Thunderbolt-Dock von OWC, das Kürzel steht für Other World Computing, steckt in einem massiven Alugehäuse mit eingebautem Netzteil. Die Betriebs- und Thunderbolt-LEDs befinden sich an der Unterseite, an der Front sind Schrauben sichtbar.

Auch bei diesem Dock klappte es mit der Bildwiederholrate von 60 Hz nicht auf Anhieb, als wir zwei USB-C-Monitore anschlossen. Erst das Vertauschen half, danach aber klappte es plötzlich mit jeder Kombination. Außer den USB-C-Ausgängen hat das Dock nur eine HDMI-Buchse, kein Display-Port.

- ↑ lange Garantiefrist
 - ↓ wenige Displayschnittstellen
 - ↓ teuer
- Preis: circa 295 Euro



Satechi Thunderbolt 4 Dock

Mit einem leicht abgerundeten Gehäuse fällt auch das Satechi-Dock etwas aus dem Gehäuse-Einheitsbrei heraus. Vorn ist es etwas flacher als hinten, damit verstecken sich die Kabel dort etwas besser. Blöd nur, dass ausgerechnet die Thunderbolt-Strippe zum Notebook vorn liegen muss. An der Front befinden sich jedoch auch die am häufigsten benutzten Ports: USB-A-Ladebuchse, Headset-Anschluss und SD-Slot.

Auch bei diesem Dock klappte es mit dem ruckelfreien Verschieben von Fenstern nicht auf Anhieb, erst das Umstöpseln von einer Thunderbolt-Buchse auf die andere und zurück brachte bei den Monitoren die Wiederholrate von 60 Hz bei.

- ↑ hohe USB-PD-Leistung
 - ↓ keine Display-Ausgänge
 - ↓ teuer
- Preis: circa 291 Euro

manchmal muss man beides tun oder gar Ports tauschen und Adapter nutzen. Im Test ging es nach einigen Frickeleien eigentlich immer, zumindest mit zwei Monitoren.

Grundsätzlich priorisiert Thunderbolt die Übertragung von Displaysignalen vor anderen Daten und reserviert dafür immer rund 1 GByte/s. Eine Thunderbolt-SSD wird auch ohne angeschlossenen Monitor nie deutlich über 3 GByte/s kommen. Der Anschluss weiterer Monitore reduziert die Datenrate für andere Übertragungen noch etwas.

Leistungsaufnahme

So mancher wird nach getaner Arbeit das Thunderbolt-Kabel aus dem Notebook ziehen und Docks und Monitore einfach laufen lassen. Wir haben deshalb den Stromverbrauch für diesen Anwendungsfall erfasst – und hier könnten die Hersteller noch etwas tun: Zwischen 1,7 und 5,3 Watt ziehen die Docks aus der Leitung, das ist zu viel fürs Nichtstun. Dabei waren praxisgerecht Maus, Tastatur, Ethernet-Kabel und Sicherheits-SSD weiterhin eingesteckt, ohne diese Peripheriegeräte lag die Leerlaufleistung teils um den Faktor 10 niedriger.

Moderne Monitore schalten bei fehlendem Eingangssignal relativ schnell ab und verbrauchen dann weniger als 1 Watt. Doch im Verbund mit der hohen Leistungsaufnahme der Thunderbolt-Docks könnte sich eine auf dem Schreibtisch gut erreichbare schaltbare Mehrfachsteckdose bereits nach kurzer Zeit amortisieren.

Software

Der Anschluss eines neuen Gerätes an einen Windows-Rechner erfordert häufig die Installation neuer Software. Das klappt meist automatisch nach einem kurzen Ab-

Bildwiederholrate sollen die Docks versorgen können. In der Praxis aber mussten wir bei einigen Docks feststellen, dass eines des Displays zunächst nur auf eine Bildwiederholrate von 30 Hz kam. Das dem so war, zeigt einerseits Windows über die erweiterten Anzeigeeigenschaften

ten an, zum anderen braucht man zum Testen nur ein Fenster auf dem Desktop zu verschieben: Bei 30 Hz ruckelt es.

Manchmal hilft dann ein Neustart des Rechners, manchmal lässt sich ein Monitor über die Windows-Einstellungen doch noch auf 60 Hz umstellen,

Thunderbolt-4-Docks – Messwerte und Benchmarks

	Leerlaufleistungs- aufnahme [W]	Ladeleistung USB-PD [W]	Ethernet Schreiben/Lesen [MByte/s] ¹	SD-Karte Schreiben/Lesen [MByte/s] ²	TB4-SSD seq. Schreiben/Lesen ² [MByte/s]	TB4-SSD rand. Schreiben/Lesen QD=32 ³ [in Tausend IOPS]
	◀ besser	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶
Dell Thunderbolt Dock	4,2	90	112/112	-	515/3120	5,4/102,7
HP Thunderbolt Dock G4	2,9	74	113/113	-	504/3108	5,3/99,7
i-tec Thunderbolt 4 Dual Display Docking Station	5,3	81	112/113	218/229	519/3084	5,4/99,9
Lenovo Universal Thunderbolt 4 Dock	3,8	90	111/110	-	519/3102	5,3/100,1
Microsoft Surface Thunderbolt 4-Dock	1,7	95	111/95	-	512/2999	5,3/101,6
OWC Thunderbolt Go Dock	3,1	88	113/113	220/220	513/3122	5,3/100
Satechi Thunderbolt 4 Dock	4,1	94	112/112	215/226	508/2985	5,4/97,9

¹ gemessen mit iperf, Gegenstelle mit 1 Gbit/s

² gemessen mit Iometer, Blockgröße 512 KByte

³ gemessen mit Iometer, Blockgröße 4 KByte

nicken der Einwilligung. Microsoft macht es sich jedoch einfach: Die Software für das Surface-Dock installierte sich ungefragt auf unserem Testrechner. Immerhin zeigte uns die Surface-Software an, dass wir die aktuelle Firmware-Version nutzen und auch, welche Ports des Docks belegt sind.

Kabelfragen

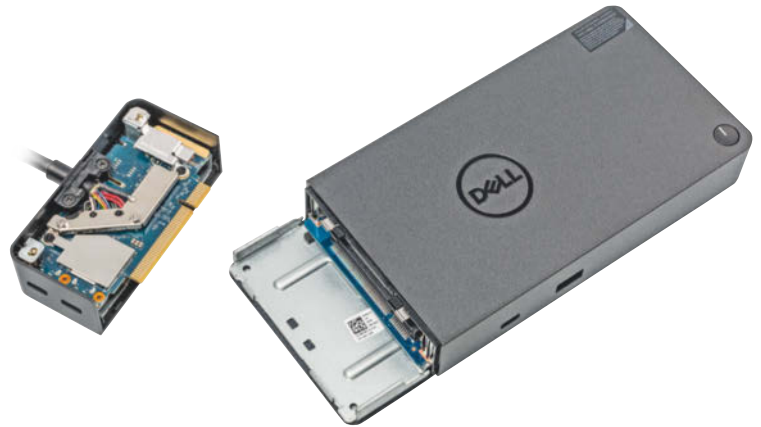
Bei den Docks von Dell, HP und Microsoft ist das Kabel für die Thunderbolt-Verbindung zu Notebook oder PC fest angelötet. Das ist ein kleiner Nachteil, weil man es bei Bedarf nicht gegen ein längeres austauschen kann.

Doch die Vorteile überwiegen, denn jede Steckverbindung ist eine potenzielle Fehlerquelle. Zudem kann das Kabel nicht verloren gehen. Ein USB-C-Kabel ist für die Verbindung zwischen Dock und Notebook ungeeignet, für Thunderbolt 4 braucht man kompatible Kabel (siehe Einleitungsartikel auf S. 54).

Fazit

Will man nur einen einzigen Monitor an sein Notebook anschließen, kommt man mit einem USB-C-Dock günstiger weg als mit einem Thunderbolt-Dock. Wenn man aber zwei oder gar drei Monitore betreiben möchte, braucht man ein Thunderbolt-Dock und etwas Glück. Klappt es

Das Dell-Dock besteht aus zwei Teilen, eins davon soll sich gegen eine erweiterte Version austauschen lassen. Informationen dazu haben wir jedoch nicht gefunden.



nicht auf Anhieb oder passt die Bildwiederholrate nicht zu den eigenen Ansprüchen, dann hilft oft das Vertauschen der Anschlüsse an Dock oder Monitor, das Verdrehen der USB-C-Stecker oder ein Display-Adapter.

Mit USB-C-Monitoren hatten wir insgesamt am wenigsten Stress, damit sind aber die schnellen Thunderbolt-Buchsen belegt. Nach den Erfahrungen aus diesem Test raten wir dennoch dazu, bei Anschaffung eines Monitors einen mit USB-C in die engere Wahl zu nehmen und ein Dock mit möglichst vielen Thunderbolt-Buchsen zu kaufen.

Wer bereits ein Notebook mit Thunderbolt hat, sollte zuerst beim je-

weiligen Hersteller nachschauen, ob dieser ein passendes Dock anbietet. Zudem spielt der eigene Gerätepark eine wichtige Rolle, also etwa die Anschlüsse der vorhandenen Monitore, die Geschwindigkeit des Netzwerks oder der Bedarf an SD-Slots und Headset-Anschlüssen. Die Geschwindigkeitsunterschiede sind praktisch zu vernachlässigen. (ll@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Lutz Labs, Schnell dran, Dockingstationen für USB-C und Thunderbolt, c't 15/2021, S. 74

Firmware-Updates: ct.de/yd86

Docks mit Thunderbolt 4

Name	Thunderbolt Dock	Thunderbolt Dock G4	Thunderbolt 4 Dual Display Docking Station	Universal Thunderbolt 4 Dock	Surface Thunderbolt 4-Dock	Thunderbolt Go Dock	Thunderbolt 4 Dock
Hersteller	Dell, dell.com	HP, hp.com	i-tecc, i-tec.pro	Lenovo, lenovo.com	Microsoft, microsoft.de	OWC, owc.com	Satechi, satechi.net
Bezeichnung	WD22TB4	HP 4JOA2AA#ABB	TB4DUALDOCKPD	DK2131	T8H-00002	OWCTB4DKG11P	ST-UCT4DM
Eingang/ Kabellänge	Thunderbolt-Kabel, USB-C, fest, 85 cm	Thunderbolt-Kabel, USB-C, fest, 70 cm	Thunderbolt 4, 70 cm	Thunderbolt 4, 70 cm	Thunderbolt-Kabel, USB-C, fest, 80 cm	Thunderbolt 4, 70 cm	Thunderbolt 4, 80 cm
Netzteil	180 W	120 W	135 W	135 W	165	integriert, 120 W	135 W
Maße	205 × 90 × 29 mm	98 × 98 × 68 mm	210 × 75 × 30 mm	220 × 80 × 30 mm	150 × 75 × 21 mm	241 × 93 × 37 mm	194 × 84 × 32 mm
Gewicht	650 g	762 g	446 g	450 g	410 g	934 g	427 g
Kensington Lock	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Thunderbolt-Ports	2 × TB4	1 × TB4, 2 × TB4/USB-C (10 Gbit/s)	2 × TB 4	1 × TB4	3 × TB4	2 × TB 4	3 × TB 4
USB-Anschlüsse	3 × USB-A (5 Gbit/s), 1 × USB-C (10 Gbit/s)	4 × USB-A (10 Gbit/s), 1 × USB-C (10 Gbit/s), 1 × USB-C (5 Gbit/s)	4 × USB-A (10 Gbit/s)	4 × USB-A (10 Gbit/s), 1 × USB-C (10 Gbit/s)	3 × USB-A (10 Gbit/s)	2 × USB-A (10 Gbit/s), 1 × USB-C (10 Gbit/s), 1 × USB-A 2.0	3 × USB-A (10 Gbit/s), 1 × USB-A 2.0
Monitoranschlüsse	1 × HDMI, 2 × DP 1.4	1 × HDMI, 2 × DP	1 × HDMI	1 × HDMI, 2 × DP	—	1 × HDMI	—
Netzwerk	Ethernet 1 Gbit/s	Ethernet 2,5 Gbit/s	Ethernet 2,5 Gbit/s	Ethernet 1 Gbit/s	Ethernet 2,5 Gbit/s	Ethernet 2,5 Gbit/s	Ethernet 1 Gbit/s
Headset-Anschluss	—	—	✓	✓	—	✓	✓
Speicherkartenslot	—	—	SD	—	—	SD	SD
USB-Ladebuchsen	1 × USB-A	2 × USB-A, 1 × USB-C	—	1 × USB-A, 1 × USB-C	—	1 × iPad Pro	1 × USB-A
getestete Anzahl Displays mit 4K@60Hz unter Windows	2	3	2	3	2	2	2
Garantie	3 Jahre	1 Jahr	2 Jahre	3 Jahre	1 Jahr	3 Jahre	1 Jahr
Preis	231 €	190 €	205 €	228 €	253 €	295 €	291 €
✓ vorhanden	— nicht vorhanden						

Stärken Sie Ihre Abwehrkräfte!



+ Videokurs „Windows-Sicherheit“ mit über 90 % Leserrabatt

Welche Schutzfunktionen bietet Windows und wie aktiviere ich Sie? Wie halte ich mich von unerwünschten Updates fern und wie kann ich nicht vertrauenswürdige Programme in einer abgeschotteten Umgebung testen? Diese Fragen und noch mehr klären wir im neuen c't-Sonderheft:

- Windows gegen Angriffe absichern
- Hilfe für Notfälle vorbereiten
- Windows-Probleme effektiv lösen
- Inklusive c't-Notfall-Windows 2023
- Auch als Angebots-Paket Heft + PDF + Buch „Sichere Windows-Infrastrukturen“ erhältlich!

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

shop.heise.de/ct-windowsguide23

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.

```
sylvester@bombadil:~$ sudo pacman -Suy --needed base-devel
error: invalid option '-s'
syt@ct$ fuck
pacman -Suy --needed base-devel [enter/↑/↓/ctrl+c]
error: you cannot perform this operation unless you are root.
syt@ct$ fuck
sudo pacman -Suy --needed base-devel [enter/↑/↓/ctrl+c]
```

Verdammte Vertipper

Das Kommandozeilen-Tool The Fuck korrigiert falsch geschriebene Befehle und andere Versehen. Das ist praktisch, stellenweise beeindruckend, aber auch nicht ganz ungefährlich.

„No such file or directory“, „error: invalid option“, „command not found“, „Permission denied“ – wer viel auf der Kommandozeile arbeitet, kennt diese und diverse weitere Meldungen, mit denen Shells und Programme auf fehlerhafte Eingaben reagieren. In der Regel holt man dann den Befehl über die History zurück und korrigiert ihn. Shell-Zauberer nutzen Tricks wie `!!:*` oder `^falsch^richtig^`, um das Kommando auszubessern, aber spätestens nach dem dritten (Tipp-)Fehler sind auch sie dem Fluchen nahe.

Dann hilft The Fuck: Statt den Befehl mühsam auszubessern, geben Sie einfach `fuck` ein und das Kommando wird korrigiert. Das Programm mit dem unflätigen Namen analysiert den vorausgegangenen Befehl samt seiner Ausgaben, vergleicht ihn mit einer Liste von Regeln, die Korrekturen beschreiben, und schlägt seinen besten Tipp vor. Den können Sie einfach mit Enter bestätigen. Falls das Programm daneben liegt, wählen Sie über die Pfeiltasten alternative Korrekturen aus oder brechen per `Strg+C` ab.

The Fuck ist in Python geschrieben und dadurch weitgehend betriebssystem-unabhängig. Allerdings muss man eine Shell einsetzen, die das Programm unterstützt. Das sind Bash, Zsh, Fish, tcsh und die PowerShell. Um diesen Zoo zu beherrschen, greift The Fuck zu allerlei Tricks, was man gelegentlich merkt: Statt einem normalen Aufruf oder Alias muss beispielsweise die Bash folgenden Befehl ausführen, damit The Fuck funktioniert (den man dafür in `.bashrc` einträgt):

```
eval "$(thefuck --alias)"
```

Mit dem Parameter `--alias` generiert The Fuck einen für die jeweilige Shell passenden Befehl, der dann evaluiert werden muss, damit das Programm auf einen Aufruf von `fuck` korrekt reagiert. Wie das unter anderen Shells funktioniert, erklärt die Doku (siehe ct.de/ytn5). Wenn das Gefluche stört, kann man nach `--alias` auch einen anderen Begriff als „fuck“ angeben, auf den das Programm hören soll.

Die wahre Magie von The Fuck liegt in den zahlreichen Regeln, die allerlei Probleme abdecken, von vertippten Programmnamen (`aptget` statt `apt-get`) über fehlende Berechtigungen (`sudo` vergessen) bis zu falscher Verwendung (`git branch list` listet keine Zweige auf, sondern erzeugt einen mit dem Namen „list“). Wenn das Tool eine Regel zu oft unpassend vorschlägt, kann man sie in der Konfigurationsdatei deaktivieren, und wenn es Fehler nicht behebt, kann man eigene Regeln definieren.

Mutige können `fuck` mit dem Parameter `--yeah` aufrufen, um die erstbeste Verbesserung ungefragt anzuwenden. Davon raten wir allerdings ab: Die vorgeschlagenen Korrekturen sind nicht immer richtig oder harmlos. Auch sonst sollte man das Programm nicht gedankenlos aufrufen. `fuck` führt den letzten, fehlerhaften Befehl noch einmal aus, um dessen Ausgabe zu erfassen. Das kann unerwünscht sein, wenn der Befehl irgendwelche Effekte hat, etwa Dateien überschreibt. Abhilfe schafft ein „instant mode“, der aber noch experimentell ist und nicht in allen Shells funktioniert.

Wer aber nicht bei jedem Problem reflexhaft und blind `fuck` + Enter eintippt, kann mit dem Programm viel Genugtuung haben. (syt@ct.de)

Dokumentation: ct.de/ytn5

The Fuck

Fehlerkorrektur für die Kommandozeile	
Hersteller, URL	Vladimir Iakovlev, github.com/nvbn/thefuck
Systemanf.	Python
Preis	kostenlos, Open-Source-Lizenz (MIT)


```

File Edit View Bookmarks Plugins Settings Help
[Article.md] Notes.md
7 # „Kleiner“ Konsoleneditor
8
9 Der Texteditor Micro zeigt, dass Terminalanwendungen auch für GUI-gewöhnte
10 Nutzer zugänglich sein können – ohne die Funktionsvielfalt zu beschränken...
11 Micro ist ein Editor für die Konsole. Wer zumindest ab und zu auf der
12 Kommandozeile arbeitet, sollte einen Blick auf das Programm werfen – ganz
13 besonders dann, wenn man an Vim oder Emacs nur mit Grauen denkt. Denn Micro
14 kann viel, verlangt praktisch keine Einarbeitung, bietet eingebaute
15 Hilfestellungen und ist bemerkenswert intuitiv zu bedienen, insbesondere
16 dann, wenn man normalerweise mit Notepad, Word oder gedit arbeitet.
17
18 Beispielsweise kommen dem Anwender viele geläufige Tastenkürzel sehr
19 entgegen: Strg+O öffnet und Strg+S speichert eine Datei, suchen geht per
20 Strg+F, Strg+Z macht rückgängig, raus kommt man per Strg+Q und so weiter.
21 Selbst das muss man sich nicht merken, denn am unteren Rand blendet Micro
22 Article.md (11,429) | ft:markdown | unix | utf-8 Alt-g: bindings, Ctrl-g: help
23 > help commands

```

„Kleiner“ Editor

Der Texteditor Micro ist eine funktionsreiche und dennoch leicht zugängliche Terminalanwendung – auch für Nutzer, die an grafische Bedienoberflächen gewöhnt sind.

Micro ist ein Editor für die Konsole. Wer zumindest ab und zu auf der Kommandozeile arbeitet, sollte einen Blick auf das Programm werfen – ganz besonders dann, wenn man an Vim oder Emacs nur mit Grauen denkt. Denn Micro kann viel, verlangt praktisch keine Einarbeitung, bietet Hilfen und ist intuitiv zu bedienen, besonders, wenn man normalerweise mit Notepad, Word oder gedit arbeitet.

Beispielsweise kommen dem Anwender viele geläufige Tastenkürzel sehr entgegen: Strg+O öffnet und Strg+S speichert eine Datei. Suchen geht per Strg+F; Strg+Z macht rückgängig, raus kommt man per Strg+Q und so weiter. Selbst das muss man sich nicht merken, denn am unteren Rand blendet Micro den Hinweis „Alt+g: bindings“ ein. Wer dem folgt und Alt+G drückt, bekommt jederzeit eine knappe Liste der wichtigsten Tastenkürzel angezeigt.

Direkt daneben weist Micro darauf hin, dass Strg+G die eingebaute Hilfe öffnet. Die Einführungsseite erklärt das Wesentliche, unter anderem, wie man andere Abschnitte lesen kann. Dazu öffnet man per Strg+E Micros interne Befehlszeile und gibt dann beispielsweise `help commands` ein, um zu lernen, welche Befehle Micro beherrscht.

Ebenfalls sehr praktisch und keineswegs selbstverständlich: Micro reagiert auf die Maus. Damit kann man den Cursor platzieren, Text markieren und Elemente des Editors bedienen. Wer etwa per Strg+T weitere Tabs geöffnet hat – Micro bietet Tabs – kann per Mausklick auf den Kartentitel am oberen Rand zwischen offenen Tabs wechseln.

Diese Zugänglichkeit macht Micro zu einem Editor für alle, die nicht gerne auf der Kommandozeile Text bearbeiten, aber gelegentlich keine Wahl haben, etwa weil sie per SSH auf einem anderen Rechner angemeldet sind. Micros Fähigkeiten gehen weit über Basisfunktionen hinaus: Der Editor bietet geteilte Ansichten, Makros, multiple Cursor, Plug-ins und mehr. Viel davon entdeckt man nach und nach, auch ohne in der Hilfe zu stöbern. Etwa wenn der eingebaute Linter auf Probleme im editierten Programmcode hinweist oder Micro mangels Rechten eine Datei nicht speichern kann – und fragt, ob er es nochmal via `sudo` versuchen soll.

Trotz des Funktionsumfangs besteht Micro aus nur einer Datei ohne Abhängigkeiten. Man muss das Programm also nicht unbedingt installieren, im Grunde reicht ein Download der Binärdatei, wofür es sogar eine Abkürzung per Shell-Skript gibt: Wer sich auf der Konsole eines Servers wiederfindet, der beispielsweise nur vim anbietet, dem hilft der Aufruf `curl https://getmic.ro | bash`. Das Skript hinter der URL lädt die aktuelle Micro-Version von GitHub herunter, entpackt sie und löscht alles außer dem eigentlichen Programm, das anschließend als `micro` aufgerufen werden kann. Einfacher kommt man nicht an einen Editor.

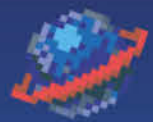
Micro ist ein mächtiger, aber intuitiver Editor für die Kommandozeile. Vim- oder Emacs-Fans mögen daran weder Bedarf noch Interesse haben, aber alle anderen sollten sich Micro einmal ansehen. (syt@ct.de)

Micro

Texteditor für die Kommandozeile

Hersteller, URL	Zachary Yedidia, micro-editor.github.io
Systemanf.	BSD, Linux, MacOS, Windows
Preis	kostenlos, Open-Source-Lizenz (MIT)

ALT!



WILLKOMMEN IN DEN GUTEN ALTEN ZEITEN...



Testen Sie Retro Gamer mit 30 % Rabatt!

2 Ausgaben als Heft oder digital
+ Geschenk nach Wahl



z.B. Retro Gamer
T-Shirt oder
ORB-Mini TV

Ich bin retro



Jetzt bestellen:

www.emedia.de/retro-mini



(0541) 800 09 126



leserservice@emedia.de



eMedia Leserservice, Postfach 24 69,
49014 Osnabrück



Bild: Daniel Clören

Drei Augen sehen mehr

DJI Mavic 3 Pro: Erste Drohne mit drei optischen Kameras im Test

Video- und Fotoaufnahmen mit Drohnen sind heute keine Besonderheit mehr. Doch DJI bietet mit dem Quadrokopter Mavic 3 Pro dank drei verschiedener Kameras ganz neue Möglichkeiten der Bildgestaltung.

Von Daniel Clören

Die Mavic-Drohnen sind die besten zusammenklappbaren Drohnen des Herstellers DJI. Mit Preisen ab 1600 Euro richten sie sich an Leute, die nicht nur gelegentlich einige Runden drehen wollen, sondern hohe Ansprüche an Kameraaufnahmen stellen. Die DJI Mavic 3 Pro ist die weltweit erste Drohne mit drei optischen Kameras: eine Hasselblad-Kamera mit einer kleinstbildäquivalenten Brennweite von 24 mm für Weitwinkelaufnahmen, zwei weitere ohne Herstellerangabe, eine 70-mm-Optik und eine Kamera mit 166 mm Brennweite.

Im Flug lässt sich zwischen den Kameras nahtlos hin- und herschalten. So

filmt oder fotografiert man nicht nur weit entfernte Objekte, durch die unterschiedliche Tiefenschärfe lässt sich auch mit der Bildsprache spielen. Die Mavic 3 Pro löst die Mavic 3 mit zwei Kameras aus dem Jahre 2021 ab (Test siehe c't 5/2022, S. 88). DJI hat neben der Pro nun nur noch ein „Classic“ benanntes Modell mit bloß einer Kamera im Sortiment.

Die drei Kameras haben nicht nur Vorteile: Für die Optiken ist ein massives Kameragimbal nötig, das das ursprüngliche Startgewicht der Mavic 3 (ohne Pro) von 895 auf 958 Gramm erhöht. Somit ist die Mavic 3 Pro nun nach der C2-Drohnenklasse zertifiziert und lässt sich in der Kategorie A3 mit dem kleinen Drohnenführerschein A1/A3 in Ortschaften also nicht fliegen. Erst mit dem großen Drohnenführerschein in der Kategorie A2 ist beim Normalflug eine Annäherung bis auf 30 Meter an Menschen erlaubt, im Langsamflugmodus auf bis zu 5 Meter (siehe auch c't 11/2022, S. 126).

Guten Flug

Ausgestattet ist die Mavic 3 Pro mit insgesamt acht Hinderniserkennungssensoren: je zwei auf der Ober- und der Unterseite, an der Front und am Heck. Dank

dieser Rundumsicht wählte die Mavic 3 Pro autonom auch in schwierigem Terrain eine sichere Flugroute und umflog Hindernisse geschickt, wie sie im Test in einem dichten Wald bewies.

Die Mavic 3 Pro hat die gleiche maximale horizontale Geschwindigkeit von bis zu rund 76 km/h wie die Mavic 3. Auch die Steig- und Sinkgeschwindigkeit von 28,8 km/h beziehungsweise 21,4 km/h entspricht der Vorgängerin. Trotz größerem Kameragimbal fliegt die Drohne ebenso stabil und lässt sich genauso präzise steuern.

Der 5000-mAh-Akku (77 Wh) erlaubt im Test bei Windstille und einer Temperatur von 12 Grad eine Flugzeit von etwa 30 Minuten, bevor wir die Drohne mit einer Restladung von 20 Prozent landeten. Die Mavic 3 war bei identischen Verhältnissen noch auf rund 32 Minuten gekommen – was aufgrund des geringeren Gewichts nachvollziehbar ist.

Für eine stabile Verbindung zwischen Fernsteuerung und Mavic 3 Pro kommt DJIs proprietäres Übertragungssystem O3+ zum Einsatz, das den HD-Live-Feed laut Hersteller in 1080p bei einer Bildrate von 60 Bildern pro Sekunde bis zu 15 Kilometer überträgt. Beim Test hatten wir stets eine stabile Verbindung während des erlaubten Sichtflugs.

Schöne Bilder

Die primäre Kamera der DJI-Tochter Hasselblad hat einen 4/3-Zoll-Bildsensor mit einer Auflösung von 20 Megapixeln. Die Blende reicht von $f/2,8$ bis $f/11$. Videos nimmt die Kamera mit einer Auflösung von bis zu 5K (5120 × 2700 Pixel) und bis zu 50 Bildern pro Sekunde auf, Zeitlupenaufnahmen mit 120 Bildern pro Sekunde in DCI 4K (4096 × 2160 Pixel) und mit 200 Bildern pro Sekunde in Full-HD. Fotoaufnahmen sind in 12-Bit-Raw in einer Auflösung von 5280 × 3956 Pixel möglich.

Die mittlere (Tele-)Kamera der Mavic 3 Pro nutzt einen 1/1,3 Zoll-CMOS Sensor mit 48 Megapixeln und eine feste Blende von $f/2,8$, das kleine Modell einen 1/2-Zoll-CMOS Sensor mit 12 Megapixeln und einer festen Blende von $f/3,4$. Beide nehmen Videos in 2160p (3840 × 2160) mit bis zu 60 Bildern pro Sekunde auf. Die mittlere Kamera schießt zudem Fotos mit bis zu 8064 × 6048 Pixeln, die andere mit 4000 × 3000 Pixel. Ein Panorama-Modus ermöglicht Fotos mit einer Auflösung von 100 Megapixeln.

Die unterschiedlichen Maximalauflösungen der Kameras haben Konsequenzen



Bild: Daniel Clören

Im direkten Vergleich: Aufnahme im Flug von einer festen Position mit der Hasselblad- und den beiden Telekameras (von links nach rechts). Deutlich zu erkennen ist, dass die Bilder der Hasselblad eine lebendigere Farbgebung aufweisen.

zen: Im Flug kann man zwischen den drei Kameras zwar nahtlos wechseln, eine durchgehende Aufnahme ist dabei aber nur mit einer maximalen Videoauflösung von 4K mit 30 Bildern pro Sekunde möglich.

Die Mavic 3 Pro zeichnet wahlweise auf den internen 8-GB-Speicher oder auf eine Micro-SD-Karte auf. Die Daten kann man über den USB-C-Anschluss der Drohne oder via Quick Transfer an ein Mobiltelefon über WLAN (bis Wi-Fi 6) übertragen.

Eine „Cine Premium Combo“-Version der Mavic 3 Pro für professionelle Filmer kommt mit 1-TByte-SSD und 10-GBit/s-Übertragung via USB-C. Das ist sinnvoll, da das Cine-Modell nicht nur in den gewöhnlichen Codecs H.264 und H.265, sondern auch in Apple ProRes 422 (LT/HQ) mit einer Bitrate von bis zu 3772 MBit/s filmen kann – womit auf die SSD dann bei höchster Auflösung rund 55 Minuten Video passen.

Bild: Daniel Clören



Stellt man die DJI Mavic 3 (links) und die DJI Mavic 3 Pro nebeneinander, fällt schnell auf, dass das neue Modell etwas höher ist als sein Vorgänger.

Sieht gut aus

Im Test zeigte sich, dass die Bildqualitäten der Kameras deutlich variieren – von exzellent bis befriedigend. Die Hasselblad-Kamera mit dem größten Sensor erzielt erwartungsgemäß die beste Bildqualität der drei Kameras. Aufgrund des großen Dynamikumfangs und der natürlichen Farbwiedergabe sind die Bilder detailreich und haben eine lebendige Farbgebung.

Die Qualität der 70-mm-Kamera ist sehr gut, reicht aber nicht ganz an die Hauptkamera heran. Dank großem Sensor und der gewählten Brennweite bietet sie eine angenehme Schärfentiefe, die besonders bei Porträt- oder Gebäudeaufnahmen überzeugt. Bei den Aufnahmen mit der 166-mm-Telekamera kommt hingegen deutlich deren vergleichsweise kleiner Bildsensor zum Tragen: Es gehen einige Details verloren und auch die Farbtreue fällt im Vergleich zu den anderen Kameras ab.

Flugeigenschaften

Die Mavic 3 Pro wird in verschiedenen Paketen angeboten. Die Einstiegsversion ab 2100 Euro steuert man mit der DJI Fernsteuerung „RC“ in Kombination mit einem aufgestecktem Smartphone, auf dem die „DJI Fly“-App (kostenlos für Android und iOS) läuft. Im „Fly More Combo“-Paket für 3500 Euro und in der „Cine Premium Combo“-Version ab 4600 Euro bekommt man als Fernsteuerung statt der „RC“ die „RC Pro“ mit integriertem 5-Zoll-Display und benötigt kein zusätzliches Handy.

Über die App erhält man Informationen zur Flughöhe, Distanz, Satellitenanzahl, Signalstärke, verbleibender Flugzeit und zur Position der Drohne auf der Karte. Außerdem aktiviert man über die App Flug- und Aufnahmemodi.

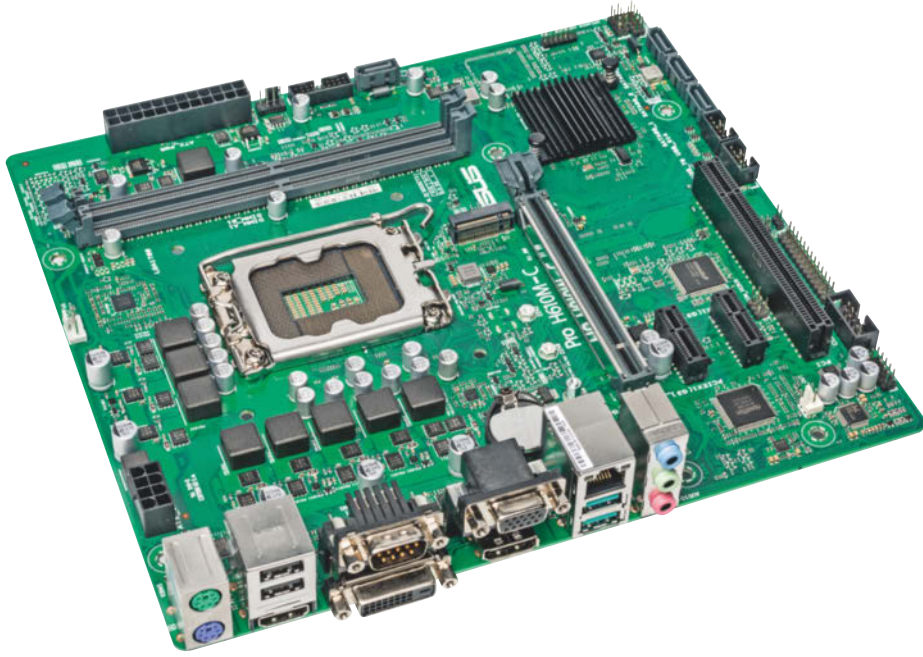
Apropos Flugmodi: Die Mavic 3 Pro beherrscht Standard-Programme wie „Waypoint“, „Cruise Control“ und „Advanced RTH“, die eine vorgeplante Flugroute, eine einstellbare Flugrichtung und eine automatische Rückflugroute ermöglichen. Außerdem bietet die Drohne intelligente Flugmodi wie „FocusTrack“, „MasterShots“ und „QuickShots“ für eine nahtlose Verfolgung von Motiven und verschiedene autonome Flugvarianten.

Fazit

Die Mavic 3 bot bereits eine beeindruckende Kombination aus hervorragender Bildqualität und exzellenten Flugeigenschaften. Ihre Nachfolgerin Mavic 3 Pro erweitert mit ihren drei Kameras aber die Möglichkeiten der Bildgestaltung im Flug noch einmal deutlich, egal, ob man Landschaften, Architektur, Tiere oder Menschen aufnehmen möchte. Ihr höheres Gewicht führt allerdings zu einer ungünstigeren Drohnenklassifizierung (C2). Benötigt man keine großen Brennweiten, ist es daher sinnvoller, die Classic-Version zu wählen, die die gleiche Hauptkamera bietet wie die Pro-Fassung. (nij@ct.de) **ct**

DJI Mavic 3 Pro

Quadrokopter mit Drei-Kamera-System	
Hersteller, URL	DJI, https://dji.com/de
Videoauflösungen	Hauptkamera: 5K (5120 × 2700 Pixel) bei 24/25/30/50 fps; DCI 4K (4096 × 2160 Pixel) 24/25/30/48/50/60/120 fps; UHD (3840 × 2160 Pixel) bei 24/25/30/48/50/60/120 fps; Full HD (1920 × 1080 Pixel) bei 24/25/30/48/50/60/120/200 fps; 70-mm- und 166-mm-Telekamera: UHD (3840 × 2160 Pixel) bei 60 fps; Full HD (1920 × 1080 Pixel) bei 60 fps
Videoformate (Codec)	MP4 / MOV (H.264 / H.265), bei Cine-Version zusätzlich MOV (Apple ProRes 422 LT/HQ)
Fotoauflösungen	Hauptkamera: 5280 × 3956 Pixel, 70-mm-Kamera: 8064 × 6048 Pixel, 166-mm-Telekamera: 4000 × 3000
Fotoformate	JPEG, Adobe DNG-Raw
Größe (L × B × H) / Gewicht	zusammengeklappt: 231 mm × 98 mm × 95 mm, auseinandergeklappt ohne Propeller: 347 mm × 291 mm × 108 mm / 958 g
Lieferumfang	Controller, Verbindungskabel, Akku, Schutzkappe, 6 Propeller, Netzteil, Bedienungsanleitung / „Fly More Combo“-Paket: zwei weitere Akkus, sechs weitere Propeller, Akku-Ladestation, Adapter Batterie auf Power Bank, ND-Filter (Neutraldichte-Filter), Reisetasche
Preise	2100 € / 2800 € / 3500 € / 4600 € (Standard/Fly more Combo/Fly more Combo inklusive DJI RC Pro/Cine Premium Combo)



Basislager

Mainboard für Intel-CPU's mit DDR5 und PCIe 5.0: Asus Pro H610M-C-CSM

Das günstige Asus Pro H610M-C-CSM vereint sowohl DDR5-Speicher als auch PCIe-5.0-Steckplätze mit einer Reihe von Legacy-Schnittstellen wie PCI, VGA und RS-232.

Von Carsten Spille

Moderne Core- oder Ryzen-Prozessoren sind nicht nur flott, sondern haben auch neue Schnittstellen wie PCI Express 5.0 oder den aktuellen Speicherstandard DDR5 im Gepäck. Wer ein System damit aufbauen will, muss meist zu Mainboards aus der gehobenen Preisklasse greifen, die oft teurer sind als der Prozessor. Nicht so beim Asus Pro H610M-C-CSM, das für rund 120 Euro in den Händlerregalen steht und damit die günstigste Plattform für DDR5-

Speicher und PCIe 5.0 ist. Außerdem hat das Micro-ATX-Board für Intels LGA1700-Fassung noch etliche Legacy-Schnittstellen, darunter einen PCI-Steckplatz, einen VGA-Ausgang für Beamer sowie eine RS-232-Buchse für alte Steuerungsautomaten.

Asus hat das Board recht schnörkellos designt, etwa ohne voluminöse Kühlkörper für Chipsatz oder Spannungswandler. Trotzdem soll es für Prozessoren der Core-i-Generationen 12000 und 13000 bis 125 Watt taugen, sofern ein aktuelles BIOS aufgespielt ist – ansonsten bootet es mit 13000er-Prozessoren nicht. Unser Testexemplar hatte bei Auslieferung noch die allererste BIOS-Version 0404_x64 an Bord, welche wir für den Test auf Version 2202 aktualisierten. Damit liefen auch 13000er-Core-Prozessoren problemlos, ebenso wie die brandneuen DDR5-Module mit 48 GByte (siehe S. 46).

Die CPU-Powerlimits stellte das Board korrekt ein und drosselte unseren Core i7-12700K spezifikationsgemäß nach

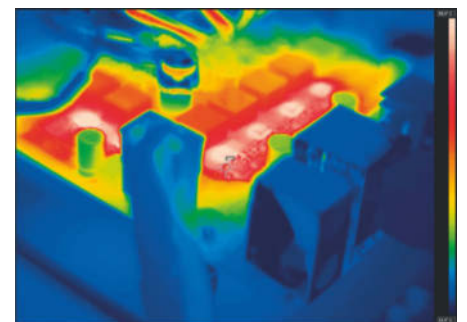
56 Sekunden von 190 auf 125 Watt. Die ungekühlten Spannungswandler (VRMs) erhitzen sich in der Cinebench-R23-Dauerschleife auf 100 Grad Celsius, was noch innerhalb der Spezifikation für solche Bauteile liegt, aber keine großen Reserven mehr lässt. Wer den PC häufig länger unter Volllast setzt, sollte zu einem Top-Down-Kühler greifen, dessen Luftstrom auch über die VRMs streicht und ihnen etwas thermische Linderung verschafft.

PCIe nur 1x richtig schnell

PCIe 5.0 gibt es nur an der x16-Fassung, die direkt mit dem LGA1700-Prozessor verbunden ist. Schon der M.2-Steckplatz für die SSD bekommt die Einschränkungen des H610-Chipsatzes zu spüren: Er ist zwar mit vier Lanes angebunden, überträgt aber nur nach PCIe 3.0. Dadurch ist auch für sehr schnelle SSDs bei knapp unter 4 GByte pro Sekunde Schluss.

Das Board hat außer dem PCIe-x16-Steckplatz noch zwei x1-Slots und einen PCI-Steckplatz, den man etwa mit älteren TV- oder Soundkarten bestücken kann. Ein Asmedia-ASM1803-Chip (PCI-PCIe-Bridge) destilliert ihn aus einer PCI-Express-Lane des H610-Chipsatzes. Dummerweise beherrscht der schon über zehn Jahre alte Chip kein PCIe Active State Power Management, sodass er zur vergleichsweise hohen Leistungsaufnahme für das einfache Board beiträgt. Hatten sich alle Windows-11-Prozesse eingeschwungen, maßen wir primärseitig noch 18, unter Ubuntu 22.10 gar 23 Watt. Das geht besser.

Ansonsten ist das Board eher sparsam ausgestattet. Mit nur zwei DIMM-Fassungen für DDR5-Speicher ist laut Datenblatt bei 64 GByte der Maximalausbau erreicht, mit den neuen 48-GByte-Modulen gehts rauf bis 96 GByte. Die vier SATA-6G-Buchsen reichen für die meisten Ansprüche.



Unter hoher Last arbeiten die Spannungsregler (weiße Bereiche im Bild) des Asus-Boards bei 100 Grad Celsius knapp unter der Drosselgrenze.

Asus Pro H610M-C-CSM

Micro-ATX-Mainboard	
Hersteller, URL	Asus, asus.com/de
CPU-Fassung, Chipsatz	LGA1700 / H610
Mainboard-Bauform	Micro-ATX
Arbeitsspeicher	2 × DDR5-4800 UDIMM, maximal 32 ¹ GByte pro Modul
PCI-Express-Slots	1 × PCIe 5.0 x16, 2 × PCIe 3.0 x1, 1 × M.2 mit PCIe 3.0 x4 (2242, 2260, 2280)
SATA 6G	4 × (vom Chipsatz, RAID nicht unterstützt)
Gigabit Ethernet	1 × Intel I219-V
PCI-Brückenchip	Asmedia ASM1083
Audio	Realtek ALC897
externe Anschlüsse	1 × RJ-45, 1 × VGA, 1 × HDMI, 1 × DisplayPort, 2 × USB-A 3.2 Gen 2, 2 × USB-A 2.0, 2 × PS/2, 1 × RS232 (9-pol)
Lüfteranschlüsse	CPU plus 1 × Chassis-Fan (alle 4-Pin)
weitere interne Anschlüsse	2 × USB 3.2 Gen 1, 4 × USB 2.0, 1 × COM, 1 × LPT, 1 × SMBus, 1 × Case open, weitere
Besonderheiten	PCI-Steckplatz, DVD mit ASUS Control Center Express (IT-Management-Software)
Funktionstests / Messwerte	
Boot-Modi: UEFI mit / ohne Secure Boot, BIOS (Version)	✓ / ✓ / ✓ (2212)
Wake on LAN: Standby / Soft-Off	✓ ³ / ✓
Cinebench R23 Single- / Multi-threading	1775 / 15.201 Punkte
Bootdauer (bis Windows-Login)	15 s
Leerlauf / Volllast Windows 11	18 / 105 (kurzzeitig 154) W ²
Leerlauf Ubuntu Desktop 22.10	23 W
Preis	120 €
✓ funktioniert ¹ offiziell, im Test funktionierten auch 48 GByte ² siehe Fließtext ³ mit Core i5-13400	

Alte Standardschätzchen

Störender könnten die nur vier USB-A-Buchsen sein, von denen immerhin zwei ein rundes GByte pro Sekunde übertragen (USB 3.2 Gen 2), die beiden anderen aber nur USB 2 mit knapp 40 MByte/s sprechen. Wer mehr will, muss die Frontanschluss-Header per Adapterkabel nutzen, welches Asus nicht mitliefert.

Bis zu drei digitale Bildschirme kann die im Prozessor integrierte Grafik über die auf dem Board verlöteten Anschlüsse versorgen: HDMI und DisplayPort bis zu 4K-Auflösung, DVI nur bis 1920 × 1200 mit 60 Hertz. Es gibt für alte Hardware sogar noch eine VGA-Buchse, zwei PS/2-Anschlüsse und eine neunpolige RS-232-Schnittstelle. Außerdem hat das Board noch Pfostenstecker für einen zweiten seriellen sowie einen parallelen Anschluss (LPT).

Die LAN-Schnittstelle überträgt nur 1 GBit/s, viele Boards haben bereits den Schritt zu 2,5 GBit/s gemacht. Beim Wake-on-LAN-Test zeigte der Monitor erst nach Bewegen der Maus den Anmeldebildschirm von Windows 11.

Fazit

Das Asus Pro H610M-C-CSM ist eines der billigsten LGA1700-Mainboards. Es ist zwar schnörkellos, vereint dafür aber moderne DDR5- und PCIe-5.0-Steckplätze mit einer großen Zahl an Legacy-Schnittstellen. An anderer Stelle muss man dafür aber Abstriche machen: Superschnelles USB ist rar und verdrehsichere C-Buchsen sind gar nicht vorhanden. Wer die schnellsten Core-Prozessoren unter Dauervollast schuften lassen will, muss für gute Kühlung der VRMs sorgen. Ärgerlich sind die hohe Leistungsaufnahme im Leerlauf und das etwas umständliche Wake-on-LAN.

Für günstige, moderne Office-PCs eignet sich das Board allerdings ebenso wie für Spezialrechner, in denen ältere PCI-Hardware weitergenutzt werden soll.

(csp@ct.de) 

FINDE DEINEN
NEUEN
JOB
IN DER IT!



jobs.heise.de

App zum Napf

Futterspender für Haustiere mit Smart-Home-Anbindung im Test

Der Smart Pet Feeder C1 von Aqara füllt per App, Sprache, Zeitplan oder Sensor Haustier-näpfe mit Trockenfutter. Klingt reichhaltig, doch manche Kernfunktionen sind mager umgesetzt.

Von Berti Kolbow-Lehradt

Hund und Katze verköstigt man idealerweise mit einem händisch gefüllten Napf, da diese Form der Interaktion als Vitaminspritze für die Mensch-Tier-Bindung gilt. Wird sich sonst liebevoll um den Vierbeiner gekümmert, kann dieser es aber verkraften, wenn Herrchen und Frauchen ihn mit dem Smart Pet Feeder C1 „appspeisen“. Im Unterschied zu vielen herkömmlichen Trockenfutterautomaten tischt das Smart-Home-Modell von Aqara nicht nur zeitgesteuert auf, sondern lässt sich über den eingebauten ZigBee-Chip fernbedienen und mit Sensorroutinen automatisieren.

Für die Energieversorgung liegt ein 1,5 Meter langes Kabel mit DC-Hohlstecker für den Automaten und USB-A-Anschluss für ein selbst zu ergänzendes Netzteil im Karton. Alternativ läuft der Automat ohne Steckdose, indem man drei Monozellen in ein Batteriefach auf der Unterseite steckt. Den Bedienkomfort schränkt der Batteriebetrieb nicht ein. Alle Steuerfunktionen und etwaige Netzwerkverbindungen bleiben erhalten.

Für den vollen Funktionsumfang verbindet man den Automaten per Smartphone-App Aqara Home mit dem WLAN. Trotz ZigBee 3.0 tut es kein beliebiges Gateway, sondern es ist eine der fünf Funkbrücken des Herstellers zu Preisen ab 30 Euro nötig. Im Test kam das Modell M1S (50 Euro) zum Einsatz. Ein Cloudkonto auf Aqaras EU-Servern ist außer beim Zusammenspiel mit HomeKit Pflicht. Vorgegebene Fütterungszeiten

speichert der Automat lokal, sodass selbst bei einem Gateway-Ausfall kein Tier hungert – solange die Batterien oder der Futtervorrat nicht geleert sind.

Außer einer manuellen Futterausgabe ermöglicht die Aqara-App, einen Speiseplan mit bis zu acht Uhrzeiten zu aktivieren. Auf Wunsch kredenzt der Automat pro Vorgang bis zu zehn Portionen, wofür der Napf genug Platz bietet. Statt täglich lässt der Plan sich auch nur auf ausgewählte Wochentage anwenden.

Das Statistikangebot ist mager. So adiert die App zwar die am bisherigen Kalendertag ausgegebene Futtermenge, wenn man das Gewicht einer Ration zuvor wiegt und in der Software vermerkt. Das ist eine nette Gedankenstütze, wenn man bei der außerplanmäßigen Leckerli-Zugabe die Grenze für eine Überfütterung abschätzen möchte. Doch ein darüberhinausgehender historischer Verlauf fehlt. Dabei wäre der für das langfristige Futtermanagement sehr hilfreich.

Kamera füttert Katze

Bei der Füllstandskontrolle helfen ebenfalls keine Algorithmen, sondern nur eine Inaugenscheinnahme des Vorratsbehälters. Im Zusammenspiel mit externer Aqara-Sensorik lässt sich immerhin vermeiden, dass der Automat Futter nachschüttet, solange noch ein Rest im Napf liegt. Dazu verknüpft man mit WENN-dann-Regeln in der Aqara-App etwa einen Bewegungsmelder des Herstellers.

Amazon Alexa und IFTTT ermöglichen die Verknüpfung mit Komponenten anderer Hersteller. Obwohl Apples Plattform keine Futterspender kennt, erlaubt ein Trick dennoch eine Automatisierung. Dazu erstellt man in Apple Home eine Regel, die die eingebaute Signal-LED des Gateways M1S auf einen beliebigen Wert dimmt. In einer weiteren Regel, die man in Aqara Home anlegt, dient dieser Helligkeitswert dann als Trigger für eine Aktion des Futterautomaten. Die Smart-Home-



Schnittstellen ermöglichen ferner eine Sprachsteuerung. Neben nativen Alexa- und Google-Kommandos unterstützt Aqara selbst formulierte Siri-Kurzbefehle.

Fazit

Der Aqara Smart Pet Feeder C1 ist ein zuverlässiger und optisch eleganter Trockenfutterautomat mit verspielten Extra-Zutaten fürs Smart Home. Bei der Kernaufgabe der zeitgeschalteten Fütterung bietet er solide Hausmannskost, flexiblere Planungsoptionen fehlen. Das Gerät enthält keine Füllstands- oder Näherungssensorik und nur eine magere Fütterungsstatistik, sodass es umfangreicher ausgestatteten Futterspendern das Revier nicht streitig macht.

Die Stärke des Pet Feeders liegt in der nahtlosen Einbindung in Aqaras Smart-Home-System. Wer viele Komponenten des Herstellers verwendet, freut sich über weiteren Kombinationsspielraum, ohne mit einer zusätzlichen App jonglieren zu müssen. Die sich daraus ergebenden Automatikoptionen können das Futtermanagement verbessern, das Verhaltenstraining bereichern und den Alltag körperlich eingeschränkter Menschen erleichtern.

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

Smart Pet Feeder C1

Trockenfutterautomat mit Smart-Home-Funktionen	
Hersteller, URL	Aqara, aqara.com
Netzverbindung	ZigBee 3.0 (erfordert Hersteller-Gateway mit ZigBee 3.0 wie etwa E1, M1S (1./2. Gen), M2, Camera Hub G2 Pro, Camera Hub G3)
Systemanf.	Aqara Home (Android, iOS, iPadOS)
Leistungsaufnahme	1,2 Watt (Standby)
Preis	110 €



Android-Auto-Wireless

Wer die grafische Android-Oberfläche vom Handy aufs Display des Infotainment-Systems seines Autos schubsen will, legt es bislang mit einem USB-Kabel an die Leine. Wireless-Dongles wie der MA1 von Motorola entfesseln das Smartphone. Die Drahtlosverbindung ist in weniger als einer Minute nachgerüstet – ganz ohne Eingriffe in die Fahrzeugelektrik.

Der Dongle MA1 von Motorola ist schon seit 2022 in den USA erhältlich und nun auch in Deutschland für rund 90 Euro zu haben. Seine Funktionsweise ist simpel: Gegenüber dem Smartphone gibt er sich als Auto mit der Wireless-Version von Android Auto aus, gegenüber dem Auto wiederum als ein per USB angeschlossenes Smartphone. Damit das klappt, muss der MA1 in der USB-Buchse des Autos stecken und das Fahrzeug ab Werk Android Auto unterstützen.

Der Lieferumfang des Motorola MA1 ist spartanisch: Dongle, Anleitung und ein Klebepad – mehr findet sich nicht in der Verpackung. Das Einrichten erfreut wiederum: Man steckt den USB-A-Stecker ins Auto und schaltet die Zündung ein. Ein langer Druck auf den einzigen Knopf am Dongle startet das Bluetooth-Pairing. Nach dem Koppeln mit dem Smartphone erscheint auf dem Fahrzeugdisplay bereits die Oberfläche von Android Auto. Das funktionierte alles schneller und anders als beim AAWireless (siehe c't 24/2021, S. 89) problemlos.

Anschließend sucht man einen Platz, an dem der MA1 verbleiben soll und fixiert ihn bei Bedarf mit dem Klebepad. Leicht ist die Suche jedoch nicht: Das flache USB-Kabel ist mit knapp sieben Zentimetern so kurz, dass man es nur ein Mal umklappen

kann. Es lässt sich auch nicht gut seitlich biegen. Wer nahe der USB-Buchse deshalb kein geeignetes Plätzchen findet, braucht eine USB-Verlängerung. Ebenfalls nachteilig ist, dass das Kabel mit dem Dongle verlötet ist und sich nicht einfach austauschen lässt.

Die restliche Technik weiß dagegen zu gefallen: Im Test an einem Audi mit aktuellem Infotainmentsystem (Audi Multi Media Interface, MMI) funktionierte der MA1-Dongle zuverlässig und ohne störende Latenz. Da das Auto bereits beim Aufschließen die USB-Buchsen aktiviert, baut sich die Bluetooth-Verbindung zwischen Handy und Dongle schon beim Einsteigen auf. Beim Einschalten der Zündung startet das MMI dann in den meisten Fällen direkt mit der Android-Auto-Oberfläche. Wenn wir den MA1 erst später ansteckten, dauerte es rund 20 Sekunden bis zum automatischen Verbinden und anschließendem Wechsel der Anzeige zu Android Auto. Währenddessen verrät die Status-LED des Dongle, ob das Handy noch gesucht wird (blau) oder schon verbunden ist (grün).

Im Alltag wird man den Dongle wohl eher stecken lassen. Das hat den kleinen Schönheitsfehler, dass viele Fahrzeuge beim Abstellen akustisch warnen, dass man sein Handy im Auto vergessen hat, da die Verbindung zwischen Fahrzeug und MA1 weiter besteht. Besonders auf kurzen Fahrten empfanden wir einen deutlichen Komfortgewinn dadurch, dass das Handy gesperrt in der Tasche bleiben kann, ohne dass wir auf Android Auto verzichten müssen.

(spo@ct.de)

Motorola MA1

Android-Auto-Wireless-Dongle	
Hersteller, URL	Motorola, motorolasound.com
Systemanf.	Fahrzeug mit Android Auto, Smartphone mit Android 11 oder höher
Preis	90 €

Genial verbunden –

Der wertvolle Boost für Ihr Netzwerk!



+ 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

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.

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

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.

heise Shop

Browser-Wahlhelfer

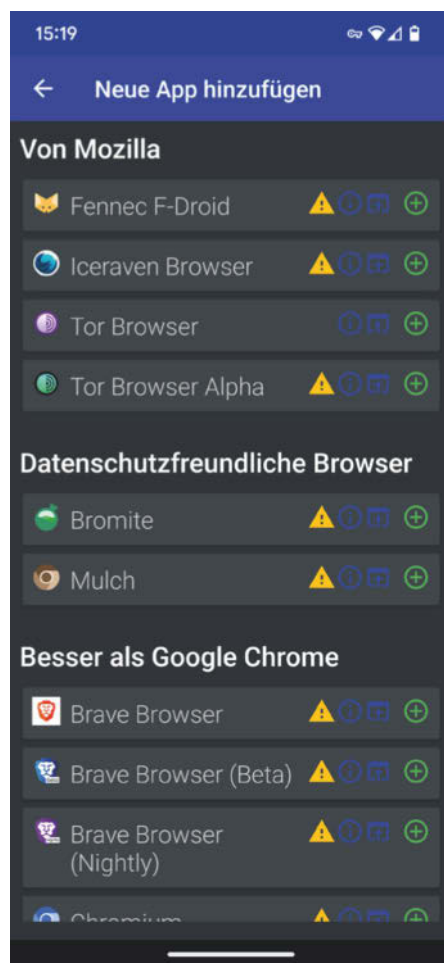
Wer unter Android den Browser wechselt, profitiert von mehr Datenschutz und Individualität. Die App FFUpdater installiert alternative Browser auf Knopfdruck und aktualisiert sie ohne Google Play.

Für Android gibt es zahlreiche alternative Browser: Besseren Datenschutz bieten etliche, Firefox etwa lässt sich durch Add-ons erweitern, andere Browser bieten weitere Vorteile. Bei Google Play verliert man allerdings schnell den Überblick, denn unter den interessanten Alternativbrowsern tummeln sich unzählige, die zwar anders, aber nicht unbedingt besser als Chrome sind. Hier kommt FFUpdater ins Spiel: Die Open-Source-App bietet viele empfehlenswerte Browser an und kann diese direkt installieren.

In der Auswahl befinden sich sowohl bekanntere Browser-Apps wie Firefox, Tor Browser und Brave, aber auch Insider-Tipps wie Bromite, Mulch und Iceraven. Die Browser sind sortiert in Kategorien wie „Von Mozilla“, „Datenschutzfreundliche Browser“ und „Besser als Google Chrome“. Tippt man auf das Infosymbol des jeweiligen Browsers, erscheint eine deutschsprachige Kurzbeschreibung, das Pfeilsymbol rechts daneben führt direkt zum Quellcode-Repository.

Das Warnzeichen liefert interessante Hinweise, die zur Entscheidungsfindung beitragen können: bei Firefox etwa, dass auch eine verbesserte Version namens Fennec angeboten wird oder bei Iceraven, dass die Entwickler recht langsam bei der Herausgabe von Sicherheitsupdates sind. Allen angebotenen Browsern gemein ist, dass sie datenschutzfreundlich sind und Open Source.

Anders als bei iOS können Android-Nutzer durch die Wahl des Browsers auch die eingesetzte Browser-Engine bestimmen. Viele der Vorschläge nutzen die mobile Firefox-Engine. Wer mit Chrome vertraut ist und möglichst wenig Veränderung wünscht, greift am besten zu einem der Chromium-Browser aus dem FFUpdater-Sortiment. Beliebt ist zum Beispiel der Kiwi Browser, der sich datenschutzfreundlich konfigurieren lässt und gängige Chrome-Erweiterungen wie uBlock Origin, Decentrallyes und Cookie AutoDelete unterstützt. Diese installiert



man wie gewohnt aus dem Chrome Web Store.

FFUpdater gibts nicht bei Google Play, sondern nur im alternativen App-Verzeichnis F-Droid und als APK-Datei bei GitHub. Die App funktioniert unabhängig von Google Play, da es die APK-Dateien der Browser direkt bei den jeweiligen Entwicklern herunterlädt. Anschließend aktualisiert sie die Browser auch. Damit das klappt, muss man ihr beim ersten Mal die Installation weiterer Apps erlauben.

Im Test leistete FFUpdater gute Dienste. Das Angebot an Browsern ist ansprechend, Installation und Aktualisierung klappten zuverlässig. Da die App unabhängig von Google ist, ist sie auch für Geräte interessant, die ohne die Play-Dienste eingerichtet werden oder auf denen diese erst gar nicht vorhanden sind. (rei@ct.de)

FFUpdater

Browser-Updater	
Hersteller, URL	Tobias Hellmann, github.com/Tobi823/ffupdater
Systemanf.	Android ab 5.0
Preis	kostenlos (Open Source)

Taschen-schreiber

Die Android-App EtchDroid schreibt Datenträgerabbilder ganz einfach auf USB-Sticks und Speicherkarten. Das spart den Weg zum Rechner und klappt auch unterwegs.

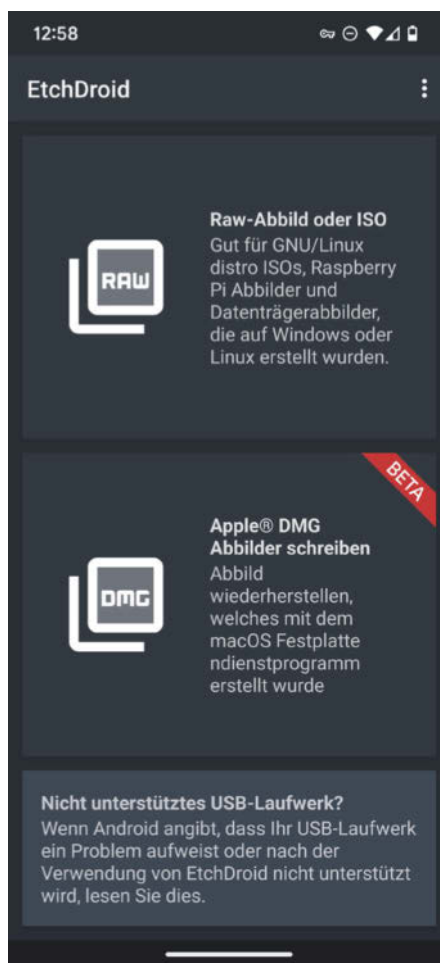
Wenn Sie einen Raspberry Pi besitzen oder häufiger mit bootfähigen USB-Sticks hantieren, kann EtchDroid ein nützliches Helferlein sein: Die Android-App schreibt Image-Dateien auf USB-Sticks und Speicherkarten, zum Beispiel bootfähige Betriebssystemabbilder. Legt man sich auf dem Smartphone die wichtigsten Notfall- und Raspi-Images zurecht, ist man jederzeit für den Ernstfall gerüstet und kann spontan einen passenden Datenträger erstellen.

Speichersticks mit USB-A-Anschluss schließt man hierfür einfach per USB-OTG-Adapter ans Smartphone oder Tablet an, USB-C-Sticks kann man direkt einstecken. Um Speicherkarten zu beschreiben, ist ein USB-Cardreader nötig, mit einem internen Kartenslot klappt es nicht.

Die Bedienung ist simpel: Man tippt auf „Raw-Abbild oder ISO“ und wählt im nächsten Schritt die gewünschte Image-Datei aus dem Android-Dateisystem aus. Danach fragt EtchDroid nach dem USB-Gerät, das als Ziel dienen soll, und das Beschreiben beginnt. Dabei schließt sich die Bedienoberfläche, den Schreibvorgang überwacht man über eine Benachrichtigung, die Fortschritt und Schreibgeschwindigkeit anzeigt. Währenddessen kann man beliebige andere Apps nutzen.

Im Test verrichtete EtchDroid zuverlässig seine Arbeit. Von den mit der App bespielten Live-Linux-Sticks konnten wir unseren Testrechner problemlos booten, und die für den Raspi erstellten microSD-Karten mit Raspberry Pi OS funktionierten ebenfalls wie erhofft. Das Raspi-Image mussten wir nach dem Download zunächst entpacken, um an die ISO-Datei zu gelangen.

Die Schreibgeschwindigkeit hängt hauptsächlich von den Eigenschaften des Zieldatenträgers ab, also USB-Stick oder Speicherkarte plus Cardreader. Im Test hat EtchDroid das Raspi-Image mit rund 12 MByte/s auf unsere Speicherkarte geschrieben, insgesamt dauert der Vorgang nur wenige Minuten. Schneller klappte es mit dem „Raspberry Pi Imager“ für Desktop-Betriebssysteme auch nicht.



Es gibt allerdings auch eine Einschränkung: EtchDroid unterstützt keine Windows-ISOs und auch Image-Dateien älterer Linux-Distributionen können nach Angaben des Entwicklers Probleme bereiten. Apple-Images (DMG) schreibt die App grundsätzlich, diese Funktion ist jedoch noch als Beta gekennzeichnet. Das Erstellen von Images, ganz gleich welchen Formats, beherrscht die App nicht.

EtchDroid ist Open Source. Das GitHub-Projekt wird von Entwickler Davide Depau offiziell nicht mehr gewartet, er hat die Community jedoch angeregt, die App weiterzuentwickeln und neue Funktionen zu implementieren. Die aktuelle Version ist im Februar erschienen und auch unter Android 13 problemlos lauffähig. (rei@ct.de)

EtchDroid

Image-Schreiber	
Hersteller, URL	Davide Depau, etchdroid.depau.eu
Systemanf.	ab Android 5.0
Preis	kostenlos (Open Source, GPLv3)

Hier kommt Verstärkung



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
- Inklusive Experimentierset Operationsverstärker

Heft + Experimentierset für nur 49,95 €

 shop.heise.de/make-opv

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.



Kompakte 2023er

Sieben 13- und 14-Zoll-Notebooks mit aktuellen Core-i-Prozessoren

Wer Notebooks mit flotten Prozessoren der aktuellen Chip-generation wünscht, muss tief in die Tasche greifen. Im Gegenzug findet man bei den Oberklasse-notebooks dann Schmankerl wie Näherungssensoren, hochauflösende Webcams, OLED-Bildschirme, lange Laufzeiten und geringes Gewicht.

Von Florian Müssig

Die Coronapandemie und Russlands Krieg in der Ukraine haben den Notebookmarkt in den letzten Jahren gehörig durcheinandergewirbelt. Erst war die Nachfrage wegen Lockdowns und Homeoffice riesig, konnte wegen Logistikengpässen und Komponentenmangel aber nicht bedient werden. Inzwischen ist der Markt nicht nur übersättigt, sondern auch die Kauflaune im Keller. In der Folge haben die Hersteller seit 2022 ihre Pläne massiv umgeworfen: Unterhalb von 1000 Euro findet man hauptsächlich Notebooks, in denen nicht der aktuelle Prozessorjahrgang arbeitet, sondern bis zu drei Generationen ältere CPUs.

Intels Anfang Januar enthüllte dreizehnte Core-i-Generation findet man derzeit deshalb nur in Oberklassegeräten wie den hier versammelten 13- und 14-Zöllern, die sich im c't-Labor beweisen mussten: Asus ZenBook 14X (UX3404VA), Acer Swift Go 14 (SFG-71), Lenovo Yoga Slim 7i Carbon (13IRP8), LG Gram 14 (2023), MSI Summit E14 Flip Evo (A13MT) und Samsung Galaxy Book3 Pro 14. Sie kosten ab 1400 Euro. Das mit Abstand teuerste Gerät im Testfeld, das über 3200 Euro teure HP Dragonfly Folio G3 2-in-1, verwendet hingegen noch einen Prozessor der zwölften Core-i-Generation – wir

haben es dennoch mit aufgenommen, weil es erst dieser Tage in den Handel kommt. Bei allen Kandidaten ist Windows 11 vorinstalliert.

Gerne hätten wir auch schon Notebooks mit AMDs Ryzen-7x40-Chips getestet, doch diese machen sich mehrere Monate nach ihrer Ankündigung weiterhin rar. Bis Redaktionsschluss hatten wir nur Einsteignotebooks mit Ryzen 7x20 alias Mendocino [1] und welche mit Ryzen 7x30/7x35 entdeckt – Letztere sind aber umgelabelte Vorgängerchips [2] und nicht die nagelneue Baureihe aus TSMCs 4-Nanometer-Fertigung mit Zen-4-Kernen. Mit dieser wird es wohl erst in der zweiten Jahreshälfte losgehen.

Großartige Bildschirme

Einigkeit herrscht bei den Herstellern darüber, dass das jahrelang dominierende Bildschirmseitenverhältnis 16:9 in dieser Preisklasse ausgedient hat. Dabei ist es egal, ob man nun wie beim HP Dragonfly Folio G3 2-in-1 ein 3:2-Panel vor sich hat oder wie bei den anderen Kandidaten eines im 16:10-Format: Beide zeigen mehr Bildhöhe, was bei kompakten 13- und 14-Zöllern ein spürbarer Komfortgewinn ist. Apropos Größe: Seit der Abkehr von 16:9 findet man vermehrt ungewöhnliche Diagonalen wie 13,5 Zoll (HP) oder 14,5 Zoll (Asus). Das hat in der Praxis aber nur Auswirkungen, wenn man eine enganliegende Hülle sucht; da sich die Gehäuseabmessungen auch bei identischer Diagonale unterscheiden können, muss man so oder so individuell auf Suche gehen.



Samsung hat sich beim Galaxy Book3 Pro 14 für abgerundete Bildschirmecken entschieden, doch weil Windows darauf nicht vorbereitet ist, werden Bedienelemente in den Ecken angeschnitten.

Ein weiterer Trend sind farbstärke OLED-Panels. Im Testfeld warten die Notebooks von Acer, Asus und Samsung damit auf. Der Pferdefuß ist jeweils derselbe: In allen Fällen handelt es sich um Bildschirme mit stark reflektierenden Oberflächen, die einem tagsüber wegen der gespiegelten Umgebung das Leben schwer machen. Dabei gibt es technisch keinen Grund dafür: Lenovo hat bereits im vergangenen Jahr demonstriert, dass ein Notebook mit mattem OLED kein Hirngespinnst ist [3]. HPs hier getestetes Dragonfly zeigt wiederum, dass auch ein stiftbedienbarer Touchscreen matt sein kann.

Egal ob OLED oder herkömmliches IPS-Panel: Zum guten Ton gehören inzwischen auch mehr als 60 Hertz Bildwiederholrate, damit es beim Scrollen noch flüssiger flutscht. Die Notebooks von Acer und Lenovo schaffen 90 Hertz, Asus und Samsung sogar 120 Hz.

Samsung hat sich beim Galaxy Book3 Pro für eine weitere Besonderheit entschieden: Die Bildschirmecken wurden abgerundet. Das sieht wie bei Smartphones oder Tablets modern aus, ist aber unpraktisch, weil die Bedienoberfläche von Windows nicht darauf ausgelegt ist. Je nach dem in Windows eingestellten Skalierungsfaktor werden bei maximierten Fenstern die Bedienelemente in den oberen Ecken mehr oder weniger angeschnitten und bei permanent eingeblendeter Taskleiste auch die Datumsanzeige unten rechts.

Performancespreizung

Alle Notebooks verwenden Intel-Prozessoren, doch sie entstammen drei unterschiedlichen Klassen. Im HP Dragonfly Folio G3 2-in-1 steckt ein Prozessor der U-Baureihe. Sie ist mit 15 Watt Thermal Design Power (TDP) spezifiziert, und in dieser Abwärmeklasse bringt Intel zwei Performance- und acht Effizienzkerne unter. Bis vor ein paar Jahren waren U-Prozessoren mit 15 Watt TDP Standard, im Jahr 2023 stellen sie aber nur noch eine Nische mit vergleichsweise wenig Rechenleistung dar. Gut 6000 Punkte im Cinebench R23 sind aber immer noch respektabel: Der zwei Generationen alte Vierkerner Core i5-1135G7 landet in vielen Note-

Kompakte Notebooks

Modell	CPU (Kerne) / GPU	Gewicht [kg]	Lautstärke (idle / Last) [sone]	Laufzeit (Last / idle) [h]	CineBench R23 (1T / nT)	3DMark (Time Spy)
		◀ besser	◀ besser	besser ▶	besser ▶	besser ▶
Acer Swift Go 14 (SFG14-71)	Core i7-13700H (6P + 8E) / Iris Xe	1,32	<0,1/1,7	1,7/15,3	1862/13357	1995
Asus ZenBook 14X (UX3404VA)	Core i9-13900H (6P + 8E) / Iris Xe	1,56	<0,1/2,3	1,7/14,4	1704/15839	1986
HP Dragonfly Folio G3 2-in-1	Core i7-1255U (2P + 8E) / Iris Xe	1,47	<0,1/0,1	2,3/13,7	1498/6343	1617
Lenovo Yoga Slim 7i Carbon (13IRP8)	Core i5-1340P (4P + 8E) / Iris Xe	0,96	<0,1/1,1	1,5/15,8	1714/8189	1540
LG Gram 14 (2023)	Core i7-1360P (4P + 8E) / Iris Xe	0,97	<0,1/0,9	2,7/24,8	1722/10135	1733
MSI Summit E14 Flip (A13MT)	Core i7-1360P (4P + 8E) / Iris Xe	1,59	<0,1/0,6	2,2/19,4	1868/9113	1880
Samsung Galaxy Book3 Pro 14	Core i7-1360P (4P + 8E) / Iris Xe	1,16	<0,1/1,3	1,8/17,1	1766/9999	1687
zum Vergleich (aus [2])						
Apple MacBook Air (2022)	M2 (4P + 4E) / M2	1,22	0/0	2,7/19	1577/8651	—
Asus ExpertBook B2 (B2402CB)	Core i7-1260P (4P + 8E) / Iris Xe	1,62	<0,1/1,2	1,9/12,9	1601/7127	1272
Dell XPS 13 Plus (9320)	Core i7-1260P (4P + 8E) / Iris Xe	1,24	<0,1/1,3	1,8/14,9	1509/9170	1796
Dynabook Portégé X30W-K	Core i7-1260P (4P + 8E) / Iris Xe	0,95	<0,1/1,2	2/20,2	1671/7145	1771
Framework Laptop (2022)	Core i7-1260P (4P + 8E) / Iris Xe	1,31	<0,1/3,1	1,4/10,8	1518/10147	1411
HP Elite Dragonfly G3	Core i7-1255U (2P + 8E) / Iris Xe	1,18	<0,1/0,2	2,7/20,3	1642/6125	1494
Lenovo ThinkPad X13s	8cx Gen3 (4P + 4E) / Adreno 690	1,14	0/0	3,7/12,2	586/3509	912
Lenovo ThinkPad Z13 Gen 1	Ryzen 7 Pro 6860Z (8P) / Radeon 680M	1,29	<0,1/1,5	3/17,2	1523/11919	2530



Acer Swift Go 14 (SFG-71)

Die Baureihe Swift Go trägt zwar einen neuen Namen, ist technisch gesehen aber der Nachfolger der Mittelklassegeräte, die bislang als Swift 3 verkauft wurden. Acer setzt im getesteten 14-Zoll-Modell 14-Kern-Prozessoren der H-Serie ein. Diese liefern hohe Rechenleistung, benötigen aber wegen ihrer im Vergleich zu P-Prozessoren höheren Abwärme ein starkes Kühlsystem. Das des Swift Go 14 rauscht bei anhaltender Rechenlast mit bis zu 1,7 sone recht laut. Acer legt ein USB-C-Netzteil mit 100 Watt bei, um den überdurchschnittlichen Energiebedarf zu bedienen.

Das hochauflösende OLED-Panel im 16:10-Format zeigt knackige Farben und scharfe Texte. Während die anderen Notebooks im Testfeld ihre OLEDs auf eine einheitliche maximale Helligkeit einbremsen, schafft das Display hier einen etwas höheren Wert als den in der Tabelle angegebenen, wenn es nicht vollflächig weiß leuchtet. Die glatte Oberfläche spiegelt in dunklen Bildbereichen störend. Wir haben die Akkulaufzeiten von bis zu 15 Stunden bei 90 Hertz Bildwiederholrate gemessen.

Bei Redaktionsschluss war die getestete 1400-Euro-Ausstattungsvariante noch nicht erhältlich, sondern nur eine etwas niedrigere mit Core i5 statt i7 und auf 512 GByte halbierte SSD-Kapazität. Diese kostet rund 1100 Euro; ein noch günstigeres 1000-Euro-Modell hat statt des OLED-Bildschirms ein mattes IPS-Panel mit 60 Hertz. Unter der Modellfamilie SFG14-41 vertreibt Acer AMD-Versionen des Notebooks.

Acer gibt dem Swift Go 14 eine 1440p-Webcam mit auf den Weg, die allerdings kein Windows Hello beherrscht. Man kann sich aber mittels eines Fingerabdrucklesers biometrisch einloggen. An der umfassenden Schnittstellenauswahl inklusive zwei Thunderbolt-fähigen USB-C-Buchsen lässt sich wenig mäkeln, wohl aber an der technischen Umsetzung des Micro-SD-Kartenlesers: Er bremst schnelle Kärtchen auf weniger als USB-2.0-Geschwindigkeit aus.

Tastenthub und Tippgefühl der beleuchteten Tastatur gefallen; bis auf den einzeiligen Cursorblock überzeugt auch das Layout.

- ↑ vergleichsweise günstig
- ↑ hohe Rechenleistung
- ↑ 90-Hz-OLED im 16:10-Format
- ↓ spiegelnde Bildschirmoberfläche

Preis Testkonfiguration: 1400 Euro



Asus ZenBook 14X (UX3404VA)

Asus verkauft die 2023er-Version des ZenBook 14X in zwei Versionen. Im Einzelhandel findet man nur den Subtyp UX3404VC, der sich mit dem Zusatzgrafikchip GeForce RTX 3050 an Spieler richtet. Wer das nicht braucht, ist mit der hier getesteten Untervariante UX3404VA besser bedient, die Asus dem hauseigenen Webshop vorbehält: Dort kümmert sich die im 14-Kerner Core i9-13900H integrierte Iris Xe um die Grafikausgabe – für Office-Arbeiten und Videogucken reicht sie völlig aus. Pro Version gibt es genau eine Ausstattungsvariante. Das Testgerät kostet 1700 Euro, während das RTX-bestückte Gerät mit 2100 Euro zu Buche schlägt.

Bei beiden ist ein hochauflösender und farbstarker OLED-Bildschirm an Bord, der Bildinhalte mit bis zu 120 Hertz darstellt. Leider hat Asus die Windows-11-Funktion Dynamic Refresh Rate (DRR) nicht implementiert, die je nach Bedarf dynamisch zwischen 60 und 120 Hertz wechselt, um Strom zu sparen. Stattdessen muss man sich für eine Betriebsart entscheiden. Unschön: Ab Werk sind 60 Hertz im Akku- und 120 Hertz im Netzteilmetrieb vorgesehen; bei jedem Anstecken oder Abziehen des Netzteils wird der Bildschirm dann kurz schwarz. Die in der Tabelle angegebenen Akkulaufzeiten wurden bei 120 Hertz ermittelt; bei 60 Hertz dürften sie etwas länger ausfallen.

Mit Thunderbolt-fähigen USB-C-Buchsen, eckigen USB-A-Ports für ältere Peripherie und einem normalgroßen HDMI-Ausgang sind alle gängigen Schnittstellen an Bord. Wer nicht (nur) per WLAN ins Internet will, findet im Karton einen USB-LAN-Adapter mit Gigabit-Controller. Zu Lieferumfang gehört zudem eine passende Transporthülle.

Asus wirbt mit 1,5 Kilogramm Gewicht, unser Gerät brach jedoch fast 1,6 Kilogramm auf die Waage – damit gehört es zu den Schwergewichten im Testfeld. Es liefert im Kreis der Konkurrenten die höchste Rechenleistung, hat aber auch den mit Abstand lautesten Lüfter: 2,3 sone.

Das Tippgefühl der beleuchteten Tastatur gefällt, das Layout weniger: Außer dem Cursorblock wurde auch die Enter-Taste in eine Zeile gequetscht.

- ↑ hohe Rechenleistung
- ↑ 120-Hz-OLED im 16:10-Format
- ↓ spiegelnde Bildschirmoberfläche
- ↓ lauter Lüfter

Preis Testkonfiguration: 1700 Euro



ICH WARTE NICHT AUF UPDATES. ICH PROGRAMMIERE SIE.

**40 %
Rabatt!**



c't MINIABO PLUS AUF EINEN BLICK:

- 6 Ausgaben als Heft, digital in der App, im Browser und als PDF
- Inklusive Geschenk nach Wahl
- Zugriff auf das Artikel-Archiv
- Im Abo weniger zahlen und mehr lesen

Jetzt bestellen:
ct.de/angebotplus





HP Dragonfly Folio G3 2-in-1

Das Dragonfly Folio G3 lässt sich sowohl als Notebook als auch als Tablet nutzen, hat anders als bei Hybridgeräten üblich aber keine 360-Grad-Scharniere. Stattdessen gibt es eine zweite Scharnierachse im Deckel, mit dem man ihn mit nach außen zeigendem Bildschirm zuklappen kann.

HP hat dem Notebook einen 13,5-Zoll-Bildschirm im 3:2-Format spendiert. Obwohl er ein finger- und stiftbedienbarer Touchscreen ist, hat er eine matt geätzte Oberfläche und lässt sich damit auch in hellen Umgebungen ohne störende Reflexionen nutzen. Ein Stift mit Wacom-Technik liegt bei. Zum Laden dockt er magnetisch rechts am Rumpf an und kann dort auch zum Transport verbleiben.

Das Dragonfly Folio G3 liefert ausreichend Rechenleistung, ist aber das schwächste Gerät im Testfeld. Das liegt weniger daran, dass die CPU der zwölften und nicht wie überall sonst der dreizehnten Core-i-Generation entstammt, sondern weil es sich um eine U-Variante mit geringerer Abwärme und nur zwei P-Kernen handelt. Weil die CPU wenig heizt, bleibt das Gerät im Betrieb immer leise: Selbst bei anhaltender Rechenlast muss man schon genau hinhören, um das leise Lüfterrauschen zu bemerken.

Außer einem analogen Kopfhörerausgang findet man nur zwei Thunderbolt-fähige USB-C-Buchsen. Im Bildschirmrahmen steckt eine Windows-Hello-fähige Webcam, die eine außergewöhnlich hohe Auflösung (8 Megapixel alias 4K) hat. Sie wird von einem Annäherungssensor unterstützt, der das Notebook beim Weggehen vom Schreibtisch schlafen legt und bei der Rückkehr umgehend wieder aufweckt.

Das Testgerät kostet 3250 Euro und ist der Maximalausbau mit 32 GByte Arbeitsspeicher und 1-TByte-SSD. Die Preise beginnen bei rund 2700 Euro mit Core i5, jeweils halbierten RAM- und SSD-Kapazitäten und LTE- statt 5G-Modem. Die Deckelaußenseite besteht immer aus Kunstleder, das wie ein Buchrücken über die Rück- bis zu Unterseite läuft – eine ungewöhnliche Optik wie Haptik.

↑ matter 3:2-Touchscreen

↑ tolle Webcam

↓ wenige Schnittstellen

↓ sehr teuer

Preis Testkonfiguration: 3250 Euro



Lenovo Yoga Slim 7i Carbon (13IRP8)

Lenovo verwendet den Familiennamen Yoga seit geraumer Zeit nicht mehr nur für Notebook-Tablet-Hybridgeräte, sondern für sämtliche höherpreisigen Notebooks. Das Yoga Slim 7i Carbon ist denn auch ein ganz normales Notebook ohne Touchscreen oder 360-Grad-Scharniere. Seinen Reizen tut das keinen Abbruch: Es bringt knapp unter einem Kilogramm auf die Waage und hat einen matten 13-Zoll-Bildschirm im 16:10-Format. Wir haben unabhängig davon, ob der Bildschirm mit 60 oder 90 Hertz gefahren wird, bis zu 16 Stunden Laufzeit gemessen.

Im dünnen Bildschirmrahmen findet man nicht nur eine Windows-Hello-taugliche Webcam, sondern auch einen Näherungssensor, der das Gerät beim Aufstehen vom Schreibtisch auf Wunsch sperrt oder schlafen legt und bei der eigenen Rückkehr wieder aktiviert.

Bei den Schnittstellen muss man hingegen Abstriche machen: Es gibt nur zwei USB-C-Buchsen. Beide nehmen Energie vom mitgelieferten Netzteil entgegen und geben Monitorsignale aus; rasantes Thunderbolt beziehungsweise USB4 mit 40 Gbit/s klappt aber nur an der linken Buchse. Eine Klinkenbuchse fehlt; stattdessen liegt zur analogen Tonausgabe ein USB-Adapter mit im Karton. Die in der Tabelle genannten Audiomessergebnisse beziehen sich auf diesen.

Lenovo verwendet P-Prozessoren mit 28 Watt Abwärme, doch diese bringen das Kühlsystem an seine Grenzen: Unter Dauerlast liefert das Yoga Slim 7i Carbon eine geringere Performance als andere Notebooks mit derselben CPU-Klasse; nach Lastende läuft der Lüfter lange hörbar nach.

Lenovo verkauft das Yoga Slim 7i Carbon in zwei Ausstattungsvarianten: wie getestet mit Core i5 im grauen Gehäuse für 1500 Euro oder mit Core i7 in einem weißen Gehäuse für 1600 Euro. Alle anderen Ausstattungsmerkmale wie Speicherbestückung oder Bildschirm sind bei beiden identisch.

↑ sehr leicht

↑ matter 90-Hz-Bildschirm im 16:10-Format

↓ wenige Schnittstellen

↓ schwaches Kühlsystem

Preis Testkonfiguration: 1500 Euro



DIGITAL DESIGN & UX NEXT

Produktentwicklung, Technologiepotenziale
und Gestaltung zusammendenken

Konferenz im Kraftwerk · München · 14. und 15. Juni 2023

Für Usability- & UX-Profis, Digital Designer, Requirement Engineers
und Product Owner.

Aus dem Programm:

- Sind Digital Designer die neuen Product Owner?
- Vom UX-Neuling zum Experten: Wie UX ein integrierter Teil der Produktentwicklung wurde
- UX in der Robotik – Der Arbeitsalltag zwischen Mensch und Maschine
- UX trifft KI – Sind Digital Designer mit ihren Ideen eigentlich noch zu retten?

Workshops am
13. und 15. Juni

www.dd-ux.de | Jetzt Tickets sichern!

Veranstalter



Kooperationspartner



GERMAN UPA
Berufsverband der Deutschen Usability
und User Experience Professionals



VERBAND
DEUTSCHER
INDUSTRIE
DESIGNER





LG Gram 14 (2023)

LG verkauft das diesjährigen Gram 14 ausschließlich in der hier getesteten 1700-Euro-Variante in Dunkelgrau. Die Ausstattung wurde mit Core i7-1360P, 16 GByte Arbeitsspeicher und 1-TByte-SSD sinnvoll gewählt, doch es schmerzt, dass der bis auf den Prozessor identisch bestückte 2022er-Vorgänger noch für 1300 Euro angetreten war und es damals auch eine noch günstigere Konfiguration mit weißem Gehäuse gab.

Davon abgesehen ist das 2023er-Gram weiterhin ein tolles Notebook mit vielen Stärken. Zu diesen zählen der matte Bildschirm im arbeitsfreundlichen 16:10-Format, das geringe Gewicht von knapp unter einem Kilogramm und sehr lange Laufzeiten von über 24 Stunden. An den Seiten findet man zwei Thunderbolt-fähige USB-C-Buchsen, aber auch einen Port im eckigen USB-A-Format und eine normalgroße HDMI-Buchse.

Der microSD-Kartenleser bremst rasante Speicherkärtchen auf gemütliche 75 MByte/s aus. Die beleuchtete Tastatur gefällt mit gutem Tippgefühl, Vielschreiber und Programmierer müssen sich allerdings an das Layout mit einzelner Enter-Taste gewöhnen. Am Cursorblock gibt es dagegen weniger zu mäkeln: Er wurde zwar ebenfalls in eine Zeile gequetscht, doch weil diese mehr Tiefe als das restliche Tastenfeld hat, fallen die Pfeiltasten größer aus als bei vielen Konkurrenten.

In Kürze soll es neben dem hier getesteten Gram 14 (2023) auch noch eine 2-in-1-Variante mit Touchscreen und 360-Grad-Scharnieren sowie ein um den Namenszusatz Style ergänztes Edelmodell mit Glaseinlagen an Deckelaußenseite und Handballenablage geben. Beide nutzen allerdings ein anderes technisches Innenleben und haben weniger Schnittstellen, sodass sich Messergebnisse und andere Aussagen nicht vom Probanden auf die Geschwister übertragen lassen.

- ↑ sehr leicht
- ↑ sehr lange Laufzeit
- ↑ matter 16:10-Bildschirm
- ↓ großer Preissprung

Preis Testkonfiguration: 1700 Euro



MSI Summit E14 Flip Evo (A13MT)

MSI gibt seinem Hybridnotebook Summit E14 Flip Evo einen hochauflösenden Touchscreen mit auf den Weg, der dank 16:10-Format sowohl im Notebook- als auch im Tablet-Betrieb gefällt. Bei der Bedienung ermüden Hände und Arme schnell, wenn man das 1,6 Kilogramm schwere Gerät nicht irgendwo abstützen kann. Ein Stift gehört zum Lieferumfang.

Nutzt man das Summit E14 Flip Evo als Notebook, muss man sich erst ans Tastenlayout gewöhnen. Die meisten Tasten links und rechts der Leertaste sind schmaler als das restliche 19-Millimeter-Raster. Enter-Taste und Cursorblock wurden jeweils in eine Zeile gequetscht; Bild-auf/-ab/Pos1/Ende wurden über Zusatztasten am Cursor-Block realisiert – was das Gedränge weiter verstärkt.

Zwei Thunderbolt-fähige USB-C-Buchsen, eine USB-A-Buchse, ein normalgroßer HDMI-Ausgang und Audioklinke erfüllen gängige Anforderungen. Lob gebührt zudem dem rasanten microSD-Kartenleser. Biometrisches Einloggen ist sowohl per Kamera als auch über einen Fingerabdruckleser in der Handballenablage möglich. Ein Eyetracker von Tobii dient als Näherungssensor und warnt auf Wunsch, wenn einem in belebter Umgebung über die Schulter gespäht wird.

Bei anhaltender Rechenlast regelt das Kühlsystem permanent die Lüfterdrehzahl nach; statt eines konstanten Rauschens schwillt es im Sekundentakt leicht an und ab – nervig. Bei Last auf allen Kernen wird nicht ganz das Performanceniveau der Konkurrenz erreicht, wenn man das Notebook im ab Werk eingestellten und von MSI empfohlenen „Ausgeglichen“-Profil verwendet. Schaltet man im vorinstallierten Hilfsprogramm MSI Center auf „Extreme Leistung“ um, steigen Rechenleistung und Lüfterlärm über die in der Tabelle angegebenen Messwerte.

MSI verkauft das Summit E14 Flip Evo nur in der hier getesteten Hardwarezusammenstellung mit Core i7-1360P, 16 GByte Arbeitsspeicher und einer 1-TByte-SSD. Bei Redaktionsschluss lag der Straßenpreis des Testgeräts (A13MT-289) mit Windows 11 Pro gleichauf mit dem der Alternative A13MT-280, bei der nur Windows 11 Home vorinstalliert ist.

- ↑ rasanter Kartenleser
- ↑ hochauflösender 16:10-Touchscreen
- ↓ nervige Lüftersteuerung
- ↓ schwer

Preis Testkonfiguration: 1950 Euro



Samsung Galaxy Book3 Pro 14

Samsung wetzt beim Galaxy Book3 Pro die größte Scharte des Vorgängers Book2 Pro aus: Der Bildschirm hat kein 16:9-Format mehr, sondern setzt wie alle anderen Premiumnotebooks auf mehr Bildhöhe – in diesem Fall in 16:10. Mehr noch: Samsung hat sich für ein hochauflösendes OLED-Panel entschieden, das nicht nur knackige Farben zeigt, sondern auch flotte 120 Hertz schafft.

Das Display hat allerdings eine spiegelnde Oberfläche, obwohl es kein Touchscreen ist. Weil Panel und Rahmen abgerundete Ecken haben, lässt sich eine Entspiegelungsfolie nur mit viel Aufwand aufbringen. Selbst dann wirken die abgerundeten Ecken seltsam, weil Windows sie nicht kennt und bei maximierten Fenstern Bedienelemente angeschnitten werden.

Im dünnen Rahmen steckt eine herkömmliche Webcam; biometrisch kann man sich nur über den in den Einschalter integrierten Fingerabdruckleser einloggen. Die Schnittstellenauswahl wurde mit zweimal USB-C inklusive Thunderbolt, einmal USB-A, HDMI und analogem Audioausgang sinnvoll gewählt, sodass man im Alltag ohne Adapter oder Dock auskommt. Der Kartenleser bremst flotte MicroSDs aus. Die beleuchtete Tastatur hat ein gelungenes Layout inklusive zweizeiliger Enter-Taste, aber wenig Tastenhub.

Samsung verkauft das Galaxy Book3 Pro 14 in drei Ausstattungsvarianten; das 1900-Euro-Testgerät entspricht der mittleren. Die Preise starten beim etwas langsameren Core-i5-Prozessor mit auf 8 GByte halbiertem und nicht erweiterbarem Arbeitsspeicher bei 1700 Euro. Das teurere 2100-Euro-Modell unterscheidet sich vom Testgerät nur hinsichtlich der SSD-Kapazität (1 TByte statt 512 GByte). Zum Lieferumfang gehört ein kompaktes Steckernetzteil, das sich dank abnehmbarem USB-C-Kabel einfach einpacken lässt. Mit weniger als 1,2 Kilogramm gehört das Galaxy Book3 Pro zu den Leichtgewichten, muss sich im Testfeld aber den Konkurrenten von Lenovo und LG geschlagen geben, die beide obendrein günstiger sind.

- 🟢 leicht
- 🟢 120-Hz-OLED im 16:10-Format
- 🔴 spiegelnde Bildschirmoberfläche
- 🔴 abgerundete Bildschirmecken ohne Nutzen

Preis Testkonfiguration: 1900 Euro

books unter 5000 Punkten. Und Quad-Cores der achten Core-i-Generation, die ebenfalls offiziell Windows-11-tauglich sind, erzielen Werte im niedrigen 3000er-Bereich.

Üblich sind inzwischen P-Prozessoren, die dauerhaft bis zu 28 Watt verheizen dürfen (und kurzzeitig noch viel mehr). Diese Klasse sieht bis zu sechs P-Kerne plus acht E-Kerne vor, doch den Vollausbau findet man nur in einem einzigen CPU-Modell, das kaum ein Hersteller verwendet. Verbreitete Core-i5- und -i7-Modelle haben nur vier P- und acht E-Kerne; im Testfeld kommen solche CPUs bei Lenovo, LG, MSI und Samsung zum Einsatz. Je nach Kühlsystem und gewählter Abstimmung erreichen die Notebooks im Cinebench R23 8000 bis 10.000 Punkte.

Noch mehr Rechenleistung erhält man mit H-Prozessoren der 45-Watt-Klasse. Diese waren früher vorwiegend in Gaming-Notebooks und mobilen Workstations anzutreffen, doch heutzutage findet man sie auch in kompakten 14-Zöllern ohne Zusatzgrafikchip, im Testfeld bei Acer und Asus. Dort sind 13.000 bis 16.000 Punkte im Cinebench R23 drin, was deutlich mehr als nur ein kleines Schippchen obendrauf ist.

Mobilität

Die abgelieferte Rechenleistung lässt überraschenderweise kaum Rückschlüsse auf die Mobilitätsaspekte Gewicht und Akkulaufzeit zu. Ja, das performante Asus ZenBook 14X wiegt satte 1,6 Kilogramm, doch das gilt auch für das MSI Summit E14 Flip mit schwächerer CPU. Das ebenfalls starke Acer Swift Go 14 wiegt mit 1,3 Kilogramm hingegen weniger als das HP Dragonfly mit nur halb so flottem U-Prozessor. Letzteres hatte in unseren Tests zudem die geringste Akkulaufzeit von bestenfalls 14 Stunden, während der Akku des LG Gram 14 erst nach fast 25 Stunden leer war. Das wiederum ist umso beachtlicher, weil das Gram knapp unter ein Kilogramm auf die Waage bringt – das schafft sonst nur das schnittstellenarme Lenovo Yoga Slim 7i Carbon.

In allen Kandidaten steckt Intels WLAN-Modul AX211; auch die Killer-Adapter bei Acer und MSI sind AX211-Derivate. Damit funkten sie gemäß Wi-Fi 6E in den 2,4-, 5- und auch 6-GHz-Bändern, wenn die WLAN-Basen das anbieten. Kabelgebundenes Ethernet ist nirgends an Bord; Asus legt immerhin einen USB-

HP stattet das Hybridgerät Dragonfly Folio G3 2-in-1 nicht mit 360-Grad-Scharnieren aus, sondern mit einer zweiten Drehachse im Deckel.





Tastenindividualismus: MSI hat sich beim Summit E14 Flip für eine einzeilige Enter-Taste und einen zusammengequetschten Cursorblock entschieden (links). Lenovo macht es beim Yoga Slim 7i Carbon mit breiter laufendem Cursorblock und zwei-zeiliger Enter-Taste deutlich besser (rechts).



LAN-Adapter mit in den Karton. So einen kann man aber jederzeit für kleines Geld nachkaufen und an ein x-beliebiges Notebook stecken. Oder man entscheidet sich für ein Dock, das seinerseits eine RJ45-Buchse mitbringt, damit die Netzwerkverbindung beim stationären Einsatz sicher steht (siehe auch S. 54). Apropos Schreibtischbetrieb: Bei allen Testgeräten lässt sich der Ladestand manuell begrenzen, sodass der Akku bei häufigem Betrieb am Netzteil nicht übermäßig altert.

Bei HP und Lenovo lässt sich Peripherie ausschließlich mittels USB-C oder Thunderbolt anschließen, während alle anderen Kandidaten auch jeweils noch mindestens eine eckige USB-A-Buchse und einen HDMI-Ausgang mitbringen. Einen Kartenleser für MicroSD-Kärtchen haben Acer, LG, MSI und Samsung, aber in stark unterschiedlichen Ausprägungen: Das MSI Summit E14 Flip las unser Testkärtchen mit rasanten 237 MByte/s aus, das Acer Swift Go 14 hingegen nur mit mageren 24 MByte/s und damit nur ein Zehntel so schnell. Auch die beiden anderen ließen mit rund 75 MByte/s Potenzial liegen.

Am MSI Summit E14 Flip kann man sich sowohl per Fingerabdruck als auch Gesichtserkennung einloggen, die anderen unterstützen jeweils nur eine Methode. Bei HP, Lenovo und MSI ergänzen Annäherungssensoren den Funktionsumfang von Windows Hello, indem das Notebook beim Aufstehen schlafen gelegt und bei Rückkehr an den Schreibtisch wieder aufgeweckt wird. Alle Kandidaten nutzen aufgelöteten und damit nicht erweiterbaren LPDDR5-Speicher.

Fazit

Die getesteten 2023er-Notebooks locken mit tollen Bildschirmen: Niedrige 16:9-Display sind in der Oberklasse passé, jetzt gibt es mehr Bildhöhe (für weniger Scrollen) und oftmals auch höhere Bildwiederholraten (für flüssigeres Scrollen). Während man matte Oberflächen anders als vor ein paar Jahren wieder vermehrt antrifft, vergessen die Hersteller das gerne, sobald ein Touchscreen oder ein farbstarkes OLED-Panel im Notebook steckt – schade.

HP kombiniert im Dragonfly Folio G3 2-in-1 etliche Komfortfunktionen mit einem matten 3:2-Touchscreen, einem integrierten Mobilfunkmodem und Leder an der Deckelaußenseite, verlangt dafür aber über 3000 Euro. Zudem wiegt es fast 1,5 Kilogramm, während die Leichtgewichte Lenovo Yoga Slim 7i Carbon (13IRP8) und LG Gram 14 (2023) weniger als ein Kilogramm auf die Waage bringen. Sie kosten nur etwa die Hälfte, was absolut betrachtet immer noch viel Geld ist. Das günstigste Notebook im Testfeld, das Acer Swift Go 14 (SFG14-71), liefert wie das Asus ZenBook 14X (UX3404VA) besonders viel Rechenleistung. (mue@ct.de) **ct**

Literatur

[1] Florian Müssig, Mehr Power für kleines Geld, Zwei günstige Notebooks mit neuen Low-End-Prozessoren, c't 9/2023, S. 90
[2] Florian Müssig, Gehobene Gerätschaft, Kompakte Edel-Notebooks mit Prozessoren von AMD, Apple, Intel und Qualcomm, S. 21/2022, S. 88
[3] Florian Müssig, Premiummobilität, Neun kompakte Oberklasse-Notebooks von leicht bis leistungsstark ab 1000 Euro, c't 1/2023, S. 88

Kompakte Notebooks: Daten und

Modell	Acer Swift Go 14 (SFG14-71)
getestete Konfiguration	NX.KF1EV.001
Lieferumfang	Windows 11 Home, Netzteil
Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)	
HDMI / DisplayPort / Kamera (Hello)	L / – / ✓ (–)
USB / LAN / Klinke	3 × L (2 × Typ C), 1 × R / – / R
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	R (MicroSD) / – / –
USB-C: 40 Gbit/s / 10 Gbit/s / DisplayPort / Laden	✓ / ✓ / ✓ / ✓
Ausstattung	
Display	14 Zoll (35,7 cm), 2880 × 1800, 16:10, 242 dpi, 90 Hz, 20 ... 385 cd/m², spiegelnd, OLED
Prozessor	Intel Core i7-13700H (6 P-Kerne + 8 E-Kerne)
Hauptspeicher	16 GByte LPDDR5
Grafikchip (Speicher)	Intel Iris Xe (vom Hauptspeicher)
Sound	Realtek ALC256
LAN / WLAN	– / Killer AX1675i (Wi-Fi 6E, 2 Streams)
Mobilfunk / Bluetooth	– / Intel
Touchpad (Gesten) / Fingerabdruck-leser	HID (max. 4 Finger) / FPC
SSD	WDC SN740 (1024 GByte)
Gewicht, Maße, Stromversorgung	
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,32 kg / 31,3 cm × 22,1 cm / 1,9 ... 2 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster / Beleuchtung	1,3 cm / 19 mm × 18,5 mm / ✓
Akku (Ladestopp < 100% einstellbar)	65 Wh Lithium-Ionen (✓)
Netzteil (Notebookleitung abnehmbar)	100 W, 359 g (–)
bei USB-PD:	3 / 3 / 3 / 3 / 5 Ampere
5 / 9 / 12 / 15 / 20 Volt mit ...	
Leistungsaufnahme	
Suspend / ausgeschaltet	0,7 W / 0,4 W
ohne Last: Display aus / 100 cd/m² / max.	1,4 W / 6,1 W / 7,8 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	96 W / 17 W / 52 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	108 W / 0,92
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks	
Laufzeit Idle (100 cd/m²) / Video (200 cd/m²) / 3D (max.)	15,3 h / 7,3 h / 1,7 h
Ladestand nach 1 h Laden	86 %
Geräusch ohne / mit Rechenlast	<0,1 sone / 1,7 sone
Massenspeicher lesen / schreiben	4636 / 4564 MByte/s
Leserate SD-Karte	24 MByte/s
WLAN 6 GHz / 5 GHz / 2,4 GHz (20m)	121-177 / 165-321 / 178-236 Mbit/s
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 98,8 dBA
Cinebench R23 Rendering (1 Thread / alle Threads)	1862 / 13357
Geekbench 5 (Single / Multi)	1835 / 11178
3DMark: Night Raid / Fire Strike / Time Spy	19981 / 5601 / 1995
Bewertung	
Laufzeit	⊕
Rechenleistung Büro / 3D-Spiele	⊕⊕ / ⊖
Display / Geräuschentwicklung	⊕⊕ / ○
Preis und Garantie	
Straßenpreis Testkonfiguration	1400 €
Garantie	2 Jahre
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend	

Testergebnisse

	Asus ZenBook 14X (UX3404VA)	HP Dragonfly Folio G3 2-in-1	Lenovo Yoga Slim 7i Carbon (13IRP8)	LG Gram 14 (2023)	MSI Summit E14 Flip (A13MT)	Samsung Galaxy Book3 Pro 14
	90NB1081-M005K0	6T1R4EA	83AY0026GE	14Z90R-G.AA79G	A13MT-289	NP940XFG-KC2DE
	Windows 11 Home, Netzteil, Hülle, USB-LAN-Adapter	Windows 11 Pro, Netzteil, Stift	Windows 11 Home, Netzteil, USB-C-Audio-Adapter	Windows 11 Home, Netzteil	Windows 11 Pro, Netzteil, Stift	Windows 11 Home, Netzteil
	R / – / ✓ (✓)	– / – / ✓ (✓)	– / – / ✓ (✓)	L / – / ✓ (✓)	L / – / ✓ (✓)	L / – / ✓ (–)
	1 × L, 2 × R (2 × Typ C) / – / R	2 × L (2 × Typ C) / – / L	1 × L (Typ C), 1 × R (Typ C) / – / –	2 × L (2 × Typ C), 2 × R / – / L	2 × L (2 × Typ C), 1 × R / – / R	2 × L (2 × Typ C), 1 × R / – / R
	– / – / –	– / – / –	– / – / –	R (MicroSD) / – / –	R (MicroSD) / – / –	R (MicroSD) / – / –
	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓
	14,5 Zoll (36,9 cm), 2880 × 1800, 16:10, 234 dpi, 120 Hz, 10 ... 357 cd/m², spiegelnd, OLED	13,5 Zoll (34,3 cm), 1920 × 1280, 3:2, 171 dpi, 60 Hz, 14 ... 291 cd/m², matt, IPS, Touch	13,3 Zoll (33,8 cm), 2560 × 1600, 16:10, 227 dpi, 90 Hz, 4 ... 327 cd/m², matt, IPS	14 Zoll (35,5 cm), 1920 × 1200, 16:10, 163 dpi, 60 Hz, 25 ... 319 cd/m², matt, IPS	14 Zoll (35,5 cm), 2880 × 1800, 16:10, 244 dpi, 60 Hz, 9 ... 385 cd/m², spiegelnd, IPS, Touch	14 Zoll (35,5 cm), 2880 × 1800, 16:10, 244 dpi, 120 Hz, 4 ... 406 cd/m², spiegelnd, OLED
	Intel Core i9-13900H (6 P-Kerne + 8 E-Kerne)	Intel Core i7-1255U (2 P-Kerne + 8 E-Kerne)	Intel Core i5-1340P (4 P-Kerne + 8 E-Kerne)	Intel Core i7-1360P (4 P-Kerne + 8 E-Kerne)	Intel Core i7-1360P (4 P-Kerne + 8 E-Kerne)	Intel Core i7-1360P (4 P-Kerne + 8 E-Kerne)
	16 GByte LPDDR5	32 GByte LPDDR5	16 GByte LPDDR5	16 GByte LPDDR5	16 GByte LPDDR5	16 GByte LPDDR5
	Intel Iris Xe (vom Hauptspeicher)	Intel Iris Xe (vom Hauptspeicher)	Intel Iris Xe (vom Hauptspeicher)	Intel Iris Xe (vom Hauptspeicher)	Intel Iris Xe (vom Hauptspeicher)	Intel Iris Xe (vom Hauptspeicher)
	Realtek ALC294	Realtek ALC245	Realtek ALC257	Realtek ALC256	Realtek ALC274	Realtek ALC298
	USB: Realtek 8153 (Gbit) / Intel AX211 (Wi-Fi 6E, 2 Streams)	– / Intel AX211 (Wi-Fi 6E, 2 Streams)	– / Intel AX211 (Wi-Fi 6E, 2 Streams)	– / Intel AX211 (Wi-Fi 6E, 2 Streams)	– / Killer AX1675s (Wi-Fi 6E, 2 Streams)	– / Intel AX211 (Wi-Fi 6E, 2 Streams)
	– / Intel	Intel 5000 (5G) / Intel	– / Intel	– / Intel	– / Intel	– / Intel
	HID (max. 4 Finger) / –	HID (max. 4 Finger) / –	HID (max. 4 Finger) / –	HID (max. 4 Finger) / –	HID (max. 4 Finger) / Goodix	HID (max. 4 Finger) / EgisTec
	Micron 2450 (1024 GByte)	WDC SN810 (1024 GByte)	SKHynix BC711 (512 GByte)	Samsung PM9A1 (1024 GByte)	Micron 3400 (1024 GByte)	WDC SN740 (512 GByte)
	1,56 kg / 32,2 cm × 22,6 cm / 1,8 ... 2,3 cm	1,47 kg / 29,6 cm × 23,3 cm / 1,8 ... 2,1 cm	0,96 kg / 29,9 cm × 20,4 cm / 1,6 ... 2 cm	0,97 kg / 31,2 cm × 21,3 cm / 1,5 ... 2,1 cm	1,59 kg / 31,4 cm × 22,8 cm / 2 ... 2,1 cm	1,16 kg / 31,2 cm × 22,4 cm / 1,3 ... 1,6 cm
	1,3 cm / 19 mm × 18,5 mm / ✓	1 cm / 18,5 mm × 18 mm / ✓	1 cm / 19 mm × 18 mm / ✓	1 cm / 19 mm × 18,5 mm / ✓	1,5 cm / 19 mm × 19 mm / ✓	1 cm / 19 mm × 18,5 mm / ✓
	70 Wh Lithium-Ionen (✓)	53 Wh Lithium-Ionen (✓)	50 Wh Lithium-Ionen (✓)	72 Wh Lithium-Ionen (✓)	70 Wh Lithium-Ionen (✓)	63 Wh Lithium-Ionen (✓)
	90 W, 390 g (–)	65 W, 309 g (–)	65 W, 191 g (–)	65 W, 197 g (✓)	65 W, 281 g (–)	65 W, 163 g (✓)
	3 / 3 / – / 3 / 4,5 Ampere	3 / 3 / 3 / 4,33 / 3,25 Ampere	3 / 3 / – / 3 / 3,25 Ampere	3 / 3 / – / 3 / 3,25 Ampere	3 / 3 / 3 / 3 / 3,25 Ampere	3 / 3 / – / 3 / 3,25 Ampere
	0,6 W / 0,4 W	0,8 W / 0,4 W	0,5 W / 0,3 W	0,8 W / 0,3 W	0,8 W / 1 W	0,6 W / 0,4 W
	3,6 W / 7 W / 9,6 W	2,7 W / 5,9 W / 6,8 W	2,5 W / 4,9 W / 8,2 W	1,9 W / 3,8 W / 5,9 W	2,2 W / 4,7 W / 7 W	2,7 W / 4,6 W / 5,6 W
	94 W / 14,7 W / 45 W	68 W / 13,1 W / 37 W	61 W / 14,8 W / 40 W	62 W / 12,7 W / 43 W	44 W / 14,4 W / 49 W	64 W / 13,9 W / 50 W
	94 W / 0,91	68 W / 0,55	63 W / 0,57	65 W / 0,55	63 W / 0,55	65 W / 0,56
	14,4 h / 6,9 h / 1,7 h	13,7 h / 7 h / 2,3 h	15,8 h / 6,9 h / 1,5 h	24,8 h / 10,8 h / 2,7 h	19,4 h / 8,7 h / 2,2 h	17,1 h / 7,7 h / 1,8 h
	74 %	76 %	50 %	58 %	64 %	46 %
	<0,1 sone / 2,3 sone	<0,1 sone / 0,1 sone	<0,1 sone / 1,1 sone	<0,1 sone / 0,9 sone	<0,1 sone / 0,6 sone	<0,1 sone / 1,3 sone
	3277 / 3182 MByte/s	4009 / 2956 MByte/s	5811 / 4871 MByte/s	5532 / 4818 MByte/s	4260 / 3612 MByte/s	4280 / 3657 MByte/s
	–	–	–	73 MByte/s	237 MByte/s	75 MByte/s
	146-309 / 108-441 / 139-283 Mbit/s	261-430 / 402-587 / 263-311 Mbit/s	210-314 / 171-347 / 227-264 Mbit/s	173-241 / 175-241 / 225-239 Mbit/s	169-455 / 207-572 / 294-321 Mbit/s	206-366 / 216-292 / 286-316 Mbit/s
	⊕⊕ / 99,8 dBA	⊕ / 99,1 dBA	⊕⊕ / 112,7 dBA	⊕ / 93,8 dBA	⊕⊕ / 100,1 dBA	⊕ / 93,6 dBA
	1704 / 15839	1498 / 6343	1714 / 8189	1722 / 10135	1868 / 9113	1766 / 9999
	1620 / 12193	1482 / 7262	1700 / 7970	1824 / 9245	1886 / 8017	1853 / 8739
	20721 / 5466 / 1986	13833 / 4283 / 1617	14733 / 4356 / 1540	16207 / 5086 / 1733	17800 / 5117 / 1880	16685 / 4891 / 1687
	⊕	⊕	⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕
	⊕⊕ / ⊖	⊕ / ⊖	⊕ / ⊖	⊕⊕ / ⊖	⊕⊕ / ⊖	⊕⊕ / ⊖
	⊕⊕ / ⊖	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊖	⊕⊕ / ⊖	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊖
	1700 €	3250 €	1500 €	1700 €	1950 €	1900 €
	2 Jahre	3 Jahre	2 Jahre	2 Jahre	2 Jahre	2 Jahre
	⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht	✓ vorhanden	– nicht vorhanden	k. A. keine Angabe	

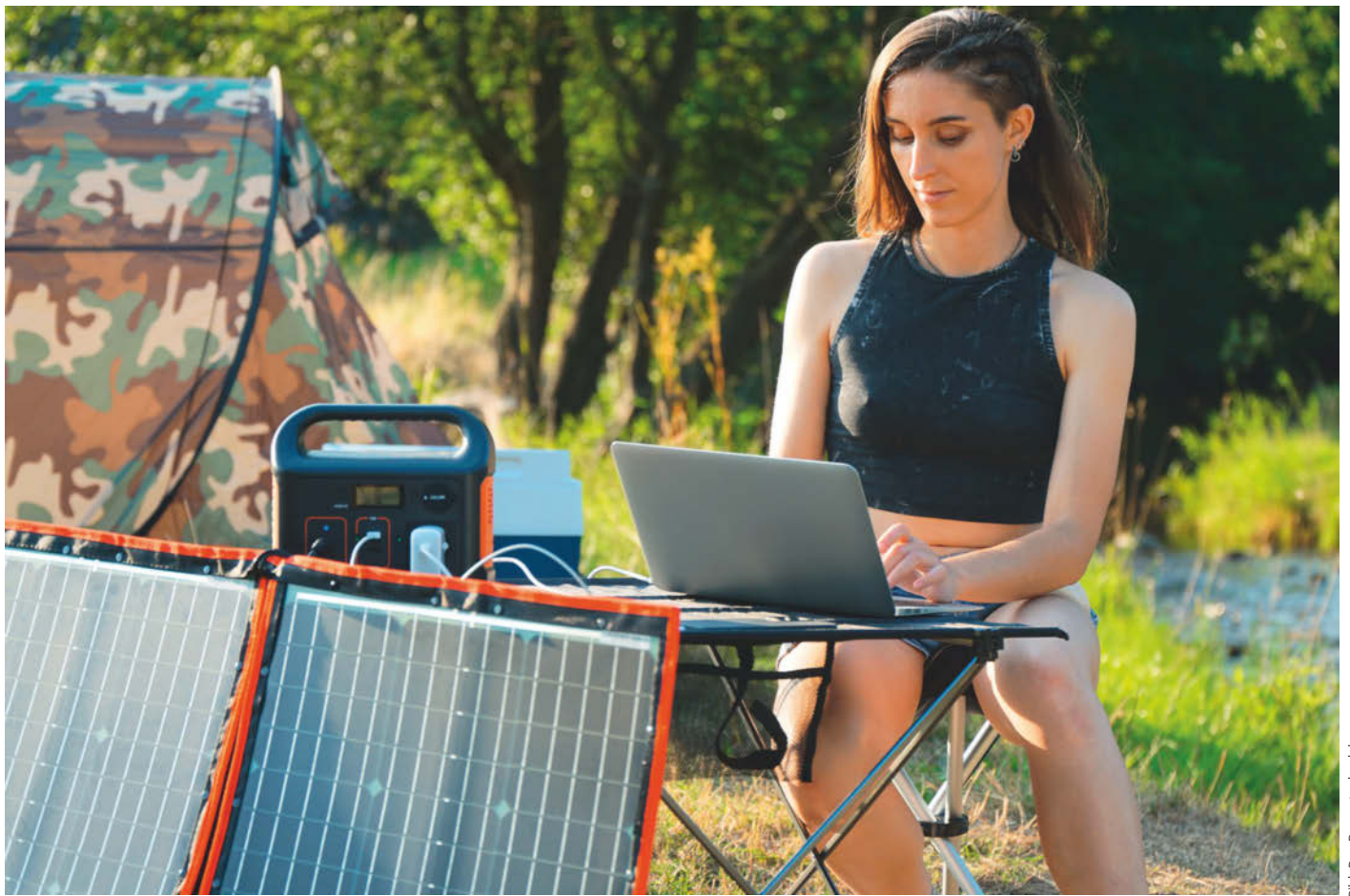


Bild: Dan Race, stock.adobe.com

Sonne to go

Fünf mobile Solar-Generatoren im Test

Mit Akkus ausgestattete Solar-Generatoren fangen über flexible Panels Sonnenenergie ein oder puffern als Zwischenspeicher grüne Energie vom Balkonkraftwerk. Dank vieler Stromanschlüsse lassen sie sich nicht nur zu Hause, sondern auch im Schrebergarten oder auf Ausflügen und Reisen gut nutzen.

Von Johannes Schuster

Notstrom-Aggregate und -Akkus verkaufen sich in Zeiten möglicher Blackouts wie geschnittenes Brot. Gleichzeitig erfreuen sich auch Balkonkraftwerke großer Beliebtheit. Solar-Generatoren bringen beide Bereiche zusammen. Sie dienen als Notstrom-Akku, der 230 Volt Wechselspannung an einer oder mehreren eigenen Steckdosen liefert und eine große Speicherkapazität besitzt. Zwischen Arbeitsgeräte und Steckdose gestöpselt, funktionieren sie ähnlich wie eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV).

Die Hersteller liefern außerdem gegen Aufpreis passende Photovoltaik-Module, mit denen sich die Akkus laden lassen. Alternativ lädt man die Speicher an einem mitgelieferten Netzteil oder im Auto an der Dose für den Zigarettenanzünder. Ist diese dauerhaft mit der Starterbatterie verbunden, sollte man nur während der Fahrt laden.

Im Test sind fünf Stromspeicher von 1000 bis 1500 Wattstunden (Wh) von Anker, EcoFlow, Goal Zero, Jackery und Pearl, die zwischen 11 und 21 Kilogramm wiegen. Außerdem haben wir die PV-Module der Hersteller getestet. Alle fünf Speicher lassen sich transportieren, der Yeti ist mit 20,7 kg aber doppelt so schwer wie der leichteste Kandidat im Test, Jackerys Explorer 1000 Pro. Für Wanderungen und Radtouren eignen sie sich damit alle nicht. Die Panels wiegen zusätzliche 4 bis 17 Kilogramm und selbst die kleinsten sind zusammengeklappt mit doppelter Zeichenblockgröße recht sperrig.

Im Freien abseits einer konventionellen Steckdose liefern die Geräte Strom für Notebook, Monitor, Router oder Drucker. Dank USB-Buchsen kann man an ihnen auch andere Geräte wie Tablets und Smartphones – bei denen mit USB-C auch

c't kompakt

- Solar-Generatoren können für Stunden Rechner, Monitore und andere Arbeitsgeräte mit Strom versorgen.
- Zwischen dem Laden und Entladen mit 230 V Wechselstrom ergeben sich Verluste von bis zu 64 Prozent.
- Viele Geräte produzieren Lüfterlärm und sind selbst fürs Büro zu laut.

Notebooks – direkt laden. Zwei der Kandidaten verfügen obendrein über ein integriertes Licht, das im Notfall auch ein SOS-Signal morsen kann. Die Geräte von EcoFlow und Goal Zero lassen sich per App steuern. Die Preise der Testgeräte für Solar-Generator und -Panel zusammen bewegen sich zwischen 1600 und 2300 Euro, die Akku-Packs allein sind ab 900 Euro erhältlich.

Akkus im Vergleich

Nur zwei der fünf Kandidaten besitzen einen herkömmlichen Lithium-Ionen-Akku (Li-Ion). Die anderen drei enthalten einen Speicher aus Lithium-Eisenphosphat (LiFePO₄). Letztere wiegen pro Wattstunde etwas mehr, punkten aber mit einer höheren Lebensdauer: nach Herstellerangaben liegt sie bei etwa 3000 statt 1000 Ladezyklen.

Auf die Ladegeschwindigkeit hat sich das nicht ausgewirkt, im Test war allein die Leistung des Netzteils ausschlaggebend. Um die tatsächliche Kapazität und die Effizienz der Speicherung zu messen, haben wir ein auf 1 Prozent genaues Leis-

tungsmessgerät (TS Electronic 45-25111, siehe c't 1/2020, S. 110) jeweils beim Laden und Entladen zwischengeschaltet. Die von den Herstellern angegebenen Kapazitäten konnte keines der Geräte abliefern. In der Praxis erreichten sie nur 75 bis 90 Prozent.

Leider konsumieren die Geräte beim Laden über die 230-Volt-Netzteile deutlich mehr Energie, als sie wieder abgeben können. Hier lagen die Unterschiede zwischen 36 und 80 Prozent weit auseinander (siehe Tabelle S. 91). Der hohe Verlust ergibt sich nicht nur durch den Stromkonsum der Geräte für die Lüfter, die Regelelektronik und das Display. Es kommen Verluste beim Speichern in den Zellen und vor allem am Wechselrichter hinzu, der den Strom anschließend wieder mit 230 Volt bereitstellt. Da Wechselstrom sich nicht in Akkus speichern lässt, muss er beim Laden und Entladen in Gleichstrom und wieder zurückgewandelt werden.

Alle Kandidaten sehen zwar durch ihr robustes Design wetterfest aus, sind es aber laut Hersteller nicht. Bedingt durch die vielen Buchsen, aber vor allem die Luftschlitze für die Ventilatoren kann schnell Wasser eindringen und die empfindliche Elektronik schädigen. Wir raten daher dringend davon ab, sie im Regen oder Schnee stehenzulassen – auch fürs Laden mit überschüssigem Solarstrom vom Balkonkraftwerk eignen sie sich nur bei vorausschauendem Blick auf den Regenradar. Die Speicher lassen sich übrigens nicht direkt vom Balkonkraftwerk aus laden, sie nehmen den Umweg übers 230-Volt-Netz und das Netzteil des Solargenerators. Sie taugen auch nicht als permanent installierter Zwischenspeicher, da



Bei Solar-Panels und -Generatoren müssen die Anschlüsse zusammenpassen. Bei Pearl liegt zum Beispiel ein Kabel von MC4 auf Anderson bei.

sie ihrerseits nicht direkt ins Netz einspeisen können.

Ideale Sinuskurven

Die Solargeneratoren enthalten einen Wechselrichter, der aus dem gespeicherten Gleichstrom Wechselstrom mit 230 Volt Spannung und einer Frequenz von 50 (oder wahlweise 60) Hertz macht. Bei billigen Notstrom-Akkus und unabhängigen Stromversorgungen (USV) kommt es oft vor, dass zwar die 50 Hertz eingehalten werden, aber die ideale Sinuskurve des Wechselstroms besonders unter steigender Last immer stufiger wird und dann mehr einem Rechteck ähnelt. Das kann einigen Geräten mit induktiven Lasten wie Motoren oder Spulen Probleme bereiten oder sie im Extremfall sogar zerstören. Moderne Netzteile haben mit schlechten Sinuskurven hingegen keine Probleme.

Viele Hersteller von Solar-Generatoren werben mit einer hundertprozentigen Sinuskurve. Wir haben das mit Hilfe eines Oszilloskops überprüft, und zwar einmal ohne Last und einmal mit klassischen Glühlampen, die zusammen 1000 Watt verbieten. Das Ergebnis war erfreulich: Jeder der Kandidaten erzeugte auch unter hoher Last eine ideale Sinuskurve (siehe Abbildungen in Tabelle).

Nachdem wir uns dessen sicher waren, haben wir an jeden ein Farblaserdrucker-Multifunktionsgerät angeschlossen und als Praxistest erfolgreich eine Probeseite gedruckt. Ganz nebenbei fiel uns bei der Messung auf, dass einige Kandidaten eine Frequenz von 60 Hertz lieferten. Die Möglichkeit zur Umstellung ist eigentlich ein Feature für den Einsatz außerhalb der EU, hierzulande bietet sie keinen praktischen Nutzen.



Der Yeti 1500X von Goal Zero bietet eine hohe Kapazität, ist mit 20,7 Kilogramm Gewicht allerdings das schwerste Gerät im Testfeld.

Maximalleistung

Aus den meisten Steckdosen kann man 10 oder 16 Ampere ziehen, bevor die Sicherung rausfliegt. Das entspricht bei 230 Volt 2300 oder 3680 VA. Selbst große Haushaltsgeräte oder Werkzeuge wie Waschmaschine, Elektrogrill oder Kettensäge kommen damit aus. Die Solar-Generatoren im Test liefern maximal nur zwischen 1000 und 2000 Watt Dauerleistung. Ein portabler Induktionsherd beim Camping kann das Limit leicht reißen; beim Anschließen einer Mehrfachsteckdose muss man stets die Gesamtlast im Auge behalten. Noch besser, man misst sie mit Hilfe eines Leistungs- und Energieverbrauchsmessgerätes oder eines smarten Zwischensteckers.

Im Test konnten wir einen fürs Home-office typischen Gerätezoo auf und am Schreibtisch locker über mehrere Stunden mit jedem der Solar-Generatoren versorgen. Dazu zählen Farblaser-MuFu, Notebook, zwei 27-Zoll-Monitore, eine Dockingstation, Aktivlautsprecher, Wi-Fi-6-Router, Smart-Speaker, Webcam, Headset und diverse Ladegeräte fürs Smartphone, Tablet sowie vier Lampen. Eine elektrische Kettensäge wollten wir hingegen wegen ihrer hohen Leistungsspitzen nicht anschließen. Beim Holzmachen im Wald kann ein Solar-Generator aber trotzdem gute Dienste leisten, um etwa die Wechselakkus einer Akku-Säge zu laden.

Wer möchte schon dauerhaft röhrenden Lüfter in der Nähe haben? Das ist weder am Arbeitsplatz noch in der Natur akzeptabel. Der Anker und der reVolt bliesen sofort bei Last oder beim Laden per Netzteil kräftig wie ein Staubsauger auf kleiner Stufe los, andere nur sporadisch oder recht leise. Nur der Jackery war kaum zu hören. Besonders gewundert hat uns beim Anker und EcoFlow, dass die Lüfter ab und zu säuselten, obwohl gar kein Gerät angeschlossen war. Frischluftspender sind die Notstrom-Aggregate übrigens auch nicht gerade, insbesondere bei hoher Last und röhrendem Lüfter. Man sollte das Zimmer bei ihrem Einsatz vor allem bei den ersten Malen öfter lüften.

Photovoltaik-Panels

Photovoltaik-Module wandeln Sonnenstrahlen direkt in Gleichstrom um. Theoretisch kann man jedes von ihnen an einen Solar-Generator hängen, sofern man passende Adapter hat und der erlaubte Spannungsbereich eingehalten wird. Um es sich



Anker 555 PowerHouse und 625 Solar

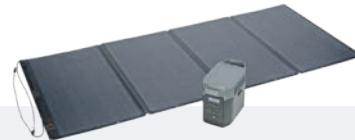
Der mit rund 13 Kilogramm Gewicht vergleichsweise kleine 555 PowerHouse bringt einen LiFePO4-Akku mit etwas mehr als einer Kilowattstunde Kapazität mit. Zu den Besonderheiten zählen eine warmweiße LED-Leiste als Notbeleuchtung mit SOS-Modus und fünf Jahre Garantie. Sämtliche USB-Buchsen luden problemlos selbst Notebooks.

Mit fünf Stunden Ladedauer am 200-Watt-Netzteil liegt der 555 im Mittelfeld, die Ladungseffizienz von nur 36 Prozent war jedoch die schlechteste aller Teilnehmer. Für jede Kilowattstunde, die man am Speicher verbraucht, bezahlt man beim Laden an der Wandsteckdose den 2,5-fachen Preis. Aus 40 ct/kWh wird also 1 €/kWh. Im Test mit einem Energiemessgerät fiel uns zudem ein am Display um 70 Prozent zu hoch angezeigter Wert für die abgegebene Leistung auf.

Schwierigkeiten hatten wir auch mit dem Einschalten der Steckdosen: Manchmal mussten wir länger drücken, dann wechselte aber auch die Frequenz auf 60 Hertz. Nervig fanden wir zudem, dass der Lüfter manchmal säuselte, obwohl kein Verbraucher aktiv war. Unter hoher Last und beim Laden liefen die Lüfter mit hoher Drehzahl durch. Das 100-Watt-Panel 625 Solar lässt sich recht klein etwa auf die Größe von vier DIN-A4-Blättern zusammenfalten und mit seinen Griffen gut transportieren.

Generator & Panels kompakt
lautes Betriebsgeräusch unter Last
geringe Effizienz
Preis: 1700 Euro / 1200 Euro (ohne Panel)

einfacher zu machen, kauft man aber die vom Hersteller empfohlenen Module, denn sie passen bei Steckern und Spannung. Besser als zwei Panels in Reihe zu schalten, ist es zudem, sie parallel, also an



EcoFlow Delta 2 und EFFlex 400

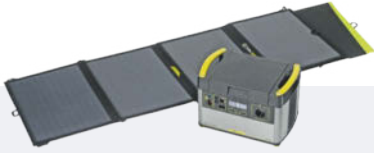
Der abgesehen von den Griffen mit nur 12 Kilogramm recht kompakte Delta 2 enthält ebenfalls einen LiFePO4-Akku mit etwas mehr als einer Kilowattstunde Kapazität. Im Unterschied zu dem von Anker lädt er sich aber über das interne 1800-Watt-Netzteil extrem schnell auf, nämlich in 1:37 Stunden. Demgegenüber steht eine sehr schlechte Effizienz von nur 39 Prozent. Zum Volltanken mussten wir 2,3 kWh aufwenden, bekamen aber nur 0,9 kWh zurück.

Der im Testfeld günstigste Delta 2 lässt sich durch zusätzliche Booster-Packs in der Kapazität erweitern und besitzt dafür einen extra Anschluss. Die zugehörige App „Power a New World“ bietet Funktionen zum Energiemanagement und zur Fernsteuerung, verlangt allerdings vorab die Registrierung mit einem Account beim Hersteller.

Das Panel EF-Flex 400 war das aufgefaltete größte sowie leistungsfähigste im Test, ist mit 1000 Euro aber auch das teuerste. Es trotzt bis auf Schaltbox und Buchsen dem Regen. Die Aufstellung mit der Transporttasche als Ständer mit variablem Winkel (Kickstand) funktionierte zwar einigermaßen, allerdings hingen die oberen Ecken etwas herab und die Tasche saugte Wasser an. Zum Verändern des Winkels soll man die Reißverschlüsse der Tasche ein Stück weit schließen, erzeugt dadurch aber ungesunden seitlichen Zug auf den Verschluss.

lädt schnell
lautes Betriebsgeräusch unter Last
geringe Effizienz
Preis: 2000 Euro / 1000 Euro (ohne Panel)

zwei Anschlüssen zu betreiben – so vorhanden. Ansonsten vermiest ein abgeschatteter Bereich die Gesamtbilanz, weil die Spannung sich am niedrigsten Wert orientiert.



Goal Zero Yeti 1500X und Nomad 100

Der Yeti 1500X war der größte und mit fast 21 Kilogramm schwerste Akku im Test. Dafür besitzt er auch mit 1516 Wh nominell die größte Kapazität. Durch die seitlichen Tragegriffe kann man ihn immerhin gut zu zweit tragen.

Im Test benötigte er zum Laden seiner Lithium-Ionen-Zellen mit seinem völlig unterdimensionierten 20-Watt-Netzteil geschlagene 15 Stunden. Von den zum Auftanken benötigten 1,8 kWh konnten wir 1 kWh wieder herausbekommen, was einer Effizienz von 56 Prozent entspricht.

An der USB-C-Buchse mit Power Delivery ließ sich ein iPad Pro 12,9" laden, ein MacBook Pro 13" aber seltsamerweise nicht, obwohl sie 60 Watt liefern können soll. Beide Geräte konnten auch nicht an USB-C mit Quick-Charge (18 Watt) betankt werden, sehr wohl aber an sämtlichen Ports mit USB-A – wenn auch nur langsam mit 5 Volt und maximal 6 Watt.

Sehr positiv fiel uns auf, dass wir die Lüfter des Yeti 1500X nur bei großen Lasten über 300 Watt hörten. Beim Laden blieb er stumm. Der Ladebereich kann per App mit vier Profilen eingestellt werden. Das ist besonders praktisch, da es die Lebenserwartung des Akkus und damit des Solargenerators insgesamt erhöht.

- ↑ hohe Kapazität
- ↓ lädt langsam
- ↓ teuer

Preis: 2340 Euro / 2000 Euro (ohne Panel)



Jackery Explorer 1000 Pro und SolarSaga 80W

Mit 1002 Wattstunden besitzt der Explorer 1000 Pro knapp die geringste Kapazität, außerdem kann er mit höchstens 1000 Watt die geringste Maximalleistung liefern. Der mit Lithium-Ionen-Zellen besetzte Generator gab aber 80 Prozent der getankten Leistung wieder ab, was mit 0,8 kWh nicht weniger war als etwa beim Anker 555. Für die Ladung benötigte das interne 730-Watt-Netzteil gerade mal 1:40 h.

Mit 11,5 Kilogramm ist er das leichteste Gerät im Test. Dank des abklappbaren Tragegriffs kann man ihn bequem transportieren. Die Leuchte im Explorer ist besonders hell und bietet eine SOS-Funktion, die SolarSaga-Panels weisen mit IP68 die höchste Schutzklasse aus. Das macht den Explorer 1000 Pro zu einem guten Begleiter für den Camping-Urlaub.

Unter Last und am Netzkabel produzierten die Lüfter ein leises Säuseln, waren aber ansonsten nicht zu hören. Jackery stellte uns zwei kleine, nicht faltbare Panels zur Verfügung, die je 80 Watt erzeugen können. Als einzige nutzen sie auch das von hinten einfallende Licht. Um den Effekt zu verbessern, soll man die reflektierende Innenseite der Transporttaschen hinter dem Modul platzieren. Dabei saugen diese sich allerdings schnell mit Wasser voll. Die Panels selbst bieten mit IP68 hohen Wetterschutz und sind mit 250 Euro pro Stück recht günstig.

- ↑ leise im Betrieb
- ↑ günstige Panels
- ↓ geringe Kapazität

Preis: 1600 Euro / 900 Euro (ohne Panel)



reVolt HSG-1150 und Solarkoffer 240 Watt

Der dritte LiFePO4-Akku im Test kommt von Pearl. Der HSG-1150 bietet laut Hersteller 1456 Wattstunden und kostet 1400 Euro. Zum Laden am etwas schwachen 204-Watt-Netzteil benötigte er geschlagene 8:49 Stunden, gab aber von der aufgenommenen Leistung gute 75 Prozent wieder zurück. Das waren mit 1,2 kWh zwar rund 18 Prozent weniger Kapazität als vom Hersteller angegeben, genügte aber, um dem Yeti 1500X in Sachen Energieabgabe die Rücklichter zu zeigen. Der HSG-1150 bot die höchste entnehmbare Energiemenge im Test.

Im Messlabor zeigte sich der Solargenerator unauffällig, nur die Geräuscentwicklung viel aus dem Rahmen. Die Lüfter drehten früh hoch und bliesen dann permanent und laut. Das Laden unseres Test-Notebooks klappte an allen USB-Buchsen.

Das mit 410 Euro für 240 Watt vergleichsweise günstige Panel besteht aus zwei starren Modulen, die sich zu einem Koffer zusammenfalten lassen. Der wiegt satte 17,5 Kilogramm und ist fast 80 Zentimeter hoch. Damit lässt er sich nur schwer herumtragen; er kann mit seiner Schutzkategorie IP65 aber auch im Regen draußen stehen bleiben. Rechnet man noch das Gewicht des HSG-1150 hinzu, kommt man auf stolze 37,5 Kilogramm. Pearls Solargenerator-Kombi wird man daher eher stationär als mobil einsetzen.

- ↑ besonders robustes Panel
- ↓ lädt langsam
- ↓ lautes Betriebsgeräusch

Preis: 1800 Euro / 1400 Euro (ohne Panel)

Die Panels von Anker, EcoFlow und Goal Zero kann man auf ein Viertel der ausgeklappten Fläche falten, das von Pearl auf die Hälfte. Das Panel von Jackery ist starr, aber nimmt als einziges Licht von

beiden Seiten auf – die Transporttasche dient dabei als Reflektor. Bei EcoFlow hat die Tasche einen Zweit-Job als Ständer.

Einige Panels bieten selbst USB-Buchsen, um daran direkt Geräte aufladen zu

können. Außer beim Panel von Pearl gibt es bei allen anderen textilartige Materialien, die schnell verschmutzen. Regen halten laut den Herstellern ohnehin nur drei Kandidaten aus, lediglich einer davon



Die Solargeneratoren – hier der von Anker – bieten unterschiedliche Stromausgänge. Beim Laden mit Netzteil und Abgeben von 230 Volt Wechselspannung verpuffen bis zu zwei Drittel der Energie durch die Mehrfachwandlung AC/DC/AC.

ist gegen Untertauchen geschützt (siehe Tabelle).

Die ausgefaltete Breite der getesteten Panels schwankt zwischen 91 und 237 Zentimeter, die Preisspanne zwischen 270 und 1000 Euro. Als Maximalleistung geben die Hersteller Werte zwischen 100 und 400 Watt für die getesteten Panels an. Auf den Displays der Solar-Generatoren wird die jeweilige Förderung angezeigt. Die Brutto-netto-Lücke ist immens, selbst bei idealen Bedingungen erreicht man meist nur 80 Prozent der Nennleistung. Hinzu kommt, dass man die Panels über den Tag nachführen muss, um sie stets optimal zur Sonne hin auszurichten.

Apps und Extras

EcoFlow und Goal Zero stellen zu ihren mit Bluetooth und WLAN ausgestatteten Solar-Generatoren jeweils eine Smartphone-App zur Verfügung. Damit kann man nicht nur von überall auf der Welt per Cloud-Zugang den Ladezustand sowie die zu- und abfließende Leistung einsehen, sondern auch die Ein- und Ausgänge einzeln schalten. Man kann auch aus der Ferne kontrollieren, ob der Solarstrom in den internen Speicher oder den Notebook-Akku fließt. Push-Nachrichten informieren über die vollständige Ladung oder die drohende Entladung des Systems.

Die Apps ermöglichen neben dem Download neuer Firmware auch das feingliedrigere Einstellen zum Beispiel der Kapazitätsbereiche der Akkus. So halten Lithium-Akkus länger, wenn man sie nicht über 90 Prozent lädt und nicht unter 20

Prozent leertfährt. Die längere Lebensdauer bezahlt man natürlich mit einer kleiner werdenden Energiemenge, die zur Verfügung steht.

Man braucht die Apps für den Betrieb nicht unbedingt. Alle Geräte-Displays zeigen viele sinnvolle Parameter wie Ladezustand in Prozent, prognostizierte Restlaufzeit, Frequenz, Eingangs- und Ausgangsleistung direkt an. Die Leistungsanzeigen haben wir bei allen Geräten mit einem Leistungsmessgerät verglichen: Drei waren ziemlich genau, der von Goal Zero lag um 7 Prozent zu hoch und der von Anker um satte 70 Prozent.

Fazit

Wer meint, er könne mit Solar-Generator und -Panels Geld sparen, befindet sich auf dem Holzweg. Selbst wenn man pro selbst erzeugter Kilowattstunde 60 Cent einspart, benötigt man rund 3000 Ladungen, um an den Kaufpreis heranzukommen, mal ganz abgesehen von dem Aufwand, Akku und Verbraucher ständig umzustöpseln und herumzutragen. Die Gerätekombi eignet sich viel mehr für den Notfall und USV-Ersatz bei Blackouts sowie als Strom-



Beim Holzmachen im Wald lädt der Solar-Generator die Akkus der elektrischen Kettensäge mit Sonnenstrom.

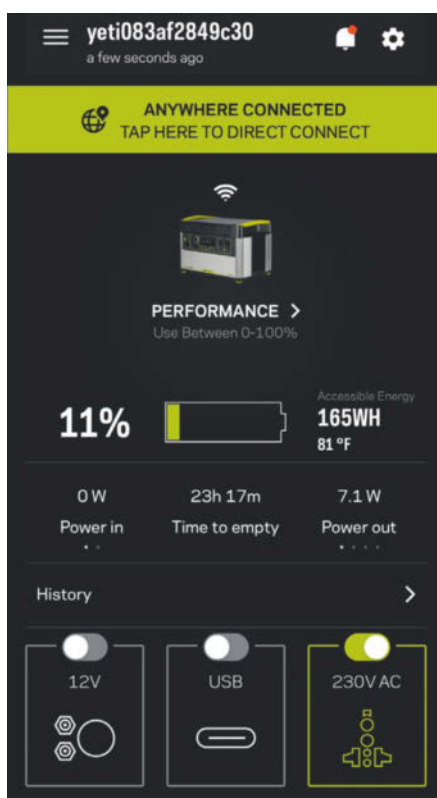
quelle abseits vom Netz. Diese beiden Funktionen schließen sich nicht aus, insofern bieten die Geräte einen doppelten Nutzen.

Von den Features mit Schnellladen, LiFePO₄-Zellen und der App hat uns unter den Generatoren der Delta 2 von EcoFlow am besten gefallen. Den Lüfterlärm möchten wir allerdings nicht in unserer Nähe haben und das mitgelieferte Panel ist sehr teuer. Von der Panel-Seite gefiel uns das Angebot von Pearl am besten, weil man das robuste Modul beruhigt im Regen stehen lassen kann. Zum Herumtragen ist es aber nicht gemacht.

Der Generator HSG-1150 erscheint uns etwas zu teuer, zu langsam ladend und ebenfalls zu laut. Zu laut war auch Ankers 555 Powerhouse, der zudem die schlechteste Effizienz ablieferte. Unter den zwei leisen Kandidaten gefiel uns der Explorer mit seinem Preis von 1600 Euro am besten, er liefert aber nur maximal 1000 Watt und besitzt die schneller alternden Lithium-Ionen-Zellen. Viel Power bietet hingegen der Yeti 1500X, für den es eine App gibt. Er lädt seine Li-Ion-Zellen aber schnarchend lahm und kostet mit 2340 Euro vergleichsweise zu viel Geld.

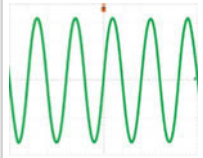
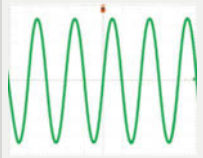
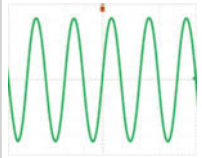
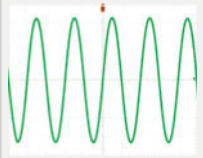
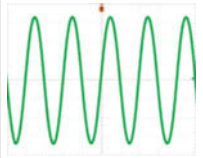
(sha@ct.de) **ct**

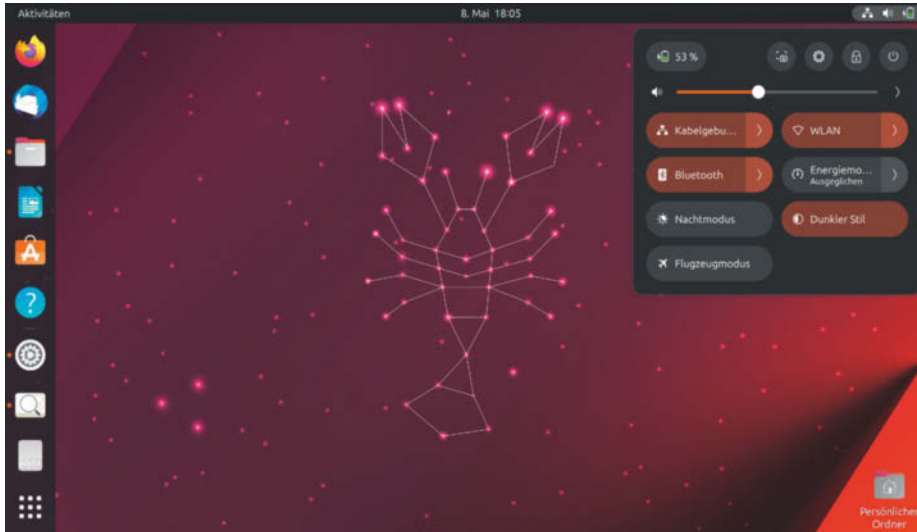
Dieser Test ist auch in Mac & i 6/2022 erschienen.



Eine App zeigt nicht nur die detaillierten Werte, sondern ermöglicht es auch, angeschlossene Geräte zu schalten – wahlweise aus der Ferne.

Solar-Generatoren und -Panels

Solar-Generator	Anker 555 PowerHouse	Delta 2	Yeti 1500X	Explorer 1000 Pro	HSG-1150
Hersteller/Anbieter	Anker	EcoFlow	Goal Zero	Jackery	Pearl/reVolt
Akku-Typ	LiFePO4	LiFePO4	Li-Ion	Li-Ion	LiFePO4
Kapazität	1024 Wh	1024 Wh	1516 Wh	1002 Wh	1456 Wh
Maße (B × T × H)	35,0 × 18,8 × 29,5 cm	40,0 × 21,1 × 28,1 cm	38,8 × 26,0 × 26,4 cm	34,0 × 26,2 × 25,5 cm	33,0 × 23,0 × 32,0 cm
Gewicht	13,1 kg	12,0 kg	20,7 kg	11,5 kg	20 kg
Lüfter	✓	✓	✓	✓	✓
Wetterfestigkeit	k. A.	nicht wasserdicht	k. A.	nicht wasserdicht	nur für Innenräume
Lieferumfang	Netzteil, Auto-Adapter, Y-Kabel, DC-Adapter	Netzkabel, Auto-Adapter, DC-Adapter	Netzteil	Netzkabel, Auto-Adapter, 2 × DC-Adapter	Netzteil, Auto-Adapter, Anderson-Kabel mit MC4-Stecker/Lüsterklemme
Ausstattung					
Eingänge (max. Leistung)	DC (200 W, 11 bis 28 V), USB-C (100 W), Auto (120 W, 12 V)	230 V AC (1200 W), DC (500 W, 11,0 bis 60 60 V), Auto (96/192 W 12 oder 24 V)	DC (600 + 150W, 14 bis 50V), USB-C (60 W)	230 V AC (800 W), DC (800 W, 17,5 bis 60 V), DC (200 W, 12 bis 17,5 V), Auto (120 W)	DC (204 W, 25,5 V), Anderson (200 W, 18 bis 30 V), Auto (117 W)
Ausgänge (max. Leistung)	230 V AC (1500 W), USB-C (100, 60 W), USB-A (12 W), Auto (120 W)	4 × 230 V AC (zus. 1800 W), 2 × DC (38 W), 2 × USB-C (100 W), 4 × USB-A (36/12 W), Auto (126 W)	2 × 230 V AC (2000 bis 3500 W), USB-C (60/18 W), 2 × USB-A (12 W), Auto (160 W)	2 × 230 V AC (je 1000 W), 2 × USB-C (100 W), 2 × USB-A (18 W), Auto (120 W)	2 × 230 V AC (zus. 2000 W), 2 × DC/Auto (96 W), (USB-C 60 W), 3 × USB-A (18 W)
USB PD/QC	✓ / k. A.	✓ / ✓	✓ / k. A.	✓ / ✓	✓ / ✓
Anzeige	Display	Display	Display	Display	Display
Licht	warmweiße LED-Leiste	—	—	helle LED	—
Netzteil	200 W	intern 1800 W	120 W	intern 730 W	204 W
Besonderheiten	Reset-Knopf, SOS-Modus, 60 Hz möglich	iOS-App, Bluetooth, WLAN, optionales Booster-Pack	iOS-App, Bluetooth, WLAN, Klappe für externes Netzteil, Auto-Port nur Ausgang	SOS-Modus	—
Hersteller-Garantie	5 Jahre	5 Jahre	2 Jahre	3-5 Jahre	2 Jahre
Messergebnisse					
Lastanzeige (+/-)	+70 %	-1 %	+7 %	+0,5 %	+0,5 %
gleichzeitig Laden/Laserdrucker	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Ladedauer	5:32 h	1:37 h	15:03 h	1:40 h	8:49 h
geladene Energiemenge	2,2 kWh	2,3 kWh	1,8 kWh	1,0 kWh	1,6 kWh
abgegebene Energiemenge	0,8 kWh	0,9 kWh	1,0 kWh	0,8 kWh	1,2 kWh
Effizienz in %	36 %	39 %	56 %	80 %	75 %
Lüfterlärm	unter Last und beim Laden kräftig, sporadisch säuselnd	unter Last und am Netzteil permanent kräftig, sporadisch säuselnd	unter großer Last kräftig	unter Last und am Netzkabel erträgliches Säuseln	unter Last und am Netzteil permanent kräftig
Sinuscurve Wechselstrom bei 1000 Last					
Bewertungen Generator					
Verarbeitung / Geräusche	⊕⊕ / ⊖	⊕⊕ / ⊖	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
Ausstattung / Sinuscurve	⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕⊕	○ / ⊕⊕
Fotovoltaik-Panel	625 Solar	EF-Flex 400	Nomad 100	2 × SolarSaga 80W	Solarkoffer 240 Watt
max. Leistung lt. Hersteller	100 W bei 26,5 V	400 W bei 48 V	100 W bei 21,5 V	2 × 80 W bei 22 V	240 Watt bei 21,8 V
Steckertyp	XT60 (Adapter auf DC7909)	MC4	DC7909	DC8020	
eigene Ausgänge	USB-C, USB-A (15 W)	—	USB-A	DC8020	MC4
Maße auf (B × L × T)	144,6 × 52,5 × 4,4 cm	236,5 × 105,8 × 1,5 cm	151,1 × 52,0 × 2,6 cm	90,6 × 52,8 × 2,7 cm	159,0 × 77,0 × 7,0 cm
Maße zusammen (B × L × T)	52,5 × 47,0 × 8,5 cm	105,8 × 62,0 × 4,5 cm	52,0 × 39,4 × 5,1 cm	91,6 × 52,8 × 2,7 cm	79,0 × 77,0 × 7,0 cm
Gewicht	5,0 kg	16 kg	4,6 kg	5,1 kg	17,5 kg
Kabellänge gesamt	317 cm	375 cm	185 cm	2 × 205 cm	655 cm
Wetterfestigkeit	nicht wasserdicht	spritzwassergeschützt	k. A.	IP68	IP65
Besonderheiten	Textilmantel, 3 Klappstützen	Textiltasche dient als Kickstand	Textilmantel, 1 Klappstütze	Doppelseitig, Klappstütze, reflektierende Transporttasche	2 Klappstützen, Transporttasche
Bewertungen Panel					
Leistung	⊖	⊕⊕	⊖	○	⊕
Verarbeitung / Ausstattung	○ / ⊕	⊖ / ○	⊖ / ○	⊖ / ○	⊕ / ○
Preis Generator	1200 €	1000 €	2000 €	900 €	1400 €
Preis Panel	270 €	1000 €	340 €	250 €	400 €
Preis Bundle	1700 € mit 2 Panels	2000 € mit Panel	2340 € mit Panel	1600 € mit 2 Panels	1800 € mit Panel
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden — nicht vorhanden					



Flatternde Hummer

Ubuntu 23.04 im Test: Neuer Installer und Snap-Verbesserungen

Das neueste Release der Linux-Distribution Ubuntu Desktop kommt mit einem lang erwarteten neuen Installer. Die alternativen Varianten (Flavours) erhalten Zuwachs, werden aber von Canonical an die kurze Leine genommen.

Von Keywan Tonekaboni

Nun ist er endlich da, der neue Installer. Ubuntu Desktop 23.04 – Codename „Lunar Lobster“ (Mondhummer) – ist die erste Version, die den lang erwarteten Installationsassistenten auf Basis von Googles UI-Framework Flutter mitbringt. Der schaufelt unter anderem ein aktuelles Gnome 44 mit den Ubuntu-typischen kosmetischen Anpassungen und einen über-

raschend frischen Kernel Linux 6.2 auf die Systemplatte. Canonical treibt die Integration von Snap voran, behebt aber auch einige Kritikpunkte am hauseigenen Paketsystem. Bei den Ubuntu-Varianten mit alternativen Desktops hat die Community einen alten Flavour wiederbelebt und einen neuen erschaffen.

Neuer Ubuntu-Installer

Erwartet wurde der neue Installer schon für Ubuntu 22.04 LTS, aber Canonical verschob die Einführung immer wieder auf ein späteres Release. Genau genommen ist das Werkzeug namens Subiquity schon länger im Einsatz: bei Ubuntu Server in einer Textvariante. Dessen Installer-Kern kombiniert mit einer mit Googles UI-Framework Flutter programmierten grafischen Oberfläche führt nun auch Desktop-User durch die Installation. Die Entwickler haben weitgehend die Dialoge des deutlich in die Jahre gekommenen Ubiquity-Installers nachgebaut.

Trotzdem wirkt der neue Installer frischer, das Layout aufgeräumter. So fragt das Tool zunächst nur nach der gewünschten Sprachversion. Dabei ist endlich auf den ersten Blick erkennbar, dass die Vorauswahl Englisch nicht der oberste Punkt der Sprachliste ist, sondern darüber weitere Sprachen wie Deutsch auswählbar sind. Erst auf der nächsten Seite entscheidet man, ob man das Live-System ausprobieren oder Ubuntu gleich installieren will.

Anders als in früheren Live-Sessions hat man bei Ubuntu 23.04 von Anfang an Zugriff auf alle Programme, sodass man das System besser ausprobieren kann, bevor man sich für die Installation entscheidet. Lediglich das seitliche Ubuntu-Dock ist ausgeblendet. Nur das Installer-Fenster wird bei der Sprachauswahl übersetzt, der Rest der Live-Session bleibt englischsprachig, wenn man nicht umständlich manuell die Spracheinstellungen anpasst. Wer auf eine Live-Session in Deutsch oder einer anderen Sprache angewiesen ist, dem rät Canonical, die ISO-Datei mit dem alten Installer von der Projektwebseite herunterzuladen. Die braucht man derzeit auch, wenn man Ubuntu auf das mittlerweile von Canonical stiefmütterlich behandelte Dateisystem ZFS installieren will. Ein Bug verhindert das derzeit beim neuen Installer. Laut Ubuntu-Produktmanager Oliver Smith soll das bis zur nächsten Version im Herbst behoben sein.

Bei einem unserer Testsysteme wollte der neue Installer die erfolgreiche WLAN-Einrichtung nicht erkennen und fragte immer wieder nach dem WLAN-Passwort. Die WLAN-Einstellungen im installierten System listeten das besagte Netzwerk später dutzendfach auf. Der Installer bietet explizit eine Option, die Installation ohne Internetverbindung durchzuführen, ignoriert diesen Wunsch aber. Er bietet danach an, benötigte Pakete wie proprietäre Codes und Treiber aus dem Netz herunterzuladen und macht das auch.

Das Tool hält auch kleine Freuden bereit: Die Weltkarte zur Auswahl der Zeitzone ist nicht mehr wie bisher verzerrt und verschwommen. Neu ist die letzte Frage, ob man den Desktop im hellen oder dunklen Modus bevorzugt. Wählt man Letzteren, zeigt Ubuntu alle Programmfenster in dunkelgrau. Scurrile Ausnahme: Der Willkommensdialog nach dem ersten Boot begrüßt stoisch im hellen Look. Noch in der Vorversion war das kein Problem. Der Subiquity-Installer ist flinker als sein Vor-

gänger: Nach gut dreieinhalb statt knapp sechs Minuten waren alle Daten auf dem Testsystem. Bei einem leistungsschwächeren Laptop, auf dem die Installer zuerst noch die Windows-Partition verkleinern mussten, brauchte der Neue nur circa sieben einhalb versus neun einhalb Minuten.

Die Softwareausstattung nach der Installation ist mit LibreOffice, Thunderbird, Firefox, Video- und Audioplayer und einigen kleineren Tools wie gewohnt nicht üppig, aber rund. Als Grundlage des Systems dient der Linux-Kernel 6.2.

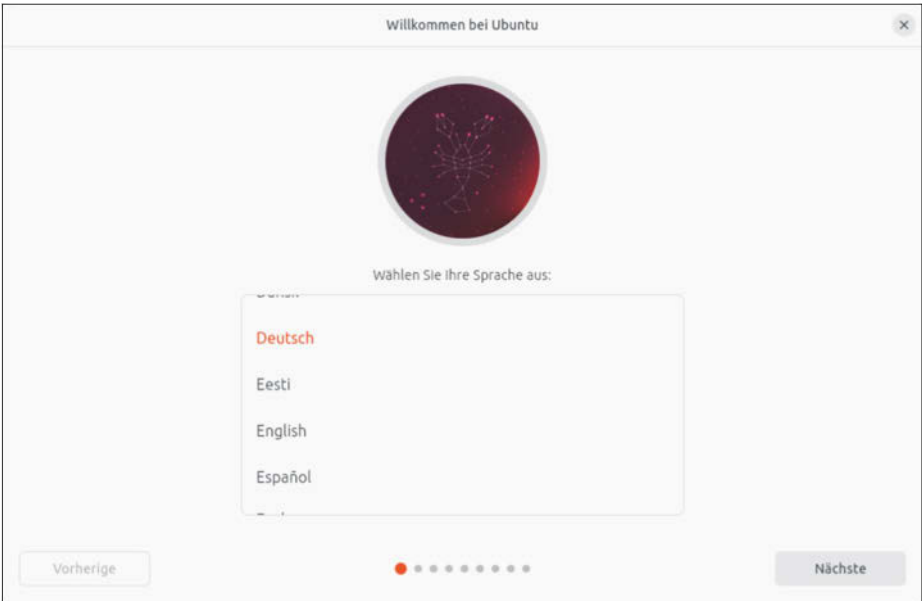
Enterprise Desktop

Abseits des Installers beschränken sich die Neuerungen der Desktopvariante im Wesentlichen auf die in Gnome 44, die wir in [1] vorgestellt haben. In Kürze: Der Desktop ist auf die moderne GTK4-Bibliothek umgestellt, das Systemmenü überarbeitet und ein neuer Dateiauswahldialog zeigt nun Vorschaubilder an. Ubuntu weicht nur wenig vom Standard-Gnome ab und zwar vor allem beim Dock mit den Programmstartern, Desktop-Icons und einigen Dialogen in den Systemeinstellungen.

Canonical will Ubuntu anscheinend Unternehmenskunden schmackhaft machen, die die Microsoft-Infrastruktur verwenden. Ubuntu 23.04 Desktop unterstützt jetzt die Anmeldung via Azure Active Directory mit den Zugangsdaten für Azure oder Microsoft 365. Im eigens entwickelten Tool ADsys, das Gruppenrichtlinien eines Active Directory verwaltet, hat Ubuntu Funktionen für Proxy-Server, Netzwerkfreigaben und App-Beschränkungen ergänzt.

Snap schneller, aber holprig

Es wäre kein neues Ubuntu-Release, würde Canonical nicht versuchen, die Position seines Paketformats Snap zu verbessern. Nahezu alle anderen relevanten Distributionen setzen stattdessen auf Flatpak als modernes App-Paketformat. Um die Attraktivität von Snap zu verbessern, versucht Canonical teilweise konstruktiv, Kritikern entgegenzukommen. So haben die Ubuntu-Entwickler das Firefox-Snap analysiert, um die Startzeit zu verkürzen. Davon profitieren alle Snap-Anwendungen, die bestimmte Gnome- oder Gtk-Theme-Bibliotheken nutzen. Aktualisierungen lädt der Snap-Daemon nun im Hintergrund herunter und installiert die jeweiligen Updates, sobald User die betroffene App beenden. Updates lassen sich jetzt beliebig pausieren. Zudem kann man Snap-Pakete über den App Store Ubuntu Software



Der neue Installer ist deutlich übersichtlicher.

nun manuell aktualisieren und muss dafür nicht mehr das Terminal bemühen.

Die Integration von Snap in Ubuntu wirkt allerdings an manchen Stellen halberzig. In Ubuntu Software, Canonicals Fork (Ableitung) von Gnome Software, ist anscheinend nicht viel Herzblut geflossen. Der App Store warnt beispielsweise vor fehlenden Übersetzungen, obwohl die Apps auf Deutsch angezeigt werden. Zudem fehlen teilweise in den App-Beschreibungen die Vorschau-Screenshots. Programme wie Gimp oder OBS Studio sind in der Community-gepflegten APT-Paketquelle Universe aktueller als in Canonicals zentralem Snapcraft-Repository. Sucht man nach Steam, reiht Ubuntu Software einen inoffiziellen Community-Installer vor dem von Canonical gepflegten Snap-Paket ein.

Geschmackliche Vielfalt: mehr Flavours

Ganz auf das Zuckerbrot von Snap-Verbesserungen will sich Canonical nicht verlassen. Mit dem Release von Lunar Lobster schreibt das Ubuntu-Unternehmen praktisch den von der Community entwickelten Varianten (Flavours) wie Kubuntu vor, Flatpak nicht mehr standardmäßig mitzuinstallieren. Bei Ubuntu Desktop ist Flatpak schon seit Jahren nicht mehr vorinstalliert. Flatpak-Fans rüsten in allen Varianten das Paketformat leicht mit zwei Befehlen nach.

Es gibt zu den Flavours aber auch positive Nachrichten. Das für den Bildungsbereich gedachte Edubuntu wurde von Bildungsexpertin Amy Eichmeyer und

ihrem Mann und Ubuntu-Studio-Leiter Erich wiederbelebt. Sie wollen Bildungseinrichtungen ein stabiles und sicheres Betriebssystem bieten, das die Privatsphäre achtet. Ganz neu dabei ist Ubuntu Cinnamon, das den Cinnamon-Desktop aus dem Linux-Mint-Projekt mit der Ubuntu-Basis kombiniert.

Fazit

Ubuntu 23.04 ist ein größtenteils gelungenes Zwischenrelease, das Canonical für neun Monate mit Updates versorgt. Überzeugt hat uns der neue Installer – auch wenn Ubuntu bei dem noch einige Macken ausbügeln muss. Die Debatte Snap versus Flatpak polarisiert die Community auch zum Release von Ubuntu 23.04. Snap läuft noch nicht komplett rund, aber immerhin lässt sich beobachten, dass Canonical Probleme mit seinem Paketsystem aktiv angeht und ihm nicht nur aus Prinzip den Rücken stärkt. (ktn@ct.de) ct

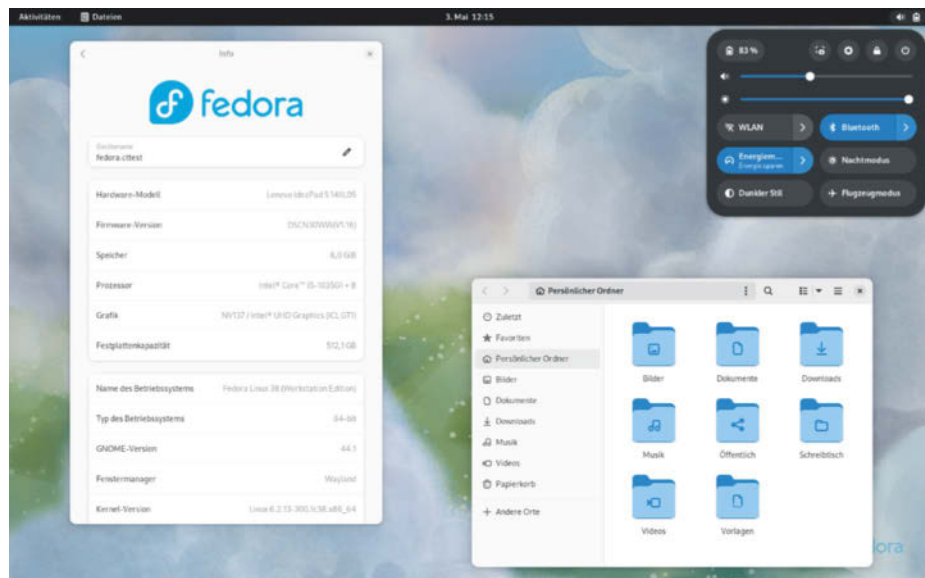
Literatur

[1] Keywan Tonekaboni, Desktop 4x4, Linux-Desktop Gnome 44 räumt auf, c't 10/2023, S. 98

Releasenotes und Download-Links: ct.de/ydusz

Ubuntu Desktop 23.04

Linux-Distribution	
Hersteller, URL	Canonical / Ubuntu-Projekt, ubuntu.com
Systemanf.	x86-64-Prozessor (2 GHz, Dual-Core), 25 GByte Datenspeicher, 4 GByte RAM
Supportzeitraum	bis Januar 2024
Preis	kostenlos (Open Source)



Fedora für jeden Geschmack

Linux-Distribution Fedora 38 im Test

Fedora 38 enthält keine bahnbrechenden Neuerungen, schleift aber einige Kanten ab und verbreitert das Angebot an Software und Spins. Hinter den Kulissen bereiten die Entwickler den nächsten großen Wurf vor.

Von Niklas Dierking

Fedora gilt gemeinhin als „Early Adopter“ unter den Linux-Distributionen und ist bekannt dafür, schon früh richtungsweisende Features wie das Wayland-Protokoll oder das Multimedia-Framework PipeWire zu integrieren. Fedora 38, das pünktlich zum 18. April erschienen ist, geht es etwas ruhiger an und stellt sich mit neuen Spins, also Derivaten mit alternativen Desktopumgebungen, und mehr Flat-

pak-Apps breiter auf. Gleichzeitig legt es die technische Grundlage für Funktionen wie Festplattenverschlüsselung mit TPM (Trusted Platform Module) sowie UKIs (Unified Kernel Images) für einen lückenlos signierten Bootprozess.

Die meisten Neuerungen, die Nutzer im Alltag betreffen, gehen auf die Desk-

Opt-out: Wer ausschließlich freie Software möchte, kann proprietäre Anwendungen in Gnome-Software verstecken.

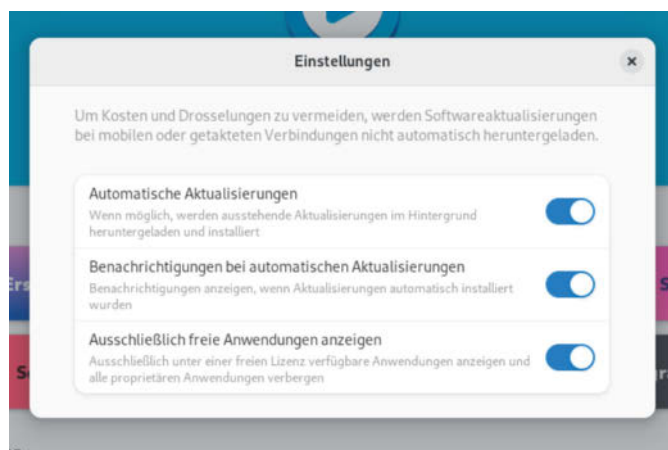
topumgebung Gnome 44 zurück, die die Hauptausgabe Fedora Workstation 38 – anders als der Mitbewerber Ubuntu – unverändert ausliefert. Den Dateiauswahldialog haben die Gnome-Entwickler um ein von der Community lang ersehntes Feature ergänzt: Damit man beispielsweise ein Bild auf Anhieb findet, zeigt der Dialog jetzt Vorschauen (Thumbnails) an. Das gilt allerdings nur für die GTK4-Variante der Dateiauswahl. Apps, die noch GTK3 nutzen, zeigen weiter kein Thumbnail.

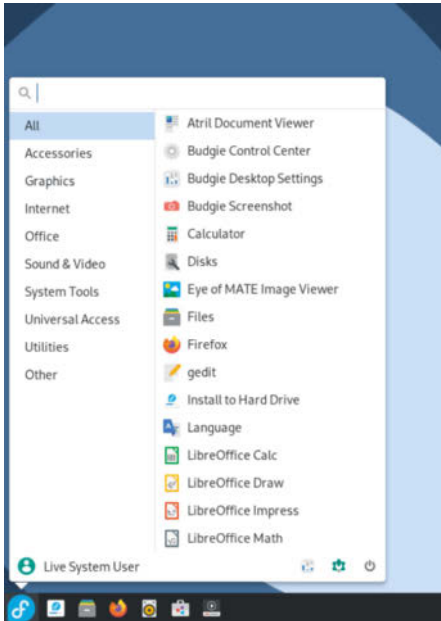
In den Schnelleinstellungen im Panel am oberen Bildschirmrand findet sich jetzt ein Bereich, der Apps listet, die im Hintergrund laufen. Was zunächst wie eine praktische Auffangstation für Tray-Icons wirkt, die das Gnome-Projekt vor längerer Zeit aus der Bedienoberfläche verbannt hat, offenbarte sich in unserem Test als verwirrende Implementierung.

In der Liste finden sich zum einen ausschließlich Flatpak-Apps, die im Hintergrund laufen; sie werden dafür jedoch manchmal doppelt gelistet. Dazu lassen sich die Apps aus dem Menü nicht in den Vordergrund holen, sondern nur beenden.

Mehr Softwarevielfalt

Fedora 38 macht es Freunden der distributionsübergreifenden Flatpak-Pakete noch leichter, an ihre Lieblingsapps zu kommen. Wenn man bei der Ersteinrichtung erlaubt, dass Softwarequellen von Drittanbietern eingebunden werden, steht in Gnome-Software der gesamte Softwarekatalog von Flathub, der populärsten Quelle für Flatpaks, bereit. Darunter sind viele proprietäre Anwendungen wie Discord, Spotify und Steam. In vergangenen Releases hatte das Fedora-Projekt Flathub einen Filter vorgeschaltet, bis man das Flathub-Repository manuell zu den Softwarequellen hinzugefügt hat.





Die Bedienoberfläche des Budgie-Spins von Fedora 38 erinnert mit Taskleiste und Startmenü an ein klassisches Windows-Layout.

Zusätzlich zu Flathub gibt es noch das Fedora-Flatpak-Repository, das sich aus Fedora-RPM-Paketen speist, die zu Flatpaks konvertiert wurden. Wer ausschließlich freie Software auf seinem System möchte, setzt in den Einstellungen einen Haken, der bewirkt, dass Gnome-Software proprietäre Anwendungen ausblendet.

Spins und Labs

Neben der Hauptausgabe Fedora Workstation hat das Fedora-Projekt auch Installationsabbilder für Fedora Server, Fedora IoT, Fedora Cloud und Fedora CoreOS veröffentlicht. Für den Desktop-Betrieb gibt es neben der Workstation-Edition eine Reihe sogenannter Spins, die andere Desktopumgebungen wie KDE Plasma, XFCE und Cinnamon ausliefern. Zu den offiziellen Spins gesellt sich mit Fedora 38 erstmals eine Desktop-Variante mit dem Budgie-Desktop, der aus dem Solus-Projekt stammt und mit Taskleiste und Startmenü an ein Windows-Layout erinnert sowie eine Ausgabe mit Sway. Das ist ein kachelnder Window-Manager für Poweruser, der im Wayland-Modus läuft und auf die Bedienung mit der Tastatur ausgerichtet ist.

Dazu gibt es erstmals ein Abbild von Fedora Phosh für Geräte mit Touchscreen und ARM64-Chip (aarch64). Ebenfalls neu sind die sogenannten Labs in Form von Live-Systemen oder Softwarebündeln

für diverse Anwendungszwecke wie Security, Forschung oder Gaming.

Maulwurfsarbeit

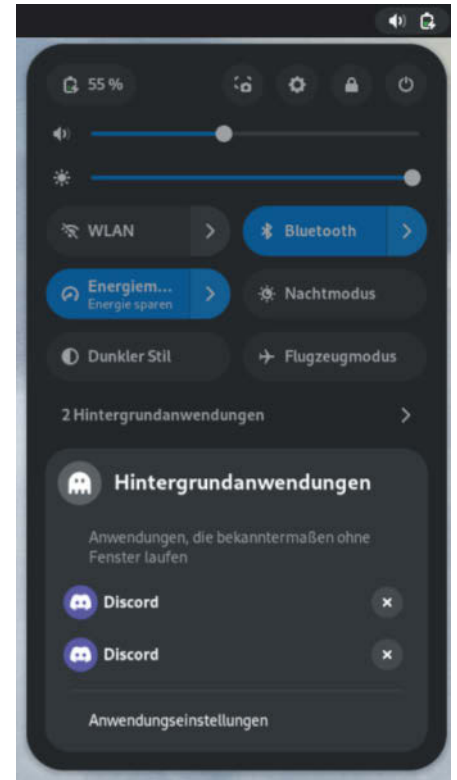
Fedora 38 legt den Grundstein für Unified Kernel Images. Die initiale Ramdisk (initrd) wird bislang noch lokal auf dem Fedora-System erzeugt, beispielsweise wenn ein Update einen frischeren Kernel bringt. Dabei wird das initrd-Image jedoch nicht von Fedora signiert, was es prinzipiell erlaubt, die Boot-Kette zu kompromittieren, auch wenn Secure Boot im UEFI-Bios aktiviert ist. Unified Kernel Images sollen jedoch neben dem Kernel auch initrd und weitere, signierte Komponenten für den Bootvorgang in sich vereinen. Die Umsetzung befindet sich noch in der ersten Phase und zunächst sollen nur x86-64-Systeme mit UEFI und virtuelle Maschinen unterstützt werden. Bei einem kurzen UKI-Testlauf auf einem Notebook mit Core-i5-1035G1-Prozessor hat Grub 2 das Image geladen, der Bootprozess blieb aber beim Initialisieren der NVMe-SSD hängen. Die Unified Kernel Images bilden die Voraussetzung für weitere Pläne des Fedora-Projekts, beispielsweise die Option, Festplatten mittels TPM zu verschlüsseln (siehe ct.de/ytgt). Bis die beiden Features fester Bestandteil von Fedora werden, dürfte aber noch einige Zeit ins Land gehen.

Nach einer kontrovers geführten Diskussion haben sich die Entwickler dazu entschieden, bei den Compileroptionen zum Bau von Fedora 38 die Parameter `-fno-omit-frame-pointer` und `-mno-omit-leaf-frame-pointer` zu setzen. Das soll die Fehlersuche auf Fedora-Systemen vereinfachen, kann allerdings zu Performance-Einbußen führen. Davon dürften Anwender im Alltagsbetrieb jedoch kaum etwas merken. Laut Benchmarks der Entwickler dauert das Übersetzen der Kernelquellen mit gcc 2,4 Prozent länger. Ein Blender-Benchmark lief zwei Prozent langsamer.

Wer davon genervt ist, dass Fedora beim Herunterfahren ewig auf hängende systemd-Dienste wartet, freut sich, dass die Entwickler den Timeout, bis das System den Prozess abschließt, von zwei Minuten auf 45 Sekunden gekürzt haben.

Modellpflege

Fedora 38 enthält Linux 6.2, dürfte aber demnächst auf das gerade erschienene Linux 6.3 umsteigen. Die Grafikbibliothek Mesa liegt in Version 23 vor; die Entwickler haben beim Kompilieren von Mesa aber aus lizenzrechtlichen Gründen die Hardwarebeschleunigung für Multime-



Die Schnelleinstellungen listen leider nur Flatpak-Anwendungen auf, die im Hintergrund laufen. Apps mit Tray-Icons, die als klassisches RPM-Paket installiert wurden, lassen sich nicht ausknipsen.

diacodecs wie H.264, H.265 und VC1 ausgespart. Nutzer können die Funktion nachrüsten, indem sie das Upstream-Mesa-Paket installieren, beispielsweise mittels Community-Repository (siehe ct.de/ytgt) Fedora 38 hebt außerdem die Versionen wichtiger Entwicklerwerkzeuge und Desktopanwendungen an: gcc 13, LLVM 13, glibc 2.37 sowie PostgreSQL 15, PHP 8.2, LibreOffice 7.5 und Firefox 112. Das neue Fedora-Release bringt für die meisten Nutzer keine grundlegenden Neuerungen, ist aber unter dem Strich ein gelungenes Release voll frischer Software, das eine Reihe verborgener Grundsteine für kommende Versionen legt. (ndi@ct.de) **ct**

Fedora 38 Downloads und mehr:
ct.de/ytgt

Fedora Linux 38

Linux-Distributionsfamilie	
Hersteller, URL	Fedora-Projekt, fedoraproject.org
Systemanf.	Workstation: x86-64-CPU mit 2 Kernen und 2 GHz, 15 GByte Speicher, 2 GByte RAM
Supportzeitraum	circa bis Mai 2024
Preis	kostenlos (Open Source)



Stimmen aus der Ferne

Zwei Funkmikrofone für Videodrehs im Test

Wer beim Filmen guten Ton will und nicht mit einem Handmikrofon oder einer Angel hantieren möchte, greift zu einer Mini-Audiofunkstrecke. AnkerWork bietet nun das erste Set mit integrierter Geräuschunterdrückung an, Røde eines mit Mikrofon auch im Empfänger.

Von Nico Jurrán

AnkerWorks Mini-Audiofunkstrecke M650 für 270 Euro reiht sich nahtlos in die Gruppe mit Geräten von 7Ryms, Comica, DJI und Røde ein, die c't in Ausgabe 7/2023, Seite 108 getestet hat. Wie dort erhält man zwei Minisender mit integrierten Mikrofonen, die sich ans Oberteil klemmen lassen und den Ton zu einem kleinen Empfänger funken, der ihn an Kamera oder Smartphone leitet. So erhalten Filmer ordentlichen Ton zum Bild, während die Protagonisten vor der Kamera die Hände frei haben.

An die Sender des M650 kann man alternativ kleine Ansteckmikrofone (Lavalier) anschließen; der zugehörige Empfänger lässt sich über USB-C als Soundinterface direkt am Rechner nutzen. Und schließlich zeichnen die Sender wie bei den Sets aus dem Vergleichstest die Audiosignale auf Wunsch parallel selbst intern auf, bis zu sieben Stunden, als WAV-Dateien mit 24 Bit Auflösung und 48 kHz Samplerate.

In zwei Punkten sticht das AnkerWork M650 heraus: An die Mikrofone der Sender lassen sich nicht nur kleine Windschutzstecken, sie sind auch mit einer zweistufigen Geräuschunterdrückung ausgestattet. Anders als bei allen bislang getesteten Mini-Funkstrecken startet und stoppt man Aufnahmen zudem nicht am Sender, sondern am Empfänger.

Familienzuwachs

Obwohl es sich bei dem Røde Wireless ME um eine Variante des Wireless Go II aus dem erwähnten Vergleichstest handelt, fällt das Set aus dem Rahmen: Es besteht aus nur einem Sender und einem Empfänger, dafür hat Letzterer ebenfalls ein Mikrofon eingebaut – ein echtes Novum. Das

Set eignet sich damit besonders für Interviews, bei denen der Filmer Fragen aus dem Off stellt.

Der Empfänger bietet im Unterschied zum Sender keinen Anschluss für ein Lavalier. Optional lässt sich aber ein weiterer Sender aus der ME- oder Go-II-Reihe koppeln. Die Signale beider Sender landen dann je nach Modus in einer Spur und die des Empfängers in der anderen oder alle drei in einer.

Dies ist hinsichtlich des Funktionsumfangs der einzige Mehrwert des Wireless ME gegenüber dem Go II; ansonsten handelt es sich klar um eine abgespeckte Fassung. Die größte Einschränkung: Dem ME fehlt die Aufnahmefunktion. Weder können die Sender als Minirecorder dienen noch hat man ein Backup, wenn die Funkübertragung einmal gestört ist.

Absichtlich auffällig

Beim Design der Sender geht AnkerWork neue Wege: Sie sind nicht möglichst unauffällig, sondern stechen mit ihrer Button-Form heraus. Ihre Cover sind austauschbar, zwei Alternativen liegen bei, in verschiedenen Farben, aber stets mit dem Logo des Herstellers. Clever: Die Klemmen der Sender sind abnehmbar und magnetisch, wodurch sich die Module auch ohne Kragen oder Knopfleisten ans Shirt heften lassen.

Beim Empfänger ließ sich der Hersteller wohl vom DJI Mic Inspirieren: Er ist ebenfalls mit einem gut ablesbaren Touchdisplay ausgestattet und kommt auch mit USB-C- und Lightning-Adaptoren, um ihn direkt an ein Android- oder iOS-Mobilgerät zu stecken. Anders als beim DJI Mic muss man hier aber nicht erst die Klemme am Empfänger demontieren, um ihn am Smartphone oder Tablet zu befestigen. Mit dem USB-C-Adapter kann man an einem iPad Pro (etwa über GarageBand) beide Funkmikrofone getrennt in Stereo aufnehmen. Am iPhone sind über Lightning hingegen wie beim DJI Mic nur Monoaufnahmen mit den Audiosignalen beider Sender möglich.

Die Module des Røde Wireless ME haben das gleiche Design wie die des Go II, dem Empfänger fehlt aber das Display. Stattdessen gibt es zwei Status-LEDs. Die Pegel kann man somit nur über das Display der Kamera oder des Smartphones kontrollieren, den genauen Akkustand erfährt man gar nicht. Die Verbindung zu Mobilgeräten läuft weiterhin über Adapterkabel. Positiv: Diese liegen dem Set zum Preis von 179 Euro für USB-C und

Lightning bereits bei und müssen nicht wie beim Go II hinzugekauft werden.

Auf Empfang

Bei der Funkübertragung setzt AnkerWork auf ein proprietäres Protokoll und schweigt sich, auch auf Nachfrage, zur genutzten Frequenz aus. Im Test kamen wir nicht auf die angegebene Funkreichweite von 200 Metern, bei 175 Metern war Schluss – und das auch nur bei direkter Sichtverbindung zwischen Sender und Empfänger: Drehte sich der Protagonist weg oder stand etwas im Weg, kam es schon auf 70 Metern zu Aussetzern.

Røde nutzt beim Wireless ME die gleiche Frequenz von 2,4 GHz wie beim Go II, das neue Set bietet aber mit 100 Metern nur die halbe Reichweite. Diese Distanz wurde im Test bei Sichtkontakt punktgenau erreicht; versperrte etwas die Sicht, traten aber schon bei der Hälfte Störungen auf.

Sowohl M650 als auch Wireless ME fehlt am Empfänger ein Kopfhöreranschluss, um den eintreffenden Ton zu kontrollieren. Bei AnkerWork-Set ist das lediglich bedauerlich, beim Røde-Set wegen des fehlenden Backups aber ein kritischer Nachteil.

Bei der Akkulaufzeit glänzen beide Sets: Mit einer gemessenen Betriebsdauer von bis zu sechs Stunden (M650) beziehungsweise bis zu acht Stunden (Wireless ME) mit einer Akkuladung platzierten sie sich am oberen Ende des Feldes. AnkerWork liefert eine Ladeschale mit, Røde bietet solche nicht mal als Zubehör an. Da die Module des Wireless ME dieselbe Bauform haben wie die Sender des Wireless Go II, kann man die Schalen von Drittanbietern aber auch für dieses Set nutzen.



Über die AnkerWork-App lässt sich eine Reihe von Funktionen an den Modulen aktivieren, für das Überspielen der Aufnahmen benötigt man sie jedoch nicht.

Sonderweg

Der Ladeschale kommt beim M650 eine weitere Aufgabe zu: Da dessen Sender keine USB-Anschlüsse haben, stellt man eine Verbindung zum Rechner her, indem man sie in die mit dem Windows-PC oder Mac verbundene Schale legt. Dann kann man über die AnkerWork-App Einstellungen ändern – etwa Tiefpassfilter für Frequenzen unter 150 oder 75 Hz aktivieren – oder Firmware-Updates einspielen. An Windows-PCs und Macs klappte das problemlos, die iOS-App kannte den M650 nicht.

An die Aufnahmen auf den Sendern gelangt man ohne App: Liegen die Module in der Ladeschale und ist diese mit dem Rechner verbunden, tauchen die Sender als Wechselspeichermedien auf.

Bei Røde herrscht seit jeher App-Pflicht, das Wireless ME bildet hier keine Ausnahme. Über „Røde Central“ (für Windows, macOS, Android, iOS) spielt man wiederum Firmware-Updates ein und schaltet etwa das interne Mikrofon des Empfängers ein und aus.

Klang

Beide Sets liefern einen guten Klang. Im direkten Vergleich mit dem Wireless Go II gefiel uns die Aufnahme mit dem Røde-Set einen Tick besser, da Stimmen ein wenig klarer klingen. Die AnkerWork-App bietet aber einen Equalizer, mit dem man den Klang noch etwas dem persönlichen Geschmack anpassen kann.

Die Geräuschunterdrückung des M650 testeten wir in einer Menschenmenge, im Verkehr und beim Staubsaugen. Die Wirkung war stets deutlich, auch Nachhall wurde reduziert – in manchen Räumen ein Segen. Perfekt arbeitet der Algorithmus aber nicht: Aus der Menschenmenge blieben je nach Stufe mehr oder minder viele hohe Frauenstimmen hörbar. Wir tendierten hier zur höchsten Unterdrückung. Im Staubsaugertest klang die Stimme des Sprechers dann aber etwas verzerrt. Dennoch war das Ergebnis insgesamt beeindruckend.

Fazit

Für 179 Euro kann man beim Røde Wireless ME wie beim über 100 Euro teureren Go II zwei Quellen getrennt einfangen, wenn auch nur einmal mit einem Lavalier, und bekommt alle Adapterkabel mitgeliefert. Das ist an sich ein guter Deal – wenn man damit leben kann, mangels Aufnahmefunktion am Sender kein Backup zu



AnkerWork liefert eine Ladeschale mit integriertem 2600-mAh-Akku mit. Clever: Die Adapter auf USB-C und Lightning haben darin ihren festen Platz.

haben. Und vor Störungen ist auch das Røde Wireless ME nicht gefeit.

Das AnkerWork M650 wirkt, als hätte der Hersteller aus Fehlern der Konkurrenz gelernt: Das Design der Sender, das Lade-case mit integrierten Adaptern und die Bedienung wirken durchdacht. Schade, dass AnkerWork die Kopfhörerbuchse nicht übernommen hat. Dafür sticht das M650 mit der Geräuschunterdrückung klar hervor. (nij@ct.de) **ct**

Mini-Audiofunkstrecken

Hersteller	AnkerWork	Røde
Modell	M650	Wireless ME
URL	https://de.ankerwork.com	https://rode.com/de
Konfiguration	2 Sender, 1 Empfänger	1 Sender, 1 Empfänger
eingebautes / separates Mikro	✓ (beide Sender) / ✓ (beide Sender)	✓ (Sender und Empfänger) / ✓ (nur Sender)
Funkfrequenz / Reichweite	k. A. / 200 m (gemessen 175 m)	2,4 GHz / 100 m (gemessen 100 m)
Frequenzbereich laut Hersteller	keine Angaben	50 Hz bis 20 kHz
Aufnahme	PCM (WAV), 24 Bit / 48 kHz, bis zu 7 Stunden	–
Systemvoraussetzungen	Windows ab 7 oder macOS ab 10.14	mit Windows ab 10 oder macOS ab 10.15, Android ab 11 oder iOS ab 14
Lieferumfang	2 Windschutz, Audiokabel (3,5-mm-Klinke TRS auf TRS), 2 Adapter (USB-C und Lightning), USB-C-Kabel, 2 Cover, Ladeschale, Tragetasche	2 Windschutz, 2 Audiokabel (3,5-mm-Klinke TRS auf TRRS und TRS auf TRS), Adapterkabel (USB-C und Lightning), Tragetasche
Maße / Gewichte	Sender: 45,5 mm × 45,3 mm × 23,6 mm / 30 g, Empfänger: 43,2 mm × 35 mm × 30,4 mm / 37 g	Sender und Empfänger: 44 mm × 45,3 mm × 18,3 mm / 32 g
Preis	270 €	179 €

Absolutes Gehör

Audio2score Pro 4: Audio in Noten wandeln mit künstlicher Intelligenz

Das Programm Audio2score Pro 4 analysiert musikalische Aufnahmen und stellt das Ergebnis in Form von Noten und Akkordsymbolen dar. Der Test zeigt, wie gut die Musikererkennung mittlerweile funktioniert.

Von Justus Noll

Audio2score lädt Dateien der Typen WAV und MP3 sowie unter Windows auch WMA und zeigt zunächst eine spezielle Pianorollen-Darstellung des Audiomaterials, den „Klangteppich“. Erkannte Frequenzen sehen wie farbige Schlangen aus, über die das Programm Kästchen für die Bearbeitung legt. Es berechnet anschließend Stimmung, Tonart und Noten.

Grundsätzlich kann sich Audio2score 4 zwar an beliebigem Audiomaterial versuchen, der Hersteller hat es aber für drei Instrumentenfamilien optimiert: Bläser, Streicher und Klavier- beziehungsweise Zupfinstrumente, darunter Cembalo, Gitar-

re und Harfe. Damit eignet es sich beispielsweise zur Analyse von Streichquartetten, Bläserquintetten, Klavierauszügen oder schlicht für einstimmigen Notensatz wie im Screenshot. Dabei rearrangiert Audio2score das Stück auf Wunsch: Erkannte Klänge kann man über Midi beliebigen neuen Instrumenten zum Beispiel des mitgelieferten Soundfont-Players capella-tune zuweisen.

Die Notenerkennung klappt am besten mit reinen Instrumentalaufnahmen, besonders vom Klavier – kommt Gesang dazu, gerät das Programm in Schwierigkeiten. Auch Schlagzeug erkennt es im Test nicht richtig, ebenso wenig synthetische oder verzerrte Klänge. Möchte man Begleitung unabhängig vom Gesang analysieren, hilft Audio2score mit einem Workaround: Beim Erstellen von Projekten lässt sich festlegen, dass es die Gesangsstimme in der Stereomitte durch Subtraktion der Kanäle unterdrücken soll. Das gut gemachte Handbuch verrät: Eine verbesserte Gesangserkennung soll in künftigen Versionen folgen. Eine gute Ergänzung bleibt das kostenlos auf GitHub verfügbare Programm Ultimate Vocal Remover (UVR). Es stellt eine Fülle von KI-Modellen bereit, um Audiostreams zu separieren.



Der Farbteppich in Pianorollenform hilft, das erkannte Notenmaterial zu sortieren.


Übersichtlicher Notenteppich

Bei der Durchsicht des erkannten Materials leistet der Farbteppich mit seinen Tonkästchen gute Dienste. So arbeitet man am besten abwechselnd in den Tonkästchen und im Noteneditor. Eine eingebaute Time-Stretching-Funktion verlangsamt auf Wunsch das Abspieltempo, was beim Heraushören schwieriger Passagen eine große Hilfe sein kann. Wie sensibel die Erkennung reagiert, stellt man anhand der Regler „Lautstärkeschwelle“ und „Details“ ein. Die beiden Taster „Ton-für-Ton-Erkennung“ und „Ganzheitliche Erkennung“ präsentieren dann unterschiedlich komplexe Ergebnisse.

Gegenüber früheren Versionen trennt das Programm Einzeltöne und Stimmen besser. Es zielt auf Notenschreiber klassischer Musik, nicht auf DJs, Remixer oder pattern-orientierte Produzenten. Die erzeugten Noten kann man jetzt direkt in das Notensatzprogramm Capella übernehmen. Bearbeitbare Noten gibt audio2score für andere Noteneditoren auch im verbreiteten XML-Format aus. Wahlweise lassen sich die Noten als PDF-Dokument exportieren.

Die erzeugte Midi-Datei hört sich meist gut an. Das Notenbild überzeugt jedoch nicht. Die geringste Abweichung im Timing der Audiodatei übersetzt das Programm in Pausen. Feinheiten wie Phrasierungsbögen, Vortragsbezeichnungen, Akzente, Artikulationen, das Voicing und beim Klavier die Verteilung auf rechte und linke Hand werden falsch erkannt oder fehlen.

Fazit

Bei komplizierten Musikstücken liefert das Notenbild kaum mehr als nützliche Anhaltspunkte; fast immer ist umfangreiche Nachbearbeitung nötig – selbst wenn man günstige Programm-Voreinstellungen gefunden hat. Wie weit das Programm sich in der Praxis bewährt, kann man nur ausprobieren. Denn zu unterschiedlich ist von Fall zu Fall das Ausgangsmaterial. Reine Instrumentalaufnahmen transkribiert Audio2score Pro 4 aber passabel bis gut. Auch das Rearrangieren mit der Software macht Spaß. (akr@ct.de) 

Audio2score Pro 4

Programm zur Notenerkennung	
Hersteller, URL	Capella Software, capella-software.com
Systemanf.	Windows ab 8.1 (64 Bit), macOS ab 10.11
Preis	168 € (Abo: 10 € monatl. oder 80 € jährlich)

www.cloudland.org

CloudLand

DAS FESTIVAL DER **2023** DEUTSCHSPRACHIGEN CLOUD NATIVE COMMUNITY

- Microservices & DDD • CI/CD & Automatisierung
- Container & Cloud-Technologien • DevOps & Methodik

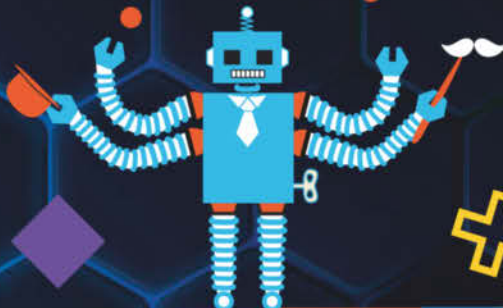


20. - 23. JUNI

im Phantasialand in Brühl

TAG 3

GAMING NIGHT



#CloudLand2023

Eventpartner:  Heise Medien

Zahlen, Daten, Fakten

Mobiles Bezahlen

Bequem, schnell und sicher: Es hat Pluspunkte, wenn man an der Ladenkasse mit dem Smartphone oder der Smartwatch anstelle von Karten und Bargeld bezahlt – egal, ob man den NFC-Chip im Gerät nutzt oder mit der Kamera einen grafischen Code scannt. Trotzdem bleibt Bezahlen mit mobilen Geräten im gesamten Euroland ein Nischenphänomen.

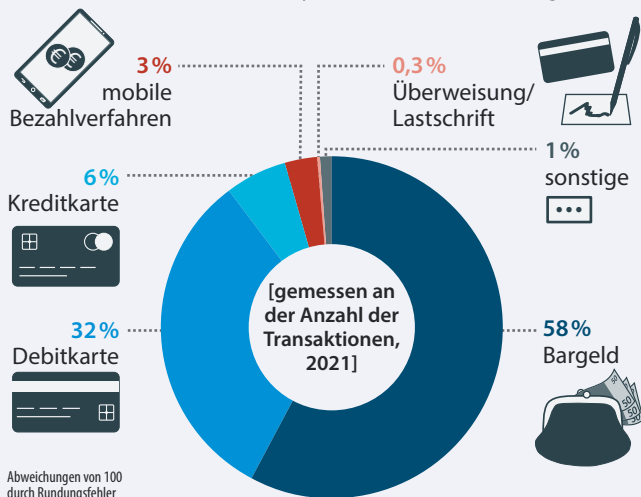
Dabei haben die Menschen keineswegs ein Problem mit kontaktlosen Zahlungen. Viele Deutsche machten daraus während der Pandemie sogar den neuen Normalfall. Beim Medium entschieden sie sich aber trotzdem für eine alte Bekannte, nämlich die Plastikkarte mit NFC-Chip.

Wenn andere Statistiken behaupten, mobiles Bezahlen hätte sich auf breiter Front

durchgesetzt, liegt das oft an einer weit gefassten Begriffsdefinition. Dann kann „mobiles Bezahlen“ auch den E-Commerce über das Smartphone und sogar Bezahlkarten einschließen. Für die Grafiken auf dieser Doppelseite gilt aber durchweg unsere enge Definition, sprich: Wir reden von einem Kunden, der an der Ladenkasse ein Mobilgerät verwendet. (mon@ct.de) **ct**

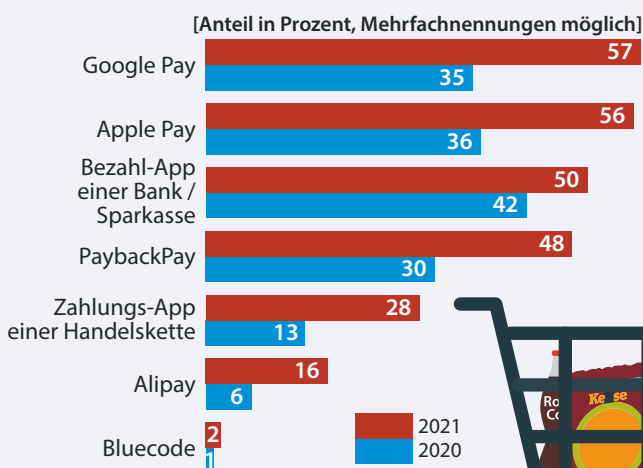
► Anzahl Transaktionen

Mehr als die Hälfte aller Zahlungen an Ladenkassen erledigten Kunden in Deutschland 2021 noch bar, Handys und Uhren nutzten anteilig nur wenige.¹



► Bekanntheit

Während der Pandemie lernten viele in Deutschland, wer mobile Bezahlverfahren anbietet. Im Kopf blieben vor allem die US-Konzerne.¹



► Nutzung

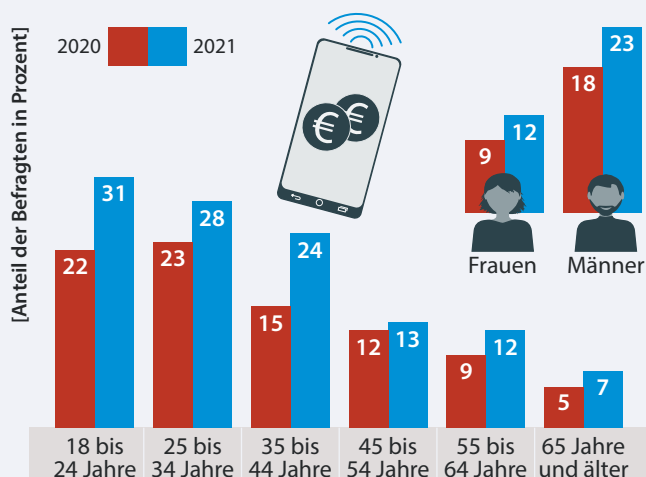
An der Kasse selbst liegt Google dagegen nur auf Platz drei. Auf Android-Handys ziehen Kunden offenbar ihr eigenes Institut vor.¹

[Anteil in Prozent, Mehrfachnennungen möglich, 2021]



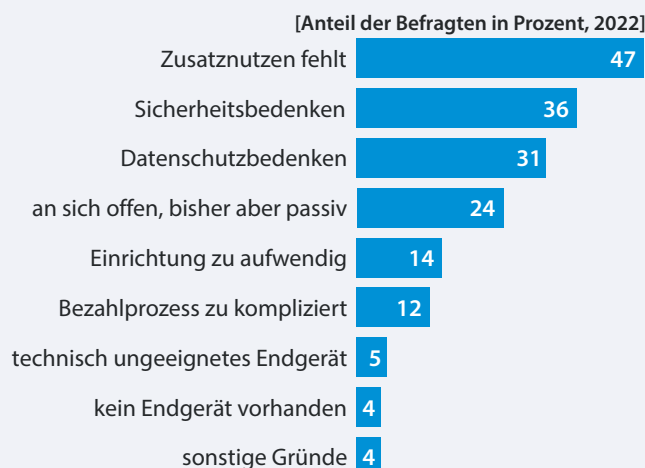
► Nutzergruppen

Jung und männlich: Vor allem Männer unter 35 Jahren haben zumindest einmal im Leben das Smartphone zum Bezahlen gezückt.¹



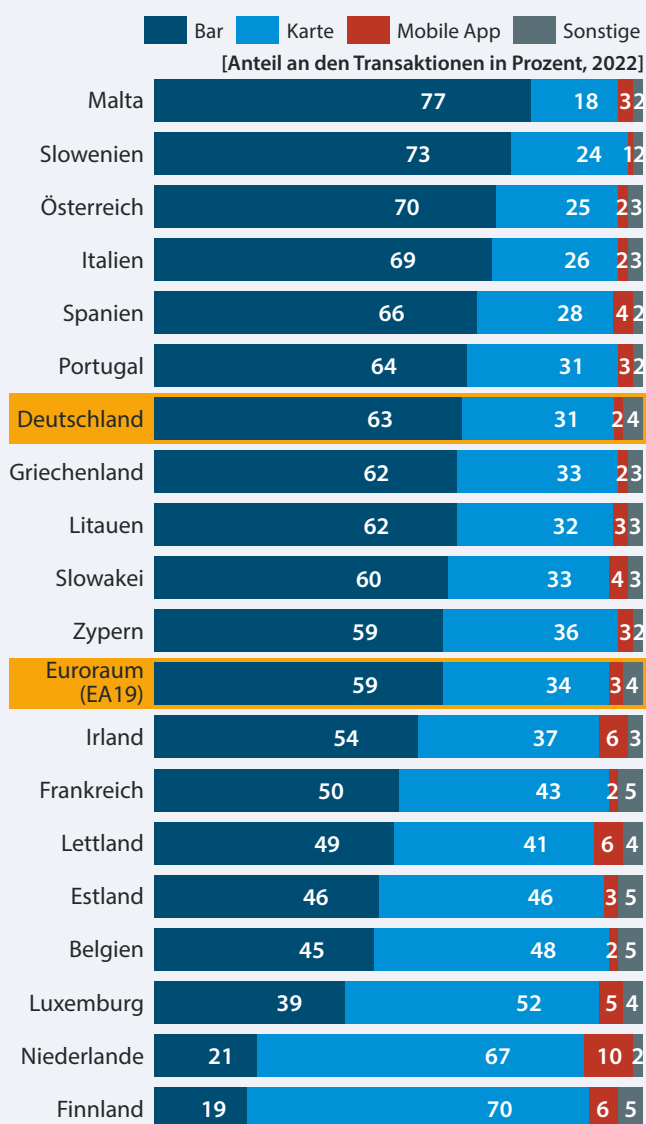
► Ablehnungsgründe

Wer noch nie mobil gezahlt hat, vermisst meist den Mehrwert oder macht Bedenken bei Sicherheit und Datenschutz geltend.²



► Ländervergleich

Deutschland ist keineswegs Bargeldland Nummer 1 im Euroraum – und nirgends machen mobile Verfahren Karten ernsthaft Konkurrenz.²



► Situationen

Wer in der DACH-Region dem mobilen Bezahlen gegenüber aufgeschlossen ist, wünscht sich eine möglichst breite Akzeptanz an der Kasse.²

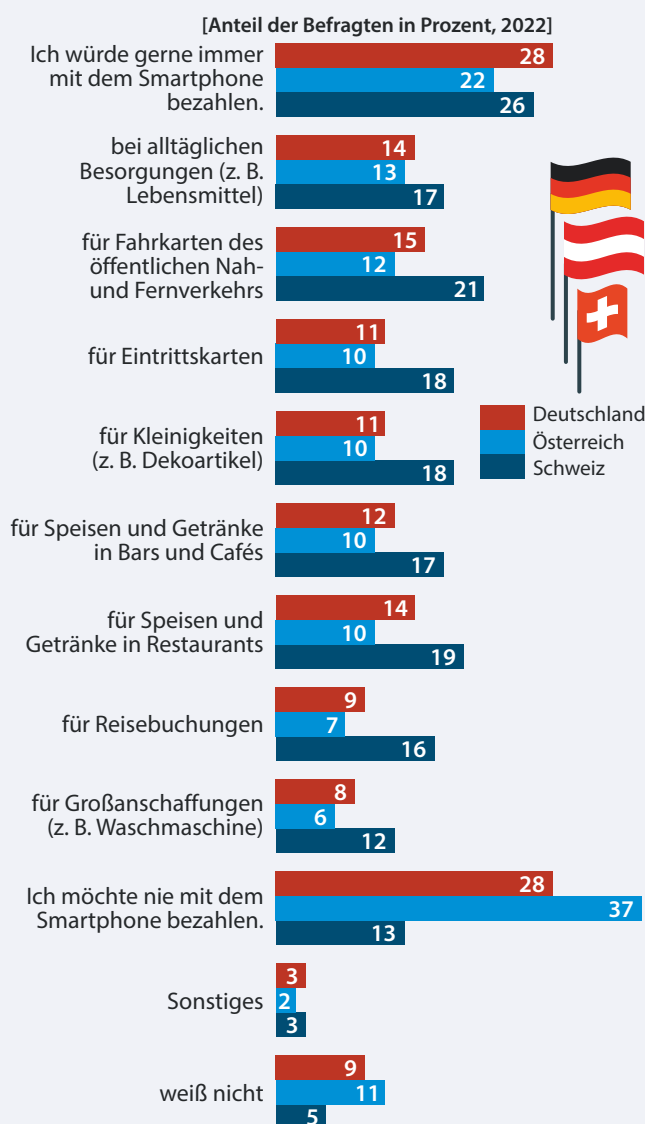




Bild: Rudolf A. Blaha

Schrittweise Übernahme

Lateral Movement: Wie Hacker nach dem Einbruch interne Ziele kapern

Unternehmen bezahlen Pentester dafür, dass sie versuchen, in ihre Systeme einzubrechen. Sie nutzen dieselben Werkzeuge wie echte Angreifer und decken Schwachstellen auf. Im Folgenden schildert ein Pentester, wie er mit Zugriff auf ein System im Netzwerk schrittweise seine Berechtigungen ausweitet.

Von Adrian Vollmer

An einem Vormittag im August 2022 – ich habe gerade gefrühstückt – klingelt mein Telefon. Am anderen Ende sitzt der Chef der IT-Abteilung eines Automobilzulieferers aus Süddeutschland. Mit ihm hatte ich zwei Wochen vorher bereits via E-Mail Kontakt. Er würde mich gerne mit einem Pentest beauftragen, so viel weiß ich bereits. Ein Pentest kann vieles sein, das Spektrum reicht von Sicherheitsanalysen einzelner Anwendungen oder Systeme bis hin zur Simulation zielgerichteter Angriffe.

In der IT-Branche hat sich in den vergangenen Jahren eine Einstellung ver-

breitet, die auch als „Assume Breach“-Mentalität bekannt ist. Man geht pessimistisch davon aus, einen Eindringling im Netzwerk zu haben. Zugang verschaffen können sich Angreifer zum Beispiel über Phishing, kritische Sicherheitslücken in Open-Source-Projekten wie in Log4j oder verseuchte Updates gekaufter Software, wie im Fall von Solarwinds 2020 oder Kaseya 2021. Im Telefonat schildert der Anrufer, was er sich vorstellt. Anders als bei einem Blackbox-Test [1] soll ich nicht versuchen, in das Unternehmensnetzwerk einzubrechen. Mein Ausgangspunkt soll dem „Assume

c't kompakt

- Pentester sind vom Betreiber eines Netzwerks beauftragte Hacker.
- Ausgehend von einem einfachen Webserver will der Pentester Adrian Vollmer in die höchsten Berechtigungsstufen in einer Active-Directory-Umgebung vordringen.
- Ziel ist es, Schwachstellen zu identifizieren, sodass der Auftraggeber in puncto IT-Sicherheit nachjustieren kann.

Breach“-Gedanken folgend ein anderer sein: Ich bin bereits drin.

Der Pentest soll aufzeigen, ob und wie weit ein Angreifer, der bereits Zugriff auf das interne Netzwerk hat, zu den höchsten Berechtigungsstufen vordringen könnte. Ziel ist es, Schwachstellen im Netzwerk zu identifizieren, sodass mein Auftraggeber an den betreffenden Stellen in puncto IT-Sicherheit nachjustieren kann. Durchführen soll ich den Pentest vor Ort, losgehen soll es kommende Woche. Also setze ich mich am Sonntagabend in den Zug und fahre die rund 170 Kilometer in die süddeutsche Großstadt, in der mein Auftraggeber seine Hauptgeschäftsstelle hat. Für den Pentest sind fünf volle Arbeitstage veranschlagt, Montagmorgen fange ich an.

Tag 1

„Ich bin bereits drin“ heißt für mich in diesem Fall, dass ich – analog dazu, wie ein böswilliger Angreifer in das Netzwerk eingedrungen sein könnte – Zugriff auf einen alten Webserver unter Linux habe, wo ich Befehle im Kontext eines Dienstkontos namens „wwwdata“ ausführen kann. Das Konto wurde extra für den Webdienst eingerichtet und vorbildlich mit möglichst wenigen Berechtigungen ausgestattet. Damit kann ich nicht sonderlich viel ausrichten, aber immerhin kann ich von hier aus ein kleines Skript starten. Mein Skript führt vielfach den Befehl `su` in Kombination mit verschiedenen, häufig verwendeten Passwörtern aus – ein Befehl, der mich in Kombination mit dem zugehörigen Passwort zum Root-Nutzer machen würde, auch Super-User genannt. Als solcher verfügt man

über unbeschränkte Lese- und Schreibberechtigungen in allen Bereichen eines Systems. Und ich habe Glück. Obwohl die Rate mit nur ein paar Dutzend Versuchen pro Sekunde nicht besonders hoch ist, dauert es nur wenige Minuten, bis ich einen Treffer lande: `admin123` – das Standardpasswort, das vom Hersteller vergeben und offensichtlich nie geändert wurde. Jetzt habe ich volle Kontrolle über den Linux-Rechner, auf dem der Webserver gehostet wird. Leider finde ich auf der Festplatte keine privaten Schlüssel oder andere interessante Daten, die es mir erlauben würden, meine Berechtigungen auf ein weiteres System auszuweiten.

Response Spoofing

So einfach gebe ich mich allerdings nicht geschlagen. Ich lade das in Python geschriebene Hacker-Tool `Responder` auf das System. `Responder` nutzt einen Vorgang namens `Name Resolution` aus, um Anmeldedaten abzugreifen, indem er so tut, als sei er ein Dienst, von dem andere Rechner etwas wollen. Bei der `Name Resolution` versucht ein Computer, die IP-Adresse eines Hosts herauszufinden, um sich mit ihm verbinden zu können. Dafür prüft das System zunächst die lokale `Hosts-Datei`. Wird es dort nicht fündig, sucht es im lokalen `DNS-Cache`, wo kürzlich aufgelöste Hostnamen archiviert sind. Wird auch dort kein passender Eintrag gefunden, schickt das System eine Abfrage an den konfigurierten `DNS-Server`. Als letzten Fallback tätigt das System eine sogenannte `Multicast-Name-Resolution-Abfrage`. Vorstellen kann man sich das als Rundruf an alle anderen Rechner im Netzwerk à la „Ist irgendwer von euch der Host, den ich suche?“ Eben diese `Multicast-Abfrage` nutzt `Responder` aus, indem er darauf mit der Behauptung „Ich bin der gesuchte Dienst“ reagiert. Man nennt das `Response Spoofing`.

Es gibt tatsächlich eine Verbindungsanfrage ausgehend von einem System im Netzwerk zu meinem Angreifersystem. `Responder` stellt einen `SMB-Dienst` bereit, der eingehenden Verbindungen einen Authentifizierungsmechanismus anbietet. Ziel ist es, dem Opfersystem verschlüsselte Zugangsdaten oder im Idealfall sogar Passwörter im Klartext zu entlocken. Die Aussichten, dass das klappt, sind gar nicht so schlecht, denn vor allem `Windows-Systeme` sind gesprächig. Es kommt durchaus vor, dass sie sich – im Hintergrund und

ohne dass Benutzer es mitbekommen – mit den Zugangsdaten des Benutzers an Systemen anmelden, deren Identität sie gar nicht verifiziert haben.

Das System, von dem die Verbindungsanfrage ausgeht, authentifiziert sich glücklicherweise tatsächlich gegenüber dem von `Responder` bereitgestellten `SMB-Dienst`. Dieser stellt ein `Challenge-Response-Verfahren` namens `Net-NTLMv2` bereit, das `Windows-Rechner` – neben anderen Protokollen – nutzen, um die Identität eines Benutzers im Netzwerk zu bestätigen. Dabei wird neben dem Benutzernamen auch ein sogenannter `NTLMv2-Hash` übertragen. Diesen Hash fange ich ab.

Ratespiel

Das Passwort gleich im Klartext zu haben, wäre natürlich besser, aber auch mit dem Hash kann ich etwas anfangen: Ich kann damit einen `Offline-Rate-Angriff` starten. Entgegen einer immer noch weitverbreiteten Fehlannahme probiere ich dabei nicht alle möglichen Buchstaben- und Zahlenkombinationen aus. Das wäre ein sogenannter `Brute-Force-Angriff`. Er führte zwar garantiert zum Erfolg, wenn man genug Zeit hätte, doch selbst bei Passwörtern mit einer Länge von 12 Zeichen würde es Millionen von Jahre dauern, den Hash zu knacken. Bei 15-stelligen Passwörtern wäre man schon bei einem Tausendfachen des Alters des Universums, selbst wenn das Passwort „Sonnenschein123“ lautete. Zeit, die ich nicht habe – was nicht nur daran liegt, dass für den Pentest nur fünf Tage veranschlagt sind.

Stattdessen führe ich einen `Wörterbuch-Angriff` durch. Das bedeutet, dass ich mich beim Raten des Passworts auf die üblichen Kandidaten beschränke.

Realistisch, aber nicht real

Die in diesem Artikel geschilderten Vorgänge beruhen auf verschiedenen Pentests, die tatsächlich stattgefunden haben und mit den beschriebenen Methoden durchgeführt wurden. Die Rahmenhandlung ist von realen Begebenheiten inspiriert, Unternehmen und Personen sind aus Datenschutzgründen frei erfunden.


Dazu nehme ich sehr lange Wörterlisten her und wende auf jeden Eintrag eine Reihe von Regeln an. Dabei ist es naheliegend, Regeln zu verwenden, die auch ein Mensch anwenden würde, wenn er sich ein Passwort überlegt: einem Wort ein paar Zahlen oder Sonderzeichen anhängen, Buchstaben durch ähnlich aussehende Ziffern ersetzen, die Groß-/ Kleinschreibung ändern, Wörter doppeln oder rückwärts eintippen, sowas eben. Solche Wörterlisten setzen sich meistens aus tatsächlichen Wörterbüchern zusammen, aber auch aus Korpora wie Wikipedia, Projekt Gutenberg oder Passwort-Leaks. Ich wähle eine kleinere Wörterliste mit nur etwa einhunderttausend Einträgen und ein Regelwerk, das daraus etwa 10 Milliarden Kandidaten macht. Die Wörterliste stammt aus dem Projekt „Probable Wordlists“, für das ein Sicherheitsforscher öffentlich verfügbare Listen mit echten Passwörtern analysiert und daraus nach Häufigkeit sortierte Listen erstellt hat. Als Regelwerk hat sich „One-Rule“ bewährt. Erprobt wurden diese Regeln an Listen echter Passwörter.

Wie schnell ich einen Treffer lande, ist jetzt maßgeblich von der verfügbaren Rechenleistung abhängig. Zum Glück stellt mein Arbeitgeber extra für solche Zwecke ein Cracking-Cluster zur Verfügung, bestehend aus mehreren Rechnern, die mit leistungsstarken Grafikkarten ausgestattet sind. Damit kann ich immerhin etwa 100 Millionen Passwortkandidaten pro Sekunde ausprobieren, um den Hash zu reproduzieren. Ich logge mich auf dem Cracking-Cluster ein und übergebe die Datei, in der der erbeutete Hash steht, an das Passwort-Recovery-Tool Hashcat. Dann mache ich Feierabend. Ob Hashcat das Passwort cracken konnte, werde ich frühestens morgen früh erfahren. Mit der gewählten Wortliste ist Hashcat mit der mir zur Verfügung stehenden Rechenleistung im Mittel nach 14 Stunden durch; falls ich Glück habe, geht es schneller, im schlimmsten Fall könnte der Vorgang ganze 27 Stunden dauern und mich mit dem Ergebnis enttäuschen, dass der Hash nicht rekonstruiert werden konnte.

Tag 2

Tatsächlich habe ich am nächsten Morgen noch kein Ergebnis. Das Cracking-Cluster ist bei 60 Prozent. Ob das noch was wird? Ich versuche, mich nicht nervös machen zu lassen und beschäftige mich mit anderen Pentesting-Tätigkeiten. Der automa-

```
$ responder -I eth1
```



NBT-NS, LLMNR & MDNS Responder 3.1.3.0

To support this project:
Patreon -> <https://www.patreon.com/PythonResponder>
Paypal -> <https://paypal.me/PythonResponder>

Author: Laurent Gaffie (laurent.gaffie@gmail.com)
To kill this script hit CTRL-C

[+] Poisoners:

LLMNR	[ON]
NBT-NS	[ON]
MDNS	[ON]
DNS	[ON]
DHCP	[OFF]

Das Hacker-Tool Responder nutzt einen Vorgang namens Name Resolution aus, um Anmeldedaten abzugreifen.

tische Schwachstellenscanner, dessen Einsatz zu nahezu jedem meiner Tests gehört, will noch konfiguriert und ausgeführt werden. Gegen Mittag dann die Erlösung: Hashcat hat das Passwort geknackt. Der Benutzer des Kontos U28179 ist offenbar Fußballfan, denn neben dem Kontonamen steht das Wort „Borussia1909“. Das Tolle an der Sache: Das Konto ist ein Active-Directory-Domänenkonto. Das erkennt man daran, dass der Benutzer mit dem Namen der Domäne und einem Backslash beginnt. In einer Active-Directory-Domäne werden in nahezu jedem Unternehmen ab 50 Mitarbeitern sämtliche Berechtigungen und Identitäten zentral verwaltet. Aufgrund seiner Verbreitung, Wichtigkeit und der hohen Fehleranfälligkeit ist das Active Directory das Angriffsziel Nummer eins in einem Unternehmensnetzwerk. Mit der Kompromittierung von U28179 habe ich einen wichtigen Schritt zur vollständigen Kontrolle der gesamten Unternehmensinfrastruktur gemacht. Doch ein Wermutstropfen bleibt: U28179 ist offenbar ein Praktikant. Er gehört innerhalb der Domäne nur einer einzigen Gruppe an, der der Domänenbenutzer, und er hat leider nur die niedrigsten Berechtigungen. Immerhin kann ich mit dem Konto eine Liste aller Domänenkonten und Domänencomputer einsehen.

Eine Möglichkeit wäre, an dieser Stelle einen Online-Passwort-Rateangriff gegen all diese Konten durchzuführen. Auf diesem Weg habe ich am ersten Tag

des Pentests auch das Root-Passwort erbeutet. Doch im Gegensatz zu Linux-Konten sind Windows- und Domänen-Konten typischerweise durch sogenannte Sperrschwellen vor Online-Rateangriffen geschützt. Eine Sperrschwelle ist eine Richtlinie, die in diesem konkreten Fall maximal drei Rateversuche innerhalb von zehn Minuten erlaubt, bevor das Konto für 30 Minuten gesperrt wird. Drei Versuche sind nicht nichts, aber auch nicht viel. Was allerdings schwerer wiegt, ist, dass jeder Passwortrateversuch einen Eintrag im Ereignisprotokoll der Domänencontroller erzeugt. Im schlimmsten Fall wird dieses Protokoll zentral ausgewertet, was bedeutet, dass ich bei dem Versuch sofort auffliegen würde. Ich verwerfe den Gedanken sofort wieder – zu riskant, zu wenig erfolgversprechend.

Kerberoasting

Es gibt aber eine andere Art Angriff, den ich mit den mageren Berechtigungen des Praktikanten starten kann. Beim sogenannten Kerberoasting macht man sich eine Besonderheit des Netzwerkauthentifizierungsprotokolls Kerberos zunutze, das standardmäßig in Windows verwendet wird. Kerberos stellt eine Single-Sign-on-Funktion bereit. Sie ermöglicht es Benutzern, nach einmaligem Login auf alle Ressourcen im Netzwerk zuzugreifen, ohne sich bei jedem Dienst einzeln mit Benutzernamen und Passwort anmelden zu müssen. Das heißt, der Nutzer meldet sich

WEBINAR AM 27.06.2023

Photovoltaik für Einsteiger

Grundlagen verstehen, Angebote
beurteilen, selber bauen

Erweitern Sie Ihr Wissen über Photovoltaik! In unserem **Webinar** lernen Sie die **Grundlagen** zu Photovoltaik-Modulen, Wechselrichtern, Speicher und Auslegung von **Photovoltaik-Anlagen**. Entdecken Sie die verschiedenen Einsatzszenarien und erfahren Sie, wie Sie die **Wirtschaftlichkeit** Ihrer PV-Anlage berechnen können.

Wir erklären Ihnen auch die sich ständig ändernden **rechtlichen Rahmenbedingungen** für kleine und große privat betriebene PV-Anlagen. Nach dem Webinar können Sie Angebote für PV-Anlagen auf ihre **Tauglichkeit** für Ihre persönliche Situation überprüfen. Informieren Sie sich jetzt und machen Sie den ersten Schritt in Richtung saubere Energie!

Jetzt Frühbucher-Rabatt sichern:
webinare.heise.de/photovoltaik



einmal am Netzwerk an und ist dann (in der Standardkonfiguration) für zehn Stunden eingeloggt. Bei der Anmeldung stellt der Kerberos-Dienst dem Benutzer ein sogenanntes Ticket-Granting-Ticket aus, mit dem er sogenannte Service-Tickets zur Nutzung von Diensten im Netzwerk beantragen kann. Ein Service-Ticket enthält einen Teil, der mit dem Passwort des Benutzers verschlüsselt ist, und einen Teil, der mit dem Passwort des zum jeweiligen Dienst gehörenden Dienstkontos verschlüsselt ist. Auf diese Service-Tickets habe ich es abgesehen.

Der Cloud daran ist, dass ich auch Service-Tickets für Dienste beantragen kann, für die das Benutzerkonto des Praktikanten gar keine Berechtigungen hat. Der jeweilige Dienst würde die Anfrage schlussendlich ablehnen, aber beantragen und abfangen kann man die Service-Tickets trotzdem. Befürchten, dabei aufzufliegen, muss ich nicht. Service-Tickets zu beantragen ist ein ganz normaler Vorgang in einem Active-Directory-Netzwerk. Monitoring-Systeme schlagen darauf im Normalfall nicht an, außer man beantragt sie in einer außergewöhnlich hohen Frequenz. Welche Dienste ich anfrage, muss ich mir aber trotzdem genau überlegen. Kerberos-Tickets sind schneller zu knacken als NTMLv2-Hashes, aber eine Vorauswahl muss ich aus Effizienzgründen trotzdem treffen. Das Passwort eines Kontos zu ergattern, das genau die gleichen Berechtigungen hat, wie das des Praktikanten, würde mich schließlich nicht weiterbringen, aber wertvolle Zeit fressen. Die erbeuteten Tickets kann ich dann – analog zu dem vorher geknackten NTLMv2-Hash – einem Offline-Rateangriff unterziehen. Vorausgesetzt, sie gehören zu einem von einem Menschen eingerichteten Dienstkonto und nicht zu einem Computerkonto. Ein Computerkonto könnte ich nicht übernehmen, denn Computerkonten verwenden grundsätzlich Passwörter, die man mit einem Rateangriff nicht knacken kann.

Ich füttere das Active-Directory-Erkundungstool BloodHound mit Daten über das Netzwerk, die ich mit den Berechtigungen des Praktikanten einsehen kann. BloodHound leistet Pentestern gute Dienste dabei, versteckte Beziehungen und Angriffspfade innerhalb von Active-Directory-Umgebungen aufzudecken. Der Dienst zeigt mir eine Liste der Dienstkonten im Netzwerk. Das Konto eines

```
[*] [LLMNR] Poisoned answer sent to fe80::5c20:c3f6:9a4b:d97e for name wpad
[*] [LLMNR] Poisoned answer sent to 192.168.11.3 for name wpad
[SMB] NTLMv2-SSP Client : fe80::5c20:c3f6:9a4b:d97e
[SMB] NTLMv2-SSP Username : SYSS-AVOLLMER-W\avollmer
[SMB] NTLMv2-SSP Hash : avollmer::SYSS-AVOLLMER-W:a5b7a7a0c914efe:3D528DEF47
8A65A0CEE9333C6662725:010100000000000080DF86448A6FD90194050D061F96380D0000000002
0008004B003500420039001001E00570049004E002D004D004600340047005500460031005900590
04400460004003400570049004E002D004D0046003400470055004600310059005900440046002E00
4B003500420039002E004C004F00430041004C00030014004B003500420039002E004C004F0043004
1004C00050014004B003500420039002E004C004F00430041004C000700080080DF86448A6FD90106
00040002000000080030003000000000000000010000000020000007C637943388A67D6AEE75B1E89
B2C20521F7A2CF7D84D48B36C0389D81559540A00100000000000000000000000000000000000000
1E0063006900660073002F0077007000610064002E006C006F00630061006C000000000000000000
[*] [MDNS] Poisoned answer sent to fe80::5c20:c3f6:9a4b:d97e for name wpad.local
[*] [MDNS] Poisoned answer sent to 192.168.11.3 for name wpad.local
[*] [MDNS] Poisoned answer sent to 192.168.11.3 for name wpad.local
[*] [MDNS] Poisoned answer sent to fe80::5c20:c3f6:9a4b:d97e for name wpad.local
```

Mithilfe des Hacker-Tools Responder kann ich einen sogenannten NTLMv2-Hash abfangen.

Domänenadministrators ist leider nicht unter den infrage kommenden Konten. Ich suche mir das aus, das am mächtigsten aussieht. Es ist ein Konto namens „SqlSvc“, das immerhin administrative Berechtigungen auf einem System namens „WINDB-002“ hat.

Mithilfe der in Python geschriebenen Open-Source-Modulsammlung Impacket fange ich das Service-Ticket für den Zugriff auf „WIN-DB-002“ ab und übergebe es zusammen mit einer umfangreichen Wörterliste mit mehreren Millionen Einträgen und dem Regelwerk „OneRule“ an Hashcat. Während Hashcat beginnt, Millionen möglicher Passwortkandidaten auszuprobieren, mache ich Feierabend. Es ist schon spät, ich bin müde und hungrig. Ob das Passwort zum Konto „SqlSvc“ sich auf diesem Weg knacken lässt, werde ich sowieso erst frühestens morgen erfahren.

Tag 3

Am nächsten Morgen setze ich mich wieder an den Rechner und sehe nach, ob Hashcat seinen Passwort-Cracking-Pflichten mithilfe der Wörterliste nachkommen konnte. Ich habe Glück, in der Ausgabe des Tools steht tatsächlich das zum Dienstkonto „SqlSvc“ gehörende Passwort. Es enthält nicht jugendfreie Ausdrücke, aber gegen solche Eventualitäten ist die Wörterliste, mit der ich Hashcat gefüttert habe, natürlich gewappnet. Es könnte abgelaufen sein, aber ein kurzer Test mit einem Skript aus Impacket bestätigt mir, dass ich jetzt tatsächlich Befehle auf „WIN-DB-002“ im Kontext des Dienstkontos „SqlSvc“ ausführen kann. Ich freue mich ein bisschen, denn

das Konto hat auf diesem System die höchsten Berechtigungen, nämlich die von „SYSTEM“. Jetzt kommt langsam Schwung in die Sache. Mit derartigen Berechtigungen wird es hoffentlich nicht mehr allzu lange dauern, bis ich die Domäne zu Fall bringe.

Ich sehe mich auf dem System nach Spuren anderer Domänenkonten um, die ich nutzen könnte, um mir weitere Berechtigungen zu beschaffen. Die neu erlangten SYSTEM-Berechtigungen versetzen mich nämlich in die Lage, den Speicherbereich des Local Security Authority Subsystem Service (LSASS) und die Domain Cached Credentials (DCC) auszulesen. Der LSASS-Prozess hält Zugangsdaten im Speicher vor, um das mittels Kerberos implementierte Single-Sign-on bereitzustellen. Theoretisch könnte ich diese Zugangsdaten mit den neu erlangten SYSTEM-Berechtigungen auslesen, nur leider befinden sich auf WIN-DB-002 keine aktiven Sitzungen außer meiner eigenen. Auch die DCCs kann ich mit den SYSTEM-Berechtigungen auslesen. Bei DCCs handelt sich um mit einem Salt versehene Hash-Werte von Benutzerpasswörtern. Bis zu zehn davon werden bei der Anmeldung am Netzwerk standardmäßig auf der Festplatte gespeichert. Das macht es möglich, dass Mitarbeiter auch dann auf einzelne Anwendungen zugreifen können, wenn der Domänencontroller oder das ganze Unternehmensnetzwerk temporär nicht verfügbar sind. Es ist äußerst praktisch, wenn man zum Beispiel auf einer Zugfahrt nur kurz eine Excel-Tabelle bearbeiten will, aber im Moment keine VPN-Verbindung herstellen kann, weil es keinen ausreichenden Empfang gibt.

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



49 (0)541 800 09 120



leserservice@heise.de




```

avollmer@cracking-cluster:~$ hashcat -m 5600 NetNTLMv2-hash.txt -r OneRuleToRule
ThemStill.rule ~/00_Wortlisten/ProbWL-v2-Real-Passwords-7z/Top304Thousand-probab
le-v2.txt
hashcat (v6.2.6) starting

CUDA API (CUDA 11.4)
=====
* Device #1: NVIDIA GeForce RTX 3070, 7829/7982 MB, 46MCU
* Device #2: NVIDIA GeForce RTX 3070, 7829/7982 MB, 46MCU
* Device #3: NVIDIA GeForce RTX 3070, 7829/7982 MB, 46MCU
* Device #4: NVIDIA GeForce RTX 3070, 7829/7982 MB, 46MCU

OpenCL API (OpenCL 3.0 CUDA 11.4.309) - Platform #1 [NVIDIA Corporation]
=====
* Device #5: NVIDIA GeForce RTX 3070, skipped
* Device #6: NVIDIA GeForce RTX 3070, skipped
* Device #7: NVIDIA GeForce RTX 3070, skipped
* Device #8: NVIDIA GeForce RTX 3070, skipped

Minimum password length supported by kernel: 0
Maximum password length supported by kernel: 256

Hashes: 1 digests; 1 unique digests, 1 unique salts
Bitmaps: 16 bits, 65536 entries, 0x0000ffff mask, 262144 bytes, 5/13 rotates
Rules: 49229

Optimizers applied:
* Zero-Byte
* Not-Iterated

```

Mit dem Passwort-Recovery-Tool Hashcat versuche ich, den Hash zu knacken.

Die meisten davon gehören zu Konten, die keine höheren Berechtigungen haben als die, die ich schon habe. Aber eins davon weckt meine Aufmerksamkeit: ein Konto mit dem Benutzernamen U00731S. Das S macht mich stutzig. Ich werfe einen Blick in die mithilfe von BloodHound extrahierte Liste der Konten im Netzwerk. Und siehe da, mein anfänglicher Verdacht bestätigt sich: Neben S-Konten gibt es noch A- und W-Konten. Der Kunde hat das Unternehmenszugriffsmodell – auch Ebenenmodell oder englisch Tier Model – vorbildlich umgesetzt. Es unterteilt alle Systeme und Konten einer Domäne in mehrere Ebenen und verbietet eine Vermischung, sodass eine Rechteausweitung im Fall eines kompromittierten Kontos effektiv eingedämmt wird. Typischerweise sind etwa Domain Controller und die zugehörigen Domain-Admin-Konten auf Ebene 0, normale Server und deren Admins auf Ebene 1 und Arbeitsrechner und deren Administratoren auf Ebene 2. Loggt sich ein Mitarbeiter also beispielsweise mit einem Ebene-1-Konto ein, kann er damit ausschließlich auf Systeme in dieser Ebene zugreifen, für die Ausübung von Aufgaben auf einer anderen Ebene müsste er das Konto wechseln. Das erschwert mein Vorhaben erheblich, aufgeben muss ich deshalb aber noch lange nicht.

U00731S ist ein Konto zur Serveradministration, es gehört laut der BloodHound-Liste einer Administratorin namens Monika, die noch zwei weitere Konten hat, U00731 und U00731A. Ersteres ist augenscheinlich ihr Konto für normale Bürotätigkeiten, also zum E-Mails lesen, für Microsoft Teams und zur Internetnutzung, zweiteres ihr Domain-Admin-Konto. Hätte ich zu diesem Konto die gehashten Zugangsdaten, wäre das noch besser, aber auch der Passwort-Hash zum Konto U00731S ist wertvoll. Sollte ich es schaffen, ihn zu knacken, könnte mir das Admin-Rechte auf zahlreichen Servern meines Auftraggebers verschaffen.

DCCs sind mit einem hohen Kostenfaktor versehen. Das bedeutet, dass die Passwörter mehrfach gehasht werden, um Angreifern den Ratezugriff zu erschweren. Für mich heißt das, dass ich mit unserem Cracking-Cluster nur mickrige hunderttausend Passwortkandidaten pro Sekunde durchprobieren kann.

Ich wähle eine Wörterliste mit hunderttausend Einträgen und ein passendes Regelwerk und bemühe Hashcat ein weiteres Mal. Während das Cracking-Tool arbeitet, widme ich mich anderen Aufgaben. Der Kunde wünschte noch ein Firewall-Review. Kurz bevor ich Feierabend mache, werfe ich einen letzten Blick auf

den Fortschritt des Tools. Hashcat hat 20 Prozent der in der Wortliste enthaltenen Passwörter ausprobiert, bislang ohne Ergebnis.

Tag 4

Am nächsten Morgen ist der Cracker bei 70 Prozent, weiterhin ohne Erfolg. Zweieinhalb Stunden später ist er bei 80 Prozent und hat immer noch keinen Treffer. Langsam werde ich nervös. Am späten Vormittag sind es 90 Prozent und ich habe immer noch kein Passwort zu Monikas Domain-Admin-Konto U00731S. Ich zapfe mir den dritten Kaffee aus dem Vollautomaten und atme tief durch, um meine steigende Nervosität in den Griff zu bekommen. Sollte der Cracker bei 100 Prozent ankommen, war es das für mich, denn die Zeit, es mit einer anderen Wörterliste zu versuchen, habe ich nicht. Insgesamt sind fünf Tage für den Pentest angesetzt – heute ist bereits Donnerstag. Etwas über eine Stunde lang starre ich auf meinen Bildschirm und beobachte, wie Hashcat dem Ende der Wortliste immer näher kommt. Als ich innerlich schon fast aufgegeben habe, hört der Cracker plötzlich auf zu rödeln. Bei 96 Prozent hat Hashcat den Hash tatsächlich gecrackt. Marlenkäfer!3000 war eine gute Wahl, Monika, aber leider nicht gut genug. Ich überprüfe, ob das Passwort noch gültig ist und freue mich über ein positives Ergebnis: Marlenkäfer!3000 beschert mir Admin-Rechte auf mehreren Dutzend Serversystemen. Ein böswilliger Angreifer würde diese Privilegien jetzt nutzen, um größtmögliche Schäden anzurichten.

Mein Ziel ist ein anderes. Ich gebe mich erst zufrieden, wenn ich Domain-Admin-Berechtigungen habe. Schließlich soll mein Pentest zeigen, wie weit sich ein Angreifer, der bereits ins Netzwerk eingedrungen ist, dort ausbreiten kann. Also durchforste ich alle Server, auf die Monika mit ihrem Server-Admin-Konto zugreifen kann, nach aktiven Sitzungen und nach DCCs von Domain-Admin-Konten. Leider – und erwartbar – ohne Erfolg. Eine derartige Vermischung von Privilegien auf unterschiedlichen Ebenen ist – sofern man das Unternehmenszugriffsmodell richtig umsetzt – schließlich nicht erlaubt. Ich setze mich mit einer Tasse Tee in die Sofaecke der Kaffeeküche auf dem Stockwerk und denke nach. Überlagert wird der Denkprozess von einem gewissen Ärger. Darüber, dass mein Auftraggeber offenbar umgesetzt hat, was ich anderen Kunden

sonst empfehle. Viele Optionen habe ich jetzt nicht mehr. Für einen Online-Rate-Angriff, bei dem ich Passwortkandidaten direkt im Netzwerk des Kunden ausprobieren, fehlen mir die Anhaltspunkte. Die Intrusion-Detection-Systeme würden das nach einer bestimmten Anzahl missglückter Versuche verdächtig finden und Alarm schlagen. Natürlich könnte ich einfach ein Passwort wie Sommersonne2023 probieren und hoffen, dass ich unwahrscheinlich viel Glück habe und ein Admin-Konto zufälligerweise ausgerechnet dieses Passwort verwendet, aber wenn ich ehrlich mit mir selbst bin, sind die Erfolgsaussichten dabei so gering, dass ich es auch lassen kann.

Ich bin mir nicht sicher, wie lange ich hier schon sitze und grübele, der frostigen Temperatur meiner Teetasse nach ist bestimmt eine Stunde vergangen. Mittlerweile bin ich dazu übergegangen, nervös wie ein eingesperrter Tiger in der Kaffeeküche auf- und abzugehen. Habe ich wirklich keinen Anhaltspunkt? Sollte ich doch einfach einmal ins Blaue raten und beten? Um mich dann geschlagen zu geben und meinem Auftraggeber zu sagen, dass ich nicht weiterkomme und der Pentest an dieser Stelle beendet ist? Dann bliebe mir nur, nach Hause zu fahren, meinen Bericht zu schreiben und der IT-Abteilung ein großes Lob für das vorbildlich umgesetzte Unternehmenszugriffsmodell auszusprechen.

Ich nehme die kitschig mit einer Blumenwiese bemalte Tasse und kippe ihren erkalteten Inhalt in das Spülbecken. Auf ihrer Unterseite ist ein Marienkäfer abgebildet. Moment mal, denke ich, es könnte

doch sein, dass Monika das Passwort verbotenerweise wiederverwendet. Ich beuge mich, so schnell es ohne Rennen eben geht, zurück an meinen Arbeitsplatz. Ohne mich hinzusetzen, starte ich ein Impacket-Skript namens SecretsDump. Sollte sich meine Hoffnung bewahrheiten, könnte ich mithilfe des Skripts die zentrale Benutzerdatenbank auslesen. Was mir dazu fehlt, sind die Berechtigungen eines A-Kontos: Monikas A-Konto. Ich gebe den Namen des nächsten Domain-Controllers, den Namen von Monikas Admin-Konto, U00731A, und das Passwort ihres S-Kontos, Mar1enkäfer!3000, ein, drücke die Enter-Taste und halte die Luft an.

Game over

Treffer! Ich atme hörbar aus. Zu schnell, als dass man dabei etwas lesen könnte, scrollen die NT-Hashes aller Domänenkonten über meinen Bildschirm. Meine Vermutung hat sich bewahrheitet: Monika betreibt Passwort-Recycling und hat mir damit buchstäblich auf dem letzten Meter zum Erreichen meines Ziels verholfen: Ich habe Domain-Admin-Berechtigungen erlangt und könnte jetzt die Daten auf sämtlichen Domänencomputern verschlüsseln, kritische Daten abfischen oder alle Arbeitsrechner verwanzen, indem ich Hintertüren einbaue, Keylogger installiere oder buchstäblich die Laptopmikrofone und -kameras in Überwachungsgeräte verwandle. Das mache ich natürlich nicht, stattdessen suche ich jemanden, der mir High Five gibt, aber ich bin allein in dem Besprechungsraum, den mir mein Auftraggeber als temporäres Büro zur Verfügung gestellt hat.

Passwort-Recycling ist ein gar nicht so selten gemachter Fehler – dass mir das nicht früher eingefallen ist, beschämt mich im Nachhinein ein bisschen –, der allerdings die ganze Idee hinter dem Unternehmenszugriffsmodell konterkariert. Man richtet ja nicht separate Konten ein, nur damit ein Angreifer sich durch Ausprobieren eines erbeuteten Passworts dann doch Zugriff auf alle Ebenen verschafft. Ich mache eine mentale Notiz, dass ich dem Kunden empfehlen muss, seine Mitarbeiter – insbesondere die, die erhöhte Berechtigungen genießen – darauf hinzuweisen. Der Spaß hat damit seinen Höhepunkt für mich erreicht, aber das Projekt ist an dieser Stelle bedauerlicherweise noch nicht beendet. Prinzipiell muss ich das Netzwerk bis zum Ende der vereinbarten fünf Tage nach weiteren Schwachstellen durchsuchen. Den Rest des Nachmittags verwende ich darauf, genau das zu tun, werde aber nicht fündig. Im Anschluss folgt dann der nervigste Teil des Ganzen: das Schreiben eines aussagekräftigen Reports. Mit diesem Ergebnis darf eine detaillierte Passwortanalyse darin nicht fehlen.

Passwortanalyse

Ich liege mit einem Mal wieder gut in der Zeit. Beschwingt von meinem Erfolg übergebe ich die Liste der NT-Hashes zusammen mit dem größten Regelwerk und der größten Wörterliste, die das Internet zu bieten hat, an Hashcat und starte den Vorgang. NT-Hashes sind die schwächsten Hashes, davon schafft das Cracking-Cluster ganze 100 Milliarden Kandidaten pro Sekunde. Das hat an diesem Punkt einen rein informativen Zweck. Ein echter Angreifer, der weiteren Schaden im Netzwerk anrichten wollte, könnte die NT-Hashes in einem sogenannten Pass-the-Hash-Angriff jetzt direkt einsetzen, um auf die zugehörigen Konten zuzugreifen. NT-Hashes können bei einem solchen Angriff aufgrund einer Besonderheit der Active-Directory-Architektur anstelle der Passwörter verwendet werden, um sich gegenüber verschiedenen Diensten im Netzwerk zu authentifizieren.

Schaden im Netzwerk anrichten will ich natürlich nicht. Ich will stattdessen weitere Konten finden, deren Benutzer schwache Passwörter gewählt haben und/oder ihre Passwörter wiederverwenden. Letzteres kann ich anhand der NT-Hashes auch dann herausfinden, wenn die Passwörter stark genug sind, um meinem Hashcat-Cracking-Versuch standzuhalten. Der

```
$ GetUsersPwNs.py ad.corp/U28179:Borussia1909 -request
Impacket v0.10.0 - Copyright 2022 SecureAuth Corporation

ServicePrincipalName      Name      MemberOf      PasswordLastSet      LastLogon      Delegation
-----
SslSvc/WIN-DB-002.ad.corp:1433  SslSvc      2022-03-11 11:35:47.732416  <never>

[.] CCache file is not found. Skipping...
$krb5tgt$235*SslSvc$AD.CORP$ad.corp/SslSvc*$b585d331b1dfa0ae6a07f244524d3a9c5c4791b09c0c9392620193ca10d84b
3726864ed3ee3b0d6d1ad6710be7d589a805119c95f58daf31697aa24c13b07dc9dfbe82648de7e2156adc3f589f79e9b506f05c9c
d30851f5bdadb79fb3f12e55b43ac728b4aec0d8b1018c33e4ce6fc65dac57bacaaa13de7e88a4e49a78226088b864b4162f5117a
824c15eea3c3782891acf62cebbd8d56d2b675cd4ea9eeec614dbf3b4d8bba3230ffd13ffd2677562147b1032520485e9b8c856e3c
b7788a1df354ebc02c3bac3ef6bdf4afff4099a815e2d4c4a3128c82565c40565f20bd9f9681f2a33f8c3524249b57fc7f75d2aa
3ee41f4505bc4a25240aebdb3825c385e9034748ebdf0695c5e8ecb4f77476eed5a180a9a09153f67ae55d48ce9038c03418858d
e4177b26366484d43fe014b9035cb433dc3de281d54d2394815a7587355985d164dbc6fafcd0e2c88b566634b6ae053c859ddf83d
4dbdbb8f0edfa6702570c1fa97a0c3c22e10949599c05ddf199a793f61661df8b2e6453e47e749d3a62d4951ec15bed92c45fdb1ac
ae0206e0858172d0b64e119dc8aa433d9df4463af083161a0bab3fa7e0caa295e11cdf69f4407d976566f303d240d9ff54fbaa217c
f1e7e135dd493b12ecad64c7e0b4ad328cf37d5161591c8618e7b03113debff192045a105c08767f30831904a2af7e29fe9a7655ecd
a40e2a3a2127fe42ef5c92523270262c1d4a7787043e22f763282ea1725a99acc2aa66332dbd5924ecacacaa7a216c58e687ce85a19
```

Mit Zugriff auf ein Domänenkonto kann ich einem Skript aus der Modulsammlung Impacket Service-Tickets beantragen und sie direkt in einem Hashcat-kompatiblen Format ausgeben.

Grund: NT-Hashes sind nicht mit einem Salt versehen. Das heißt, zwei Konten mit demselben Passwort haben auch denselben Hash. Für diesen Teil meiner Pentests verwende ich immer dieselbe Wortliste und dasselbe Regelwerk: Crackstation+Hashes.org und OneRule. So kann ich dem Auftraggeber in meinem Bericht eine Einordnung geben, wie gut es – auch im Vergleich zu anderen Unternehmen – um die Passworthygiene im Betrieb bestellt ist. Bis Hashcat die 120.460.563.559.138 Passwortkandidaten, die sich aus der Kombination aus Wörterliste und Regelwerk ergeben, auf die Liste der NT-Hashes losgelassen hat, wird es etwa sieben Stunden dauern. Ich nehme das zum Anlass, Feierabend zu machen.

Tag 5: Zahlen, bitte

Freitagvormittag habe ich belastbare Zahlen: 34 Prozent der Passwörter aller aktiven Benutzerkonten im Netzwerk konnte Hashcat mithilfe der Wortliste und des Regelwerks knacken. Ein Wert, der immerhin besser ist als bei 70 Prozent meiner vorherigen Aufträge. Ich habe extra für die Auswertung ein Tool namens Hashcathelper entwickelt. Es unterstützt zum einen Hashcat beim Cracken, zum anderen wertet es die Ergebnisse so aus, dass sie maschinell weiterverarbeitet werden können. Es kann zum Beispiel auf Basis der Daten aus BloodHound Graphen von Konten erstellen, die dasselbe Passwort verwenden, die Top 10 der meistverwendeten Passwörter im Netzwerk anzeigen oder offenlegen, ob es Konten im Netzwerk gibt, die Passwörter verwenden, die laut Troy Hunts „Have I been Pwned“-Datenbank zu einem früheren Zeitpunkt bereits in einem Datenleck aufgetaucht sind. Hashcathelper hat leider bei Konten einen blinden Fleck, die nicht der Domäne zugeordnet sind, also lokale Konten auf Windows- und Linux-Geräten sowie Drucker, Router und Firewalls.

Mir hilft das Tool, meinen Bericht mit wichtigen Daten und Vergleichswerten anzureichern. Für meine Auftraggeber ist das eine nützliche Handreichung. Sie können solche Statistiken nutzen, um den Stellenwert einer guten Passworthygiene gegenüber der Belegschaft zu verdeutlichen. Dass das entweder in einem Vier-Augen-Gespräch mit den betreffenden Mitarbeitern oder – ohne mit dem Finger auf einzelne Übeltäter zu zeigen – in einem Teamgespräch passieren sollte, werde ich auch diesmal in meinem Bericht anmer-



Das Active-Directory-Erkundungstool BloodHound zeigt Beziehungen der Konten in einem Netzwerk an.

ken. Heute schreibe ich den allerdings nicht mehr zu Ende.

Stattdessen ist in einer halben Stunde, um 14 Uhr, ein Meeting mit dem IT-Chef angesetzt. Erwartungsgemäß zeigt er sich ernüchtert vom Ergebnis des Pentests. Schließlich haben er und sein Team Zeit und Mühe in die korrekte Umsetzung des Unternehmenszugriffsmodells gesteckt. Dass etwas so Banales wie ein wiederverwendetes, zu schwaches Passwort schlussendlich dazu geführt hat, dass ich bis in die höchsten Berechtigungsstufen vordringen konnte, missfällt ihm sichtlich. Gleichzeitig ist er froh, jetzt über die Schwachstelle informiert zu sein.

Outro

Für mich ist ein solches Ergebnis wenig überraschend. Im Grunde zeigt dieser Pentest – wie viele andere in der Vergangenheit auch –, dass selbst gut abgesicherte Netzwerke nicht dagegen gefeit sind, dass ein Angreifer, der sich einmal Zugriff verschafft hat, es schaffen kann, bis zu den höchsten Berechtigungsstufen vorzudringen. Auch eine sinnvolle Netzwerkseparierung mit streng getrennten Rollen nach dem Prinzip der geringsten erforderlichen Zugriffsrechte, eine streng eingestellte Firewall und eine Reduktion der Angriffsfläche durch die Abschaltung nicht benötigter Dienste konnten mich nicht davon abhalten, meine Berechtigungen im Netzwerk auszuweiten.

Falls jetzt der Eindruck entsteht, dass all diese Maßnahmen, die mein Auftraggeber ja korrekt umgesetzt hat, nichts bringen, ist das falsch. Im Gegenteil, ohne sie wäre ich sehr viel schneller an mein Ziel gelangt. Als Verteidiger braucht man ein gestaffeltes Verteidigungsprinzip – und man muss dabei alles richtig machen. Der Knackpunkt bei diesem Pentest war wie

so oft das fehlende Bewusstsein einzelner Mitarbeiter für die Bedeutung einer guten Passworthygiene, beim nächsten ist es vielleicht etwas anderes.

Ich empfehle, Alltagskonten, die aus Gründen der Einfachheit mit einem Passwort geschützt sind, das man sich leicht merken und somit mit hoher Wahrscheinlichkeit auch knacken kann, neben den vorhandenen Sperrschwellen nach Möglichkeit durch einen zweiten Faktor absichern. Der Verwendung schwacher Passwörter oder deren Mehrfachverwendung bei Admin-Konten kann man mit Awareness-Schulungen und einer unternehmensweiten Pflicht zur korrekten Verwendung eines Passwortmanagers entgegenwirken. Mit „korrekt“ meine ich, nach Möglichkeit den Passwortmanager zur Generation von Zufallspasswörtern zu nutzen und ein sicheres Masterpasswort zu wählen. Gerade Beschäftigte wie Monika, die höhere Berechtigungen genießen, sollten eindringlich dazu angehalten werden, sich vor allem bei Konten mit administrativen Berechtigungen an diese Vorgaben zu halten. Überprüfen, ob die Belegschaft sich daran hält, können IT-Sicherheitsverantwortliche, indem sie hin und wieder tun, was auch ich für meinen Bericht getan habe: Die Passworthashes extrahieren und sie einer Analyse unterziehen, denn durch Bordmittel verhindern lässt sich Passwortrecycling leider nicht. Dabei leistet Hashcathelper nützliche Dienste – das Tool steht als Open-Source-Projekt auf GitHub zur freien Verfügung. (kst@ct.de)

Literatur

- [1] Michael Wiesner, Schwarze Box, Legaler Einbruch: So kann ein Pentest aussehen, c't 23/2022, S. 112

Verwendete Tools: [ct.de/yswz](https://github.com/ct-de/yswz)

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

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



**35%
Rabatt**



Jetzt bestellen:

www.ct-foto.de/miniabo





Bild: KI Midjourney | Bearbeitung c't

Mitdenken erwünscht

Chancen und Risiken generativer KI in der Bildung

ChatGPT & Co. bieten sich als Sparringspartner beim Lernen an, stellen aber auch eine Versuchung zum Schummeln dar. Dass KI-Systeme neuerdings überall verfügbar sind, wirkt sich auf Prüfungssituationen, Leistungsbewertung und insbesondere auf das akademische Schreiben aus. Erste Erfahrungen aus Schule und Hochschule zeigen: Die KI lässt sich gewinnbringend einsetzen, der Umgang damit braucht aber Regeln.

Von Dorothee Wiegand

Chatbots sollen dem menschlichen Nutzer die Kommunikation leicht machen, indem sie typische Gesprächssituationen imitieren, zu Fragen auffordern und

darauf samt der üblichen Höflichkeitsfloskeln antworten. Das weckt Neugier und Spieltrieb. ChatGPT ist eine Kombination aus generativer KI und Chatbot. Jeder kann das System ziemlich leicht nutzen.

Allerdings gelingt das erst, nachdem man sich registriert hat. Dabei erhebt der US-amerikanische Anbieter OpenAI Nutzerdaten. Die werden in die USA übertragen, dort gespeichert und verarbeitet. Obendrein ist umstritten, ob ChatGPT überhaupt DSGVO-konform genutzt werden kann. Als Mindestalter für die Nutzung gibt OpenAI 13 Jahre an, das Mindestalter für eine Registrierung liegt sogar bei 18 Jahren. In deutschen Schulen dürfen Lehrkräfte Schüler unter 18 Jahren daher gar nicht auffordern, einen eigenen ChatGPT-Account einzurichten. Auch für Schüler über 18 Jahren gilt: Falls sie sich nicht bei OpenAI registrieren möchten, kann die Schule dies nicht verlangen und es darf keine negativen Konsequenzen für die Schüler haben.

Hendrik Haverkamp unterrichtet Deutsch und Sport am Evangelisch Stiftischen Gymnasium in Gütersloh. Er ist an

seiner Schule, die schon sehr früh auf digital unterstützten Unterricht gesetzt hat, Koordinator für Digitalität. Aus Sicht von Haverkamp stellt die Tatsache, dass Lehrer die Nutzung von ChatGPT nicht einfach anordnen dürfen, Schulen vor ein enormes Problem. „So kann ich mit meinen Schülern eigentlich nur damit arbeiten, indem ich meinen persönlichen Account verwende und am Smartboard Eingaben und Reaktion des Systems vorführe. Die Schüler nutzen es privat – und die Schule ist mal wieder ein Ort, an dem alles hinterherhinkt.“

Haverkamp hat früh angefangen, generative KI im Unterricht einzusetzen. Das auch auf Deutsch verfügbare KI-Webangebot smodin.io gestattet täglich drei Anfragen gratis. Im Oktober 2022 war es noch ohne Anmeldung nutzbar. Der Dienst beantwortet KI-gestützt Fragen, generiert Texte und kann vom Nutzer eingegebene Texte zusammenfassen, übersetzen und beurteilen. Weil die Schüler Smodin anonym ausprobieren konnten, hat Haverkamp in seinem Unterricht mit diesem Dienst experimentiert. „Die Schüler stellten schnell fest: Die Argu-

mente der KI sind zum Teil hanebüchen.“ Auch Probleme mit Bias im System konnten die Schüler gut erkennen.

Haverkamp experimentiert auch mit KI-Unterstützung in Klausuren. So ließ er eine 8. Klasse eine Argumentation zum Thema „Pro und Contra öffentliches Rauchverbot“ schreiben. Jeder Schüler durfte dafür die drei freien Anfragen bei Smodin nutzen. Die Jugendlichen konnten sich von der KI beliebige Unterstützung holen, mussten ihr Vorgehen aber begründen. Die Klausur bestand so aus drei Teilen: dem vom Schüler verfassten Text, einer Begründung für das Vorgehen beim Schreiben und der Dokumentation der drei verwendeten Prompts samt Antworten des Systems.

Eine Erfahrung gibt Haverkamp zu denken: Er stellte fest, dass leistungsstarke Schüler die KI-Schreibhilfen dosiert einsetzten. Sie überließen der KI Routinearbeit, um selbst mehr Zeit für andere Aufgaben zu haben. Bei den schwächeren Schülern beobachtete er dagegen, dass sie auch vom KI-System ausgespuckten Unsinn ungeprüft übernahmen. Die Zeiterparnis aufgrund der KI-Nutzung steckten diese Schüler mitunter nicht in höherwertiges Lernen. Haverkamp sieht daher die Gefahr, dass KI-Systeme die ohnehin vorhandene Bildungsungerechtigkeit noch verschärfen.

Kultur der Digitalität

Haverkamps vorläufiges Fazit: „Wir brauchen künftig eine gute Mischung aus klassischem und KI-gestütztem Arbeiten.“ Schon bevor ChatGPT aufkam, hat er sich für neue Prüfungsinhalte eingesetzt. „Es geht nicht darum, besonders viel Technik zu nutzen, sondern um zeitgemäße Inhalte“, sagt Haverkamp. Pädagogen sprechen von Kompetenzen für das 21. Jahrhundert, den sogenannten „4K-Kompetenzen“: Kollaboration, Kreativität, kritisches Denken und Kommunikation. Mit Blick auf klassische Prüfungen in der Schule kritisiert Haverkamp: „Während einer Prüfung gelten zwei dieser Kompetenzen – Kollaboration und Kommunikation – als Täuschungsversuch. Das ist nicht mehr zeitgemäß. Man kann Schülern doch nicht modernen Unterricht vorsetzen, aber veraltete Prüfungen.“

Der Einsatz generativer KI-Systeme im Rahmen von Prüfungen wird intensiv diskutiert. Bald nach Veröffentlichung von ChatGPT gab es erste Berichte darüber, wie das System beispielsweise mit Abituraufgaben zurechtkommt. Über ct.de/y24v finden Sie einige Berichte dieser Art.

Der Mathematiker und Informatiker Edmund Weitz (siehe Interview auf S. 118) hat seine Experimente mit ChatGPT auf dem Gebiet der Mathematik und Logik in zwei längeren YouTube-Videos dokumentiert.

Prüfungsleistungen, die sie daheim erbringen sollen, also Hausaufgaben, Bachelor- oder Masterarbeiten, können Prüflinge zum Teil oder ganz von einer KI schreiben lassen. Insbesondere dieses Szenario bewog anfangs manchen Pädagogen, nach einem Verbot von ChatGPT in der Bildung zu rufen. Doch das ist keine realistische Option, darin sind sich Experten einig. Ob sich Schüler zu Hause von einer generativen KI helfen lassen, lässt sich ohnehin nicht kontrollieren. Vor allem aber sollten Systeme wie ChatGPT in der Schule genutzt werden, um Schülern einen informierten, souveränen Umgang damit nahezubringen und für eine angemessenen kritische Haltung den KI-Ergebnissen gegenüber zu sorgen. Nach wie vor ist es so, dass die Systeme mitunter „halluzinieren“, also Ereignisse und Sachverhalte frei erfinden. Viele Systeme, auch ChatGPT, belegen die generierten Texte nicht durch Angabe von realen Quellen. Fragt der Nutzer nach Belegen, erfinden sie Fachliteratur samt nicht existenter Autoren.

Schöne neue Schulwelt

Für den pädagogischen Einsatz generativer KI-Systeme gibt es inzwischen viele konkrete Vorschläge. Einerseits gibt es Angebote für Lehrkräfte, die bei der Unterrichtsvorbereitung und teils auch bei

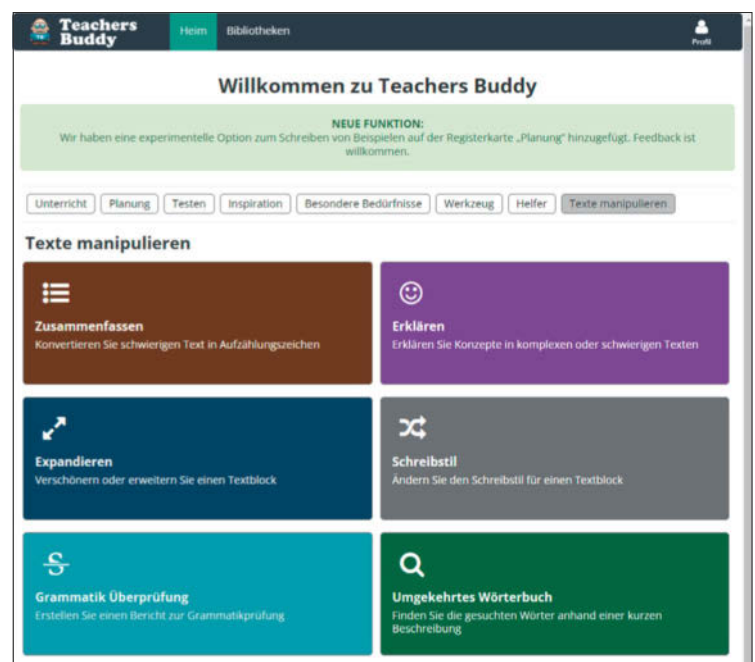
Teachers Buddy ist ein KI-Werkzeug, das sich speziell an Lehrkräfte richtet. Es bringt unterschiedliche Textfunktionen mit, unterstützt aber auch bei der Unterrichtsplanung.

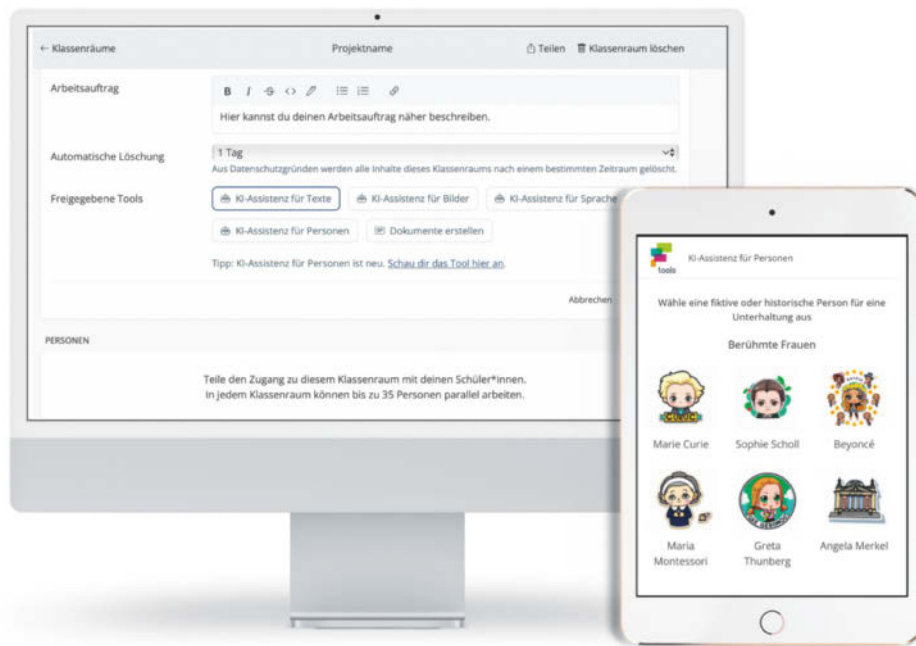
ct kompakt

- Generative KI kann Schülern und Studierenden beim Lernen helfen. Mit Vorschlägen zum Einstieg oder zur Gliederung und mit kritischem Feedback assistiert sie beim Schreiben von Hausaufgaben und Abschlussarbeiten.
- In Schulen und Hochschulen wirft das viele Fragen auf: Wie lassen sich mithilfe von KI geschriebene Arbeiten bewerten? Welche Regeln sollen künftig für den KI-Einsatz gelten?
- Der produktive KI-Einsatz setzt ein Verständnis von Möglichkeiten und Grenzen der Systeme voraus. Schüler und Studierende müssen ihn gründlich üben.

der Leistungsbeurteilung helfen. Die Webanwendung Teachers Buddy denkt sich Quizaufgaben zu vorgegebenen Themen aus und formuliert Beurteilungen. Ähnlich sind die Angebote des US-amerikanischen Education CoPilot und des britischen learnt.ai, die allerdings beide – anders als Teachers Buddy – kein Deutsch sprechen.

Vorschläge, wie Schüler die KI als Lernpartner einsetzen können, reichen vom Einholen von Inspiration („Gib mir 5 Ideen zu ...“) bis zur Frage nach Feedback zu fertigen Texten. Wer mit der Angst





Das Hamburger Unternehmen fobizz bietet neuerdings auch virtuelle KI-Klassenzimmer, in denen Schüler GPT 3.5 anonym und DSGVO-konform ausprobieren können.

vorm weißen Blatt kämpft, kann Ideen für den Einstieg ins Thema erbitten und wer zwar viele Einzelaspekte, aber noch keinen roten Faden hat, fragt die KI nach einem Gliederungsvorschlag. KI-Schreibassistenten wie DeepL Write helfen etwa beim Verfassen fremdsprachlicher Texte.

Die Hamburger Weiterbildungsplattform für Lehrer fobizz hat eine „KI-Assistenz“ für den Einsatz in der Schule neu im Angebot. In virtuellen Klassenzimmern können Schüler sie anonym ausprobieren. Für den Datenschutz sei gesorgt, so Geschäftsführerin Diana Knodel: „Wir nutzen die API von OpenAI. Alle Anfragen an das Sprachmodell kommen daher von fobizz und nicht vom Schüler selbst.“ Die Schüler geben lediglich ein Pseudonym an, um mit der KI zu interagieren. Die Klassenzimmer werden automatisch wahlweise nach einem Tag oder nach acht Tagen gelöscht.

Aktuell nutzt fobizz für seine KI-Assistenz GPT 3.5. „Wir sind auf der Warteliste für GPT 4 und planen auch, weitere Sprachmodelle anzubinden“, berichtet Knodel. Später sollen die Nutzer entscheiden können, mit welchem Sprachmodell sie arbeiten. „Sobald es gute Open-Source-Sprachmodelle gibt, wollen wir diese auch gerne zur Verfügung stellen“, so die Geschäftsführerin.

Das Angebot gibt es derzeit kostenfrei. Eine eingeschränkte Version soll laut Knodel dauerhaft frei verfügbar bleiben.

Für die KI-Assistenz mit vollem Funktionsumfang soll es künftig Lizenzen für Lehrkräfte, Schulen und Bundesländer geben. „Für eine einzelne Lehrkraft wird die KI-Assistenz schon für weniger als 10 Euro im Monat nutzbar sein“, erklärt Knodel. Das neue Angebot und die Fortbildungen dazu kämen sehr gut an. „Bei keinem anderen Thema hatten wir bisher so ein großes Interesse an unseren Webinaren und Onlinefortbildungen“, berichtet Knodel. In kurzer Zeit hätten sich über 40.000 Lehrkräfte zu ChatGPT und KI weitergebildet. Es gäbe inzwischen auch vermehrt Anfragen von Hochschulen.

Weckruf für Hochschulen

Die Kieler Wirtschaftsinformatikerin Doris Weißels (siehe Interview auf S. 116) spricht mit Blick auf generative KI von einer „Disruption“, die das Bildungssystem nachhaltig ändern werde. Bereits 2020 verfasste Weißels ein Paper mit dem Titel „Digitale Disruption und Künstliche Intelligenz – Hochschulen im Dornröschenschlaf?“ Seit 2021 führt sie an der FH Kiel mit ihren Studierenden KI-Schreibwerkstätten durch, Ende 2022 gründete sie mit Kollegen das „Virtuelle Kompetenzzentrum Schreiben Lehren und Lernen mit KI“.

In ihren Lehrveranstaltungen und Prüfungen lässt Weißels KI-Systeme als Werkzeug zu. Wie die Studierenden die KI nutzen und wie sie den KI-Einsatz begründen, fließt mit in die Leistungsbewertung

ein. Das Endergebnis trägt etwa 50 Prozent zur Note bei – die Bewertung von Konzept, Forschungsdesign und Auswahl der Werkzeuge liefert die anderen 50 Prozent. Wichtiges Lernziel ist der kritische Umgang mit den KI-Ergebnissen, also etwa das Prüfen der von der KI gelieferten Inhalte sowie nachträgliches Ergänzen von Quellen und Belegen.

An der Universität Hohenheim in Stuttgart erschien ein Leitfaden, der Studierenden Möglichkeiten aufzeigt, das eigene Lernen und schriftliche Arbeiten mithilfe von ChatGPT zu verbessern. Die Autoren empfehlen den Bot als Sparringspartner, der Vorschläge zur Gliederung macht, beim Überarbeiten von Texten hilft, umfangreichen Lesestoff zusammenfasst, Feedback gibt und sogar beim Programmieren unterstützt. Veröffentlichungen mit konkreten Anleitungen zum Einsatz von ChatGPT & Co. finden Sie unter ct.de/y24v.

Hochschullehrern empfiehlt der Hohenheimer Leitfaden, Prüfungsformate und Leistungsbewertungen zu überdenken. Anstelle von Hausarbeiten in Textform könnten Studierende demnach Websites, Videos oder Animationen anfertigen. Klassische Hausarbeiten ließen sich um eine kurze mündliche Prüfung ähnlich der Verteidigung einer Doktorarbeit erweitern.

Hochschulen müssen klare Regeln festlegen und kommunizieren, die für die Nutzung von KI-Systemen gelten sollen. Mit seinen „Rules for Tools“ hat der Mathematikdidaktiker Christian Spannagel von der Pädagogischen Hochschule Heidelberg dazu einen Vorschlag gemacht.

Ein weiterer Bereich, der stark von generativen KI-Tools beeinflusst wird, ist das akademische Schreiben und Publizieren. Dazu gehört die Frage, ob eine KI Autor einer wissenschaftlichen Veröffentlichung sein kann. So teilte etwa Springer Nature kürzlich mit, dass für die knapp 3000 Zeitschriften des Verlags gelte, dass eine KI als (Mit-)Autor nicht akzeptiert werde. Die Begründung: Mit der Urheberschaft gehe eine Rechenschaftspflicht für das Werk einher und ein KI-Tool könne diese Verantwortung nicht übernehmen.

Schreiben als Prozess

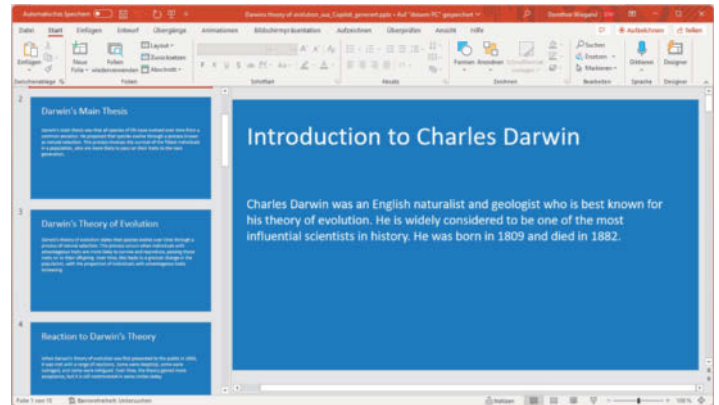
Die Germanistin Anika Limburg leitet das LehrLernZentrum (LLZ) der Hochschule RheinMain in Wiesbaden. Zum LLZ gehört auch eine Schreibwerkstatt. „Viele glauben, dass Schreiben eine Grundtech-

nik ist, sie reduzieren das Schreiben auf Beherrschung der Rechtschreibung“, so Limburg. Damit werde man dem komplexen Prozess des Schreibens jedoch nicht gerecht, zu dem auch kritisches Denken und schlüssiges Argumentieren gehörten.

Das akademische Schreiben zu beherrschen, sei ein „hochgradig anspruchsvolles Lernziel“, sagt Limburg. Allgemeinbildende Schulen müssten darauf unbedingt vorbereiten, denn schon vor ChatGPT & Co. sei es den Hochschulen nicht möglich gewesen, in sechs Semestern neben der fachlichen Ausbildung auch die Schreibfertigkeiten der Studierenden ausreichend zu schulen.

Dass die Unterstützung durch ein KI-System die Motivation beim Schreiben grundsätzlich erhöht, kann Limburg nicht bestätigen. „Es fördert die Motivation, wenn man es in der Gruppe spielerisch ausprobiert. Da überwiegt die Lust am Experimentieren bis hin zu dem Gefühl, etwas leicht Anrühiges zu tun.“ Wenn die Studierenden dagegen daheim allein an

Auf Knopfdruck generiert der Englisch sprechende KI-Assistent namens Educational CoPilot eine 15-seitige Power-Point-Präsentation zu Charles Darwin – inklusive Gliederung, Zusammenfassung und einiger sachlicher Fehler.



einem schwierigen Arbeitsauftrag saßen, könne die wortgewandte KI auch entmutigen. Gerade diejenigen Studierenden, die das wissenschaftliche Schreiben noch nicht so gut beherrschten, verlören dann leicht die Motivation.

Längst nicht jede der rund 350 deutschen Hochschulen hat ein Schreibzentrum, erklärt Johanna Gröpler von der Schreibwerkstatt der TH Wildau in Bran-

denburg. Selbst viele große Universitäten hätten keine Einrichtung dieser Art, im angelsächsischen Raum sei dergleichen viel weiter verbreitet. In den 10er-Jahren habe es in Deutschland einige Förderprogramme für Schreibzentren gegeben, doch manche damals neu eröffnete Einrichtung sei schon wieder geschlossen worden.

Gröpler bietet in Wildau Einzelberatungen und Gruppenschulungen an, die



storage2day

Frankfurt am Main
26. und 27. September 2023

Die Heise-Konferenz für Speichernetze und Datenmanagement

Im September treffen **Storage-Anwender, -Entscheider** und **Anbieter** aufeinander und tauschen sich zu Storage-Themen von heute und morgen aus.

Das erwartet Sie:

- Zwei intensive Konferenztage
- Neues rund um effiziente und sichere **Speicherkonzepte**
- **Top-Themen:** Storage-Architekturen, Ransomware, Backup & Recovery, korrekte Datenlöschung, Storage-Performance, NVMe, DAOS u.v.m.
- Entspanntes **Networking** mit Fachkollegen

Werfen Sie einen erhellenden Blick auf die Storage-Trends von morgen und profitieren Sie von den Erfahrungen unserer Storage-Experten aus unterschiedlichen Branchen und Unternehmen.

Jetzt
Ticket
sichern!

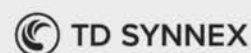
storage2day.de

Der Weiterbildungs- und Branchentreff der Storage-Szene

Veranstalter



Goldsponsoren



Silbersponsor



„Wir haften als Nutzer für die Inhalte“

c't: Sie sind Professorin für Wirtschaftsinformatik. Wie kam es, dass Sie sich mit generativer KI in der Lehre befasst haben?

Doris Weßels: Auslöser waren merkwürdige Beobachtungen im Frühjahr 2018. Eine Studentin erzählte mir, dass sie mit Vor- und Rückübersetzungen bei DeepL selbst als Deutsch-Muttersprachlerin ein besseres Deutsch erzielte. Das hat mich wirklich irritiert. Ich recherchierte, auf welche Weise das Kölner Start-up DeepL seine Übersetzungen generierte. Es handelte sich um ein sogenanntes künstliches faltendes neuronales Netz, das üblicherweise für die Verarbeitung von Bild- und Audiodaten verwendet wird.

Und dann las ich, dass Lehrer in Utah für die Bewertung von Aufsätzen ihrer Schüler KI-Lösungen einsetzen. Das hat bei mir ein Gedankenkinno in Gang gesetzt: Die produzierende Seite nutzt KI, um auf die Schnelle einen vorhandenen Text umzuschreiben und die bewertende Seite nutzt KI, um den vorgelegten Text automatisiert zu bewerten. Mir erschien dieses Zukunftsszenario jedoch noch recht weit entfernt. Aber spätestens 2019 mit der Veröffentlichung des KI-Sprachmodells GPT 2 von OpenAI war klar, dass die Zukunft schon da war.

c't: Seit wann setzen Sie generative KI produktiv ein?

Weßels: Angefangen hat es im September 2020 bei einer Veranstaltung des Arbeitskreises der Wirtschaftsinformatik der GI. Im Oktober 2020 folgte bereits der nächste KI-Schreibworkshop für Teilnehmer der Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik. Für Studierende der FH Kiel habe ich erstmalig im Mai 2021 eine KI-Schreibwerkstatt durchgeführt.

c't: Am 1. September 2022, also drei Monate vor der Veröffentlichung von ChatGPT, haben Sie mit Kollegen das „Virtuelle Kompetenzzentrum Schreiben Lehren und Lernen mit KI“ gegründet. Wie kam es dazu?

Weßels: Sehr früh zeigte sich der kontinuierlich wachsende Informationsbedarf insbesondere bei Lehrenden in Schulen

und Hochschulen. Mein damaliges Netzwerk zum Thema umfasste etwa zehn Expertinnen und Experten aus Informatik, Bildungsforschung und Schreibdidaktik. Es war naheliegend für unsere Gruppe, dem Thema die notwendige Sichtbarkeit zu geben.

Als dann – auch für uns völlig unerwartet – am 30. November ChatGPT veröffentlicht wurde, überrollte uns eine Lawine von Anfragen. Das hält bis heute an. Es geht nun darum, die vielen Facetten des Themas in Think Tanks weiter zu erforschen und die Integration dieser Werkzeuge in die Lehre zu gestalten – natürlich unter Berücksichtigung der Herausforderungen und Risiken.

c't: Welches Risiko sehen Sie zum Beispiel?

Weßels: Es besteht die Gefahr, dass die KI den Schreibprozess beim assistierten Schreiben zu sehr lenkt. Es ist sehr bequem, den KI-generierten Text kurz zu überfliegen und gleich zu nutzen. Aber wir müssen uns bewusst machen, dass wir eine neue Form der Verantwortung übernehmen müssen. Wir haften als Nutzer für die Inhalte – egal, ob der Text als Mail oder als Veröffentlichung unter unserem Namen nach außen geht. Generative KI-Sprachmodelle haben kein semantisches Textverständnis. Nur wir als Menschen können die inhaltliche Qualität des Textes bewerten und sind das wahre Superhirn in diesem Prozess.

c't: Was erwarten Sie in den kommenden Jahren an weiteren Entwicklungen bei der generativen KI?

Weßels: Wir diskutieren überall über ChatGPT, aber zwischenzeitlich geht es mit AutoGPT & Co. schon um die nächste Stufe: generative KI-Agenten, die autonom einzelne Aufgaben abarbeiten, die sie aus einer vorgegebenen Aufgabenstellung eigenständig abgeleitet haben. Das bedeutet zum Beispiel in der Forschung, dass wir leistungsstarke KI-Forschungsagenten einsetzen können. Aber auch hier spüren wir die Ambivalenz zwischen Faszination und Sorge um mögliche Kontrollverluste und Steuerungsprobleme, wenn KI sich quasi selbstständig macht.



Bild: Andreas Diekötter

Doris Weßels ist Professorin für Wirtschaftsinformatik an der FH Kiel und Mitgründerin des Virtuellen Kompetenzzentrums zum Schreiben mit KI.

In der Lehre könnte ich mir neue Lern- und Prüfbots vorstellen, die Lernmaterialien wie auch Testverfahren entwickeln – natürlich nur als Entwürfe. Wir Lehrende sind verantwortlich für den Prozess und bleiben die steuernde und qualitätssichernde Instanz.

c't: Sollte mehr Informatik, mehr Medienkompetenz oder beides verstärkt an allgemeinbildenden Schulen unterrichtet werden?

Weßels: Ja, unbedingt! Ich finde es beschämend, dass wir in Deutschland auch im Jahr 2023 keinen flächendeckenden und verpflichtenden Informatikunterricht an unseren Schulen haben. Für mich noch unerträglicher ist, dass selbst die IT-Infrastruktur wie WLAN an deutschen Schulen keine Selbstverständlichkeit ist.

Schulen und Hochschulen müssen sich in ihrem Organisationsaufbau an die veränderten Rahmenbedingungen im KI-Zeitalter anpassen. Die Verantwortung für IT gehört analog zu Wirtschaftsunternehmen auf die Top-Management-Ebene. Der Anpassungsprozess erfordert im KI-Zeitalter qualifiziertes Personal mit hoher IT-/KI-Expertise. Die finanziellen Mittel dafür müssen von den Ministerien und Bildungsträgern entsprechend hoch priorisiert bereitgestellt werden.



// heise devSec()

Die Konferenz für sichere
Software- und Webentwicklung

**11.– 13. September 2023
in Karlsruhe**

Sichere Software beginnt vor der ersten Zeile Code

Security ist fester Bestandteil der Softwareentwicklung –
vom **Entwurf** über den **Entwicklungsprozess** bis zum **Deployment**.

Die **heise devSec** hilft Ihnen dabei mit Vorträgen zu den wichtigsten Themen
wie Software Supply Chain, Kryptografie und der Auswirkung von KI
auf die Sicherheit.

Aus dem Programm:

- // Das ABC sicherer Webanwendungen
- // Software Supply Chain Security mit dem SLSA
- // Multifaktor-Authentifizierung in der Praxis
- // Skalierung von Sicherheit in Kubernetes
- // Erweiterung des Secure Development Lifecycle um Privacy by Design
- // Wie man mit Mathematik eine Bank übernehmen kann

**JETZT
FRÜHBUCHER-
TICKETS SICHERN!**

www.heise-devsec.de

Veranstalter



Gold-Sponsoren



Bronze-Sponsor



„Wir verstehen nicht mehr, wie die Systeme funktionieren“

c't: Was war der Anlass dafür, dass Sie mit ChatGPT experimentiert und das Ergebnis in zwei YouTube-Videos dokumentiert haben?

Edmund Weitz: Den Anstoß gaben meine Studierenden, die sich damit – eher spielerisch – beschäftigten. Ich wollte wissen: Was bedeutet das für die Mathematik? Was mir dabei ganz wichtig ist: Mathematik ist eben nicht Rechnen. Den mechanisierbaren Teil der Mathematik beherrschen Computeralgebrasysteme schon lange besser als der Mensch. Mathematik besteht hauptsächlich aus logischem Denken und Abstraktion. Und sie erfordert Kreativität. Es gibt unzählige Probleme, an denen Mathematiker sich schon lange vergeblich abarbeiten. Dabei kann eine KI, die einen – zugegebenermaßen ziemlich cleveren – Remix aus Vorhandenem liefert, nach meiner Einschätzung nicht helfen.

c't: Eine Frage, die ja heiß diskutiert wird: Wie geht man mit Hausarbeiten um, die von ChatGPT geschrieben wurden?

Weitz: Für mich hat die Frage gar nicht so viel mit KI zu tun. Man kann sich auch jetzt schon seine Hausaufgaben von der großen Schwester schreiben lassen oder gegen Bezahlung eine ganze Abschlussarbeit. Es wird immer eine relevante Minderheit geben, die so etwas tut.

c't: Also werden Sie Ihre Lehre und Ihre Prüfungen erst einmal nicht umstellen?

Weitz: Momentan sehe ich dazu keinen Anlass. Im Gegenteil – ich habe in der Vergangenheit sogar mehr technische Hilfsmittel zugelassen. Bisher konnten meine Studierenden Python und Computeralgebrasysteme in Prüfungen nutzen. Aber die zentrale Frage ist für mich: Was kommt im Kopf der Lernenden an? Und da war mein Eindruck, dass bei Klausuren mit Nutzung eines Computeralgebrasystems weniger ankam. Es nützt mir nichts, wenn ich nicht weiß, welche Fragen ich stellen muss.

Das wird übrigens nach meiner Ansicht auch für das neue Wolfram-Alpha-Plug-in für ChatGPT gelten. Ein paar der

Schwächen, die ich in meinen Videos zeige, werden damit sicher gelöst. Aber ChatGPT muss Wolfram Alpha die richtigen Fragen stellen, um von dem dahinterstehenden Computeralgebrasystem zu profitieren. Zumindest bei komplexeren mathematischen Fragestellungen scheint mir die KI dazu momentan nicht in der Lage zu sein.

c't: Microsoft-CEO Sadya Nadella träumt davon, dass durch KI jeder Schüler, jeder Student seinen persönlichen Tutor bekommt.

Weitz: Da sehe ich gleich zwei Probleme: Zum einen muss das System verstehen, worum es bei der Sache, die gelernt werden soll, inhaltlich geht. Zusätzlich müsste die KI auch ein Verständnis dafür entwickeln, was der Lernende noch nicht kann, wo seine Schwierigkeiten genau liegen und wie diese Person sie individuell am besten überwindet. Das erfordert ein mentales Modell sowohl von den Lerninhalten als auch von den Lernprozessen.

c't: Sie sprechen der generativen KI die Fähigkeit zu echtem Verständnis ab?

Weitz: Ja, allerdings mit der Einschränkung, dass wir auch nicht genau sagen können, was Verstehen beim Menschen bedeutet. Bei der aktuellen KI muss man sich jedenfalls fragen, ob man vom Verstehen sprechen kann oder ob es in erster Linie um riesige Datenmengen und Statistik geht.

Unabhängig davon sehe ich bei den momentan eingesetzten Verfahren zwei substanzielle Probleme. Erstens haben sie einen enormen Ressourcenhunger, den nur einige Big Player in den USA und China stillen können. Selbst wenn die Algorithmen als Open Source zur Verfügung stünden – welche kleine europäische Firma hätte die Mittel, sie auf demselben Niveau zu nutzen?

Das zweite Problem: Wir verstehen nicht mehr, wie die Systeme im Detail funktionieren. Je verantwortungsvoller die Aufgaben werden, die die KI-Systeme übernehmen, desto schwieriger wird es ethisch.



Edmund Weitz ist Professor für Mathematik an der HAW Hamburg und Autor diverser Sach- und Lehrbücher.

c't: Das klingt alles eher skeptisch ...

Weitz: Ich bin zwar skeptisch, aber auch extrem beeindruckt, was KI heute schon kann. Ich sehe durchaus sinnvolle Nutzungsszenarien. Aufforderungen wie „Mach mir eine Gliederung“ oder „Mach mir Vorschläge zum Thema X“ liefern häufig gute Anregungen. Das kann man nutzen – nicht als Endprodukt, aber als Anfang. Es ist ja immer leichter, nicht bei null anzufangen. So könnte ich mir beispielsweise den Einsatz generativer KI in der Lehre vorstellen.

c't: Was erwarten Sie in Zukunft von der KI?

Weitz: Ich sehe die Gefahr, dass wir erstmals nicht nur langweilige Routineaufgaben, sondern kreative Tätigkeiten, die Menschen selbst gerne ausüben, an Maschinen delegieren. Wollen wir das wirklich?

Für mein eigenes Metier bin ich jedoch in dieser Beziehung noch positiv gestimmt: Wenn in absehbarer Zeit die Riemannsche Vermutung bewiesen oder das P-NP-Problem gelöst wird, dann wird das – da bin ich mir sicher – ein Mensch und kein Computer gemacht haben.

die Studierenden freiwillig besuchen können; ein fester Teil des Lehrplans sind die Kurse nicht. Wenn die Studierenden den Einstieg in einen Text nicht finden, könne generative KI ihnen helfen, so Gröpler. Sie geben dann das Thema als Prompt ein, verbunden mit der Aufforderung, Vorschläge für einen Textanfang zu generieren. Ein weiteres typisches Szenario: „Wenn Studierende ihre Argumentation überprüfen wollen, kann es hilfreich sein, die KI um Feedback zu bitten.“

Gröpler beobachtet, dass Erstsemester sehr unterschiedliches Wissen über akademisches Schreiben mitbringen: „Einige Schulen vermitteln das ausführlich im Rahmen von Facharbeiten, aber offenbar längst nicht alle.“ Viele Studierende hätten deutliche Schwächen bei der Quellenbewertung. Sie lieferten keine vertrauenswürdigen Belege für Aussagen oder Thesen. „Wir sollten die neuen KI-Systeme zum Anlass nehmen, dies viel mehr zu schulen“, so Gröpler. Sie erhält momentan von Studierenden viele Anfragen dazu, ob

die KI-Nutzung überhaupt erlaubt sei. „Daran, wie die Fragen gestellt werden, merke ich, dass vielen Studierenden überhaupt nicht klar ist, dass die Texte auf Knopfdruck entstehen“, berichtet sie.

Der prüfende Blick auf den Inhalt KI-generierter Texte werde sehr wichtig bleiben, so die Sprachwissenschaftlerin. „Große Erleichterungen erwarte ich beim Verfassen von kurzen Standardtexten: Beschriftungen in Museen zum Beispiel, Modulbeschreibungen an der Hochschule oder Lehrpläne. Für solche Textarten können KI-Systeme sehr gut Entwürfe liefern.“ Sie rechnet damit, dass Systeme mit generativer KI künftig noch stärker zielgruppenspezifisch schreiben werden. „Der Begriff der Autorschaft wird sich verändern, die Frage des Plagiats wird weniger wichtig sein. Die Publikationspraxis wird sich ändern – das Wiedergeben von Vorhandenem wird im akademischen Schreiben an Bedeutung verlieren; die eigenen Gedanken werden mehr in den Vordergrund treten.“

Ausblick

Inzwischen sind generative KI-Tools allgegenwärtig. ChatGPT nutzt nun GPT 4 als Sprachmodell und formuliert womöglich noch eloquenter, halluziniert allerdings auch noch stärker als in früheren Versionen. Verbote können das Vorschreiten der künstlichen Intelligenz nicht verhindern. Das alles wird auch das Lernen und Lehren in Schulen und Hochschulen verändern.

Lehrkräfte müssen ihren Schülern oder Studierenden vermitteln, welche Chancen und Risiken die Technik mit sich bringt und welche neue Verantwortung daraus für jeden erwächst, der sie produktiv nutzt. „Der Geist ist aus der Flasche“, sagte Dirk Engling vom Chaos Computer Club kürzlich in einer mehrstündigen Anhörung im Bildungs- und Forschungsausschuss des Bundestages. Diese Entwicklung zu ignorieren, kann sich im Bildungssystem niemand leisten. (dwi@ct.de) **ct**

Studien, Leitfäden, KI-Systeme : ct.de/y24v



WERDEN SIE c't-BOTSCHAFTER!

... UND UNTERSTÜTZEN SIE DAMIT DEN UNABHÄNGIGEN UND GLAUBWÜRDIGEN JOURNALISMUS!

Wir schenken Ihnen **30 €** und unsere kultige **c't-Tasse „Kein Backup? Kein Mitleid“**, wenn Sie einen neuen Leser für ein Jahres-Abo der c't werben. Der neue Leser erhält die c't zum Preis von 144,20 € pro Jahr. Das Abo kann in gedruckter oder digitaler Form bezogen werden. Nach einem Jahr ist das Abo monatlich kündbar.



Hier bestellen:  ct.de/botschafter

 +49 541/80 009 120  leserservice@heise.de



c't magazin für computer technik

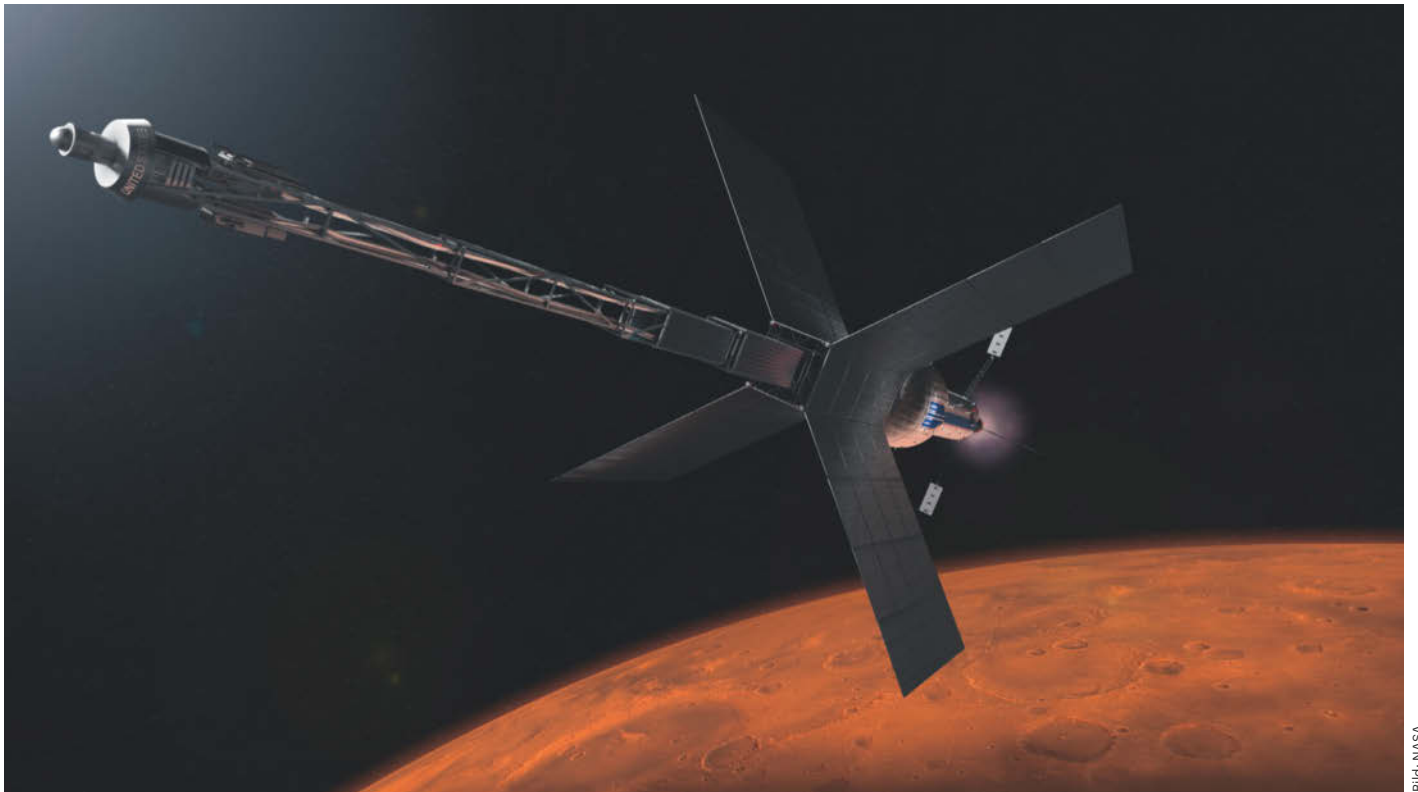


Bild: NASA

Uran im Tank

Für Marsmissionen tüftelt die NASA am thermonuklearen Antrieb

Während Weltraumvisionäre längst von bemannten Marsmissionen träumen, muss ein dafür geeigneter Antrieb erst noch erfunden werden. Die NASA setzt ihre Hoffnungen auf Nukleartechnik.

Von Arne Grävemeyer und Johannes Streeck

Der Mars ist im Sonnensystem unser direkter äußerer Nachbar und gilt als das nächste Fernziel der bemannten Raumfahrt. Auf seiner Umlaufbahn nähert sich der rote Planet unserer Erde bis auf etwa 56 Millionen Kilometer Entfernung. Spätestens seit dem Erfolg der Apollo-11-Mission im Jahr 1969, bei der amerika-

nische Astronauten erstmals den Mond betraten, zählen der Besuch und die Erforschung des Mars zu den wichtigsten Zielen der Weltraumorganisationen. Bereits am 20. Juli 1976 landete Viking 1, die erste Marssonde, und schickte Fotos von der Oberfläche des Nachbarplaneten.

Doch die Reise einer menschlichen Crew zum roten Planeten ist um einiges komplizierter. Die Entsendung großer Raumschiffe durch unser Sonnensystem scheitert bis heute an einem zentralen Problem: Es mangelt an ausreichend leistungsstarken Antrieben.

In Science-Fiction-Serien und Filmen gestalten sich interplanetare Reisen sehr viel einfacher als in der Realität. Ob mit dem Warp-Antrieb aus Star Trek oder durch Sprünge in den hypothetischen Hyperraum, wie im Star-Wars-Universum: Das Überwinden gigantischer Distanzen ist in fiktionalen Welten nur selten ein Problem.

Über 1000 Tonnen Treibstoff?

Ein chemischer Antrieb, mit dem beispielsweise Astronauten einst die knapp 400.000 Kilometer bis zum Mond flogen, ist für die weitaus längere Reise zum Mars keine gute Lösung. Chemische Antriebe erzeugen ihren Schub durch chemische Reaktionen in ihrem Kraftstoffgemisch. Moderne Antriebe benutzen dafür neben Sauerstoff etwa Kerosin, Methangas oder Flüssigwasserstoff. Allerdings bräuhete eine Rakete zwischen 1000 und 4000 Tonnen Treibstoff, um zum Mars und zurück zu gelangen, selbst unter idealen Bedingungen. Die benötigte Menge an Treibstoff kalkuliert die amerikanische Raumfahrtbehörde NASA mit dem Faktor 261. Das bedeutet, dass ein Raumschiff für jedes Kilogramm zu beförderndes Material rund 261 Kilogramm Treibstoff benötigt. Das stellt die Planer künftiger Marsmissionen vor gewaltige Herausforderungen, denn solche Mengen an Treibstoff müssten in

einem gigantischen und sehr schweren Raumschiff untergebracht werden.

Zudem müsste ein solches Raumschiff mit seinem Treibstoff haushalten und könnte deshalb die Triebwerke nicht dauerhaft einsetzen. Bei der NASA rechnet man daher für ein chemisch angetriebenes Raumschiff mit einer Reisedauer von acht bis neun Monaten bis zum Mars – für die Besatzung eine schwere gesundheitliche und psychische Belastung. Daher machen sich Wissenschaftler nicht bloß wegen der Enge und Isolation Sorgen, die unvermeidlich herrschen werden, sondern vor allem wegen Muskelschwund und wegen der hohen Strahlung, der die Besatzung ausgesetzt wäre. Die Strahlung entsteht nicht nur durch die Ionisierung von Molekülen und Atomen in der Erdatmosphäre sowie von vorbeifliegenden Objekten wie Asteroiden, sondern vor allem durch die kosmische Strahlung der Sonne. Dieser Dauerbeschuss kann längerfristig dazu führen, dass die DNA von Raumfahrern permanent beschädigt wird.

Ionenantrieb sparsam, aber schwach

Ionenantriebe, die heute viele Sonden und Forschungsobjekte durch den Raum befördern, stellen für die bemannte Raumfahrt keine brauchbare Alternative dar. Ionenantriebe erzeugen einen Rückstoß, indem sie zum Beispiel Xenon- oder Quecksilberteilchen ionisieren und dann in einem elektrischen Feld beschleunigen. Auf diese Weise gehen die Antriebe sehr sparsam mit ihrem Treibmittel um und können vergleichsweise lange laufen. Sie liefern aber viel zu wenig Schub, um ein vollgepacktes Raumschiff samt Besatzung und Ausrüstung ans Ziel – und wieder zurück – zu bringen. Heute von der NASA eingesetzte Ionenantriebe wie etwa NEXT-C (NASAs evolutionärer Xenon-Antrieb) erzeugen eine Schubkraft bis zu 236 Millinewton, was in etwa mit der Schwerkraft auf eine zur Erde fallenden Postkarte zu vergleichen ist.

Ein Ausweg aus dem Dilemma verspricht die Nuklearenergie. Im Januar dieses Jahres gab die NASA mit der Forschungsagentur des US-Militärs DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) bekannt, dass die beiden Organisationen für künftige Mond- und Marsmissionen gemeinsam einen thermonuklearen Antrieb entwickeln. Dafür kündigen die Amerikaner einen ersten Test bis zum Jahr 2027 an. Unter der Bezeichnung

DRACO (Demonstration Rocket for Cis-lunar Operations) sollen die beiden Behörden das nächste Zeitalter der Raketenantriebe einläuten.

Energiequelle Kernspaltung

Ein nuklearer Raketenantrieb erzeugt große Hitze wie ein Atomreaktor in einem Kraftwerk: Neutronen werden auf das spaltbare Material gefeuert und stoßen einen Zerfallsprozess an, der wiederum Neutronen mit hoher Energie freisetzt. So entsteht eine Kettenreaktion.

Als Kernbrennstoff plant man im DARPA sogenannten hochgradig schwach angereichertes Uran (high-assay, low-enriched uranium; HALEU) einzusetzen. In einem solchen Uran liegt der Anteil des spaltbaren Isotops Uran-235 bei einem Anteil zwischen 5 und 20 Prozent. Für den Einsatz im All sieht die NASA eine Anreicherung auf etwa 20 Prozent vor. Der atomare Zerfallsprozess spaltet Uran 235 in ein Barium- und ein Kryptonatom auf und strahlt zusätzlich zwei energiereiche Neutronen ab. Der aktivierte Kernbrennstoff erreicht Temperaturen bis zu 2700 °C und kann ein Triebwerk über Jahrzehnte befeuern.

Für einen kräftigen Schub will man im DRACO-Projekt laut Pressemitteilung auf einen thermonuklearen Antrieb bauen. Bei diesem Antriebsprinzip wandelt die große Hitze der Brennstäbe den hindurchgeleiteten Flüssigkraftstoff explosionsartig in ein sich ausdehnendes Gas um. Nach derzeitigen Plänen wird die NASA dafür (ähnlich wie bei klassischen chemischen Antrieben) Wasserstoff einsetzen, der dann über eine Düse am Korpus des Raumschiffs mit hoher Geschwindigkeit ausgelassen wird, um Schub zu geben.

Herkömmliche chemische Raketenantriebe erfordern zusätzlich zum flüssigen Treibstoff weitere Tanks mit flüssigem Sauerstoff. Das ist eine logistische Hürde

c't kompakt

- Um Menschen gesund bis zum Mars zu transportieren, taugen chemisch befeuerte Raketenantriebe nicht.
- Lange Reisen durchs All sind weder psychisch noch körperlich auszuhalten.
- Thermonukleare Antriebstechnik verspricht die höchste Schubkraft.

und auch ein zusätzliches Gewichtsproblem. Der nuklearthermische Antrieb verbraucht nach den ersten Berechnungen weniger als die Hälfte der Treibstoffmenge, die ein chemischer Antrieb herausbläst. Die Planer haben überschlagen, dass eine Rakete mit thermonuklearem Antrieb den Mars drei- bis fünfmal so schnell erreichen kann wie ein chemisch angetriebenes Raumschiff. Die Flugzeit ließe sich nach ihren Berechnungen von sechs bis neun Monaten auf weniger als zwei bis höchstens drei Monate verkürzen.

Die kürzere Flugzeit würde nicht nur der menschlichen Besatzung entgegenkommen, sondern auch dem Raumgefährt selbst. Da eine kürzere Reise die genutzten Materialien weitaus weniger durch Druck und Strahlung belasten würde, würde ein solcher Antrieb auch ermöglichen, ein leichteres und wendiges Gefährt für die Marsmission zu bauen.

Nuklearelektrische Alternative

Neben dem thermonuklearen Ansatz gibt es auch Überlegungen, mit der Hitze nuklearer Brennstäbe einen Generator zu betreiben. Der Strom eines nuklearelektrischen Antriebs kann nach dem Prinzip eines Ionenantriebs ein Raumfahrzeug antreiben. Ionenantriebe gehen sehr sparsam mit ihrem Treibstoff um, da sie einzel-



Bild: NASA

Nuklearantriebe gehen sparsam mit Treibstoff um. Ein derart angetriebenes Raumschiff – hier und als Aufmacher zwei Designstudien – muss allerdings das Habitat der menschlichen Crew gut vor der Strahlung des Reaktorkerns am hinteren Ende abschirmen.

ne Ionen im elektrischen Feld nahezu beliebig hoch beschleunigen können. Und während thermonukleare Antriebe nach einigen Minuten zu überhitzen drohen und eine Weile pausieren müssen, können nuklearelektrische Antriebe ihre Schubkraft voraussichtlich bis zu drei Stunden aufrechterhalten.

Auf der anderen Seite erreichen diese Antriebe im Verhältnis zu ihrem Eigengewicht nicht den Schub, den thermonukleare Antriebe liefern. Das Prinzip des Ionenantriebs lässt sich nicht beliebig skalieren. Nach NASA-Berechnungen liegt das Verhältnis von Schub zu Gewicht bei thermonuklearen Antrieben etwa 10.000-mal so hoch wie bei jedem elektrischen Antrieb, nuklearelektrische eingeschlossen. Obendrein haben diese Antriebe das noch ungelöste Problem, überschüssige Hitze aus den Brennstäben abführen zu müssen.

Allerdings gibt es parallel zum DRACO-Projekt einen Ansatz von Ryan Gosse an der University of Florida in Gainesville, einen bimodularen Nuklearantrieb aufzubauen, der die Vorteile von Plasma- und Ionenantrieb kombiniert. Bei diesem Ansatz nutzt ein Wellenrotor den beim Erwärmen entstehenden Druck, um den eingesetzten Treibstoff zu verdichten und gleichzeitig Strom zu erzeugen, der einen Ionenantrieb speist. Das Team um Gosse hat für seinen Kombiantrieb einen im Vergleich zu chemischen Raketenantrieben doppelt so hohen Impuls errech-

net. Demnach könnten Astronauten mit diesem Antrieb in gerade einmal 45 Tagen zum Mars fliegen.

NERVA-Projekt bis in die 70er

Für die NASA ist das kürzlich bekannt gegebene Projekt nicht der erste Versuch, einen nuklearen Antrieb für das Weltall zu entwickeln. Unter der Bezeichnung NERVA (Nuclear Engine for Rocket Vehicle Application) begann die Raumfahrtbehörde schon Ende der Fünfzigerjahre mit Vorbereitungen für die ersten Testläufe. Obwohl die frühen Testläufe am Boden mit den thermonuklearen Antrieben erfolgreich verliefen, wurde das Projekt Anfang der Siebzigerjahre eingestellt. In ihrem eigentlichen Einsatzgebiet wurden die Antriebe nicht getestet. Wie sich die genutzten Materialien im Verlauf längerer Flüge im All verhalten würden, hat somit niemand prüfen können.

Ganz neu sind nukleare Antriebe in der Raumfahrt trotzdem nicht, denn atomare Brennstoffe finden schon seit Jahren in kleineren Gefährten der NASA ihren Platz. So läuft der Curiosity-Rover, der seit 2011 für die NASA auf dem Mars herumfährt, mit etwa fünf Kilogramm Plutoniumdioxid. Dessen langsamer Verfall produziert bereits seit über zehn Jahren die Hitze, mit der der elektrische Strom für die Systeme des Gefährts erzeugt wird.

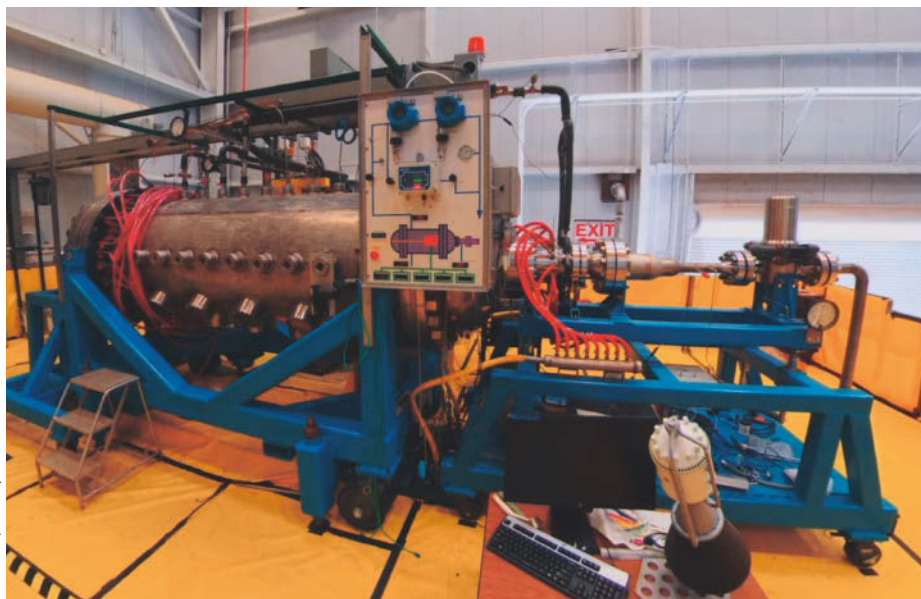
Der Antrieb, der nun von DARPA und NASA geplant wird, hat aber mit diesen Systemen weniger gemeinsam als mit her-

kömmlichen Atomkraftwerken, da er wie sie auf der Kernspaltung von Uran basiert. Im Jahr 1955 ließ die amerikanische Marine mit dem U-Boot Nautilus das erste atomgetriebene U-Boot der Welt zu Wasser und patrouillierte damit bis 1980 im Atlantik. Auch in der Schifffahrt bedeutete die Kerntechnik wesentliche Vorteile gegenüber den herkömmlichen Dieselantrieben. So war die Nautilus zum Beispiel um Größenordnungen leiser als ihre Vorgänger, was die Entdeckung des U-Bootes durch Sonartechnologie sehr viel schwieriger machte. Hinzu kommt, dass der Nuklearantrieb des U-Bootes keine regelmäßige Sauerstoffzufuhr braucht. Das ermöglichte der Nautilus 1958, den Nordpol zu umfahren, indem sie 96 Stunden am Stück unter dem Packeis fuhr, ohne aufzutauchen.

Doch ein nuklearer Antrieb birgt selbst im Weltall Gefahren. Zusätzlich zum Risiko durch Strahlung wird den zuständigen Ingenieuren vor allem das Problem der immensen Hitze zu schaffen machen, die die Kernspaltung freisetzt. Sollten mehrere Brennstäbe nötig sein, müssen diese selbst bei Erschütterungen beim Raketenstart sicher voneinander getrennt bleiben, um eine Kernschmelze zu vermeiden. Vor allem in der Startphase könnte eine Kernschmelze nicht nur den Verlust des Raumschiffs bedeuten, sondern überdies das angereicherte Uran über weite Landstriche auf der Erde verteilen.

NASA und DARPA wollen das Risiko eines nuklearen Unfalls durch das DRACO-Programm auch dadurch eindämmen, dass der Reaktor erst im Orbit aktiviert wird – dahin würde das nuklear bestückte Raumschiff zunächst mit einer konventionellen Rakete transportiert. Draußen im All, weit außerhalb der Atmosphäre unserer Erde müssen die Konstrukteure nur noch die Astronauten vor der radioaktiven Neutronenstrahlung des Antriebs beschützen. Zu diesem Zweck ist in allen Entwürfen das Raumfahrerhabitat möglichst weit vom Nuklearantrieb des Raumschiffs entfernt vorgesehen.

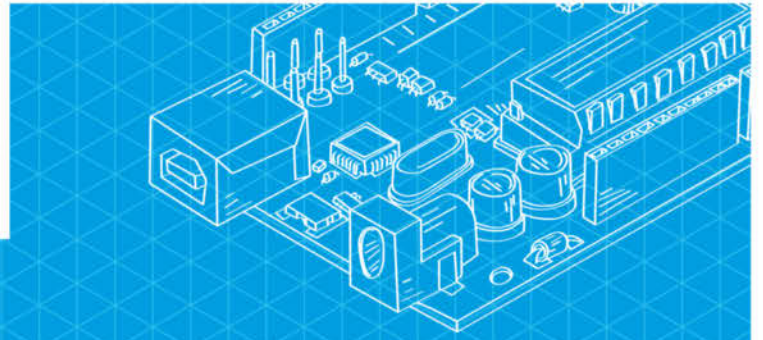
Mit knapp vier Jahren Entwicklungszeit haben sich die beiden US-amerikanischen Forschungsbehörden einen ambitionierten Zeitplan gesetzt, um sich allen technischen Problemen der Nukleartechnik zu widmen. (agr@ct.de) **ct**



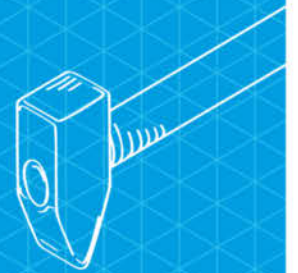
Ein Simulator für thermonukleare Raketenantriebe am Marshall Space Flight Center der NASA in Huntsville, Alabama, testet die Schubwirkung verschiedener Treibstoffe – er heizt allerdings nicht mit Nuklearenergie, sondern elektrisch.

Hintergründe zum NASA-Nuklearprogramm: ct.de/ymxd

Make:



DAS KANNST DU AUCH!



GRATIS!



2× Make testen und über 7 € sparen!

Ihre Vorteile:

- ✓ **GRATIS dazu:** Make: Tasse
- ✓ Zugriff auf Online-Artikel-Archiv*
- ✓ Jetzt auch im Browser lesen!
- ✓ Zusätzlich digital über iOS oder Android lesen

Für nur 19,40 € statt 27 €

Jetzt bestellen:
make-magazin.de/miniabo



* Für die Laufzeit des Angebotes.



Bild: K. Midjourney / Bearbeitung: ct

Die Möchtegern-Erben

Ein Blick auf diverse potenzielle Twitter-Nachfolger

Seit einem halben Jahr baut Elon Musk Twitter ohne Rücksicht auf Verluste und zum Missvergnügen vieler Nutzer um. Das eröffnet konkurrierenden Netzwerken neue Chancen. Die interessantesten Alternativen setzen auf Föderation – aber nicht im Fediverse, sondern mit eigenen Protokollen.

Von Volker Weber

Ein soziales Netzwerk, das nicht an ein einzelnes Unternehmen gebunden ist, sondern auf offene technische Standards aufsetzt; bei dem voneinander unabhängige Server Nutzerdaten speichern, die Inhalte jeweils selber moderieren und sich untereinander austauschen; bei dem die Nutzer ihre Accounts bei einem Anbieter ihrer Wahl einrichten und bei Bedarf umziehen können: Das beschreibt das Fediverse mit dem zugrundeliegenden Protokoll ActivityPub recht genau. Es ist aber zugleich die Blaupause für ein weiteres soziales Netzwerk, das als erfolgverspre-

chender Twitter-Nachfolger gehandelt wird – und das ausgerechnet aus Twitter heraus angeschoben wurde.

Während seiner letzten Runde als Twitter-CEO startete Jack Dorsey 2019 ein Forschungsprojekt, das einen offenen Standard für Social Media entwickeln sollte. Den technischen Kern bildet das föderierte AT-Protokoll. Aus diesem von Twitter finanzierten Projekt entstand das Unternehmen **Bluesky**. 2022 wurde es noch vor der Twitter-Übernahme durch Elon Musk vollständig von Twitter unabhängig, Twitter hatte bis dahin 13 Millio-

nen US-Dollar in Bluesky investiert. Musk gab den von Dorsey formulierten Wunsch auf, Twitter auf das AT-Protokoll umzuwechseln.

Die von Bluesky entwickelte App gleichen Namens sollte eigentlich nur als Proof of Concept für das Protokoll dienen, erfreut sich aber plötzlich großer Beliebtheit – auch bei US-amerikanischen Medien, die Bluesky als den aussichtsreichsten Twitter-Nachfolger handeln. Die Nutzerschaft ist von 250 im März auf mehr als 60.000 Anfang Mai angewachsen. Bluesky könnte noch viel schneller wachsen: Laut Forbes stehen mehr als 1,2 Millionen Interessierte auf der Warteliste. Der Dienst lässt neue Nutzer aber nur sehr zurückhaltend herein.

Flexiblere Moderation

Jack Dorsey war nicht glücklich damit, wie das zentralisierte Twitter Beiträge moderierte. Anlässlich der Verbannung von Donald Trump hat er das im Januar 2021 in einem Twitter-Thread dargelegt. Der Bann des ehemaligen US-Präsidenten sei richtig für Twitter gewesen. Ein solcher Schritt fragmentiere allerdings auch die öffentliche Diskussion. Bluesky sollte daher auf ein verteiltes Netzwerk aufbauen – aber nicht auf das Fediverse, das es bei seiner Gründung bereits gab. Stattdessen hat man ein eigenes Protokoll entwickelt, das mit freier Rede und Moderation flexibler umgehen können soll.

Das Fediverse und Mastodon als ein Element dieses Netzwerks von Diensten verlagern die Moderation auf Instanzebene. Die Betreiber einer Instanz definieren Regeln für akzeptable Beiträge und setzen diese durch. Die Policies können sich von Instanz zu Instanz deutlich unterscheiden und beeinflussen auch das Verhalten der Server beim Datenaustausch. Viele Instanzen fördern nicht mit manch anderer Instanz, weil sie mit deren Moderationsregeln hadern. Die Beiträge auf dem fremden Server bleiben dann für die Nutzer unzugänglich. Je größer eine Instanz ist, desto problematischer wird das.

Falls einem Nutzer die Moderations- oder Föderationspolitik seiner Instanz nicht gefällt, kann er auf eine andere umziehen. Seine Listen kann er dabei mitnehmen, eine Umleitung auf dem alten Server leitet die Follower weiter. Verlustfrei ist der Umzug dennoch nicht, denn ActivityPub identifiziert die Nutzer nach dem Schema `@user@domain.tld` beziehungsweise `domain.tld/@user` und ihre Beiträ-

c't kompakt

- Viele neue soziale Netzwerke stehen bereit, um Nutzer aufzunehmen, die sich von Twitter abwenden
- Derzeit erhält darunter Bluesky viel Zulauf und Medieninteresse
- Nostr setzt wie das Fediverse mit Mastodon und Bluesky auf Föderation, dort gibt es also keinen zentralen Server-Betreiber

ge nach dem Schema `domain.tld/@user/nnnnnn`. Beiträge verbleiben also auf dem alten Server.

Das AT-Protokoll (ATP) dagegen nutzt zur Identifikation Domainnamen, die es per DNS auf kryptografische URLs auflöst. Diese Schlüssel sind permanent und bleiben erhalten, auch wenn man sein Handle wechseln will. Ursprünglich habe ich bei der Registrierung die Subdomain `@vowe.bsky.social` erhalten und diese dann durch meine eigene Domain `vowe.net` ersetzt. Alle Nutzerdaten, etwa Posts, Kommentare, Follows, Likes und Blocks werden in einem persönlichen Repository aufbewahrt und per Föderation ausgetauscht. Ein ATP-Client soll dieses Repository lokal speichern und zukünftig auf einen anderen Personal Data Server (PDS, das Äquivalent einer Fediverse-Instanz) hochladen.

Die Interaktion zwischen Nutzern, also unter anderem @-Erwähnungen oder Antworten, heißt in ATP „Small World“. Die Personal Data Server sind dafür zuständig. Darüber hinaus gibt es noch die Big-World. Dazu zählen Dienste wie Content Discovery, User Search und Metriken wie Likes, Reposts und Follows. Das sollen von den PDS unabhängige Dienste erledigen – die es aber bisher ebenso wenig gibt wie die Föderation.

So heißt, wie Bluesky derzeit gehandelt werden mag und so vielversprechend die Föderation mit dem AT-Protokoll und Big World klingen mag – bisher handelt es sich dabei nur um eine unfertige Spezifikation, die ihren Praxistest mit vielen Nutzern und verteilten Servern noch vor sich hat. Derzeit ist Bluesky ein zentralistischer Dienst wie Twitter mit genau einem PDS im Betabetrieb. So wurde erst am 28. April die Funktion implementiert, mit der Nutzer Posts anderer blockieren können.

Bevor Bluesky das Föderieren ermöglicht, will das Unternehmen zunächst die Moderation implementieren, die auf mehrere Schultern verteilt werden soll. Es gibt zunächst eine Basisversion für jeden Nutzer, bei der Bluesky Beiträge automatisch verschlagwortet. Der Nutzer wählt dann selbst aus, ob er etwa Hate Speech, Nacktheit, Pornografie, Gewalt etc. ausblenden will (Hide/Warn/Show). Das Labeling-System soll aber geöffnet werden. Nutzer sollen in die Lage versetzt werden, zusätzliche Labels zu generieren oder von anderen ausfüllen zu lassen, etwa von externen Diensten. Jeder Nutzer kann selbst entscheiden, wie er diese zusätzlichen Labels verwendet, um seine Feeds zu zensieren. Ähnlich will Bluesky auch mit Algorithmen umgehen, mit denen Nutzer sich individuelle Feeds erstellen können. Die einfache Basisversion zeigt nur Beiträge von Nutzern an, denen man folgt. Weitere Algorithmen soll der Nutzer selbst hinzufügen können.

Bluesky-Nutzer können ihr Handle auch an eine eigene Domain binden.

Noch ein förderiertes Netz

Neben dem Fediverse/ActivityPub und Bluesky/ATP gibt es einen weiteren Kandidaten für verteilte soziale Netzwerke: **Nostr**. Nostr ist ein Protokoll, mit dem sich verschiedene Anwendungen bauen lassen, unter anderem soziale Netzwerke. Jeder Nostr-Benutzer wird durch einen öffentlichen Schlüssel identifiziert. Die Benutzer senden und rufen Nachrichten von Servern ab, die Relays genannt werden. Nachrichten werden als Events bezeichnet. Benutzer signieren Events mit einem privaten Schlüssel. Diese Ereignisse können Beiträge in sozialen Medien, private Nachrichten, aber auch Schachzüge sein.

Um Nostr auszuprobieren, geht man am einfachsten auf die Website iris.to und gibt einen Displaynamen ein. Auf der nächsten Seite kann man dann Nutzern folgen, und schon ist man Bestandteil von Nostr. Um sich erneut mit diesem Konto anzumelden, muss man lediglich seinen automatisch generierten Schlüssel archi-

vieren und beim Login präsentieren. Iris.to ist eine von vielen Apps und kennt bereits eine Liste von Relays. Bei nostr.band kann man sich einen Überblick über trendende Posts und Themen bei Nostr verschaffen und auch nach Inhalten suchen.

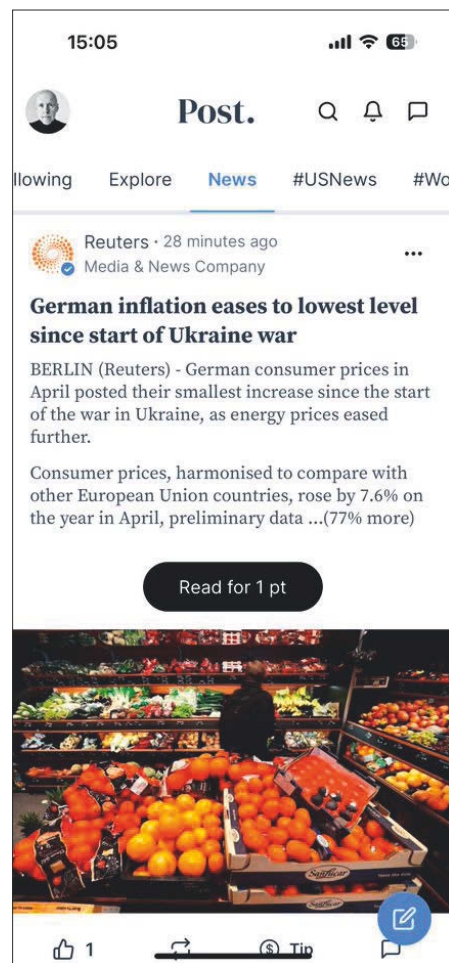
Nostr hat zwar derzeit laut nostr.band nur rund 8000 täglich aktive Nutzer, darunter aber einige prominente. So ist Edward Snowden dort aktiv. Jack Dorsey hat auch dieses Netzwerk gefördert. Im Dezember 2022 hat er rund 250.000 US-Dollar für die Entwicklung des Netzwerks gespendet. Nostr ist aktuell Dorseys Lieblingsspielzeug, wie man an der Frequenz ablesen kann, in der er neue Beiträge einstellt, während man ihn bei Bluesky nicht mehr sieht. Dries Buytaert, der Schöpfer des Content-Management-Systems Drupal, lobt die Einfachheit und Erweiterbarkeit von Nostr, auch im Vergleich zu ActivityPub. Es sei einfacher, Nostr-Anwendungen zu schreiben.

Zentrale Plattformen

Es gibt noch viele weitere Dienste, die als Twitter-Konkurrenten gehandelt werden, zum Beispiel t2.social, [Post.news](https://post.news), [Artifact](https://artifact.xyz) und [Substack Notes](https://substack.com). Diese funktionieren allerdings anders als das Fediverse, Bluesky und Nostr alle wie Twitter – als geschlossene Systeme. **t2** steht für „Twitter 2“. Das Netz hat aber gerade einmal rund 1000 Nutzer. Immerhin bietet es bereits eine Verifikation: Es verspricht die Übernahme alter „Legacy-Twitter“-Häkchen und verkauft eine Verifikation für 5 US-Dollar.

Post.news ist nachrichtengetrieben. Mit dem Micropayment-System „Points“ können Nutzer den Autoren interessanter Posts ein Trinkgeld geben. In Zukunft soll man damit auch Artikel hinter Paywalls bezahlen können. 50 Points gibt es als Promo, danach kann man weitere erwerben. 300 Points etwa kosten 4,20 US-Dollar. [Post.news](https://post.news) wurde in der Betaphase von einem Hype getragen, der allerdings nachgelassen hat, seitdem man keine Einladung mehr benötigt.

Bei **Artifact** geht es wie bei [Post.news](https://post.news) vor allem um Nachrichten. Beim Start wählt der Nutzer Themen aus, die ihn interessieren. Von diesen spielt ihm dann Artifact von einem Algorithmus ausgewählte Vorschläge in eine Timeline. Entsprechend kann er Artifact auch Medien bevorzugen lassen, bei denen er ein Abonnement unterhält. Der Netzwerkeffekt



Post.news will ein Business rund um Micropayment für Nachrichten aufbauen.

ergibt sich erst durch ein Kommentarsystem, mit dem man sich über alle Quellen hinweg zu Artikeln äußern kann. Artifact weist aus, wie oft ein Beitrag gelesen wurde und welche Reputation die Kommentarschreiber genießen.

Auch Mastodon wird einfacher

Einer der Hauptkritikpunkte an Mastodon war, dass das Netzwerk es Neulingen schwer macht, sich zurechtzufinden. So waren diese bis vor kurzem gezwungen, sich zunächst eine Instanz zu suchen, um loszulegen. Diesen Schritt will Mastodon-Entwickler Eugen Rochko ihnen jetzt ersparen. Wer sich registriert, wird per default auf Rochkos Instanz mastodon.social geleitet. Rochko verkündete außerdem, dass er an den bei Mastodon bisher umstrittenen Quote Posts sowie an einer besseren Suche für Inhalte und Nutzerprofile sowie an Gruppen arbeitet. ([joatct.de](https://t.me/joatctde))

Erwähnte Dienste: ct.de/yb2q



Artifact ist ein smarterer Newsreader. Netzwerkeffekte ergeben sich nur durch die ausgefeilte Kommentarfunktion.



13. – 14. Juni

Einstieg in die Datenanalyse mit Python

Ein fundierter Einstieg in Methoden und Ansätze für Ihren Berufsalltag. Im Fokus stehen NumPy und Pandas, Visualisierung und Data Literacy.



13. – 14. Juni

DevSecOps: Automatisierte Sicherheitstests für die Webentwicklung

Lernen Sie, wie Sie Sicherheitsprüfungen auf Anwendungsebene in Ihre CI/CD-Pipeline integrieren.



14. – 16. Juni

iSAQB CPSA Advanced Level – Domain Driven Design

Techniken, Bausteine und Muster des Domain Driven Designs zur Entwicklung hochwertiger Software-Architekturen.



21. – 22. Juni

Angriffsziel lokales Active Directory: effiziente Absicherung

In diesem Workshop lernen Sie, wie Angreifer vorgehen und wie Sie Ihre AD-Umgebung effektiv absichern.



21. – 23. Juni

Sich selbst hacken – Pentesting mit Open-Source-Werkzeugen

In diesem Workshop lernen Sie, Werkzeuge und Techniken effizient einzusetzen, um Schwachstellen aufzuspüren.



28. Juni

Sicherer Einsatz von Microsoft 365

Sie erfahren, wie Sie den Einsatz von Microsoft 365 sicher gestalten und lernen notwendige Maßnahmen für Datenschutz und Informationssicherheit kennen.

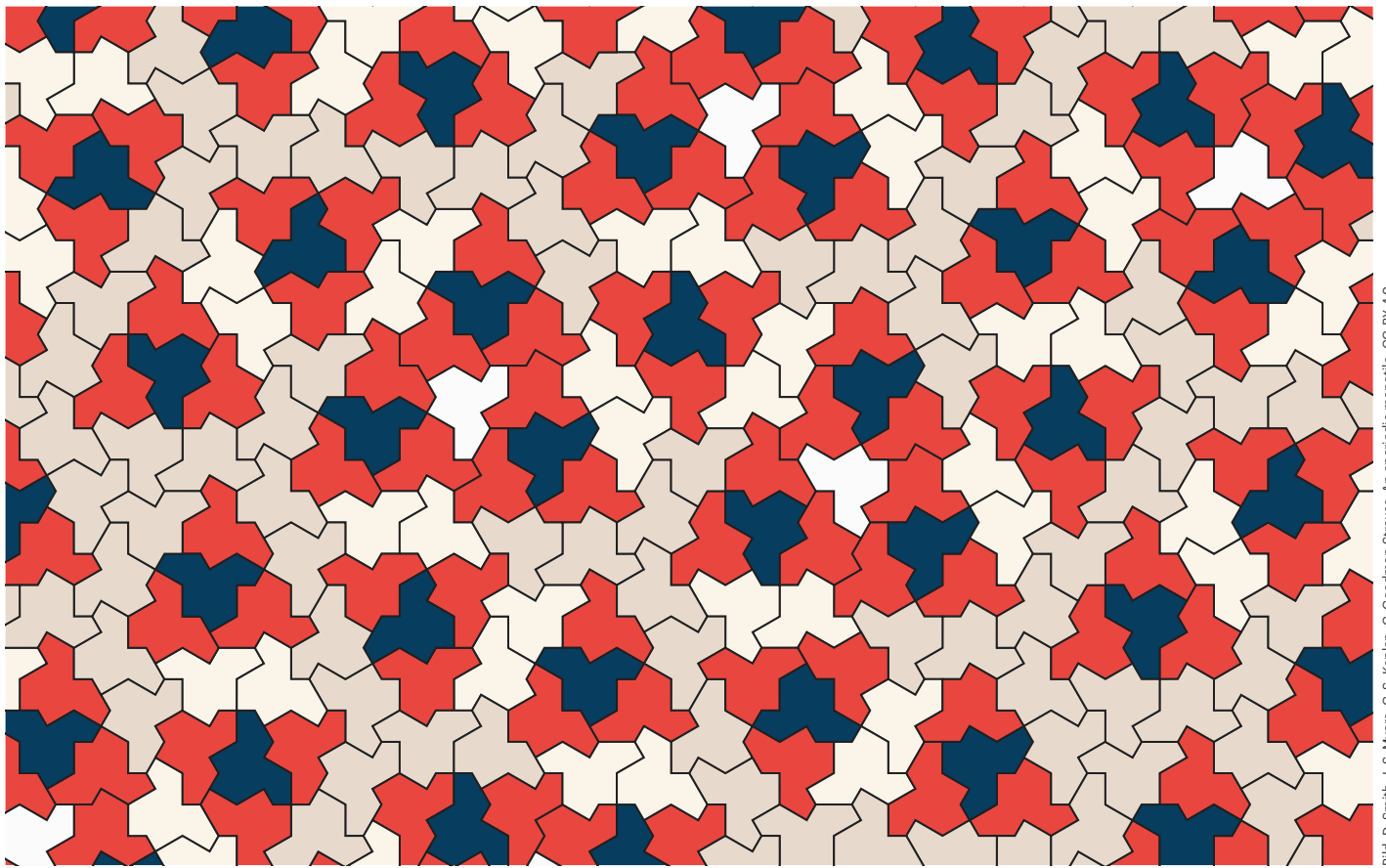


Bild: D. Smith, J. S. Myers, C. S. Kaplan, C. Goodman-Strauss, An aperiodic monotile, CC-BY-4.0

Parade-Parkett

Von gelösten Kachelproblemen und der Schönheit mathematischer Beweise

Ein Hobbymathematiker hat eines der kniffligsten Rätsel der Mathematik gelöst: die Suche nach der Eisteinkachel. Unmittelbaren praktischen Nutzen hat die neue Fliesenform nicht. Bis es so weit ist oder auch nicht, darf sich die Menschheit an der Schönheit arithmetischer Parkettierungen erfreuen und ganz allgemein an der Kunst der mathematischen Beweisführung.

Von Andrea Trinkwalder

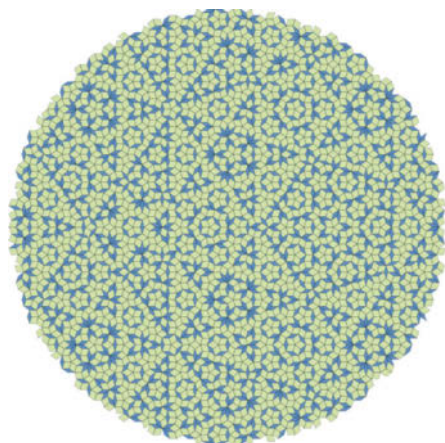
An der Eisteinkachel ist so ziemlich alles genial: der Name, die Geschichte ihrer Entdeckung und die Eleganz ihrer Beweise. Der Name ist übrigens nur eine unbeabsichtigte Hommage an den berühmten Physiker, denn im Grunde bezeichnet er bloß das Problem, „einen Stein“ zu finden. Es geht um die Antwort auf diese Frage: Gibt es eine Fliesenform, mit der in jedem Fall ein unregelmäßiges Muster entsteht, wenn man eine Fläche damit kachelt?

Dieses spezielle Parkettierungsproblem gehört zu der sehr plakativen Sorte mathematischer Rätsel, die sogar Laien verstehen und die mitunter geradezu trivial anmuten, aber gestandenen Mathematikern gehöriges Kopfzerbrechen bereiten – teils jahrzehnte- oder jahrhundertlang. Beispielsweise ließ der Nachweis der effizientesten Stapelmethode von

Orangen – die von Obstverkäufern schon seit der Antike praktizierte perfekte Kugellagerung – mehrere Jahrhunderte auf sich warten und mündete in ein dramatisches Finale, weil der 1998 von Thomas Hales vorgelegte, computergestützte Beweis so komplex war, dass er sich nicht nachvollziehen ließ. Acht Jahre später lieferte Hales dann, reichlich frustriert, noch eine formale Lösung für die sogenannte Keplersche Vermutung nach, die schließlich ein Team diverser Hilfskräfte mithilfe eines Theorembeweisers verifizieren konnte, siehe Kasten auf S. 130.

Höhere Puzzle-matik

Die Jagd nach dem einen Stein eröffnete im Jahr 1966 der Mathematiker Robert Berger, als er mit einem Sortiment von 20.426 unterschiedlichen Kachelformen erstmals demonstrierte, wie sich eine Flä-



Bisher das Maß der aperiodischen Parkettierung: Penrose-Muster bestehen aus zwei Formen. Per Online-generator lassen sich vielfältige Mosaik gestalten, siehe ct.de/y4nw.

che aperiodisch überdecken lässt. Weil man mit dieser Vielfalt beim Fliesen schnell durcheinanderkommt, rätselten die Mathematiker, ob nicht auch weniger Formen zum aperiodischen Muster führen – und lieferten zunächst Schlag auf Schlag: von 104 Formen (Berger) über die 92 des Informatikers Donald Knuth bis hin zu 6, die der Mathematiker Rafael Robinson ausknobelte. Damit kann man im Bad schon etwas anfangen. Schließlich gesellte sich mit Roger Penrose ein Physiker zum Kreis der studierten Parkettierer und kombinierte nur zwei unterschiedliche Fliesentypen zum berühmten Penrose-Muster. Das war 1984. Dann geschah fast ein halbes Jahrhundert nichts.

Bis schließlich ein Hobbymathematiker dem ersehnten Einstein auf die Spur kam: Der pensionierte Druckanlagentechniker

David Smith aus Yorkshire hatte mit der Software PolyForm Puzzle Solver immer wieder neue Formen entworfen, vielversprechende auf Papier ausgedruckt, ausgeschnitten und mit den analogen Teilen ausgiebig weiter herumgepuzzelt. Im November 2022 war er sich schließlich nahezu sicher, mit einem hutförmigen Gebilde die mathematische Nuss geknackt zu haben und kontaktierte den Informatiker Craig Kaplan von der University of Waterloo. Der Rest war interdisziplinäres Teamwork: Die beiden holten noch den Mathematiker Chaim Goodman-Strauss von der University of Arkansas sowie den Softwareentwickler Joseph Myers ins Boot und fanden sogar zwei Beweise: einen softwaregestützten sowie einen klassisch mathematischen.

Auch die Ideen für den Beweis der Aperiodizität sind elegant und unmittelbar verständlich. Fast nebenbei fiel dann noch die krönende Erkenntnis ab: Smith hatte nicht nur den einen Einstein entdeckt, sondern gleich eine ganze Klasse von Vierecken, mit denen sich Flächen ohne Wiederholung uplastern lassen.

Aus dem Hut gezaubert

Um das Parkett systematisch untersuchen zu können, orientierten sich die Forscher zunächst an Bergers Ansatz von anno 1966. Sie konstruierten zusammengesetzte Kacheln und leiteten daraus einfachere Geometrien mit vergleichbaren Eigenschaften ab: Die Grundform reduzierten sie auf ein Dreieck, zwei zusammengesetzte Formen auf ein Parallelogramm sowie ein Parallelogramm mit abgeschnittener Ecke (also ein Fünfeck) und das Dreieck auf ein Dreieck mit gekappten Ecken. Mit massivem Computereinsatz konnten sie schließlich beweisen, dass sich immer

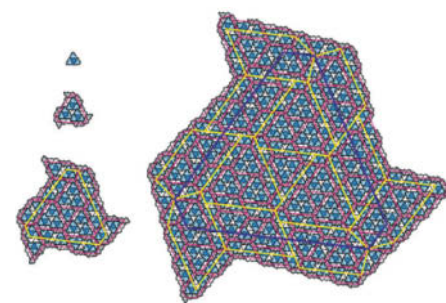


Bild: Smith et al.

Aus einfacheren Grundformen bildeten die Forscher immer größere Mosaik und wiesen nach, dass dabei ein besonderes hierarchisches und somit nicht periodisches Muster entsteht.

wieder gleich geformte, nur größere Polygone ergeben, wenn man diese Superfliesen zusammensetzt. Es lief also auf ein spezielles hierarchisches Muster hinaus, das nicht periodisch sein kann.

Doch Myers fand noch eine elegantere, rein mathematische Lösung. Während des ersten Beweises stießen die Forscher auf ein schildkrötenartiges Gebilde, das ebenfalls eine Einsteinkachel zu sein versprach. Bei näherem Untersuchen stellte Myers fest, dass sich Hut und Schildkröte durch proportionales Verkürzen und Verlängern aller Seiten stetig ineinander überführen lassen – und noch darüber hinaus, bis sie in zwei spezielle Gebilde münden: Fischgrät und Kometa, wie auch in einer Animation auf YouTube zu sehen ist. Dem ersten fehlen die kurzen Seiten des Huts, sodass er nurmehr aus sechs Seiten besteht, und dem zweiten die längeren,

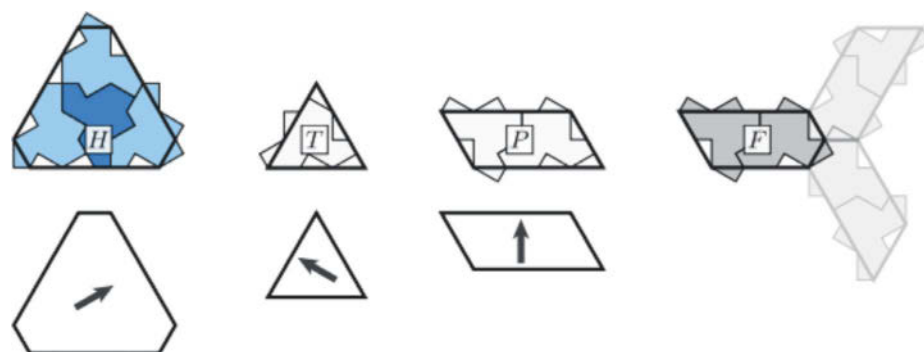


Bild: Smith et al.

Um nachzuweisen, dass sich mit der hutförmigen Kachel nur aperiodisch gemusterte Flächen ergeben, haben die Forscher vier zusammengesetzte, vereinfachte Superkacheln konstruiert.

ct kompakt

- Seit gut einem halben Jahrhundert suchen Mathematiker nach einer Fliesenform, die ein unregelmäßiges Muster bildet, wenn man eine Fläche damit kachelt.
- Mit Puzzle-Software, Papier und Schere hat ein Hobbymathematiker nun diese sogenannte Einsteinkachel gefunden.
- Den Nachweis führte ein interdisziplinäres Team aus einem Mathematiker, einem Programmierer und einem Informatiker.

womit ihm sieben bleiben. Beide besitzen die „eigentlich“ unerwünschte Eigenschaft, nur periodisches Parkett zu bilden. Trotzdem erwiesen sich diese Extremformen als extrem nützlich, denn mit ihrer Hilfe konnte Myers beweisen, dass alle dazwischen liegenden Polygone keine regelmäßig gemusterten Flächen bilden. Und nebenbei hatte er eine grundsätzlich neue Herangehensweise im wahrsten Sinne des Wortes aus dem Hut gezaubert, um Aperiodizität zu belegen.

Ende März dieses Jahres veröffentlichten die vier Forscher ihre Erkenntnisse in ihrem Aufsatz „An aperiodic monotile“, der nun nur noch von Gutachtern eines anerkannten Fachjournals überprüft werden muss.

Mustergültiges Material

Die Mathematiker-Fachwelt ist schon jetzt begeistert. Aber hat die schicke Fliese auch einen praktischen Nutzen? Bisher eher nicht, doch falls sie einen haben sollte, werden findige Ingenieure, Chemiker oder ITler schon irgendwann draufkommen. Zumindest das Penrose-Muster leistete bereits unmittelbar nach Bekanntwerden wertvolle Dienste. 1982 und damit parallel zu Penroses Forschungsarbeiten, entdeckte der israelische Physiker Dan Shechtman bei der Untersuchung eines Aluminium-Mangan-Kristalls Strukturen, die der Penrose-Parkettierung ähnelten, sprich: aperiodische Muster. Das widersprach der Lehrmeinung, dass Kristalle nur periodische Muster bilden können.

2011 erhielt Shechtman für seine revolutionäre Entdeckung dieser sogenannten Quasikristalle den Chemie-Nobelpreis, anfangs allerdings auch einiges an Belehungen und Häme seitens des wissenschaftlichen Establishments: Insbesondere der Nobelpreisträger Linus Pauling beharrte eisenhart wie ein frisch designter Quasikristall auf den alten Überzeugungen und ließ sich noch Jahre später zu der Bemerkung hinreißen: „Danny Shechtman is talking nonsense, there are no quasi-crystals, just quasi-scientists.“

Seit Shechtmans Fund wurden mehr und mehr Exemplare in der Natur entdeckt. Die Erforschung aperiodischer Muster hilft dabei, die Eigenschaften solcher Quasikristalle zu untersuchen beziehungsweise künstliche Quasikristalle zu entwickeln, unter anderem mithilfe von Simulationen. Diese Strukturen sind auch heute noch nicht bis ins Detail verstanden. Sie werden aber von Materialforschern



Bild: Embi et al., Evolution of Islamic Geometrical Patterns, CC-BY-4.0

In der Alhambra im spanischen Granada finden sich diverse Spielarten mathematisch inspirierter Mosaik, angeblich aus allen 17 Symmetriegruppen.

hoch gehandelt, weil sie bei Kontakt mit anderen Materialien eine niedrige Reibung aufweisen, sehr hitzebeständig sind und kaum verkratzen. Einige von ihnen eignen sich als Katalysatoren, um chemische Reaktionen zu beschleunigen. Andere wurden einfach in die Pfanne gehauen – als robuste Antihafbeschichtung.

Wer die Schönheit der Parkettierung lieber sinnlich erkundet, findet in der islamischen Architektur wundervolle, nach allen Regeln der mathematischen Kunst geflieste Böden und Wände. Besonders

vielfältige und mathematisch ausgeklügelte gibt es in der Alhambra im spanischen Granada zu bestaunen. Und wie der Quasikristallforscher Peter Lu von der Harvard University jüngst herausfand, gab es das Penrose-Muster wohl längst in Keramik, bevor sich die Theoretiker dafür interessierten: Er fand es im bereits 1453 erbauten Darb-i-Imam-Schrein im iranischen Isfahan.

(atr@ct.de) **ct**

Wissenschaftliche Veröffentlichung, Quellen, Onlinegeneratoren: ct.de/y4nw

Theorembeweiser mit und ohne KI

Viele mathematische Beweise überzeugen durch ihre Eleganz und Einfachheit: Mal genügt dafür ein geschickt gewähltes Gegenbeispiel, mal kann man einen Spezialfall nachträglich verallgemeinern. Manchmal finden Mathematiker aber nur eine Lösung, indem sie extrem viele Fälle durchspielen, was dann in der Regel sehr viel Programmier- und Rechenaufwand nach sich zieht. Thomas Hales' Arbeit zur Bestätigung der Keplerschen Vermutung etwa bestand aus fünf Aufsätzen beziehungsweise 250 Seiten und 3 Gigabyte weitgehend händisch erstelltem Programmcode nebst Daten.

Deren Überprüfung brachte die Gutachter der renommierten Fachzeitschrift *Annals of Mathematics* derart an die Grenzen des Machbaren, dass sie letztlich aufgaben. Hales rettete sein Lebenswerk schließlich selbst, indem er die einzelnen Schritte so formalisierte, dass er seine

Lösung mithilfe von Theorembeweisern – und einem großen Team aus Hilfskräften – verifizieren konnte. Theorembeweiser sind Computerprogramme, die nachweisen, dass eine Aussage zwingend aus einer gegebenen Beschreibung folgt. Hales programmierte seine Routinen für die Programme Isabella und HOL Light.

Theorembeweiser sind also wichtige Werkzeuge geworden. Mittlerweile kommen auch KI-gestützte Verfahren etwa von der Google-Tochter DeepMind hinzu. Keines der Programme kann selbstständig Beweise führen, also eine durchweg logische Beweiskette aufstellen. Aber einige Wissenschaftler schätzen sie als nützliche Arbeitserleichterung und sogar als Inspirationsquelle, etwa indem sie mit der an Strategiespiele angelehnten Arbeitsweise von DeepMind-KIs experimentieren, um ungewöhnliche Lösungswege zu finden.

Digitalisierung leicht gemacht!

**SONDERPREISE
für Abonnenten**

Wenn Ihre Bücherregale gerade überquellen, bieten wir Ihnen die ideale Lösung. Das gesammelte Know-how Ihrer Fachmagazine kompakt auf Archiv-Discs und -Sticks gespeichert jederzeit zum Abruf bereit.



c't Jahrgang 2022

Alle **27 Ausgaben** des c't Magazins 2022 in digitaler Fassung.

Archiv-DVD	24,90 €
Archiv-Stick (32 GB)	34,90 €

c't Gesamtarchiv 1983–2022

Das komplette Archiv des c't Magazins von **1983 bis 2022**. Holen Sie sich 40 Jahre IT-Geschichte mit allen redaktionellen Inhalten bis 2022 nach Hause.

2× Blu-ray	99,90 €
Archiv-Stick (64 GB)	139,90 €



iX Jahrgang 2022

13 digitale Ausgaben des iX-Magazins 2022 mit allen redaktionellen Beiträgen.

Archiv-DVD	24,90 €
Archiv-Stick (32 GB)	34,90 €

iX Gesamtarchiv 1988–2022

35 Jahrgänge des Magazins für professionelle Informationstechnik, der Pflichtlektüre des professionellen IT-Anwenders.

2× Archiv-DVD	79,90 €
Archiv-Stick (32 GB)	109,90 €



MIT Technology Review Jahrgang 2022

8 digitale Ausgaben des Magazins MIT Technology Review 2022 mit allen redaktionellen Inhalten.

Archiv-DVD	24,90 €
------------	---------

MIT Technology Review Gesamtarchiv 2003–2022

20 Jahrgänge der Technology Review zusammengefasst auf zwei DVDs.

2× Archiv-DVD	59,90 €
---------------	---------



Make Gesamtarchiv 2011–2022

Das komplette Archiv mit **66 Ausgaben** von c't Hardware Hacks über c't Hacks bis zum deutschen Make Magazin.

Archiv-Stick (32 GB)	99,90 €
----------------------	---------

PORTOFREI



shop.heise.de/archive22

Kuriose Kisten

Oliver Lau berichtete 2005 über die deutschen Case-Modding-Meisterschaften



Wer einen individuellen PC bevorzugt, gestaltet das Gehäuse nach eigenen Vorstellungen um oder baut gleich selber eines. Seit 2002 wird sogar der deutsche Meister im Case-Modding gekürt. Oliver Lau war dabei.

Von Rudolf Opitz

Heimcomputer und PCs verlockten Individualisten schon immer, dem Rechner mit Lötkolben, Schraubendreher und Feile den eigenen Stempel aufzudrücken. Gehäuse mit fummeligen Gummistasten wurden gegen schickere und robustere Tastaturgehäuse getauscht. Beim modularen PC ging es dann weniger um Erweiterungen als darum, die Tristesse der grauen Kiste zu überwinden – so entstand die Szene der Case-Modder, die Standardgehäuse umbauen (Casemods) oder eigene gleich komplett selbst anfertigen (Casecons).

Seit 2002 findet jährlich die Deutsche Casemod Meisterschaft (DCMM) statt, die in verschiedenen Kategorien die besten Casemods und die spektakulärsten Gehäusekreationen prämiert. In c't 10/2005 berichtet Oliver Lau von den 4. Meisterschaften in Dortmund und beschrieb auch die Bewertungskriterien der Jury:

„Auf den tausendstel Millimeter genau lasergeschnittene Seiten- oder Rückwände kamen der Jury demnach weniger zupass als handgedrehte und in mühsamer Pfiemmelarbeit liebevoll mit 1000er-Schleifpapier glattpolierte Löcher für LEDs oder Kabeldurchführungen.“

Professionelle Hilfe beim Bau eines individuellen PC-Gehäuses ist also nicht

gerne gesehen, vielmehr zählen Kreativität und handwerkliches Geschick. Eine Grundvoraussetzung liegt jedoch auf der Hand:

„[...] egal wie ausgefallen die Konstruktion, der Rechner musste funktionieren.“

Die Teilnehmer an der DCMM müssen nicht nur ihre Ideen mechanisch umsetzen können, sie brauchen auch eine gute Hardwarekenntnis, um die Erfordernisse eines PC-Systems zu berücksichtigen. Das klappt wegen Kompromissen zugunsten der Optik nicht immer. Bis zum Wettbewerbstag wurde fleißig weitergebastelt und optimiert:

„Während der eine Ärger mit der Elektrik hatte, überhitzte dem anderen das Board, beim dritten hakte die Mechanik.“

Um die meist leistungsfähigen und spieletauglichen Komponenten wie CPU und Grafikchip zu kühlen, setzen viele auf Wasserkühlungen, die 2005 noch weitgehend Eigenkonstruktionen mit technischen Macken waren. Optisch hatte diese Kühltechnik aber ihre Reize:

„In der Mehrzahl der Rechner fanden sich die bunt gefüllten Schläu-

che, die in mitunter riesige innen wie außen angeflanschte Radiatoren mündeten – etwa im Casecon-Klassiker „Beck's-PC“, dessen neueste Ausgabe auf der DCMM in der Bierkiste mit den weichen Tragegriffen zu sehen war.“

Der Erbauer Benjamin Hentze hätte gerne eine Flasche Beck's als Ausgleichsbehälter für das Kühlmittel verwendet, aber Glas lässt sich schlecht anbohren. Teilweise stecken in den Casecons, den selbstgefertigten Gehäusen, mehr als tausend Arbeitsstunden. Für den beeindruckenden Alien-Kopf von Maico Bension brachte dies den verdienten ersten Platz der Casecon-Kategorie ein.

Torsten Siegels Casemod „Artefakt“, ein auf zehn Jahre Müllkippe getrimmtes Gehäuse, schaffte es nur auf Platz drei, gewann aber den zweiten Platz bei der Publikumswahl:

„Anstelle der staub- und fusselfreien Plexiglasscheibe klemmen nur noch deren schmutzig wirkende Bruchstücke („persönlich mit dem Vorschlaghammer zerdeppert“) in der Aussparung der Gehäusewand.“

Eines wurde zum Glück für die Casemodder nicht bewertet: die Hochfrequenzabschirmung.

„Den EMV-Wachhunden vom TÜV hätten sich die Nackenhaare aufgestellt.“

Heute sind optisch eindrucksvolle Designs von Gaming-PCs von der Stange und beleuchtete Wasserkühlungen zwar gang und gäbe. Doch die DCMM geht weiter und feierte dieses Jahr ihr 20-jähriges Bestehen. Die vergangenen Jahre dominierte der Berliner Ali Abbas alias „THE CRE8OR“, dessen fantasievolle Kreationen wirklich Kunstwerke sind. Links zu seinen Galerien finden Sie über ct.de/ynmk.

(rop@ct.de) **ct**

Artikel zur Case-Modding-Meisterschaft 2005 zum Nachlesen: ct.de/ynmk



Ein Alien-Schädel als PC-Gehäuse: Handgeogessener Kunststoff und 13 Lackschichten brachten Maico Bension 2005 auf der DCMM den ersten Platz.

Report | Case-Modding



Oliver Lau

Grünspan, Holz und Edelstahl

4. Deutsche Case-Modding-Meisterschaften

Die Case-Modder und -Konstrukteure werden immer besser: Wieder einmal mussten die Organisatoren aus der Vielzahl der Anmeldungen zur DCMM eine Vorauswahl der 50 vielversprechendsten treffen.

Dabei sein ist alles. Der olympische Gedanke zählte auch bei der vierten Auflage der Deutschen Case-Modding-Meisterschaft (www.dcm.de), die am vorletzten Tag der Hobbytronic in der Dortmunder Westfalenhalle stattfand. Tränen flossen zwar nicht, aber der ein oder andere Case'le-Bauer zog ein ganz schön langes Gesicht, als bei der Siegerehrung klar wurde, dass sein in hundert Stunden zusammengeschrubber Mod keinen Pokal gewonnen hat.

Die zehnköpfige Jury aus fachkundigen Vertretern der Case-Modding-Community kürten Casecons, also Gehäuse Marke

Eigenbau, und Casemods, Umbauten industriell gefertigter Seriengehäuse. Maßgeblich für die Bewertung waren das äußere Erscheinungsbild, die Elektrik, das handwerkliche Geschick und die Kreativität – je origineller, funktionaler und innovativer, desto besser. Abzüge beim Handwerklichen gab es jedoch, wenn der Teilnehmer professionelle Hilfe in Anspruch genommen hat: Auf den tausendstel Millimeter genau lasergeschnittene Seiten- oder Rückwände kamen der Jury demnach weniger zupass als handgedremelte und in mühsamer Pfriemelarbeit liebevoll mit 1000er-Schleifpapier glattpolierte Löcher für LEDs oder Kabel-

durchführungen. In der dritten Kategorie „Spektakulärster PC Deutschlands“ durfte das Publikum per Stimmzettel seine Favoriten aus den 50 Ausstellungsstücken wählen.

Aber egal wie ausgefallen die Konstruktion, der Rechner musste funktionieren. Denn der Sinn eines jeden Case besteht ja darin, einen (lauffähigen) Computer zu beherbergen. Damit das klappt, haben etliche Modder bis in die frühen Morgenstunden des Wett-

bewerbssamstags an ihren Boxen herumgebastelt. Während der eine Ärger mit der Elektrik hatte, überhitzte dem anderen das Board, beim dritten hakte die Mechanik. Egal – zum offiziellen Start der Veranstaltung um 12 Uhr waren alle wach und anwesend. Na ja, fast alle – aber Hauptsache ansprechbar, wenn die Jury den Mod beäugen und mitunter kritische Fragen zu Konzept, Konstruktion und Technik stellen will. Letztere war übrigens

Cons und Mods im Bild

Immer ausgefallener Ideen, immer weniger industriell gefertigte Bauteile – auch wenn der Modding-Markt stagniert, die Mods und Cons werden stetig besser. Leider konnten wir nicht alle Fotos von der DCMM im Heft abdrucken. Darum

haben wir eine separate Webseite eingerichtet, die einen Eindruck davon vermitteln soll, wie hochwertig und originell die ausgestellten Konstruktionen und Umbauten sind. Sie erreichen die Seite über den Soft-Link am Ende des Artikels.

90

c't 2005, Heft 10

© Copyright by Heise Zeitschriften Verlag GmbH & Co. KG. Veröffentlichung und Vervielfältigung nur mit Genehmigung des Heise Zeitschriften Verlags.
Persönliches PDF für Rudolf Opitz aus 30916 Seeshagen

Für Wissenshungrige...

Ausgewählte Fachliteratur



Wolfram Gieseke

Windows 11 – Power-Tipps

Ob ein externes Gerät nicht erkannt wird, Programme nicht mehr wie gewohnt laufen oder ein Ihnen unbekannter Update-Fehler auftritt: Wenn Sie den unterschiedlichen Fehlermeldungen selbst auf den Grund gehen möchten, hilft Ihnen dieses Buch weiter.

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 €

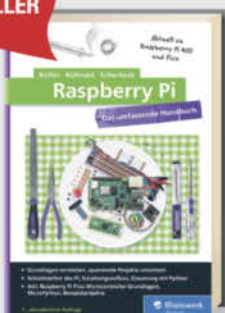


Thomas Kaffka
3D-Druck – Praxisbuch für Einsteiger (3. Auflage)

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/highlights2023

PORTOFREI AB 20 € BESTELLWERT INNERHALB DEUTSCHLANDS



Zubehör und Gadgets



Oxocard Artwork Creative Coding

Mit dem leistungsfähigen Dual-Core Chip ESP32 liefert die Oxocard genügend Power für Ihre Experimente. Lernen Sie in kurzer Zeit wie man beeindruckende visuelle Effekte erzeugt, wie wir sie aus Spielen und Filmen kennen.

69,90 €



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 €



Joy-IT LCR-T7 Messgerät

Mit Hilfe des LCR Messgerätes können Sie die Induktivitäten (L) von Spulen, Kapazitäten (C) von Kondensatoren und deren Widerstände (R) als Verlust messen. Die automatische Bauteilerkennung von dem Messgerät kann elektronische Komponenten (Dioden, Z-Dioden, Doppeldioden, Widerstände, Kondensatoren, Induktoren, Thyristoren, Triacs, Feldeffekttransistoren, Bipolartransistoren und Batterien) erkennen.

29,90 €



Nitrokey 3A NFC

Der Nitrokey 3 vereint die Funktionen vorheriger Nitrokey Modelle: FIDO2, Einmalpasswörter, OpenPGP Chipkarte, Curve25519, Passwort-Manager, Common Criteria EAL 6+ zertifiziertes Secure Element, Firmware-Updates. Damit werden Ihre Accounts zuverlässig gegen Phishing und Passwort-Diebstahl geschützt.

59,90 €



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 €



NEU

JOY-IT DSO-138 M mini Oszilloskop

Das Mini- Oszilloskop mit einer Bildschirm-Größe von 2,4" kann per USB oder Akku betrieben werden. Eine Verbesserung ist der externe Triggereingang, welcher TTL- und LVTTTL-Signale als Quelle akzeptiert und serielle Ausgabe von Wellenformdaten.

54,90 €



Die Reise mit dem micro:bit V2

Mit der Electronic Adventure Experimentier-Box ab 8 Jahren lernt man in aufeinander aufbauenden Lektionen wie sich auf Basis des BBC micro:bit spannende Experimente verwirklichen lassen.

49,90 €



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 €

Ratestunde

Lernspiele mit Educandy entwerfen

Dröges Vokabelabfragen nervt Nachwuchs und Eltern gleichermaßen. Wir zeigen, wie Sie mit der App Educandy Lernstoff in kleine Spiele verpacken, damit sich Ihre Kinder künftig zur guten Note zocken können.

Von Anke Brandt

Mancher Unterrichtsstoff will einfach nicht in den Kopf, egal wie sehr sich der Nachwuchs anstrengt. Das frustriert und aktiviert schnell eine Blockade gegen jegliche Lernerei. Über spielerische Ansätze erleichtert man insbesondere jüngeren Schülern den Zugang zum Lernstoff. Warum also nicht mit der App Educandy ein Wortsuchrätsel oder einen Multiple-Choice-Test zusammenklöppeln, statt stur Vokabellisten oder Biologieinhalte abzufragen? Gespielt wird registrierungsfrei im Browser oder in der Educandy-Play-App.

Um Spiele zu erstellen, benötigen Sie die App Educandy Studio, die es für Android, iOS und Windows gibt. Sie kennt acht Quiztypen, die sie in drei Kategorien einteilt: „Words“, „Matching Pairs“ und „Quiz Questions“. Die Basisversion erlaubt es, maximal fünf Spiele anzulegen, was bei regelmäßiger Nutzung schnell knapp wird. Die Premiumversion kostet je nach Betriebssystem zwischen 3,50 Euro und 4,20 Euro pro Monat oder 28 Euro bis 35 Euro pro Jahr.

Spiele erstellen

Zuerst entscheiden Sie sich für einen der drei Spieltypen und geben Titel sowie Beschreibung ein, beispielsweise „Lustige Farbensuche – alles rund um Farben“. Hinter der Kategorie „Words“ verbergen sich Wortgitter, Galgenraten und Anagramme finden. Anders als bei anderen Quiz-Apps müssen Sie sich jedoch nicht für eins der Spiele entscheiden. Stattdessen geben Sie

Wortlisten vor, die die App für alle genannten Spiele heranzieht. Dazu tippen Sie verschiedene Begriffe ein, zum Beispiel rot, grün, gelb, blau und so weiter. Leider funktioniert das nur mühsam Wort für Wort. Schöner wäre es, man könnte durch Komma getrennte Wortlisten in einem Rutsch eintippen. In den Details aktivieren Sie auf Wunsch, dass das Spiel nicht in den Suchtreffern auftaucht. Die Suche steht nur in der Studio-App zur Verfügung. Über sie können Sie bereits bestehende Spiele übernehmen und bei Bedarf ergänzen.

Ein kleiner Wermutstropfen: Für die einzelnen Spiele lassen sich keine weiteren Vorgaben machen, etwa ob Wörter im Wortsuchgitter auch rückwärts gefunden werden sollen oder wie viele falsche Buchstaben beim Galgenraten eingegeben werden dürfen. Übrigens baumelt hier am Ende kein Männchen in der Luft, stattdessen wird kindgerecht eine Tafel Schokolade immer kleiner und kleiner.

Etwas ausgefeilter geht es in der Kategorie „Matching Pairs“ zu. Hier geben Sie entweder zusammengehörige Begriffe oder Fragen mit den dazugehörigen Antworten ein. Die Premiumversion erlaubt auch Bilder und Audiodateien. Wie viele Paare Sie erfassen müssen, hängt vom jeweiligen Spiel ab: Während Kreuzworträtsel, Paare

zuordnen, Memory und Multiple-Choice mindestens drei Einträge erfordern, benötigt Drei gewinnt (Tic-Tac-Toe) mindestens neun Paare, damit es dem Spieler überhaupt als Wahlmöglichkeit angezeigt wird.

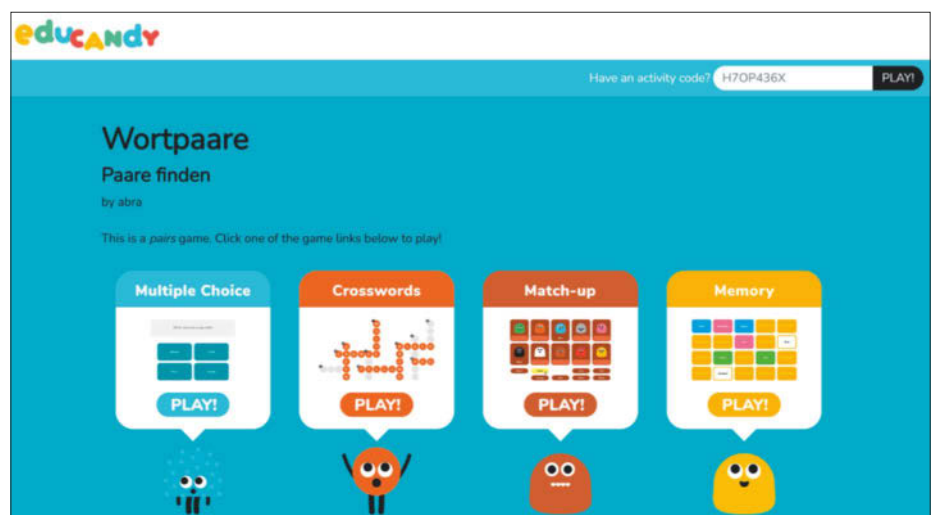
In der Kategorie „Quiz Questions“ erstellen Sie Multiple-Choice-Aufgaben. Hier tragen Sie zusätzlich zur richtigen Antwort bis zu drei Distraktoren (Ablenker) selbst ein. Mehrere richtige Antworten kennt Educandy nicht. In diesem Fall müssen Sie die Frage anders formulieren.

Spiele teilen

Nachdem Sie Ihr Spiel erstellt haben, müssen Sie es noch mit Ihren Kindern teilen. Dies gelingt über einen sechsstelligen Code. Der landet entweder in dem dafür vorgesehenen Feld auf der Website des Anbieters oder in der App Educandy Play. Indem der Nachwuchs einfach herumprobiert, kann er schnell zufällige Treffer landen und fremde Spiele aufrufen.

Am besten notieren Sie sich den Code, denn Sie oder Ihr Kind müssen ihn immer wieder neu eingeben. Sobald Sie die App oder den Browser schließen, vergisst Educandy die Eingaben. Schöner wäre es, wenn der Anbieter einem die Wahl ließe, ob man ein Spielerkonto anlegen oder lieber anonym zugreifen möchte. Dann könnte man einmal freigeschaltete Spiele immer wieder auswählen.

An der ein oder anderen Stelle ist es ein wenig mühsam, bis alle Eingaben in der App landen. Wenn Sie darüber hinwegsehen, können Sie mit Educandy auf den jeweiligen Lernstand Ihres Kindes abgestimmte Minispiele basteln und Ihrem Nachwuchs ein wenig Abwechslung zur sturen Paukerei bieten. (abr@ct.de) **ct**



Educandy bietet mehrere Spielvarianten an, mit denen Kinder ein Thema üben können.

ArchDoc 2023

Softwarearchitekturen
effizient dokumentieren

26. Juni 2023 · online

Jetzt
Frühbucherrabatt
sichern!

Tut oft weh ... muss es aber nicht

Softwarearchitekturdokumentation ist keine beliebte Disziplin. Auf der betterCode() ArchDoc lernen Sie, wie Sie Ihre Architekturen effektiv und effizient dokumentieren und im Projektverlauf auch Änderungen immer im Blick behalten.

Unser Programm:

- Sparsame Dokumentation: aktuell, nützlich und schmerzfrei
- AsciiDoc Deep Dive
- Lebendige Architekturdokumentation mit Docs-as-Code, jQAssistant und jMolecules
- Deutsch für Softwarearchitekt:innen
- Architekturikonen in Software: wegweisende Lösungen im Porträt
- Rock Solid Software Architecture mit ADRs, arc42 und Microsites — ein Erfahrungsbericht
- Docs as Code: Publishing Processes for API Experiences

+++ Workshops am 28.06. und 10.07. +++

archdoc.bettercode.eu

Spring 2023

Moderne Java-Entwicklung
mit Spring

28. Juni 2023 · online

Jetzt
Frühbucherrabatt
sichern!

So geht zeitgemäße Java-Entwicklung mit Spring 6 und Spring Boot 3

Viele Java-Entwickler:innen verwenden das Spring Framework beziehungsweise Spring Boot. Dabei sind zahlreiche Fragen zu klären, die für die Qualität der entstehenden Software entscheidend sind:

Unser Programm:

- Wie strukturiert man eine Spring-Boot-Anwendung?
- Wie gestaltet man Tests, die nicht unendlich lange dauern?
- Wie programmiert man einen performanten Datenbankzugriff?
- Wie entwickelt man eine Reactive API?
- Und wie bereitet man eine Anwendung effektiv auf ihren Einsatz in Produktion vor?

Die betterCode() Spring beantwortet diese Fragen und vermittelt Konzepte und praktisches Know-how. Sie zeigt, wie sich die Entwicklungsarbeit einfacher gestalten lässt und die entstehende Software besser, schneller und sicherer wird.

+++ Spring-Security-Workshop am 30.6 +++

spring.bettercode.eu



Koffer umpacken

Der Umstieg von Docker Desktop auf Podman

Docker Desktop war über Jahre die unangefochtene Nummer Eins unter den Containerumgebungen auf Entwicklerrechnern. Doch Dockers neue Lizenzpolitik und Verbesserungen der Konkurrenz machen die Open-Source-Alternative Podman attraktiver. Der Wechsel geht verblüffend einfach.

Von Jan Mahn

Podman ist einst als Alternative zu Docker angetreten – mit kräftiger Unterstützung von Red Hat. Jahrelang kämpfte die Software um ihren Platz im Container-Mainstream, populär war sie bei zwei Zielgruppen: bei Linux-Nutzern aus dem Red-Hat- und Fedora-Umfeld und sicherheits-

bewussten Anwendern, die besonderen Gefallen an „rootless containers“, also Containerbetrieb ohne Root-Rechte, gefunden hatten [1]. Alle anderen nutzten Docker Desktop.

Rosige Zeiten für Marktführer Docker Inc. eigentlich, doch nebenbei musste das Unternehmen Geld verdienen und verschärfte seine Lizenzbedingungen. Seit 31. Januar 2022 muss man zahlen, wenn man Docker Desktop in einem Unternehmen einsetzen will, das mehr als 250 Mitarbeiter beschäftigt oder mehr als 10 Millionen US-Dollar Umsatz macht. Das gilt auch für staatliche Einrichtungen. Docker darf die Lizenzbedingungen ändern, obwohl Teile von Docker Desktop Open Source sind – aber eben nur Teile wie die Engine, die man auch weiterhin kostenlos im Unternehmen nutzen darf.

Bei der Alternative Podman sieht das Geschäftsmodell grundsätzlich anders aus: Mit Red Hat steht ebenfalls eine große Firma hinter der Entwicklung der Contai-

nerumgebung, die Software ist aber vollständig quelloffen und Red Hat will sein Geld mit Lizenzen und Support für Red Hat Enterprise Linux (RHEL) und der Kubernetes-Anwendungsplattform OpenShift verdienen, nicht mit Podman. Die Investition in Podman lohnt sich für die IBM-Tochter dennoch, schließlich kann das Containerökosystem, in dem auch OpenShift zu Hause ist, besser gedeihen, wenn es eine freie Containerentwicklungsplattform gibt. Denn dann hängt der Erfolg von Containern nicht von Docker Inc. ab.

Die Komponenten

Der Umstieg von Docker Desktop auf Podman ist nicht so schmerzhaft, wie man es von einem so radikalen Systemwechsel vielleicht erwarten würde. Podman macht unter der Haube zwar ein paar Dinge grundsätzlich anders, verhält sich nach außen aber in vielen Bereichen bewusst identisch. Die Befehle auf der Kommandozeile funktionieren wie unter Docker, statt

`docker run` kann man `podman run` schreiben und Podman gibt Umsteigern in der Dokumentation direkt den Tipp, einfach in der Shell einen Alias von `docker` auf `podman` einzurichten. Wenn Sie nicht gleich vollständig wechseln wollen, können Sie beide Umgebungen auch parallel betreiben.

Im Alltag als Entwickler bemerkt man vom Umstieg wenig, nur das Einrichten des neuen Containerhosts ist aktuell noch mit etwas Mühe verbunden. Während Docker Desktop mit einem Installationsassistenten ausgeliefert wird, den man schnell durchklicken kann, muss man mehrere Podman-Komponenten (Podman selbst, ein GUI und einen Ersatz für Docker-Compose) installieren und teils aus verschiedenen Quellen zusammentragen, um denselben Funktionsumfang zu erreichen. Die grafische Oberfläche braucht man nicht unbedingt, sie liefert vor allem Einblicke, welche Container laufen und welche Abbilder geladen sind, mit Erweiterungen kann man zusätzliche Funktionen nachrüsten. Die nötigen Schritte zur Installation der Komponenten haben wir in den folgenden Abschnitten für Windows, Linux und macOS zusammengefasst. Für alle Betriebssysteme geht es anschließend im Abschnitt *Ersteinrichtung* weiter.

Umstieg unter Windows

Wenn von Containern die Rede ist, die mit Docker oder Podman gestartet werden, geht es fast immer um Linux-Container. Falls Sie zur eher kleinen Zielgruppe gehören, die Windows-Container mit Docker entwickelt und testet, ist Podman noch keine Alternative. Diese Funktion bekommen Sie aktuell exklusiv bei Docker.

Wenn man einen Linux-Container startet, läuft darin eine Linux-Anwendung, aber kein Linux-Kernel – den bekommt der Container vom gastgebenden Betriebssystem. Auf einem Windows-PC, auf dem Linux-Container laufen sollen, fehlt ein solcher Kernel von Haus aus. Sowohl Docker Desktop als auch Podman bedienen sich an einer vergleichsweise jungen Windows-Funktion, dem Windows Subsystem for Linux in Version 2 (WSL2). Voraussetzung ist ein aktuelles Windows 10 oder 11 und die Virtualisierungsfunktionen des Prozessors müssen im BIOS aktiviert sein. Sollte das Windows selbst schon in einer virtuellen Maschine stecken, muss „Nested Virtualization“ hardwareseitig unterstützt und aktiviert sein.

Podman kann die Betriebssystemerweiterung WSL2 im Rahmen des Assistenten einrichten, schneller geht es aber, wenn Sie den Schritt vorab selbst erledigen. Was zu Beginn von Microsofts WSL-Experimenten noch fummelig war, gelingt jetzt mit einem einzigen Befehl auf einer Kommandozeile mit Administratorrechten:

```
wsl --install
```

Wenn Sie WSL ausschließlich für Podman nutzen und keine andere WSL-Distribution einrichten wollen (die unweigerlich Speicherplatz belegt), hängen Sie den Parameter `--no-distribution` an den Befehl an. Am Ende müssen Sie den Computer neustarten, anschließend ist er bereit für die Podman-Installation.

Den Installer finden Sie im GitHub-Repository des Projekts unter Releases (siehe [ct.de/yrk3](https://github.com/containers/podman/releases)). Suchen Sie dort nach der aktuellen Version (als dieser Artikel entstand, war das 4.5.0), scrollen Sie bis zum Abschnitt Assets und laden den Installer im .msi-Format oder als .exe-Datei herunter. Beide Varianten führen zum selben Ergebnis; über das MSI-Paket freuen sich besonders Administratoren, die Podman auf vielen Maschinen automatisch bereitstellen müssen.

Nach Podman können Sie Podman Desktop installieren. Der Installer liegt unter der Adresse podman-desktop.io bereit. Wenn Sie die Seite mit einem Windows-Rechner besuchen, sollten Sie die Windows-Ausgabe direkt zum Download

ct kompakt

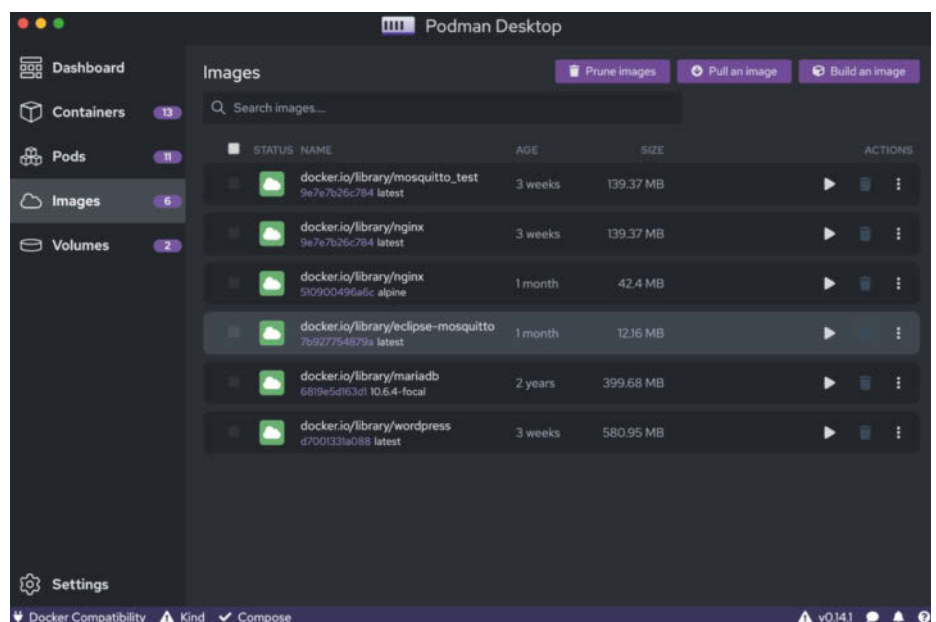
- Anders als Docker Desktop ist Podman vollständig Open Source.
- Die Podman-Entwickler geben sich große Mühe, Umsteigern das Leben leicht zu machen. Etwas Zeit für die Einrichtung muss man dennoch einplanen.
- Nach dem Umstieg gibt es im Podman-Universum neue Funktionen zu entdecken, die über Docker hinausgehen.

angeboten bekommen. Der Installer verrichtet schnell und ohne viele Nachfragen seinen Dienst. Rechts im Infobereich der Taskleiste finden Sie anschließend einen neuen Eintrag für Podman, über den Sie die Oberfläche öffnen.

Um loscontainern zu können, brauchen Sie anschließend eine WSL-Umgebung für Podman. Wer auf Podman Desktop verzichtet, wo ein Klick auf den Initialisieren-Button genügt, muss das mit zwei Kommandozeilenbefehlen erledigen:

```
podman machine init
podman machine start
```

Der erste Befehl richtet eine WSL-Instanz mit einem minimalen Fedora-Linux ein, der



Podman Desktop verrät unter anderem, welche Abbilder bereits auf der Festplatte liegen.

zweite startet sie. Wenn Sie bisher Docker genutzt haben und vollständig umsteigen, Docker also nicht mehr parallel betreiben wollen, sollten Sie den Docker-Daemon beenden, bevor Sie den zweiten Befehl absetzen. Dann kann Podman automatisch den Unix-Socket beanspruchen, den bisher Docker abgehört hat. Warum das nützlich ist, lesen Sie im Abschnitt Ersteinrichtung. Sollten Sie die Reihenfolge nicht eingehalten haben, ist das aber kein Problem. Schalten Sie den Docker Daemon ab und setzen `podman machine` start erneut ab.

Eine Windows-Besonderheit ist traditionell der Umgang mit Pfadangaben. Sie funktionieren anders als in unixoiden Betriebssystemen und das Einrichten von Volumes, bei denen ein Windows-Pfad in einen Container übergeben wird, war in den Anfangszeiten von Docker eine Qual. Mit Podman und dem aktuellen WSL hat die Aufgabe ihren Schrecken verloren. Folgende Beispiele funktionieren problemlos, beide bringen ein Web-Verzeichnis aus dem Nutzerverzeichnis des fiktiven Nutzers `me` auf Laufwerk `c:\` in einen Nginx-Container:

```
podman run -v c:\Users\me\web:␣
␣usr/share/nginx/html nginx
podman run -v /c/Users/me/web:␣
␣usr/share/nginx/html nginx
```

Umstieg unter macOS

Für macOS-Nutzer (mit Intel- oder Apple-Prozessor) ist der Paketmanager Homebrew (zu finden über `brew.sh`) der komfortabelste Weg, der auf vielen Admin- und Entwicklermaschinen ohnehin zum Standard gehört. Damit ist die Installation in wenigen Minuten und mit einem Befehl erledigt:

```
brew install podman
```

Wenn Sie auf eine grafische Oberfläche nicht verzichten wollen, installieren Sie Podman Desktop direkt hinterher:

```
brew install podman-desktop
```

Das Podman-GUI finden Sie nach der Installation im Programme-Ordner, außerdem nistet es sich in macOS in der Menüleiste oben rechts ein.

Im Anschluss brauchen Sie noch zwei Befehle, die im Hintergrund eine virtuelle Maschine einrichten und diese starten. Diese abgespeckte Linux-VM ist notwendig, damit Linux-Container auf einem

Mac mit macOS laufen können. Zwar ist macOS ein unixoides Betriebssystem, aber es hat trotzdem keinen Linux-Kernel, den die Prozesse in Containern zum Laufen brauchen. Die VM schließt die Lücke, bleibt im Alltag aber weitestgehend unsichtbar, wie auch bei Docker Desktop, das unter macOS nach demselben Prinzip arbeitet. Die VM mit der grafischen Oberfläche zu initialisieren hat in unserem Testlauf nicht funktioniert, also war der Umweg über die Kommandozeile fällig:

```
podman machine init
podman machine start
```

Um den Zustand dieser Maschine zu überwachen und sie zu stoppen (um zum Beispiel Ressourcen zu sparen, wenn man nicht containert), gibt es die Befehle `podman machine ls` und `podman machine stop`.

Zum Abschluss der Einrichtung gibt es noch einen kleinen und lohnenswerten Schritt: Podman kann sich wie der Docker-Daemon verhalten, das API nachahmen und auch denselben Unix-Socket abhören – dann müssen Sie sich aber gegen einen Parallelbetrieb entscheiden. Software, die bisher mit Docker gesprochen hat, kommuniziert dann mit Podman. Um die Funktion zu aktivieren, stoppen Sie zuerst den Docker-Daemon. Im Podman-GUI klicken Sie dann unten links auf „Docker Compatibility“. Nach einem Neustart von Podman hat es die Rolle von Docker übernommen; wie Sie diese Funktion nutzen, folgt im Abschnitt Ersteinrichtung. Wenn Sie auf die grafische Oberfläche verzichten, aktivieren Sie die Docker-Kompatibilität mit:

```
sudo podman-mac-helper install
```

Anschließend braucht die virtuelle Maschine einen Neustart (mit `podman machine stop` und `...start`).

Umstieg unter Linux

Mit den meisten Linux-Distributionen ist ein Umstieg auf Podman sehr schnell erledigt, in vielen offiziellen Paketquellen ist Podman enthalten. Unter Arch Linux, Alpine, Ubuntu, Debian (gilt auch für Raspberry Pi OS), openSUSE und Fedora heißt das Paket schlicht `podman`. Greifen Sie zum Paketmanager Ihrer Distribution und starten Sie die Installation. Unter Ubuntu und Debian zum Beispiel mit:

```
sudo apt update
sudo apt install podman
```

In der offiziellen Dokumentation finden Sie Installationshinweise für exotischere Distributionen, für ältere Podman-Versionen und Rezepte für Selbstkompilierer (siehe ct.de/yrk3).

Die grafische Oberfläche von Podman Desktop ist auf einem Linux-Desktop verzichtbar: Anders als unter Windows und macOS gibt es unter Linux keine Virtualisierungsschicht, die man darüber verwalten könnte. Wer ihn nutzen will, bekommt den Containermanager derzeit am bequemsten per Flatpak ins System:

```
flatpak install --user flathub ␣
␣io.podman_desktop.PodmanDesktop
```

Wer Flatpak meidet, muss die ausführbare Datei als Tar-Archiv aus dem GitHub-Repository herunterladen, entpacken und ausführen. Die offizielle Dokumentation beschreibt das im Detail (siehe ct.de/yrk3).

Ersteinrichtung

Einmal installiert, ist es an der Zeit, sich an die Podman-Besonderheiten zu gewöhnen. Podman arbeitet von Haus aus ohne einen Daemon, der rund um die Uhr mit Root-Rechten läuft, Befehle über ein API entgegennimmt und Container startet. Stattdessen erzeugt ein Podman-Aufruf einen Prozess, der den Container als Kind-Prozess startet; `fork-exec` heißt das Konzept in der Linux-Welt. Und unter Linux funktioniert diese reine Lehre auch. In [1] erfahren Sie im Detail, wie Sie dieses Konzept ausnutzen, um Container sicherer und ohne Root-Rechte zu starten, und welche Tücken es mit rootfreien Containern unter Linux gibt.

Unter macOS und Windows sieht die Welt ein bisschen anders aus. Auf beiden Systemen gibt es keine reine `fork-exec`-Lehre, weil noch eine Abstraktionsschicht (VM oder WSL) im Spiel ist. Diese Abstraktionsschicht arbeitet zunächst ohne Root-Rechte, was sich spätestens dann bemerkbar macht, wenn Sie einem Container einen TCP/UDP-Port kleiner als 1024 zuweisen wollen. Ändern kann man das Verhalten, indem man die Abstraktionsschicht stoppt und mit Root-Rechten startet:

```
podman machine stop
podman machine set --rootful
```

Im Gegenzug für den Mehraufwand mit der Abstraktionsschicht bekommt man auf die-

sen Systemen ein API, das das Docker-API nachahmt. Das führt zu einer interessanten Situation: Solange das Docker-CLI installiert ist, kann man mit diesem fast nahtlos weiterarbeiten, obwohl es mit Podman spricht. Das zeigt sich, wenn man den Befehl `docker version` absetzt. Er gibt zwei Abschnitte zurück: Im ersten Teil stehen Details zum CLI selbst, im zweiten Teil taucht Podman als Server auf. Auf diesem Weg kann man auch Docker-Compose-Dateien ausführen, denn der Unterbefehl `docker compose up` ruft jetzt das von Podman nachgebaute Docker-API auf und arbeitet weiterhin, nun aber mit Podman statt Docker.

Für alle drei Betriebssysteme gibt es eine Compose-Alternative, die ganz ohne Software aus dem Hause Docker auskommt: `podman-compose`. Das ist eine in Python geschriebene Kommandozeilenanwendung, die Compose-Dateien liest und direkt in Podman-Befehle übersetzt – also ganz ohne das nachgebildete Docker-API auskommt. Um die Software zu installieren, muss Python 3 auf der Ma-

schine installiert sein, zusammen mit dem Python-Paketmanager `pip`. Dann reicht auf allen Betriebssystemen ein Befehl für die Installation:

```
pip install podman-compose
```

Fedora-Nutzer können auch zu ihrem Paketmanager greifen:

```
sudo dnf install podman-compose
```

Podman-Compose ahmt die Funktionsweise von Docker-Compose weitestgehend nach und ist für den Ein- und Umstieg gut geeignet, weil man bestehende Zusammenstellungen nicht neu schreiben muss. Mit `podman-compose up` und `down` müssen Sie sich kaum umgewöhnen.

Neue Welten

Während der ersten Wochen mit Podman werden Sie immer wieder auf kleine Problemchen mit Berechtigungen, Netzwerken und Volumes stoßen, weil Podman

eben nicht Docker ist und auch nicht sein will – wenn Sie diese gelöst haben, gibt es im Podman-Universum Funktionen zu entdecken, die Docker nicht zu bieten hat. Da ist zum Beispiel die Möglichkeit, Container wie in Kubernetes zu Pods zusammenzufassen und Zusammenstellungen statt in Compose-YAML in Kubernetes-Syntax als Pod und Deployment zu definieren [2]. Die Marschrichtung von Podman ist klar: Die Software will eine Entwicklungs- und Testumgebung bereitstellen, um Container für den Betrieb in Kubernetes vorzubereiten – ganz ohne Abhängigkeit von Docker Inc. (jam@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Niklas Dierking, Vorsichtige Robbe, Container ohne Root-Rechte mit Docker-Alternative Podman betreiben, c't 15/2022, S. 168
- [2] Jan Mahn, Containerkompetenzoffensive, Auf dem Lernpfad zum Kubernetes-Kenner, Teil 1, c't 22/2022, S. 164

Podman-Dokumentation: ct.de/york3

Mehr Futter für Ihre Festplatte



- Linux neben Windows installieren
- Linux-Zukunft mit dem Wechsel von X zu Wayland
- Private Dateien verschlüsseln

Heft für 14,90 €

shop.heise.de/ct-linuxguide22



- Energiespartipps im digitalen Umfeld
- Stromfresser identifizieren
- Strom selbst erzeugen mit Solaranlagen
- Wo die Energie der Zukunft herkommt

Heft für 14,90 €

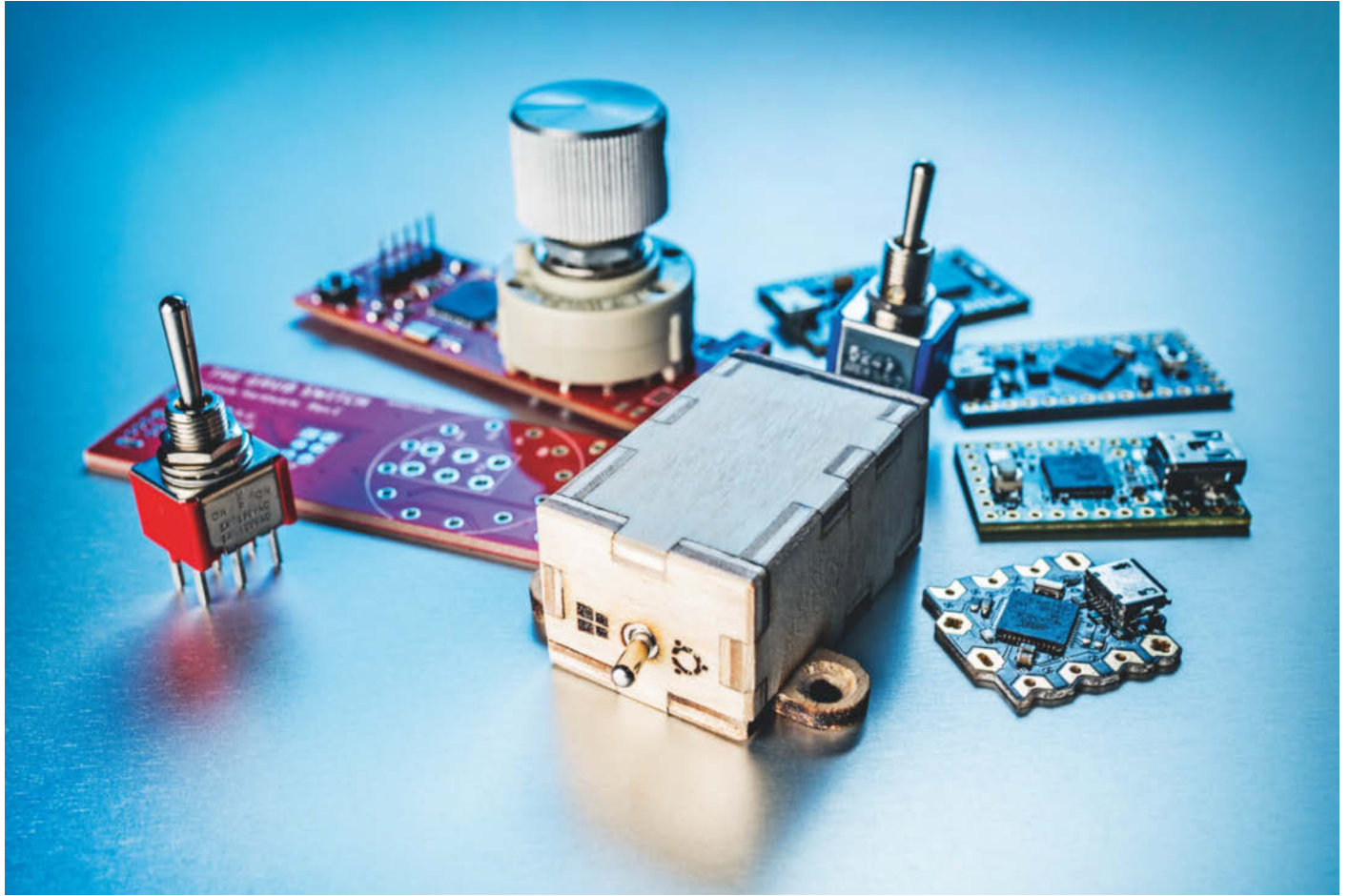
shop.heise.de/ct-energetipps22



- Python-Programme auf den Raspi Pico portieren
- Programmieren mit KI-Unterstützung
- inkl. GRATIS Python-Onlinekurs im Wert von 119,- €

Heft für 14,90 €

shop.heise.de/ct-netzsicherheit22



Arduino im Boot

Physische Schalter für The GRUB Switch bauen

The GRUB Switch bootet nicht nur über einen im PC steckenden USB-Stick das gewünschte Betriebssystem; das Projekt unterstützt auch Hardware mit Arduino und Kippschalter. Ein selbst gelöteter Grub-Boot-schalter wählt das System besonders bequem.

Von Rüdiger Willenberg

Linux oder Windows? Nichts beantwortet eine Oder-Frage so schön wie ein Kippschalter. Mit „The GRUB Switch“ wählen Sie auf Dual-Boot-Systemen ohne stressigen Countdown im Bootmenü vorweg, welches Betriebssystem starten soll [1]. Das funktioniert auch mit Hardware-Schaltern an einem Mikrocontroller vom Typ ATmega 32U4 wie er beispielsweise auf dem Arduino Micro oder Leonardo sitzt. Die Hardware macht die im Artikel in c't 11 auf Seite 158 vorgestellte Lösung mit

USB-Sticks noch benutzerfreundlicher. Sie sollten den Artikel vorher gelesen haben, da er die Skripte vorstellt und er-

klärt, wie der Eingriff am Bootmanager Grub funktioniert. Das dort erwähnte Repository zum Projekt enthält auch die Dokumentation und alle Da-

teien für die Hardware; Sie finden es über ct.de/y5e2.

Bei dem Mikrocontroller Atmel ATmega 32U4 ist das USB-Interface integriert und kein separater Chip, weshalb

Frisch aus
c't Nerdistan

sich damit ausgestattete Arduinos als allerlei USB-Geräte ausgeben können, beispielsweise als eine Tastatur [2] oder auch als USB-Stick. Letzteres nutzt die Hardware-Version von The GRUB Switch. Statt auf einem Gigabyte-großen USB-Stick eine wenige Byte kleine Datei abzulegen, tut der Mikrocontroller so, als wäre er je nach Schalterstellung ein anderer USB-Stick mit der jeweiligen Datei.

Das klappt mit einer vorbereiteten Firmware, sodass man den C-Code für die Firmware nicht selbst kompilieren muss. Je nachdem, welchen Pin vom Mikrocontroller ein Schalter auf Masse (GND) zieht, bootet The GRUB Switch ein anderes System. Mit einem Kippschalter lassen sich so zwei Systeme auswählen, mit einem Drehschalter bis zu 11.

USB-Mikrocontroller

Der Mikrocontroller ATmega32u4 sitzt auf vielen Arduino- und Atmel-Boards, allerdings oft nur als Extra-Chip, um eine serielle UART-Schnittstelle per USB zur Verfügung zu stellen; mit dieser lassen sich dann die eigentlichen Arduino-Programme („Sketches“) aufs Board laden. Für The GRUB Switch eignen sich aber nur die Boards, bei denen der ATmega32u4 das Herz der Platine ist. Aus der offiziellen Arduino-Familie sind dies der Arduino Micro und der Leonardo. Es gibt aber auch eine ganze Handvoll Modelle von anderen Herstellern, die genauso geeignet sind, zum Beispiel:

- Adafruit ItsyBitsy 32u4
- SparkFun ProMicro und viele kostengünstige Klone
- DFRobot Beetle (DFR0282)

Diese Boards eignen sich besonders, da für sie bereits Firmware-Images im Repository des Projekts bereitliegen. Achtung: Vom ItsyBitsy 32u4 und dem Pro Micro gibt es jeweils 3,3-Volt- und 5-Volt-Versionen. Während beide Varianten für unsere Zwecke funktionieren, benötigen sie unterschiedliche Firmware-Images. Überhaupt sollte man beim Kauf etwas genauer hinschauen, dass es sich auch tatsächlich um das Board mit dem 32u4-Controller handelt, denn bei den Produktnamen und verwendeten Chips gibt es einigen Wildwuchs. Mit dem Arduino Micro sind Sie auf der sicheren Seite.

Für zwei weitere Systeme gibt es fertige Images: Ein besonders kleines Board namens Teensy 2.0, das aber mittlerweile Auslaufmodell und damit seltener zu bekommen ist, sowie ein eigenes Platinen-

c't kompakt

- Mit dem Bastelprojekt „The GRUB Switch“ wählen Sie per Hardware, ob Sie lieber Linux oder Windows booten möchten, ohne auf ein Menü zu warten.
- Die Hardware lässt sich mit allen günstigen Mikrocontroller-Boards mit dem ATmega 32U4 bauen, beispielsweise dem Arduino Micro.
- Neben dem Schaltplan und der Firmware bietet das Projekt sogar ein Platinenlayout und Vorlagen für ein lasergeschnittenes Gehäuse zum Download an.

design des The-GRUB-Switch-Projektes – mehr dazu später.

Der eigentliche Code für alle Systeme mit dem 32U4 ist gleich. Kleine Unterschiede in den Flash-Images ergeben sich nur durch die Pinbelegung und Versorgungsspannung. Deswegen reichen minimale Programmierkenntnisse in C, um die Firmware für neue Boards anzupassen.

Flash-Programmierung und Switch-Konfiguration per Datei

Für das Flashen des Boards brauchen Sie ein USB-Kabel und die Software `avrdude`. Das Tool lässt sich in den meisten Linux-

Distributionen als Paket installieren, zum Beispiel in Ubuntu mit dem Konsolenbefehl

```
sudo apt install avrdude
```

Für die Installation benötigen Sie die von `sudo` verliehenen Admin-Rechte. Das gilt auch für die eigentliche Flash-Programmierung, da `avrdude` auf ein nicht für jeden User zugängliches Hardware-Device zugreift. Die Flash-Images und ein Helferskript zur Benutzung von `avrdude` liegen im Repository im Pfad `2_usb_device/pre-built_images`.

Verbinden Sie zunächst Ihr Board mit dem PC, beim Arduino Micro zum Beispiel mit einem Kabel mit USB-Micro-B-Stecker. Der Mikrocontroller sollte danach in der Liste von `lsusb` auftauchen. Wenn nicht, ist vermutlich das Kabel ein reines Ladekabel, dem die Datenleitungen fehlen. Um den Programmiervorgang zu beginnen, starten Sie das Skript mit `sudo` und der Angabe des Flash-Images mit dem Namen des Mikrocontroller-Boards:

```
sudo ./grubswitch_program_avrdude.sh ↵
                                     ↵GS_ARDUINOMICRO.hex
```

Die Firmware ist das Betriebssystem des Mikrocontrollers und sie läuft sofort los, sobald der Chip Strom bekommt. Um den Controller per USB neu programmieren zu können, muss er stattdessen einen Bootloader von einer anderen Adresse ausfüh-



Bild: Pina Merkert

The GRUB Switch funktioniert auch mit kleinen USB-Sticks (siehe c't 11, S. 158): Je nachdem, welchen Stick man in den Slot steckt, startet ein anderes Betriebssystem. Mit der Arduino-Hardware geht es noch bequemer.

ren. Für einen kurzen Zeitraum – typisch sind 5 Sekunden – kann dann `avrdude` den Chip erreichen. Läuft die Zeit ab, ohne dass `avrdude` serielle Signale sendet, springt der Bootloader wieder zur bereits programmierten Applikation.

Aus diesem Grund fordert Sie das Programmierskript auf, zweimal den Reset-Knopf auf dem Arduino-Board zu drücken und danach sofort die Programmierung per Tastendruck auf dem PC-Keyboard auszulösen. Die besonders kostengünstigen Pro Micro-Boards und das DFR Beetle haben keinen Reset-Knopf: Hier müssen Sie den RST-Pin elektrisch zweimal kurz mit dem benachbarten GND-Anschluss verbinden.

Zuerst liest das Flash-Tool die Chip-Eigenschaften, dann überträgt es die Firmware auf den Controller und liest sie schließlich zum Prüfsummenvergleich wieder ein. Wenn alles klappt, füllt sich auf der Konsole zweimal ein Fortschrittsbalken.

Nach dem erfolgreichen Flashen setzt sich das Board zurück und startet die neu geschriebene Grub-Switch-Firmware. Das Skript prüft, ob sich ein USB-Device mit den zum Grub-Switch gehörenden Vendor- und Produkt-IDs angemeldet hat. Auf den meisten Linux-Desktops wird Ihnen nun ein mountbares oder schon eingehängtes USB-Laufwerk mit dem Namen `BOOTTHIS` angezeigt. Alternativ können Sie das Mounten auf der Kommandozeile auslösen, zum Beispiel mit:

```
sudo mkdir -p /mnt/USERNAME/BOOTTHIS
sudo mount -U "1985-1955" /mnt/2
↳ USERNAME/BOOTTHIS
```

Um Ihnen die Suche nach dem richtigen Devicenamen zu ersparen, hängen die beiden Befehle das Laufwerk anhand seiner eindeutigen, in der Firmware festgelegten UUID ein.

Der Grub-Switch gibt sich als Datenträger mit dem FAT12-Dateisystem aus, das unter MS-DOS für alte Floppy-Disketten verwendet wurde. Es hat zu geringe Kapazitäten für aktuelle Datenträger im GByte-Bereich; das bedeutet aber auch, dass sehr kleine Datenträger mit einer dementsprechend kleinen Dateizuordnungstabelle möglich sind. The GRUB Switch beschränkt sich auf die Minimalgröße von 33 Kbyte. Die Dateizuordnungstabelle bringt die Firmware komplett im Flash-Speicher des Mikrocontrollers unter. Wenn Sie sich den Laufwerksinhalt

im Dateibrowser oder per `ls -la /mnt/USERNAME/BOOTTHIS` anschauen, sehen Sie 3 Dateien:

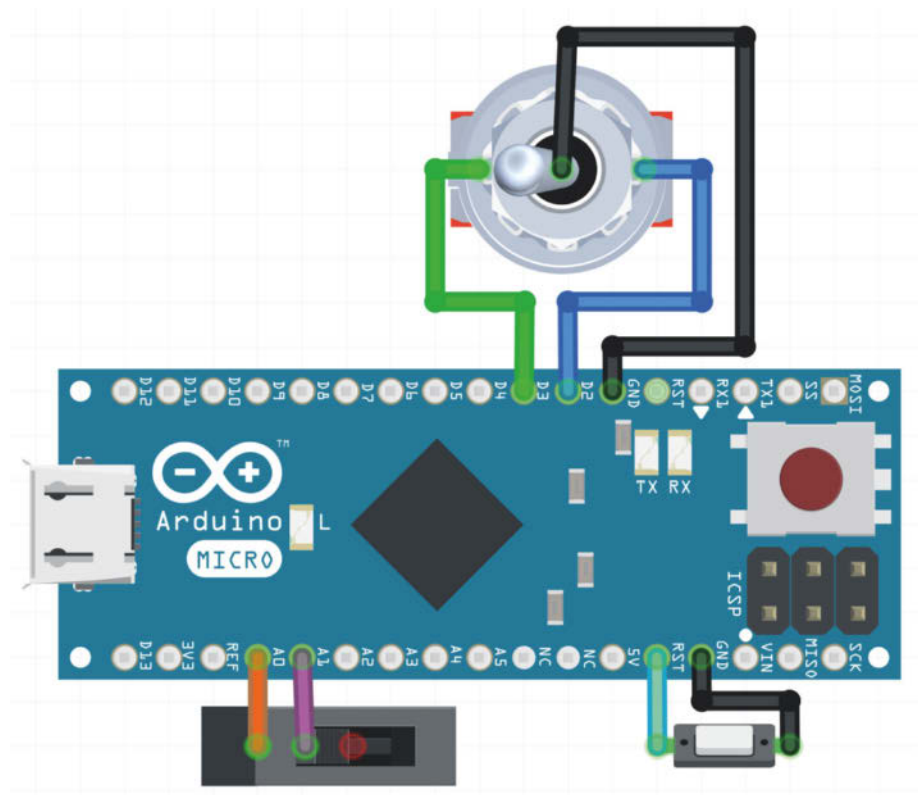
- `SWITCH.GRB`: Das Bootskript. Falls Sie dieses per Texteditor oder Konsolenausgabe mit `cat` anzeigen lassen, sehen Sie, dass die Datei leer ist. Das hat zwei Gründe: Erstens haben Sie noch keine Konfigurationsdatei mit gewünschten Booteinträgen auf das Laufwerk geschrieben. Zweitens ist das Board noch komplett unverdrahtet und befindet sich somit im Default-Zustand 0: „Normal zum Grub-Menü booten“. `SWITCH.GRB` wird vom Mikrocontroller je nach Außenbeschaltung des Boards neu generiert, existiert also gar nicht komplett gespeichert.
- `.entries.txt` (versteckt): Dies ist die Datei, die Sie in [1] nach der Auswahlkonfiguration schon einmal gesehen haben. Es handelt sich um die einzige Datei, die sich tatsächlich beschreiben lässt – ihre Daten landen im wiederbeschreibbaren EEPROM-Speicher des Mikrocontrollers. Alle anderen Schreibversuche wird

das USB-Laufwerk mit einem Fehler zurückweisen.

- `.bootpins.txt` (versteckt): Auch diese Textdatei generiert die Firmware bei jeder Leseanfrage neu. Zu Kontroll- und Debug-Zwecken lässt sich hier der Zustand der für die Schalterabfrage genutzten Eingangspins anzeigen. Bei der unverdrahteten Platine sollten Sie in der Datei lauter Nullen für „nicht verbunden“ finden.

Um die zuvor zusammengestellte Konfiguration auf das Board zu bringen, müssen Sie die Datei `.entries.txt` vom PC auf das USB-Laufwerk kopieren. Während das natürlich händisch im Datei-Explorer oder auf der Kommandozeile geht, nutzt die komfortablere und zuverlässigere Methode die vorbereiteten Skripte aus dem Repository von The GRUB Switch. Gehen Sie dort in das Skriptverzeichnis und starten Sie das Konfigurationsmenü mit

```
cd grub-switch/1_config_scripts
./CONFIGURE_GRUBswitch.sh
```



Der Schalter oben zieht entweder D2 oder D3 auf Masse, was die Bootoptionen 1 oder 2 auswählt. Die Schalter unten sind optional: Der Taster rechts löst einen Reset aus, was Sie nur für Boards wie den SparkFun Pro Micro brauchen, die keinen Taster aufgelötet haben. Statt eines Tasters können Sie einfach die Pins kurz mit einem Jumper überbrücken. Für den optionalen Schreibschutz ist ein Schalter eigentlich übertrieben. Für die Verbindung zwischen A0 und A1 reicht auch ein Jumper.

@heise Security TOUR

01.06. KÖLN | 15.06. STUTTGART
29.06. ONLINE | 27.09. ONLINE

Wissen schützt

Security braucht Vertrauen –
aber zu wem, wann und wie?

Jetzt auch mit
Workshops

DIE THEMEN

- **Lagebild IT-Security:** Neues zu Cybercrime-
Untergrund und Angriffstechniken
- **Die Checkliste:** Wem und was sollte ich weshalb
in welchem Ausmaß vertrauen?
- Fallstricke und Lösungen beim Aufbau einer
Zero-Trust-Umgebung
- Das Update zum **IT-Recht** – inkl NIS2 und KI-Ratgeber
- **Microsoft Exchange** – natürlich online?
- **KI** – was macht das mit uns und der Security?

Partner:

proofpoint.

sosafe

Jetzt Frühbucher-Rabatt sichern:
heise-security-tour.de



Wählen Sie mit der Zahlentaste 4 die Aktion „Write GRUBswitch bootfile to GRUBswitch USB device“ aus. Das Skript mountet das Laufwerk automatisch, beschreibt und unmountet es. Kehren Sie danach mit beliebigem Tastendruck ins Hauptmenü zurück und verlassen Sie das Tool mit Q.

Hardware-Beschaltung

Wenn Sie das USB-Gerät nach dem Beispielen herausziehen und wieder einstecken, ist die Datei SWITCH.GRB trotzdem noch leer; zwar ist die Konfiguration jetzt auf das Gerät geschrieben, aber es gibt ja immer noch keine Außenbeschaltung, also gilt weiter Auswahl 0 – das Grub-Menü.

Jetzt dürfen Sie endlich den LötKolben schwingen oder das Steckbrett auspacken. Die Grub-Switch-Firmware beherrscht zwei Methoden, um eine Boot-Auswahl zu spezifizieren: Im voreingestellten „1-aus-N“-Modus wird einer von bis zu 11 Pins mit Masse (GND) verbunden; bei kleineren Boards wie dem DFR Beetle stehen weniger Anschlussoptionen zur Verfügung. Der entsprechende Eintrag in der .entries.txt wird dann in der SWITCH.GRB angezeigt und somit gebootet.

Für viele Anwendungen reicht die Auswahl zwischen zwei Betriebssystemen, zum Beispiel Linux und Windows. In diesem Fall bringt Sie der Anschluss eines



Bild: Rüdiger Willenberg

So sieht der Grub-Schalter des Autors aus. Jedes Betriebssystem hat hier ein Gesicht.

einfachen Kippschalters zum Ziel, der die Anschlüsse für Auswahl 1 oder 2 mit Masse (GND) verbindet. Wir empfehlen die etwas luxuriösere Variante eines Kippschalters mit unverbundener Mittelstellung („ON/OFF/ON“), denn so lässt sich auch ohne Ausstecken des USB-Boards wieder das reguläre Grub-Menü hervorholen. Die Verdrahtung dieser Option für den Arduino Micro zeigt der Fritzing-Plan auf Seite 144. Hier entsprechen die Optio-

nen 1 und 2 den Prozessor-Pins PD1 und PD0 beziehungsweise den Arduino-Digitalanschlüssen D2 und D3.

Bei jeder Veränderung an den Digital-Pins meldet sich das Board kurz beim USB-Controller ab und wieder neu an. So stellt The GRUB Switch sicher, dass der PC nicht noch eine veraltete Version der SWITCH.GRB im Lesepuffer speichert, sondern tatsächlich neu liest.

Der Schaltplan zeigt eine weitere Option der Firmware: Es gibt einen Schreibschutz-Anschluss (/WR_PROT); ist dieser mit einem Low-Potential (Digitalausgang auf Masse) verbunden, so werden alle Schreib-anfragen abgelehnt, auch auf die Datei .entries.txt. Nützlich ist dies, wenn Sie Angst haben, dass ein Programm auf Ihrem System versehentlich oder bösartig die Bootkonfiguration überschreiben könnte. Der Schreibschutz-Pin (PF6/A1) und das angebotene Low-Potential (PF7/A0) liegen auf benachbarten Raster-Pins. So können Sie, statt einen Schreibschutz-Schalter anzulöten, auf Boards mit Pinleisten auch einfach einen Jumper aufstecken.

Wenn Sie doch mehr als zwei Bootoptionen wünschen, bietet sich ein Drehschalter an, der den Kontakt zu GND auf eine größere Anzahl Anschlüsse verteilt. Verbreitet sind Modelle mit einer 1-zu-12-Konfiguration. Mit den 11 Digital-Pins D2 bis D12 können Sie solch einen Schalter komplett verdrahten. Stellung 1 bleibt dann unverdrahtet für das Grub-Menü.

Ebenfalls erhältlich sind Drehcodierschalter, die 10 oder 16 Positionen auf

Selbst kompilieren

Falls The GRUB Switch für die von Ihnen bevorzugte Mikrocontroller-Platine noch keine passende Firmware mitbringt, können Sie Firmware-Images selbst übersetzen. Dafür installieren Sie zuerst die Pakete für den AVR-Compiler und die AVR-Laufzeitbibliothek:

```
sudo apt install gcc-avr avr-libc
```

Navigieren Sie dann in das Verzeichnis für die Firmware:

```
cd ~/grub-switch/2_usb_device
```

Alle Board-Images, für die passende Header-Dateien existieren, kompilieren Sie mit einem simplen Skriptaufruf:

```
./make_all_boards.sh
```

Mit `make clean` werden die generierten Dateien wieder aus dem Arbeitsverzeichnis gelöscht, falls Sie aufräumen wollen.

Mit diesen Werkzeugen können Sie den C-Quellcode der Firmware nach eigenen Wünschen modifizieren. Auch ohne Programmierkenntnisse können Sie die Unterstützung für andere Boards mit dem ATmega32u4 hinzufügen: Ergänzen Sie dafür einfach in `grub-switch/2_usb_device/boards/include/` eine korrespondierende Header-Datei mit Pinzuweisungen sowie einen Eintrag in der `boards.h`. Danach wird `make_all_boards.sh` ein passendes Firmware-Image erzeugen. Detaillierte Anweisungen dazu finden Sie im letzten Kapitel der Datei `grub-switch/documentation/2_usb_device.pdf` (auch zu finden über ct.de/y5e2).

4 Pins abbilden, also die Positionen 0–9 oder 0–15 binär codieren. Die Grub-Switch-Firmware unterstützt dies mit dem „Binary-Mode“ und den Pins D2 bis D5; ein Bild der Verdrahtung finden Sie im Repository. Damit die Firmware die elektrischen Schaltersignale als Binärzahlen 0000–1111 interpretiert, verbinden Sie zusätzlich die Anschlusspins PF1 und PF0 (Arduino A4/A5) miteinander. Wieder führt die Auswahl 0000 zum Grub-Menü.

Alle im Artikel aufgeführten Verdrahtungsbeispiele gelten beispielhaft für den Arduino Micro. Je nach Platinenlayout kommen bei den anderen Boards leicht andere Pinzuweisungen zum Einsatz; Sie müssen diese also für jedes Board nachschauen, entweder in den Board-spezifischen Textdateien unter `grub-switch/2_usb_device/boards/` oder in der PDF-Dokumentation `grub-switch/quickstart.pdf` (auch zu finden über ct.de/y5e2).

Das eigene Grub-Switch-Board

The GRUB Switch funktioniert auch ganz ohne vorgefertigte Arduino-Platine. Sie können den Mikrocontroller-Chip einzeln kaufen und auf eine selbst gefertigte Platine auflöten. Das lohnt sich beispielsweise für erfahrene Bastler, die einen Drehschalter statt des Kippschalters einbauen wollen. Alle dafür nötigen Dateien (EAGLE-Platinenlayouts, Gerber-Dateien und detaillierte Bauteilelisten) finden sich im Pfad `grub-switch/3_custom_hardware/`.

Mit Entspannung der Chipkrise ist jetzt auch das Herz der Platine, der ATmega32u4-Chip wieder vereinzelt online erhältlich. Vorsicht: Es muss die korrekte Variante des Chips ohne eingebauten RC-Oszillator (ATmega32U4-AU, nicht ATmega32U4RC-AU) sein, damit die USB-Programmierung per eingebautem Bootloader funktioniert!

Da Sie als Träger der Bauteile eine zweilagige Platine fertigen lassen müssen, handelt es sich beim Grub-Switch-Board sicher um die teuerste Hardware-Variante. Die kleinen Pins des Prozessors kurzschlussfrei aufzulöten ist eine Herausforderung. Dafür ist das Design besonders gut für den PC-Gehäuse-Einbau geeignet: Die beliebtesten Varianten von ON/OFF/ON-Kippschaltern und 1-zu-12-Drehschaltern lassen sich direkt in die Platine einlöten und der Verbund hat danach die perfekte Größe, um ihn in eine 5,25"-Gehäusefront zu schrauben. Weiterhin hat die Platine neben einer USB-Mini-B-An-

schlussbuchse auch eine 5-Pin-Stiftleiste, mit der sich das Board über ein gehäuseinternes Flachbandkabel mit den USB-Stiftleisten vieler PC-Motherboards verbinden lässt. Das spart den USB-Stecker.

An The GRUB Switch haben Seriosha Remmlinger, Volker Wunsch und Andreas Flachsbarth mit guten Ratschlägen mitgeholfen. Das Projekt wird aktiv gepflegt und weiterentwickelt. Wenn Sie selbst Ideen haben oder eine Variante bauen, schicken Sie Vorschläge oder Pull-Requests gerne an den Autor.

Lasergeschnittenes Gehäuse

Besonders günstig kommen Sie mit einem SparkFun Pro Micro und einem Kippschalter zu einem Grub-Switch. Der Pro Micro hat die gleiche Pinbelegung wie der Arduino Micro. c't-Redakteurin Pina Merkert hat für diese Variante ein Gehäuse entworfen, das Sie mit einem Lasercutter ab 10 Watt Laserleistung aus Holz oder Acryl fertigen können. Es ist exakt so groß wie ein Pro Micro mit aufgelöteter Stiftleiste, bei dem der Kippschalter im Zwischenraum zwischen den Pins Platz findet. Dadurch braucht das Mikrocontrollerboard keine zusätzliche Befestigung. Sie stecken das Gehäuse einfach drumherum zusammen. Ob die Teile klemmen

oder Sie etwas Leim brauchen, hängt vom Lasercutter ab.

Die Front hat Pina mit einem Windows- und einem Ubuntu-Logo verziert. Da Sie die SVG-Datei im Repository über ct.de/y5e2 finden, können Sie die Logos leicht durch die für Ihre Betriebssysteme ersetzen. Bei der Variante aus Acryl empfehlen wir, die gravierten Logos mit etwas Farbe zu füllen, bevor Sie die Schutzfolie abziehen.

Das Lasercutter-Design hat Befestigungslöcher, um es mit 3-mm-Schrauben an der Unterseite der Schreibtischplatte zu fixieren. Das USB-Kabel steht dann nach hinten heraus, wo Sie es zu einem nach hinten zeigenden USB-Port des Mainboards führen können. So hat Pina ihre Boot-Auswahl gelöst – wenn Sie es anders gemacht haben, freuen wir uns über Bilder. (pmk@ct.de) 

Literatur

- [1] Rüdiger Willenberg, USB-Wegweiser, Ein USB-Stick entscheidet, ob Windows oder Linux bootet, c't 11/2023, S. 158
- [2] Pina Merkert, Drehknopf bis 11, Arduino Micro lernt Lautstärkeregler, c't 18/2020, S. 154

Repository mit Firmware, Config-Skripten und Dokumentation: ct.de/y5e2

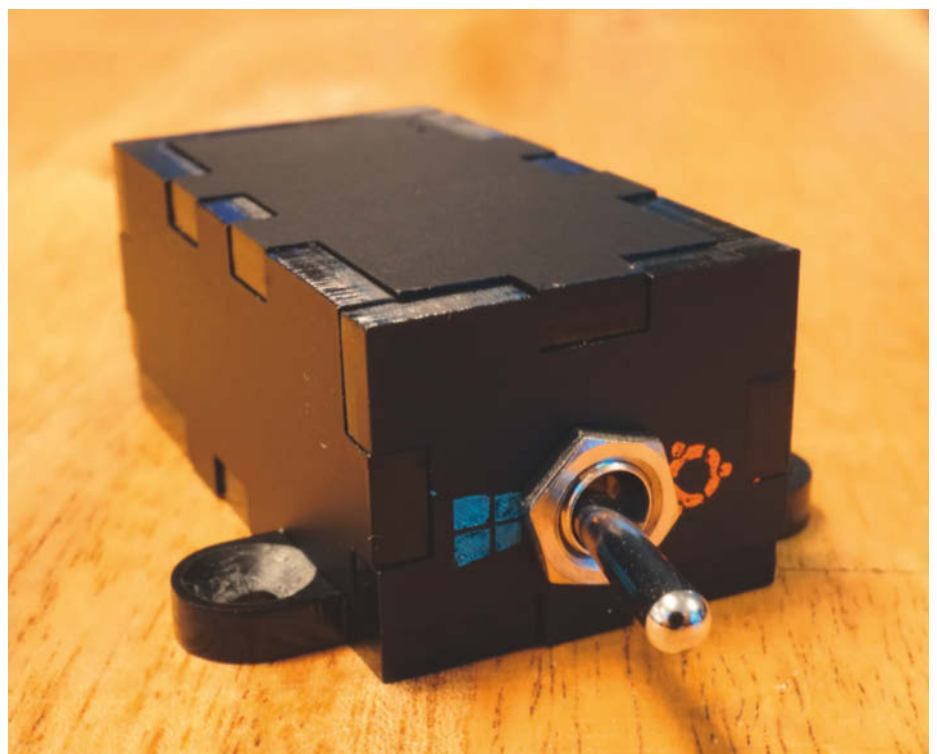


Bild: Pina Merkert

Das Lasercutter-Design für dieses Gehäuse aus schwarzem Acryl finden Sie im Repository über ct.de/y5e2. Innen arbeitet der günstige SparkFun Pro Micro.



Bild: Ki Midjourney | Bearbeitung: c't

Shellsurfer

Kommandozeilenbrowser: Das WWW im Terminal

Kommandozeilenbrowser, das sind einige sehr alte Softwareprojekte – und ein paar sehr junge mit beeindruckenden Fähigkeiten. So abstrus der Ansatz heutzutage erscheint, die Tools machen einen Heiden Spaß und können manchmal sogar nützlich sein.

Von Sylvester Tremmel

Browsen auf der Kommandozeile ist nerdiger Spaß, aber nicht nur das. Auch heutzutage kann man sich ab und zu noch in Situationen wiederfinden, in denen es plötzlich ganz praktisch ist, aus dem Terminal eine Website aufrufen zu können. Etwa, wenn man per SSH auf einem entfernten Rechner angemeldet ist und den Abruf einer Seite von dieser Maschine aus testen muss. Oder, wenn man auf einem Server ganz ohne grafische Oberfläche arbeitet

und schnell eine Kleinigkeit im Internet nachsehen will.

Browsing like a nineties kid

Klassische Werkzeuge für solche Fälle sind textbasierte Browser. Die versuchen primär, den Textinhalt von Webseiten darzustellen und weniger deren Optik. Früher – als Webseiten im Wesentlichen aus linearem Text bestanden – war das einfacher und sinnvoller als heute und es gab es eine ganze Reihe

Frisch aus
c't Nerdistan

ct kompakt

- Eine Reihe von Browsern rendert Webseiten als Text oder Klötzchengrafik.
- Die altherwürdigen Textbrowser Lynx und w3m eignen sich für textlastige Seiten.
- Um alles andere kümmern sich die modernen Projekte Browsh und Carbonyl.

solcher Tools. Mittlerweile schreibt man Websites zwar immer noch in HTML, also der Hypertext Markup Language, aber die Sprache hat sich gewandelt und zeichnet weit mehr als „Hypertext“ aus. Viele aktuelle Websites sind im Grunde Apps, aufwendig per CSS gestylt und ohne interaktive grafische Benutzeroberfläche praktisch nutzlos.

Das gilt aber nicht für alle Websites: Gerade Nachschlagewerke wie die Wikipedia oder Stack Overflow bestehen nach wie vor weitgehend aus Text mit Links, den textbasierte Browser passabel darstellen. Auch die Google-Suche lässt sich so immer noch gut benutzen. Allerdings veralten viele der Browserprojekte und werden nicht mehr gewartet. Die wahrscheinlich bekanntesten noch aktiven Vertreter sind Lynx und w3m. Ersterer datiert von 1992 und ist wohl der älteste noch gepflegte Browser. w3m hat ganze drei Jahre weniger auf dem Buckel; das ursprüngliche Projekt schief ein, aber die Linux-Distribution Debian pflegt einen Fork.

Beide Programme installiert man unter Linux, BSD und macOS am besten über einen Paketmanager, sie finden sich nach wie vor in vielen Repositories. Windows-Nutzer müssen Cygwin oder das Windows Subsystem for Linux einspannen. Lynx offeriert auch Windows-Installer auf seiner Homepage, die allerdings Handarbeit erfordern, damit HTTPS funktioniert (alle Links siehe ct.de/yeb1).

Jenseits der Fähigkeiten solcher Browser liegen Seiten, deren primäre Inhalte nicht aus Fließtext bestehen. Zur Rettung von Kommandozeilenliebhabern nahen in diesen Fällen die Projekte Browsh und Carbonyl. Browsh gibt es für alle gängigen Betriebssysteme, allerdings funktioniert die experimentelle Windows-Version nicht ohne Weiteres (siehe Kasten auf S. 151). Carbonyl gibt es aktuell nur für Linux und

macOS. Einmal installiert kann man alle Programme einfach mit ihrem Namen und einer optionalen URL aufrufen. Ein Aufruf mit dem Parameter `--help` erklärt die jeweiligen Optionen. Einzig bei w3m ist die Angabe einer ersten URL auf der Kommandozeile Pflicht:

```
w3m https://www.heise.de
```

w3m

Mit w3m navigiert man recht intuitiv innerhalb einer Seite: Es gibt einen Cursor, den man mit den Pfeiltasten verschiebt. Wenn er sich über einem Link oder Formular-Button befindet, kann man das Element per Druck auf Enter aktivieren. Um ein Textfeld (beispielsweise für eine Suche) auszufüllen, bewegt man ebenfalls den Cursor auf das Feld und drückt Enter. Daraufhin zeigt w3m in der Statusleiste unten den Prompt „TEXT:“, man kann das Feld befüllen und per erneutem Enter bestätigen. Abbrechen kann man den Texteingabemodus per Strg+C.

Um eine andere URL aufzurufen, drückt man Umschalt+U. Daraufhin erscheint unten der Prompt „Goto URL:“, man kann die aktuelle Adresse editieren oder ersetzen und das neue Ziel mit Enter aufrufen. Um w3m zu beenden, drücken Sie Q und bestätigen mit Y (oder Sie drücken Umschalt+Q und beenden das Programm ohne Rückfrage).

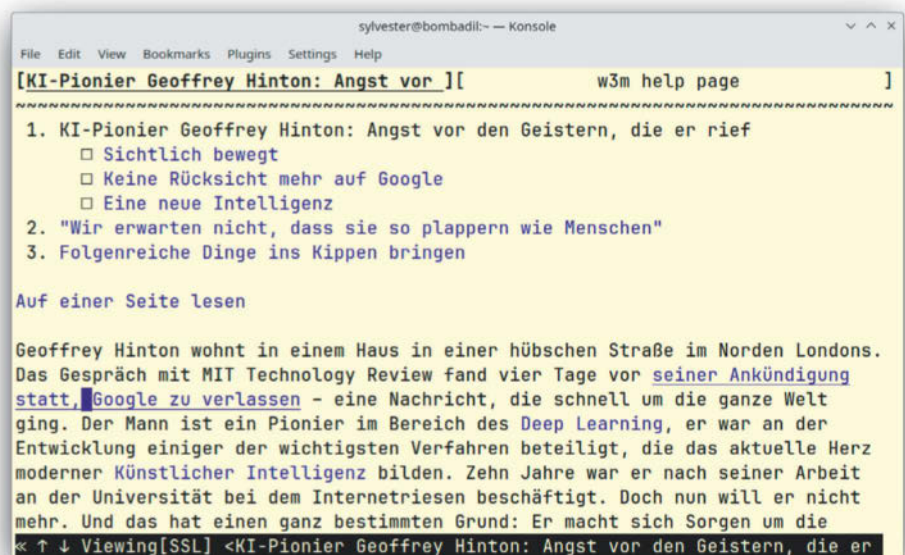
Wie die meisten fortgeschrittenen Kommandozeilenprogramme kennt w3m viele, viele weitere Tastenkürzel. Wenn

man das Programm noch ausprobiert, hilft es, eine Liste davon jederzeit parat zu haben. Dafür drücken Sie Umschalt+T, um einen neuen Tab zu öffnen, und anschließend Umschalt+H, um im neuen Tab die w3m-Hilfeseite aufzurufen. Sie listet alle Befehle auf und erklärt beispielsweise unter „Tab Operations“, dass Sie mit { und } zwischen Tabs wechseln können und per Esc+T an ein Tab-Selektions-Menü kommen.

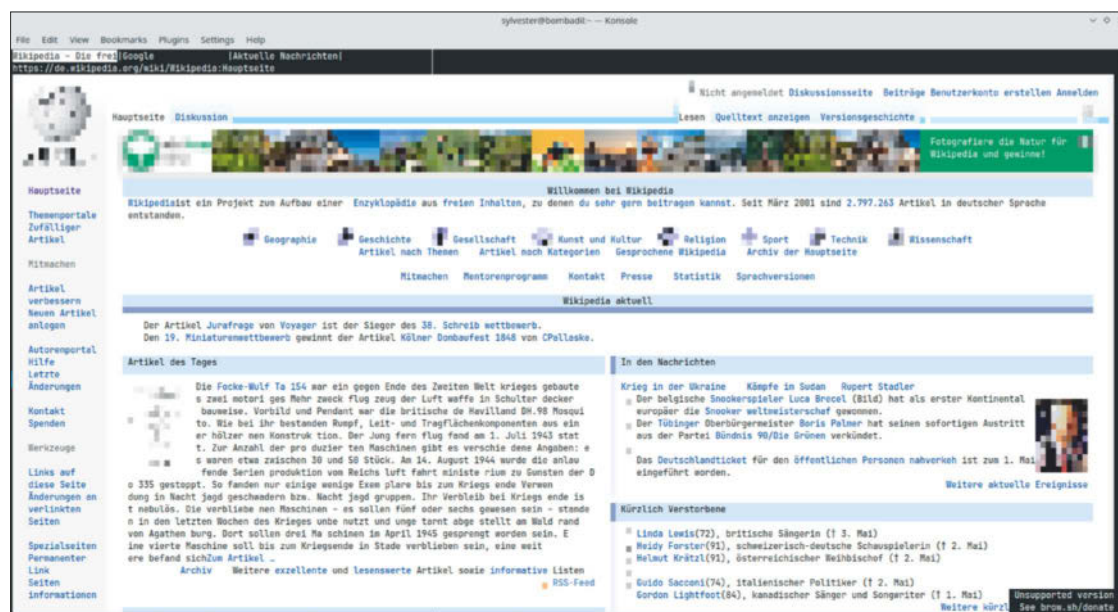
Auf die Einstellungsseite von w3m, die Sie per Druck auf O (für „Options“) erreichen, sollten Sie ebenfalls einen Blick werfen. Dort lassen sich neben zahllosen anderen Dingen beispielsweise auch externe Betrachter festlegen. Per Druck auf I öffnet w3m etwa Bilder (für die er in Webseiten nur den Alt-Text anzeigt) im eingestellten externen Betrachter. Zurück aus den Optionen – und ganz allgemein zurück im Browserverlauf – kommen Sie mit Druck auf Umschalt+B wie „Back“.

Lynx

Lynx nimmt Nutzer etwas mehr an die Hand, hat aber auch ein ungewöhnlicheres Bedienkonzept: Man navigiert grundsätzlich mit den Pfeiltasten, wobei Pfeil-hoch und -runter allerdings keinen Cursor bewegen, sondern von einem interaktiven Element (wie einem Link) zum nächsten springen. Das jeweils ausgewählte hebt Lynx farblich hervor. Per Pfeil-rechts (oder Enter) folgt man dem aktuellen Link, Pfeil-links führt in der Historie zurück. Insbesondere Letzteres ist gewohnungsbedürftig, allzu leicht will man den Fokus ver-



Textbrowser wie w3m können ihr Alter nicht verhehlen, stellen aber textlastige Seiten wie heise-online-Artikel nach wie vor sinnvoll dar.



Gut erkenn- und lesbar: Browsh rendert die Wikipedia im Terminal.

schieben und navigiert stattdessen im Browserverlauf zurück.

Dafür zeigt Lynx am unteren Rand eine zweizeilige Hilfe an, die genau das erklärt und weitere wichtige Shortcuts auflistet. Sie müssen sich also nicht merken, dass man per G eine neue URL eingeben kann oder ein Druck auf Q das Programm beendet. Die Taste H öffnet Lynx' umfangreiche Hilfe, die mit einem lesenswerten „Users Guide“ beginnt und unter „Key-stroke Commands“ auch eine Übersicht über alle Tastenkürzel enthält. Dort lernt man beispielsweise, dass Lynx auch stückweise scrollen kann, ohne gleich zum nächsten interaktiven Element zu springen; standardmäßig per Strg+N (runter) und Strg+P (rauf).

Ein Druck auf O öffnet die Optionen, die wie bei w3m einen Blick wert sind. Vergessen Sie nicht, ganz oben „Save options to disk“ anzukreuzen, damit Lynx sich Ihre Änderungen dauerhaft merkt. Lynx hat keine Tabs, bietet aber per Druck auf V eine Liste besuchter Links. Die enthält – anders als der Browserverlauf – alle in der aktuellen Sitzung besuchten Links, nicht nur die „vorhergehenden“. Damit wechselt man schnell zwischen verschiedenen Seiten; auf Wunsch stellt Lynx die Liste auch als eingängige Baumstruktur dar.

Ob man w3m oder lieber Lynx nutzt, ist Geschmackssache. Beide verfolgen Bedienkonzepte, an die man sich gewöhnen muss, beide bieten noch viel mehr Funktionen – und beide scheitern oft daran, moderne Webseiten lesbar darzustellen. Das liegt teilweise an modernen Standards, die sie nicht unterstützen, und oft schlicht

daran, dass die Browser kein JavaScript ausführen. Das macht viele Webseiten leider unpraktisch oder komplett unbenutzbar.

Browsh

Browsh nennt sich selbst „the modern text based browser“ und rendert tatsächlich moderne Webseiten samt JavaScript im korrekten Layout ins Terminal – als sehr grobpixelige Grafik. Zum Einsatz kommen dabei allerlei Tricks, aber im Wesentlichen nutzt Browsh Unicode-Blockelemente, um (mehr oder weniger) quadratische „Pixel“ ins Konsolenfenster zu malen.

Text wäre so grobpixelig freilich nicht lesbar. Browsh schreibt ihn daher mit normalen Buchstaben an die (mehr oder weniger) korrekte Position. Das Ganze hat keinen großen ästhetischen Wert und eignet sich kaum, um in Bildergalerien zu schmökern. Aber Webseiten sind erkenn- und bedienbar – und zwar per Maus (!), sofern das Terminal Mausebewegungen unterstützt. Browsh kennt nur ein paar Tastenkürzel, die die knappe Dokumentation erklärt (siehe ct.de/yebl). Die Wichtigsten sind: Strg+L (fokussiert die Adresszeile), Backspace (zurück im Verlauf) sowie Strg+T (neuen Tab öffnen) und Strg+W (Tab schließen); raus gehts per Strg+Q. Die Webseiten selbst bedient man so, wie auch in einem grafischen Browser: Man klickt auf Links oder bewegt den Mauszeiger über Elemente, die darauf reagieren.

Hinter den Kulissen nutzt Browsh Firefox, der zu diesem Zweck auf dem System installiert sein muss. Das Programm startet Firefox „headless“, also ohne Fenster, und mit einem eigenen Profil. Anschließend

nimmt es über eine Debug-Schnittstelle mit Firefox Kontakt auf und injiziert ein Add-on, über das die Kommunikation zwischen Firefox und Browsh läuft. Nun rendert die Firefox-Engine die Webseiten, wobei das Add-on Styles einfügt, damit der Text sich möglichst gut am späteren Konsolenraster ausrichtet. Das Ergebnis übergibt das Add-on an den Konsolencient von Browsh und dieser zeichnet es als Pixelgrafik ins Terminal. Klingt kompliziert und ist nicht sonderlich performant, aber es funktioniert – sogar via SSH.

Hier liegt auch der erklärte Zweck von Browsh: Das Abrufen von Webseiten via SSH, wofür ein schwachbrüstiger Client und eine schmalbandige Anbindung reichen. Schwergewichtige Seiten lädt und interpretiert Firefox auf dem entfernten Rechner, der SSH-Client zeigt lediglich die resultierende Pixelgrafik an.

Zu den Vorteilen dieses Vorgehens gehört, dass der eigentliche Browser ein normaler Firefox ist und problemlos Updates erhält. Man kann – wenn der Rechner grundsätzlich in der Lage ist, grafische Oberflächen anzuzeigen – Browsh sogar mit dem Parameter `--firefox.with-gui` starten, um den Headless-Modus zu vermeiden. Firefox zeigt dann sein normales Fenster an und lässt sich konfigurieren, beispielsweise indem man ein Adblocker-Add-on installiert.

Ein Nachteil ist die etwas wackelige Interaktion zwischen Firefox, Add-on und Terminal-Client. In unseren Versuchen wurde gelegentlich Firefox nicht mit Browsh beendet, wodurch der nächste Start scheitert: „A headless Firefox is already

running.“ Die komplizierte Interaktion zwischen Firefox und Terminal-Client mag auch der Grund dafür sein, dass Browsh in unseren Versuchen häufig an Cookie-Bannern scheiterte: Er zeigte sie an, aber wir konnten sie nicht bedienen, wodurch die Seiten blockiert blieben. Außerdem ist Browshs Performance eher schlecht: Beispielsweise Videoseiten zeigt das Tool zwar korrekt an, aber flüssig abspielen konnten wir in unseren Versuchen nichts.

Carbonyl

Diese Probleme will das junge Projekt Carbonyl umgehen. Es handelt sich um einen Fork des Chromium-Browsers, bei dem einige Rendering-Schnittstellen angepasst wurden. Er öffnet kein eigenes Fenster, sondern zeichnet – ganz ähnlich wie Browsh – Text und Klötzchengrafiken ins Terminal.

In einem lesenswerten Blogeintrag [1] erklärt der Projektgründer, welche Änderungen an Chromium dafür notwendig waren.

Die Performance des Ganzen beeindruckt, mit Carbonyl kann man tatsächlich Spaß auf YouTube haben. Kein Wunder, schließlich rendert hier die hochoptimierte Blink-Engine eine sehr geringe Auflösung. Es ist trotzdem ein Heidenspaß, in einem Konsolenfenster auf modernen HTML5-Videoseiten zu surfen.

Im Unterschied zu Browsh, das sich seit 2016 in Entwicklung befindet, existiert Carbonyl erst seit Ende 2022. Ob das Projekt seinen Chromium-Fork einigermaßen aktuell halten kann, wird man



So macht das Spaß: Mit Carbonyl kann man sogar Videos gucken. Die grobe Auflösung reicht, um Sprecher zu erkennen (und Werbeanzeigen zu entziffern).

abwarten müssen. Ohnehin befindet sich Carbonyl noch in einem sehr frühen Stadium: Es gibt nur wenige Bedienelemente (die man mit der Maus bedient) und die Benutzerfreundlichkeit ist ausbaufähig. Beispielsweise muss man Adressen samt Protokoll eingeben. Wer bloß „www.youtube.de“ eingibt, ohne „https://“, bekommt nichts zu sehen. Es folgt kein Seitenaufruf und auch keine Fehlermeldung.

Binärpakete von Carbonyl gibt es aktuell nur für Linux und macOS. Windows-Nutzer, die mit dem Projekt Spaß haben wollen, müssen daher auf das Subsystem von Linux ausweichen oder sich per SSH

mit einer Linux-Maschine verbinden. Beenden können Sie Carbonyl übrigens per Strg+C.

Letztlich sind alle vorgestellten Browser-Nischenprojekte, die sich kaum für den Alltag eignen. Trotzdem sind sie interessant, können in besonderen Anwendungsfällen praktisch sein und verschaffen viele Nerd-Punkte im Freundeskreis.

(synt@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Fathy Boundjadj, Forking Chrome to render in a terminal: <https://fathy.fr/carbonyl>

Weitere Infos: ct.de/yeb1

Browsh unter Windows

Die Windows-Version von Browsh ist als experimentell gekennzeichnet und die FAQ warnt, dass sie aktuell nicht funktioniert. In unseren Versuchen spuckte die Anwendung verschiedene Fehlermeldungen aus, die aber auf ähnliche Probleme hindeuten: Browsh findet Firefox nicht oder kann keine Verbindung zu ihm aufbauen. Zum Erfolg führte, Firefox-Start und Add-on-Installation manuell durchzuführen.

Starten Sie dazu Firefox mit dem Parameter -P, um den „Profile Manager“ zu sehen. Mit dem Manager legen Sie ein neues Profil namens „browsh“ an, damit diese Experimente die normale Firefox-Nutzung nicht behindern. Wählen Sie anschließend wieder Ihr altes

Profil aus (damit es standardmäßig gestartet wird) und schließen Sie den Manager.

Nun starten Sie Firefox mit `firefox -P browsh`, um im neuen Profil zu landen. Klicken Sie den Einrichtungsassistenten weg und rufen Sie die Website mit den Releases von Browsh auf (siehe ct.de/yeb1). Dort suchen Sie in den Assets des aktuellen Releases nach dem Firefox-Add-on. Es hat die Dateierweiterung XPI, vermutlich müssen Sie erst unten auf „Show all [...] assets“ klicken, um es zu sehen. Klicken Sie auf den Link, sodass Firefox das Add-on herunterlädt und bestätigen Sie, dass er es installieren und aktivieren soll. Sobald das Add-on funktioniert, werden Sie von der Website nicht mehr viel sehen: Jeg-

licher Text wird durch Klötzchen ersetzt. Beenden Sie nun Firefox.

Soweit die Vorarbeit. Um nun Browsh zu benutzen, starten Sie Firefox mit diesem Profil und als fernsteuerbare Instanz ohne Fenster. Danach können Sie Browsh mit der Anweisung starten, einen bereits laufenden Firefox zu nutzen. Beides zusammen sieht so aus:

```
firefox.exe -P browsh --headless \
    --marionette
browsh.exe --firefox.use-existing
```

Erfolgreich ausprobiert haben wir das unter Windows 10 und der PowerShell, allerdings war die Renderingperformance noch schlechter als unter Linux.



Verschwindibus

Interne Festplatten vor Linux verstecken

Dank schneller USB-Anschlüsse können Sie neue Linux-Distributionen problemlos auf einer externen SSD ausprobieren. Doch der Bootloader landet oft trotzdem auf dem PC-internen Massenspeicher. Wir verraten, wie man den wirksam vor den Linux-Installern versteckt.

Von Mirko Dölle

Der Plan ist eigentlich genial einfach: Um das neueste Ubuntu, Manjaro oder openSUSE Linux auszuprobieren, installiert man es auf einer externen SSD. Gefällt Ihnen die Distribution nicht oder fehlen Treiber, löschen Sie die SSD wieder und probieren die nächste Distribution aus – oder booten einfach Ihr gewohntes Betriebssystem von der internen Festplatte oder SSD. Ist das externe Laufwerk nicht angeschlossen, sollte es keinen Hinweis auf die Testinstallation geben.



Doch in der Praxis hinterlassen manche Distributionen auch dann Spuren auf dem internen Massenspeicher Ihres PCs, wenn Sie sie auf einem externen Laufwerk installieren. Der Knackpunkt ist dabei der EFI-Bootloader für UEFI-Firmwares:

Damit die Bootreihenfolge in der Mainboard-Firmware nicht umgestellt werden muss, installieren manche Distributionen

wie zum Beispiel Ubuntu 22.10 ihren Bootloader auf der EFI-Partition der internen Festplatte und tragen ihn zusätzlich als

c't kompakt

- Damit Linux-Installer die Finger von der internen SSD lassen, können Sie über die Kernel Commandline das dafür zuständige Modul auf die schwarze Liste setzen.
- Auch im laufenden Betrieb lassen sich einzelne Laufwerke verstecken.
- Indem Sie Grub nach anderen Betriebssystemen suchen lassen, bekommen Sie trotzdem ein vollständiges Bootmenü.

Standard-Bootloader ein. Fehlt das externe Laufwerk, startet dennoch der Bootloader der testweise installierten Distribution, kann den Kernel aber nicht mehr finden. Wenn Sie also das gerade erschienene Ubuntu 23.04 auf einer externen SSD ausprobieren und sicherstellen wollen, dass es keine Veränderungen an Ihrer Festplatte oder SSD vornimmt, können Sie sie vor dem Installer verstecken.

Abgemeldet

Die einfachste Lösung ist, wenn Ihr Rechner intern eine NVMe-SSD verwendet. Dies können Sie leicht feststellen, indem Sie zum Beispiel Ubuntu 23.04 vom USB-Stick oder Ihr bereits installiertes Linux booten und dann im Terminal mit dem Befehl `lsblk` nachsehen, welche Laufwerke es gibt. Hat die SSD einen Namen wie `nvme0n1`, so handelt es sich um ein NVMe-Laufwerk. Für diese ist der Kernelmodul `nvme` zuständig. Wenn Sie beim Start etwa von Ubuntu 23.04 dieses Modul auf die Blacklist setzen, nehmen Sie dem Installer jeglichen Zugriff auf diese Laufwerke – sie werden gar nicht erst initialisiert.

Indem Sie in der sogenannten Kernel Commandline den Parameter `modprobe.blacklist=nvme` ergänzen, können Sie verhindern, dass der Kernel das Modul lädt. Dazu benutzen Sie den internen Texteditor von Grub: Starten Sie vom USB-Stick und drücken Sie im Bootmenü die Taste E. Sie gelangen dann in den mehrzeiligen Booteintrag.

Entscheidend ist die Zeile, die mit `linux` beginnt. Sie enthält den zu startenden Kernel und alle Parameter, die als Kernel Commandline mitgegeben werden sollen. `modprobe.blacklist=nvme` hängen

Sie, mit einem Leerzeichen abgetrennt, ans Ende der Zeile und drücken dann die Taste F10, um zu booten. Sie können auch mehrere Module auf die Blacklist setzen, etwa die freie Implementation des Nvidia-Treibers `nouveau`, dazu benutzen Sie den Parameter `modprobe.blacklist=` einfach mehrmals.

Vertrauen Sie nicht blind darauf, dass Ihre interne SSD schon nicht auftauchen wird: Bei manchen Linux-Distributionen ist der Treiber `nvme` kein Kernelmodul, sondern fest in den Kernel integriert. Deshalb sollten Sie sich stets im Terminal oder auf einer der Textkonsolen mittels `lsblk` davon überzeugen, dass die SSD wirklich unsichtbar ist.

Abgeschaltet

Haben Sie hingegen eine SATA-SSD oder -Festplatte oder ist die NVMe-Unterstützung bei der gewünschten Distribution kein Kernelmodul, dann können Sie das interne Laufwerk auch nachträglich über das Terminal abschalten. Das funktioniert auch für ein einzelnes Laufwerk, etwa wenn Sie eine SSD und eine Festplatte eingebaut haben, für die Installation aber die SSD verstecken möchten.

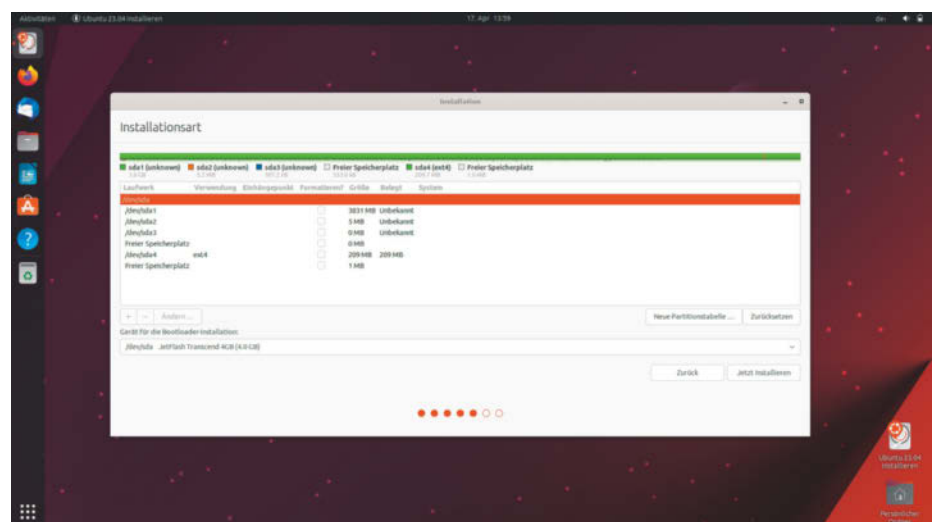
Dafür gibt es keinen speziellen Bootparameter, denn der zuständige Treiber `sd` (SCSI Disk) ist meist in den Kernel integriert und nicht als Modul `sd_mod` übersetzt worden. Außerdem ist der Treiber auch für USB-Speichermedien zuständig. Würde man ihn auf die Blacklist setzen, könnte der Kernel auch nicht auf den USB-Stick zugreifen und das Live-System booten.

Einzelne Laufwerke lassen sich aber jederzeit im laufenden Betrieb abschalten. Daher können Sie das neue Linux ohne Vorbereitungen direkt vom USB-Stick booten. Bei Ubuntu empfehlen wir, dass Sie zunächst „Ubuntu ausprobieren“ auswählen. Dann startet Ubuntu im Live-Modus mit vollständigem Desktop, sodass Sie leicht ein Terminal öffnen und dann das gewünschte Laufwerk abschalten können. Der Installer lässt sich anschließend von Hand starten.

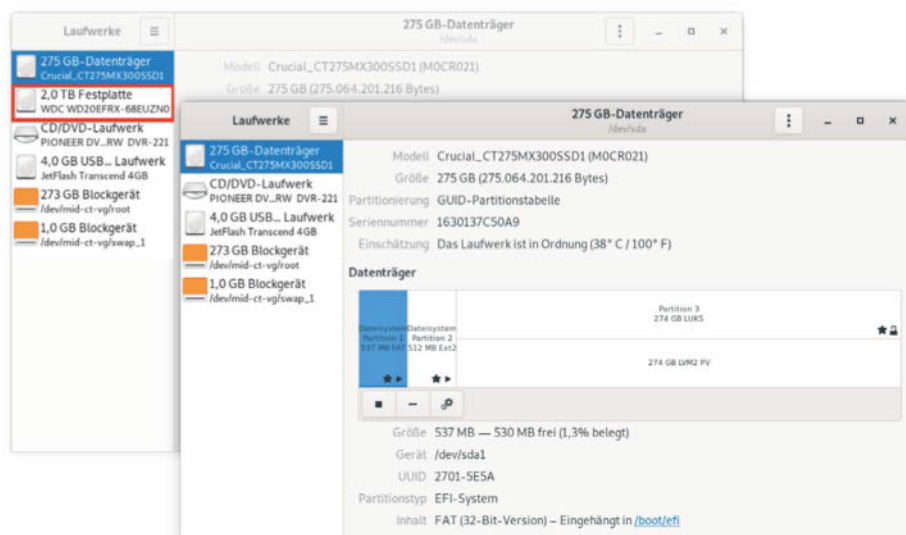
Bei anderen Linux-Distributionen wie zum Beispiel Debian GNU/Linux startet der Installer unmittelbar. Dann schalten Sie mit den Tastenkombinationen `Strg+Alt+F2` bis `Strg+Alt+F6` auf eine der Textkonsolen um und deaktivieren dort das gewünschte Laufwerk. Zurück zum grafischen Installer geht es dann meist mit `Strg+Alt+F1`, `Strg+Alt+F7` oder `Strg+Alt+F8` – das müssen Sie im Zweifel einfach ausprobieren. Es ist in jedem Fall eine Tastenkombination zwischen `Strg+Alt+F1` und `Strg+Alt+F12`.

Gut versteckt

Im Terminal oder auf der Textkonsole müssen Sie zunächst bestimmen, welchen Namen das zu versteckende Laufwerk aktuell trägt. Orientieren Sie sich nicht daran, wie etwa Ihre SSD heißt, wenn Sie das darauf installierte Linux booten: Die Initialisierungsreihenfolge ist im Live-Betrieb vom USB-Stick eine andere, üblicherweise bekommt der USB-Stick den Gerätenamen `/dev/sda` zugeordnet. Einen Überblick, welche Namen welche Laufwerke aktuell



Indem Sie das Modul `nvme` auf die Blacklist setzen, verhindern Sie, dass eine interne NVMe-SSD überhaupt initialisiert wird. Laut Ubuntu Installer soll dieser Rechner außer dem Live-USB-Stick gar kein Laufwerk besitzen.



Und raus bist du: Selbst für Festplattenverwaltungsprogramme ist ein per `delete` entferntes Laufwerk unauffindbar, hier die interne Festplatte eines Rechners mit SSD und Harddisk.

tragen, verschaffen Sie sich mit dem Befehl `lsblk -fp`. Er listet nicht nur die Gerätenamen, sondern auch die Größen der Partitionen sowie die Dateisysteme.

Mit dem Gerätenamen, zum Beispiel `/dev/sdb`, entfernen Sie das Laufwerk aus dem System:

```
echo 1 | sudo tee \
/sys/block/sdb/device/delete
```

Sollte `sudo` wie zum Beispiel unter Debian nicht vorinstalliert oder nicht eingerichtet sein, so müssen Sie sich zunächst per `su` als Root-Benutzer einloggen. Die Befehle lauten in diesem Fall:

```
su -
echo 1 > /sys/block/sdb/device/delete
```

Doch Vorsicht, entfernen Sie nicht etwa das Laufwerk mit dem gerade aktiven Root-Dateisystem. Denn es gibt keine Sicherheitsabfrage, das Laufwerk verschwindet von jetzt auf gleich, als hätten Sie es urplötzlich ausgebaut. Abhängig davon, wie viele Bibliotheken zuvor bereits in den Cache geladen wurden, kann es sogar sein, dass ein Linux noch einige Minuten weiterlebt, um schließlich einzufrieren und nicht mehr zu reagieren.

Es ist übrigens ratsam, das Laufwerk vor dem Entfernen mittels `hdparm` schlafen zu legen. Denn das System gibt nach dem zweiten Befehl die Kontrolle über das Laufwerk inklusive aller Stromsparmechanismen auf, sodass es andernfalls unnötig

bis zum Ende der Installation weiterlaufen würde. Der dazu nötige Befehl lautet:

```
sudo hdparm -y /dev/sdb
```

Wiedergefunden

Um ein so verstecktes Laufwerk ohne einen Neustart des Rechners wieder hervorzuzaubern, müssen Sie den dafür zuständigen Controller erneut nach Laufwerken scannen lassen. Bei USB-Laufwerken ist das einfach: Ziehen Sie es ab, stecken es wieder an und schon erscheint es erneut in der Liste von `lsblk`.

Bei internen Laufwerken müssen Sie zunächst herausfinden, welcher Controller dafür zuständig ist. Eine Liste mit symbolischen Links zu den Controllern finden Sie im Verzeichnis `/sys/class/scsi_host`. Mit dem Befehl

```
ls -l /sys/class/scsi_host
```

sehen Sie den Namen des symbolischen Links und das Ziel, auf das er verweist, zum Beispiel `.././devices/pci0000:00/0000:00:1f.2/ata1/host0/scsi_host/host0`. Der Controller hängt also am PCI-Bus und trägt den Namen `ata1` – dies ist ein Hinweis auf einen SATA-Controller. Bei einem USB-Laufwerk hieße der Controller `usb1` oder hätte, wenn es mehrere gibt, eine andere Nummer.

Um einen Rescan am `host0` des besagten SATA-Controllers auszulösen, verwenden Sie folgenden Befehl:

```
echo "- - -" | sudo tee \
/sys/class/scsi_host/host0/scan
```

Die Minuszeichen sind Platzhalter und stammen aus alten SCSI-Zeiten: Das Rescan-Kommando erfordert die Angabe der Kanalnummer (SCSI Channel), der Target-ID und der LUN (Logical Unit Number); die drei Minuszeichen lösen einen Rescan auf allen Kanälen, Targets und Units aus. Anschließend sollte das zuvor versteckte Laufwerk mit allen Partitionen wieder in der Ausgabe von `lsblk` auftauchen.

Ausgebootet


Der Nachteil einer Installation mit zuvor versteckter interner Festplatte ist, dass der Bootloader des externen Linux keine Menüeinträge für die anderen installierten Betriebssysteme enthält. Um etwa Windows von der internen Festplatte booten zu können, müssen Sie die Bootauswahl Ihres Mainboard-BIOS bemühen. Das lässt sich aber leicht beheben, indem Sie das gerade installierte Linux von der externen SSD booten und die Konfiguration des Bootloaders aktualisieren – etwa unter Ubuntu mit `update-grub` und unter Arch Linux mit `grub-mkconfig`.

Damit auch Menüeinträge für Windows und andere Linux-Installationen berücksichtigt werden, müssen Sie die Grub-Konfigurationsdatei `/etc/default/grub` zuvor jedoch um folgende Zeile erweitern:

```
GRUB_DISABLE_OS_PROBER=false
```

Danach sollten alle auf Ihrem Rechner installierten Betriebssysteme im Bootmenü der externen SSD auftauchen, ohne dass es zu einer Verzahnung kommt: Entfernen Sie die SSD, bleiben keine Spuren der Testinstallation auf Ihrem Rechner zurück.

Fazit

Indem Sie Ihre Festplatte oder SSD verstecken, können Sie Linux-Distributionen in vollem Leistungsumfang ohne Reue auf einem externen Laufwerk testen. Mit den heute verfügbaren schnellen USB-C-SSDs ist kaum ein Unterschied zu einem internen Laufwerk zu spüren. Dabei hinterlässt die Installation keinerlei Spuren: Entfernen Sie die USB-SSD, startet Ihr Rechner unverändert vom internen Laufwerk, so als hätten Sie nie eine andere Linux-Distribution ausprobiert. (mid@ct.de) 

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



(0541) 800 09 126



leserservice@emedia.de



eMedia Leserservice, Postfach 24 69, 49014 Osnabrück



Bild: KI Midjourney / Bearbeitung c't

Privatsphäre auf Europäisch

DSGVO seit fünf Jahren wirksam: Folgen und Baustellen

Seit fünf Jahren liefert die europäische Datenschutzgrundverordnung den EU-Mitgliedsstaaten eine gemeinsame Rechtsgrundlage dafür, personenbezogene Daten zu erheben, zu speichern und zu verarbeiten. Eine Erfolgsgeschichte – einerseits. Andererseits zeigen sich Schwächen der Verordnung, die Datenschützern und Unternehmen zu schaffen machen.

Von Falk Steiner

Hoffnungen wie Befürchtungen waren groß, als die Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) nach zweijähriger Übergangsfrist am 25. Mai 2018 ihre volle Wirkung entfaltete. Gegner verbanden mit

diesem Datum vor allem datenschutzrechtliche Bremseffekte: Die würden dazu führen, dass Europa in zukunftssträchtigen Technikfeldern auf Dauer hoffnungslos ins Hintertreffen geriete und außereuropäische Unternehmen zugleich den europäischen Markt verließen. Befürworter hingegen hofften auf einen Wettbewerbsvorteil für europäische Unternehmen innerhalb des kontinentalen Markts. Zugleich sahen sie wirksame Hürden für massenhafte Datenspeicherung und heimdienstliche Onlinedurchsuchung. Anders als Richtlinien, welche die Mitgliedsstaaten zunächst in eigene Gesetze umsetzen müssen, versprach die direkt geltende Verordnung auf einem für die Zukunft extrem wichtigen Feld tatsächlich Einheitlichkeit in Europa zu schaffen.

In der Öffentlichkeit rankten sich viele Mythen um die DSGVO. Das Spektrum umfasste etwa die Voraussage, es würde Massenabmahnungen geben. Die folgten tatsächlich, allerdings scheiterten

solche Aktionen als Geschäftsmodell für einschlägig ambitionierte Kanzleien letztlich. Ein weiterer Mythos betraf die Annahme, dass die Verordnung das Recht am eigenen Bild plötzlich massiv verändern würde. Zwar folgt die DSGVO der Grundidee, dass alles verboten sein soll, was nicht aus hinreichenden Gründen erlaubt ist. Sie kennt aber jede Menge Gründe, die dazu führen, dass die Verarbeitung personenbezogener Daten eben doch statthaft ist – etwa, weil ein Gesetz das vorsieht. Oder weil es ein berechtigtes Interesse daran aufseiten des Datenverarbeiters gibt. Was das jeweils genau heißt? Darüber grübeln seit Jahren Anwaltskanzleien, Datenschutzaufsichtsbehörden und Gerichte.

Kritische Bestandsaufnahme

Datenschutz, das betonen Juristen immer wieder, soll nicht Daten schützen, sondern Menschen – davor, dass jemand sie gegen ihren Willen verdatet. Hat die Verordnung

es geschafft, die Rechtspraxis diesem Ziel näherzubringen? Welche Hoffnungen und Befürchtungen haben getrogen, was hatte niemand auf dem Schirm, was ist wie vermutet eingetroffen? Was also hat die DSGVO in den fünf Jahren, in denen sie nun voll wirksam ist, tatsächlich gebracht? „Für normale Bürger bedeutet sie zuallererst, dass die Aufmerksamkeit für Privatsphäre- und Datenschutzfragen viel höher als früher ist“, sagt der Europäische Datenschutzbeauftragte Wojciech Wiewiórowski. Das habe bereits mit der Einführung der DSGVO begonnen; die großen Fälle weckten nach wie vor starkes öffentliches Interesse. Die Verordnung wirke spürbar, auch wenn längst nicht jede Auslegungsfrage beantwortet oder jedes Verfahren zu Ende geführt sei.

„Viele Unternehmen haben sich überhaupt das erste Mal überlegt, was sie eigentlich mit den Daten tun“, sagt Maximilian Schrems, Datenschutzaktivist und Mitgründer der NGO „None of your Business“ (NOYB). Allerdings hätten „Unternehmen, deren Geschäftsmodell schlichtweg illegal wurde, oft einfach weitergemacht wie bisher“.

Schrems ist Jurist und hat bereits vor der DSGVO viel öffentliche Aufmerksamkeit auf Datenschutzfragen gelenkt. Vor dem Europäischen Gerichtshof (EuGH) hatte er 2015 eine bilaterale Vereinbarung zum Transfer personenbezogener Daten zwischen der Europäischen Union und den USA zu Fall gebracht. 2021 wiederholte sich das: Mit den beiden „Schrems-Urteilen“ legte der EuGH fest, welche Standards in einem Nicht-DSGVO-Staat erfüllt sein müssen, damit Daten dorthin transferiert werden dürfen. Es war kein Zufall, dass es beide Male die USA traf, die trotz einiger Anläufe bis heute kein allgemeines Datenschutzrecht haben. Denn die USA waren unfreiwillig Geburtshelfer der DSGVO. Letztlich waren es Mängel bei Abkommen zwischen ihnen und der EU, die den europäischen Gesetzgeber zum Handeln zwangen.

Den Anstoß für die Reform gab die Kommission im Jahr 2009 hauptsächlich, um Defizite der Datenschutzrichtlinie von 1995 zu beheben. Diese verpflichtete zwar Unternehmen, aber nicht Behörden zum Datenschutz. 2012 folgte dann der erste offizielle Vorschlag der Kommission für die neue Verordnung; daraufhin wurden die Diskussionen zäh und eine Lobby-schlacht begann. Die DSGVO wäre wohl nie oder nur in weniger rigoroser Form

gekommen, wenn das Thema Datenschutz nicht plötzlich die Weltpolitik bestimmt hätte: Die Enthüllungen Edward Snowdens, der Details aus der Praxis von US-Geheimdiensten offenlegte, erschütterten ab Sommer 2013 die Welt. „Ausspähen unter Freunden, das geht gar nicht“, fand die damalige Bundeskanzlerin Angela Merkel. Die Politik wollte handeln.

Es zeigte sich, dass der Zugriff von US-Behörden auf Daten europäischer Bürger nicht durch diplomatische Mittel oder simple Vereinbarungen zu verhindern war. Außereuropäische Unternehmen unterliegen dem Recht ihres Heimatlands – und müssen im Rahmen der Gesetze mit den dortigen Behörden zusammenarbeiten. Mit dem Rückenwind der NSA-Diskussion, die immer größere Kreise zog, war die DSGVO eine der wenigen politisch verfügbaren Antworten auf die brennende Frage: Wie lassen sich auch US-Unternehmen dazu verpflichten, weniger Daten europäischer Bürger zu speichern und deren personenbezogene Informationen nicht gegenüber US-Behörden offenzulegen? 2015 verabschiedet, trat die DSGVO im Mai 2016 in Kraft, mit zwei Jahren Übergangszeit. Als die Übergangsfrist am 25. Mai 2018 auslief, wurde vor allem Unternehmensverantwortlichen erst so richtig klar, dass sie nun tatsächlich mehr auf Datenschutz achten mussten. Denn die Strafen, die die DSGVO in der Theorie vorsieht, sind hoch: Bis zu vier Prozent des weltweiten Jahresumsatzes oder 20 Millionen Euro können bei einem Verstoß fällig werden – je nachdem, welcher Wert höher ist. Allerdings sind Strafen in Milliardenhöhe



Bild: Matthias Röder, dpa

Der österreichische Jurist und Datenschutzaktivist Maximilian Schrems erwirkte 2015 und 2020 Urteile des EuGH zu interkontinentalen Datentransfers. Die Entscheidungen gingen als „Schrems I“ und „Schrems II“ in die Rechtsgeschichte ein.

ct kompakt

- Seit Mai 2018 entfaltet die DSGVO ihre volle Wirkung als einheitliche europäische Rechtsgrundlage für die Arbeit mit personenbezogenen Daten.
- Durchsetzungsprobleme hängen vielfach mit zeitraubenden Verfahren und einem komplizierten Geflecht behördlicher Zuständigkeiten zusammen.
- Dennoch kann die Verordnung gemessen an internationalen Verhältnissen als Beispiel für funktionieren des Datenschutzrecht gelten.

bislang kein einziges Mal ausgesprochen worden. Das liegt nicht unbedingt daran, dass Unternehmen sich nun perfekt an europäisches Datenschutzrecht halten würden, sondern eher daran, dass Datenschutzbehörden oft sehr lange brauchen, um Verstöße zu verfolgen.

Das erste große Verfahren wegen datenschutzwidrigen Verhaltens von Facebook etwa ist so alt wie die DSGVO. Initiator: Schrems mit seinem damaligen Verein „europe-v-facebook.org“. Inzwischen sind sich die Aufsichtsbehörden sicher, dass der Plattformbetreiber massiv gegen europäisches Datenschutzrecht verstoßen hat. Darüber, worin der Verstoß genau besteht und was die angemessene Strafe dafür ist, haben die Datenschutzaufsichter in der Europäischen Union allerdings fünf Jahre lang gestritten. Ein Grundproblem dabei: Jede Datenschutzaufsichtsbehörde agiert unabhängig. Zuständig ist zunächst die Behörde in dem Mitgliedsland, in dem das Unternehmen seinen Sitz hat. Bei außereuropäischen Firmen geht es um deren jeweilige Europazentrale. Für viele Konzerne, etwa für Google, Meta und TikTok, ist die irische Datenschutzaufsichtsbehörde DPC Irland zuständig, die jahrelang über Personalmangel geklagt hat. Es ist Aufgabe der EU-Mitgliedsstaaten, ihre Behörden „angemessen“ auszustatten, wie es in der Verordnung heißt.

Für Maximilian Schrems ist klar: „Jedes Parkverbot ist strenger überwacht als die DSGVO.“ Jahrelang sei vermittelt und diskutiert worden. Schrems' Initiative versucht, die Verfahren zu beschleunigen

und hat die irische Datenschutzaufsicht vor irischen Gerichten wegen ihrer Behändigkeit verklagt.

Föderalismus als Bremsklotz

Aber nicht nur Irland ist ein Problemfall. Deutschland hat nach der europäischen Datenschutzreform daran festgehalten, die datenschutzrechtliche Zuständigkeit föderal zu verteilen: Nur um wenige Bereiche kümmert sich der Bundesdatenschutzbeauftragte. Die Datenschutzaufsichtsbehörden auf Länderebene überwachen die meisten Datenverarbeitungsvorgänge. Es gibt 17 dieser Behörden – für jedes Bundesland außer Bayern eine und im Freistaat ist die Zuständigkeit noch einmal verteilt auf je eine Behörde für den öffentlichen und privaten Bereich. Viele Datenschutzaufsichtsbehörden mussten hart mit Landesparlamenten um ausreichende Personal- und Mittelausstattung kämpfen. Vielfach blieben sogar die Stellen der Datenschutzbeauftragten lange Zeit unbesetzt. Unangefochtener Spitzenreiter in dieser Hinsicht ist Sachsen-Anhalt, wo sich der Landtag seit 2018 auf keinen neuen Chefdatenschutzbeauftragten einigen konnte.

Das Hauptproblem, sagt der Wojciech Wiewiórowski, liegt in der Komplexität. Zwar sei das Datenschutzrecht harmonisiert worden. Aber die Verfahrensregeln und Gerichtswege seien nicht vereinheitlicht. Einen Vorstoß zur besseren Durchsetzung plant die jetzige EU-Kommission gegen Ende ihrer Amtszeit noch in diesem Jahr. Schon eine verbindliche Festlegung von Fristen für unternehmerisches und behördliches Handeln könnte dazu beitragen, Verfahren zumindest etwas zu beschleunigen. Bei DSGVO-Verfahren gibt es eine solche Vorgabe bislang nicht.

Buchstabensuppe für juristische Feinschmecker

Allein beim EuGH liegen derzeit 60 Verfahren zur Auslegung (siehe [ct.de/ynr1](https://www.ct.de/ynr1)). Der muss höchststrichterlich entscheiden, was die Buchstaben der europäischen Vorschriften im konkreten Fall bedeuten. Dabei geht es um Grundsatzfragen: Unter welchen Umständen müssen Datenverarbeiter immateriellen Schadenersatz, eine Art Schmerzensgeld, zahlen? Die DSGVO sieht das grundsätzlich etwa bei Datenlecks vor, die auf Schlamperei zurückzuführen sind. Dürfen Unternehmen Mitbewerber wegen Datenschutzverstößen abmahnen? Ist es statthaft, wenn Arbeitgeber US-Clouddienste nutzen, um



Bild: Daina le Lardi, Europäisches Parlament

Der Europäische Datenschutzbeauftragte Wojciech Wiewiórowski lobt die DSGVO dafür, dass sie die Aufmerksamkeit für den Datenschutz und die Wahrung der Privatsphäre gestärkt hat.

sensible Mitarbeiterinformationen zu speichern? Wie weit geht das Recht auf Auskunft über gespeicherte Daten? Dergleichen beschäftigt den EuGH, aber auch die Gerichte in den Mitgliedsstaaten immer noch reichlich.

In den Augen vieler Webnutzer steht die DSGVO vor allem für ein Ärgernis: Cookie-Banner auf Websites. Überall ploppen Fenster auf, die Besucher der Seiten mehr oder minder sanft um ihre Zustimmung zur Datenverarbeitung durch Dritte bitten. Cookie-IDs gelten zwar als personenbezogene Daten im Sinne der DSGVO, die nervenstrapazierenden Klickorgien haben allerdings primär mit der E-Privacy-Richtlinie zu tun: Deren Umsetzung fällt in das Recht der EU-Mitgliedsstaaten. Diese Richtlinie regelt nicht die Datenverarbeitung als solche, sondern die Vertraulichkeit von Kommunikationsinhalten und -umständen. Eigentlich sollte auch die E-Privacy-Richtlinie parallel zur DSGVO in eine direkt anwendbare Verordnung überführt werden. Diese Reform blieb jedoch 2016 stecken und ist bis heute nicht abgeschlossen.

Politisch sind Defizite wie die Plage der Cookie-Banner längst erkannt. Um dergleichen zu Leibe zu rücken, schrauben Gesetzgeber indirekt am Datenschutzrecht. Eine für Internetnutzer relevante Veränderung hat die EU-Kommission im Digital Services Act (DSA) untergebracht, der nach und nach bis 2024 in Kraft tritt: Er verbietet unter anderem irreführende Anwendungsoberflächen, was ausdrücklich auch das Unwesen der Cookie-Banner betrifft. Allerdings sind nicht etwa wie bei

DSGVO und E-Privacy-Verordnung die Datenschutzbehörden dafür zuständig, die Bestimmungen des DSA durchzusetzen – vielmehr müssen die EU-Mitgliedsstaaten hierfür neue Behörden schaffen.

Vom Ärgernis zum Vorbild?

Europa kämpft also weiter an vielen Fronten mit seinem Datenschutzrecht und dessen Tücken. Weltweit genießt die DSGVO unterdessen wachsenden Respekt. Anders als befürchtet haben US-Unternehmen den europäischen Markt nicht verlassen. Eine neue Vereinbarung für rechtssichere interkontinentale Transfers personenbezogener Daten steht vor der Tür. Die nun angepeilte Lösung sei besser als die vorangegangenen Versuche, befindet EU-Datenschutzbeauftragter Wiewiórowski. DSGVO, EuGH und Maximilian Schrems haben das Thema so hoch auf die Agenda gebracht, dass US-Präsident Joe Biden die grundsätzliche Bereitschaft zur Einigung 2022 verkündete. Sollte dieser dritte Anlauf vor Gericht bestehen, könnte die DSGVO vielleicht tatsächlich noch werden, was Optimisten sich einst versprochen: der globale Standard. Denn multiple Standards für unterschiedliche Weltregionen sind für Anbieter teuer.

Reformmaßnahmen für die DSGVO wiederum würden sich selbst Datenschützer wünschen. Nach der Europawahl im kommenden Jahr und mit einer neuen Kommission könnten Verbesserungen kommen, sagt etwa der Europäische Datenschutzbeauftragte. Grundsätzlich will Wiewiórowski aber an der Verordnung festhalten: „Ich glaube nicht, dass es der richtige Moment für größere Veränderungen am System ist. Die Möglichkeiten der DSGVO sind noch nicht ausgeschöpft.“ Ähnlich sieht das auch Baden-Württembergs früherer Datenschutzbeauftragter Stefan Brink: Zwar gebe es bei der DSGVO durchaus Verbesserungsbedarf, etwa wenn es um Vereine oder Kleinunternehmen gehe. Aber zumindest für die nächsten fünf Jahre sehe er keine Chance auf größere Reformen. Auch Maximilian Schrems meint: „Da jeder in Brüssel extrem Angst vor abermals zehn Jahren US-Lobby-schlacht hat, wird es vermutlich keine großen Änderungen geben.“ Eine Reform drohe wieder zehn Jahre Diskussion zu kosten – es sei besser, endlich die vorhandenen Regeln durchzusetzen.

(psz@ct.de) **ct**

EuGH-Fälle: [ct.de/ynr1](https://www.ct.de/ynr1)

Jetzt gibt's eine aufs Dach!



SOLARSTROM- GUIDE

Kleine Photovoltaik-Anlagen planen und aufbauen

Das eigene Balkonkraftwerk

Wechselrichter, Module und Befestigungen organisieren
Technik, Anmeldungen und Regularien durchschauen

Ertrag und Verbrauch im Blick

Mit und ohne Smart Meter: Leistung beobachten,
erfassen und auswerten

Photovoltaik für alle

Was brauche ich, wer baut es, welche Produkte?
Reportage: 4,5-Kilowatt-Anlage im Eigenbau

So kann jeder Stromkosten senken

Balkon, Fassade, Dach und Gartenhaus: Kosten sparen
mit Sonnenenergie · Schritt für Schritt zur Mini-PV



SOLARSTROM- GUIDE

Kleine Photovoltaik-Anlagen planen und aufbauen

Das eigene Balkonkraftwerk

Wechselrichter, Module und Befestigungen organisieren
Technik, Anmeldungen und Regularien durchschauen

Ertrag und Verbrauch im Blick

Mit und ohne Smart Meter: Leistung beobachten,
erfassen und auswerten

Photovoltaik für alle

Was brauche ich, wer baut es, welche Produkte?
Reportage: 4,5-Kilowatt-Anlage im Eigenbau

So kann jeder Stromkosten senken

Balkon, Fassade, Dach und Gartenhaus: Kosten sparen
mit Sonnenenergie · Schritt für Schritt zur Mini-PV

Heft + PDF mit 26 % Rabatt

In diesem c't-Sonderheft fassen wir für Sie zusammen, was Sie für den Einstieg und die Planung von kleinen Photovoltaik-Anlagen wissen müssen. Es zeigt vor allem wie einfach es ist, beispielsweise ein 600 Watt Balkonkraftwerk in Betrieb zu nehmen. Darauf können Sie sich freuen:

- So kann jeder Stromkosten senken
- Das eigene Balkonkraftwerk
- Ertrag und Verbrauch im Blick
- Photovoltaik für alle
- Mikrowechselrichter kaufen und einsetzen
- Auch als Angebots-Paket Heft + PDF + Buch "Photovoltaik - Grundlagen, Planung, Betrieb" erhältlich!

Heft für 19,90 € • PDF für 16,90 € • Bundle Heft + PDF 26,90 €



shop.heise.de/ct-solarstromguide23

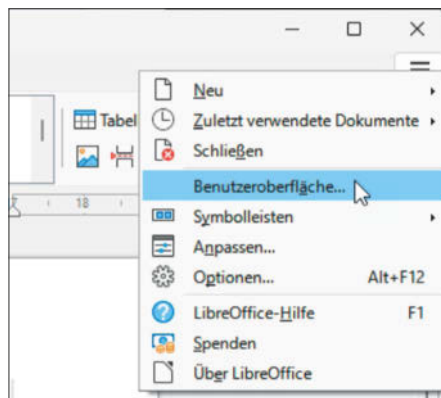
Tipps & Tricks

Sie fragen – wir antworten!

LibreOffice: Ribbon-Oberfläche wieder loswerden

? Ich bekam den Tipp, dass ich mir den Umstieg von MS Office auf LibreOffice erleichtern kann, indem ich über „Ansicht/Benutzeroberfläche.../In Registern“ eine Microsoft-ähnliche Ribbon-Oberfläche aktiviere. Die sagt mir jedoch nicht zu; ich finde aber nicht zurück zur Standardeinstellung.

! Wenn die Ribbon-Oberfläche in LibreOffice aktiv ist, findet sich die zugehörige Einstellung nicht im Bereich „Ansicht“, sondern versteckt sich rechts oben im „Hamburger-Menü“ (drei horizontale Striche). Es klappt ein Menü auf, aus dem Sie „Benutzeroberfläche...“ wählen. Im folgenden Dialog können Sie dann wieder auf „Symbolleisten“ zurückstellen. (swi@ct.de)



Hat man die Oberfläche von LibreOffice auf Ribbons umgestellt, findet man den Rückweg zu klassischen Menüleisten rechts oben im „Hamburger-Menü“.

GRUB_SAVEDEFAULT=true

Speichern Sie die Datei und aktualisieren Sie dann die Konfiguration über das Terminal:

sudo update-grub

Künftig wird nach einem Neustart im Bootmanagemenü immer das System vorgewählt sein, das Sie zuletzt gestartet hatten.

Eine komfortablere Alternative ist zum Beispiel das Tool „Grub Customizer“. Damit nehmen Sie Anpassungen von Grub in einer grafischen Oberfläche vor.

(swi@ct.de)

Grub Customiser Download: ct.de/yarh

Gedowngeloadet?

? Neulich tauchte in der Kaffeeküche eine Frage auf, die ich hiermit gern mal c't stellen würde, weil Sie sich ja sowohl mit der Materie als auch mit der

deutschen Sprache auskennen: Wenn ein Download erledigt ist, habe ich dann etwas „gedownloadet“ oder „downgeloadet“? Klingt ja beides irgendwie komisch.

! Danke für die Blumen, aber da sind nicht wir die ausschlaggebende Autorität, sondern der Duden. Und der findet „downgeloadet“ korrekt (duden.de/rechtschreibung/downloaden). Sie können sich dergleichen Diskussionen aber ersparen, wenn Sie stattdessen „heruntergeladen“ verwenden. (axv@ct.de)

PC fürs Segelboot

? Ich möchte mir für mein Segelboot einen kleinen PC selbst zusammenbauen, die Raspi-Klasse ist mir zu schwach. Der Rechner muss nicht absolut wasserdicht sein, aber sollte Meeresluft und ein paar Spritzer Salzwasser aushalten. Haben Sie zudem Tipps, um den Rechner ans 12-Volt-Bordnetz anzuschließen?

! Der taiwanische Hersteller Akasa bietet für solche Zwecke wasserbeständige Gehäuse der Serie Pascal für die Mini-PCs Intel NUC an. Diese ersetzen das



Bild: Akasa

Der taiwanische Hersteller Akasa bietet Spezialgehäuse für Intels NUC an, auch wasserdichte wie das Pascal CTN.

Bootmanager Grub: Letzte Option merken

? In c't 24/2021, Seite 174 hatten Sie gezeigt, wie man dem Bootmanager Grub beibringt, immer ein bestimmtes System zu starten, anstatt den obersten Eintrag zu wählen. Ich möchte aber, dass er sich das zuletzt gestartete System merkt. Geht das auch?

! Kein Problem, Sie benötigen nur einen anderen Parameter für GRUB_DEFAULT als die Nummer eines bestimmten Eintrags. Öffnen Sie die Grub-Konfigurationsdatei (/etc/default/grub) mit einem Texteditor. Suchen Sie darin nach der Zeile, die mit GRUB_DEFAULT beginnt und ändern Sie sie in:

GRUB_DEFAULT=saved

Ergänzen Sie zudem folgende Zeile, wenn sie nicht schon vorhanden ist:

normale Gehäuse, sprich, Sie müssen den NUC zerlegen und das Mainboard umbauen. Die Akasa Pascal gibt es passend für verschiedene NUC-Generationen, denn das Aluminiumgehäuse dient gleichzeitig als lüfterloser Kühlkörper für den Prozessor. Sie erfüllen die Schutzklasse IP67 (zeitweiliges Untertauchen), kosten deshalb allerdings schon ohne NUC 500 bis 700 Euro.

Die meisten Mini-PCs verwenden ein 19-Volt-Netzteil, sodass Sie um einen Wandler wohl nicht herumkommen. Solche DC/DC-Wandler von 12 auf 19 Volt kosten rund 20 bis 30 Euro. Im Leerlauf benötigen Intel NUCs mit 3 bis 7 Watt vergleichsweise wenig Leistung, unter Volllast schlucken sie abhängig vom Prozessor zwischen 30 und 80 Watt.

(chh@ct.de)

Outlook: Signaturen sichern und übertragen

? Wo finde ich meine in Outlook für Windows definierten Signaturen, damit ich sie auf einen anderen Rechner übertragen kann? Mit dem Mailkonto werden sie ja offenbar nicht gespeichert.

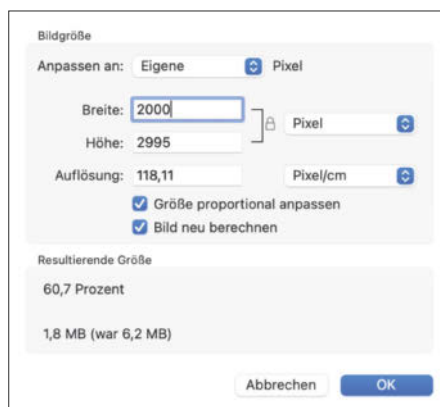
! Die Signaturen werden lokal auf dem jeweiligen Computer gespeichert, auf dem Sie sie angelegt hatten. Sie liegen in verschiedenen Dateiformaten (HTML, RTF, TXT) in Ihrem Benutzerordner unter AppData\Roaming\Microsoft\Signatures. Sie müssen sich nicht dorthin durchhangeln; mit einem Trick öffnen Sie den Ordner direkt aus Outlook heraus.

Wählen Sie hierfür „Datei/Optionen/E-Mail“, und klicken im rechten Bereich im Abschnitt „Nachrichten“ bei gedrückter Strg-Taste auf die Schaltfläche „Signaturen...“. Daraufhin öffnet sich ein Explorfenster mit dem genannten Ordner, aus dem Sie die Signaturdateien sichern oder auf einen anderen Rechner in denselben Pfad übertragen können.

(swi@ct.de)

Bildgröße reduzieren mit macOS-Bordmitteln

? Für meine Arbeit muss ich gelegentlich große Bilder per Mail verschicken, die aber manchmal die erlaubte Anhanggröße des Mailprogramms überschreiten. Wie kann ich unter macOS die Bilder ver-



Unter macOS lassen sich Bilder mit Bordmitteln verkleinern. Die passende Funktion steckt in der App „Vorschau“.

kleinern, ohne auf Software von Drittanbietern zurückgreifen zu müssen?

! Das geht mit Bordmitteln, und zwar mit dem Programm „Vorschau“. Öffnen Sie darin das Bild, wählen Sie oben in der Menüleiste „Werkzeuge“ und danach „Größenkorrektur“ aus. Es öffnet sich ein Dialogfenster, in dem Sie an den Parametern Breite und Höhe die Größe des Bildes verändern.

Achten Sie darauf, dass bei Ihren Änderungen stets die Option „Größe proportional anpassen“ mit einem Haken versehen ist, ansonsten verzerren Sie das Bild. Unter „Resultierende Größe“ zeigt das Programm eine Schätzung des verkleinerten oder vergrößerten Bildes an. Unserer Erfahrung nach irrt sich diese geringfügig, arbeiten Sie also lieber in kleinen Schritten, als gleich das Bild auf die Hälfte zu reduzieren.

(wid@heise.de)

Tonstörungen bei Sprachübertragungen und Video

? Ich habe immer wieder Tonaussetzer und andere Störungen bei Videokonferenzen und Telefonaten auf meinem Windows-Rechner. Wie kann ich diese beheben?

! Wenn Sie Ihr Mikrofon richtig angeschlossen und die Software und Treiber mit den neuesten Updates korrekt installiert haben, kann es auch andere Gründe geben, warum Ihr Windows-PC die Audiostreams nicht richtig verarbeiten kann. Damit ein PC Ihre Stimme ohne Aussetzer oder Störungen überträgt, darf

der Audiostream nicht unterbrochen werden. Das kann passieren, wenn Sie Ihren Computer per WLAN mit dem Internet verbunden haben und Ihr Sprössling seine Lieblingssendung auf Netflix streamt oder Ihr Nachbar einen ähnlichen Kanal für seinen WLAN-Router verwendet, sodass Ihre Datenübertragung nur noch tröpfelt. Falls möglich, sollten Sie also stationäre Geräte per Ethernetkabel verbinden, um Störungen durch WLAN auszuschließen.

Wenn die Audioübertragung dann immer noch stockt, kann es sein, dass Ihr Rechner ausgelastet ist und mit der Verarbeitung der Audiostreams nicht hinterherkommt. Schließen Sie daher alle nicht benötigten Programme. Wenn Ihr Videochat im Browser läuft, verwenden Sie nach Möglichkeit Chrome, da dessen Audioverarbeitung oft reibungsloser funktioniert als bei Firefox, Edge, Safari & Co.


Es kann aber auch sein, dass ein bestimmter Systemtreiber unter einem Aufmerksamkeitsdefizit-Syndrom leidet und die CPU übermäßig belastet, sodass sie mit der Verarbeitung der Audiostreams nicht hinterherkommt. Mit dem kostenlosen Tool LatencyMon von Resplendence (<https://www.resplendence.com/latencymon>) können Sie solche Treiber aufspüren.

Starten Sie LatencyMon und lassen Sie es eine Weile im Hintergrund laufen, während Sie einen Videoanruf tätigen. Wechseln Sie dann im LatencyMon in den Tab „Drivers“. Dort sehen Sie eine Liste von Treibern, sortiert nach der Latenz, die sie im System verursachen. Wenn die Latenz zu hoch ist, kann Ihr Computer die Audiostreams nicht mehr in Echtzeit verarbeiten.

Wenn der Treiber für den Betrieb nicht unbedingt erforderlich ist, können Sie ihn für die Dauer des Videogesprächs

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**.

deaktivieren. Häufig sind jedoch Grafikkarten- oder Netzwerktreiber für eine zu hohe Latenz verantwortlich. Diese können Sie nicht einfach abschalten. Wenn solche Treiber Ihr System stören, versuchen Sie es mit älteren Versionen, die das Problem vielleicht nicht haben.

Auch der Audiotreiber Ihres Mainboards oder Ihres Bluetooth-Headsets kann die Ursache sein. In diesem Fall vermag ein externes Audio-Interface Abhilfe zu schaffen, an das Sie Mikrofon und Kopfhörer oder ein Headset per Kabel anschließen. Wählen Sie ein einfaches USB-Modell, für das der Hersteller eigene ASIO-Treiber zur Verfügung stellt. Deren Puffer können Sie auf höhere Werte wie 1024 oder 2056 Samples einstellen, sodass die CPU mehr Zeit zur Berechnung der Audiostreams bekommt. Empfehlenswert ist zum Beispiel ein Tascam US-1x2HR für etwa 105 Euro. Dort können Sie ein Mikrofon per XLR und einen Kopfhörer per Stereo-Klinke anschließen. (hag@ct.de)

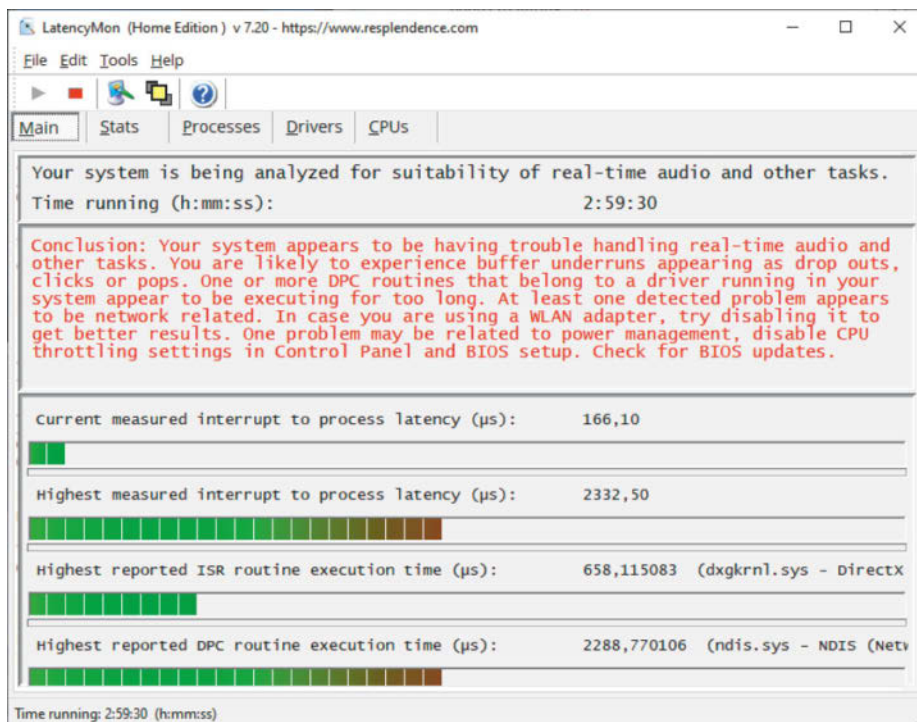
MS Teams: Push-to-talk nutzen

? In Videokonferenzen mit Microsoft Teams passiert es mir immer wieder, dass ich es vergesse, mein Mikrofon wieder auszuscalten, nachdem ich etwas gesagt habe. Gibt es die Möglichkeit, dass mein Mikrofon nur aktiv ist, während ich eine Taste festhalte – so, wie bei einem Funkgerät?

! Die gibt es seit einiger Zeit, zumindest für die Desktop-Clients von Teams für Windows und macOS. In Windows geht das mit der Tastenkombination Strg+Leertaste, auf Macs ist es Option+Leertaste. Wenn das Mikrofon ausgeschaltet ist, drücken und halten Sie diese Tastenkombination, während Sie sprechen. Sobald Sie die Tasten loslassen, ist das Mikrofon wieder stummgeschaltet.

Unter Umständen müssen Sie diese Push-to-talk-Funktion erst aktivieren. In den Teams-Clients für Windows und macOS legen Sie dazu unter „Einstellungen/Datenschutz“ den Schalter bei „Tastenkombination zum Aufheben der Stummschaltung“ um.

Die Tastenkombination ist ein wenig unbequem und es gibt zudem einen Haken: Bereits, wenn Sie nur eine der beiden Tasten loslassen, wird das Mikrofon



Mit dem kostenlosen LatencyMon spüren Sie unter Windows Treiber auf, die für hohe Audiolatenz beim Streaming und Videokonferenzen verantwortlich sind.

gesperrt. Der Teams-Client bietet leider keine Möglichkeit, ein anderes Tastenkürzel zu wählen und zum Beispiel eine ungenutzte Taste wie „Rollen“ mit Push-to-talk zu belegen. Ganz gut klappt das zum Beispiel mit dem Modul „Tastatur-Manager“ aus den kostenlosen Microsoft-PowerToys.

Manche höherwertige Mäuse und Tastaturen erlauben es, Tasten per Hersteller-Software umzubelegen, etwa „Logi Options“ und „G Hub“ bei Logitech-Geräten. Damit könnte man zum Beispiel die mittlere Mausekntaste als Sprechknopf nutzen. (swi@ct.de)

CPU inkompatibel trotz Windows-11-Hack?

? Sie haben ja schon mehrfach über die Registry-Hacks berichtet, mit denen sich Windows 11 auf Rechnern installieren lässt, auf denen das laut Microsoft wegen angeblich inkompatibler Hardware nicht geht. Zuletzt war das in c't 10/2023 ab Seite 63 im Rahmen der Berichterstattung über den Upgrade-Skandal. Ich habe die Registry-Schlüssel in mein System eingepflanzt, doch Microsofts „PC-Integritätsprüfung“ hält meinen Prozessor weiterhin für inkompatibel. Was läuft da falsch?

! Sofern kein Tippfehler schuld ist, dürfte hier bloß ein Missverständnis vorliegen: Die Registry-Hacks ändern nichts daran, dass Microsofts Software ältere Hardware für inkompatibel hält. Das gilt auch für das Setup-Programm, das Windows 11 frisch oder als Upgrade eines bestehenden Windows 10 installiert. Der Clou an den Registry-Schlüsseln ist stattdessen, dass sie das Setup-Programm anweisen, die Inkompatibilität zu ignorieren, also Windows 11 einfach trotzdem zu installieren.

Beachten Sie: Es gibt zwei Arten von Schlüsseln. Die einen helfen ausschließlich bei einer sauberen Neuinstallation, die anderen nur bei einem Upgrade einer bestehenden Windows-10-Installation auf Windows 11. Mit den Schlüsseln für eine Neuinstallation ignoriert das Setup-Programm weit mehr Inkompatibilitäten als mit denen für ein Upgrade. Es kann also durchaus sein, dass Sie Windows auf einem alten PC zwar frisch installieren können, aber dann das Upgrade auf die nächste Version scheitert (aktuell ist Windows 11 Version 22H2). Und es ist möglich, dass in zwei Jahren, wenn der Support für Windows 10 ausläuft, auch die Registry-Hacks ganz oder teilweise nicht mehr funktionieren.

(axv@ct.de)

Wir schreiben Zukunft.



35 %
Rabatt

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

mit-tr.de/testen



Fernwartung zum Selberhosten

In unseren Artikeln zum Thema „Fernwartung selber hosten“ in c't 9/2023 ging es um Open-Source-Fernwartungsprogramme, deren Verbindungsserver man selber hostet, um sich von TeamViewer & Co. unabhängig zu machen. Dazu hatten Sie Fragen – hier beantworten wir sie.

Von Jan Schüßler

Ich will nicht hosten

? Open-Source-Fernwartung klingt nach einer guten Idee! Aber das selber zu hosten, klingt nach viel Aufwand. Kann das nicht jemand anders für mich übernehmen?

! Vielleicht finden Sie wen, der das tut – aber Sie haben dann keinen Vorteil mehr gegenüber den vielen, spätestens bei kommerzieller Nutzung kostenpflichtigen Angeboten wie TeamViewer, AnyDesk oder pcvisit, wie wir sie in [1] und [2] vorgestellt haben. Sie haben dann wiederum einen Anbieter, dem Sie vertrauen müssen. Den Charme eines selbst gehosteten Fernwartungsservers bekommen Sie eben genau dann, wenn Sie den Server selbst hosten – Datenschutz, volle Kontrolle über den Server, Konfiguration genau passend für Ihre Bedürfnisse und so weiter. Ob Sie den Server auf einem Raspi oder auf Miet-Infrastruktur von einem Anbieter à la Hetzner installieren, ist eher zweitrangig.

Wenn Sie wegen ausgiebigem Privatgebrauch bei TeamViewer & Co. kommerzielle Nutzung unterstellt bekommen, aber trotzdem keine Arbeit investieren wollen, können wir Ihnen allerdings Rustdesk empfehlen. Die Entwickler betreiben mehrere öffentliche Rendezvous- und Relay-Server gratis für alle, allerdings ohne Garantie auf Verfügbarkeit. In der Praxis kommt es auch durchaus vor, dass der Server mal down ist. So fiel Anfang April ausgerechnet der Dienst kurzzeitig aus, der Verbindungsanfragen an die Relays verteilt – was aber auch schnell wieder behoben wurde.

MeshCentrals Zukunft

? Ist es überhaupt eine gute Idee, auf MeshCentral zu setzen? Soweit ich weiß, ist der Entwickler aus dem Projekt ausgestiegen.

! Ganz so düster sieht es zum Glück nicht aus. Der Hauptentwickler Ylian Saint-Hilaire hat in der Tat in seinem Blog bekannt gegeben, dass er seit Februar dieses Jahres bei Microsoft arbeitet, nachdem ihm wenige Monate zuvor im Rahmen einer Entlassungswelle bei Intel gekündigt wurde. Die öffentliche Instanz von Meshcentral auf meshcentral.com bleibe noch bis August dieses Jahres bei Intel gehostet, danach werde sich wohl eine Möglichkeit finden, sie weiterzubetreiben. Denn die Domains meshcentral.com und meshcommander.com gehören Saint-Hilaire.

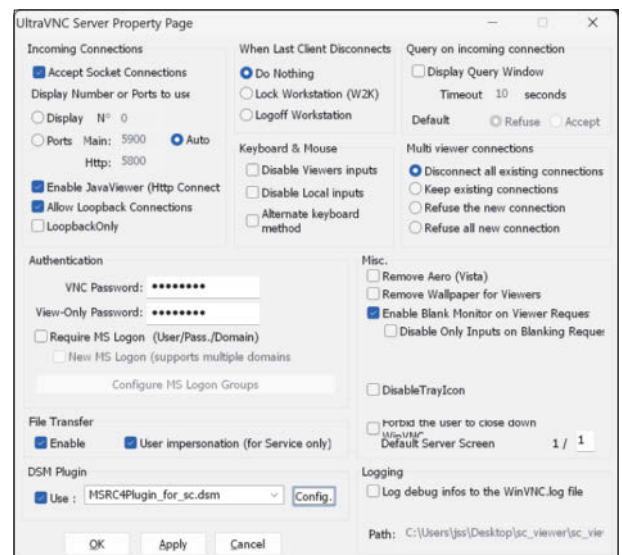
Er betont zudem, dass es mit MeshCentral grundsätzlich weitergehen soll, wenngleich er selbst sich dem Projekt nicht mehr mit hoher Priorität widmen könne. Das GitHub-Repository bleibe erhalten, er wolle Pull-Requests prüfen und weiterhin darauf achten, dass niemand böartigen Code einschleust – Zitat: „Der

Hostet ihr mir das?

? Ihr bei heise unterstützt doch immer gerne Community-Projekte. Könntet ihr nicht einen Rustdesk- oder MeshCentral-Server hosten?

! Könnten wir vielleicht, machen wir aber nicht. Das hat eine ganze Reihe von Gründen. Der wichtigste ist: Wir halten es grundsätzlich für sinnvoller, den Server selbst zu hosten. Ein großer Vorteil besteht eben darin, dass Sie relativ frei festlegen können, welche Software zum Einsatz kommt, welche Funktionen der Server bieten soll, für wen er erreichbar sein darf und mehr.

Mit UltraVNC Single Click spickt man einen schlanken VNC-Server mit der eigenen IP-Adresse und einer RC4-Verschlüsselung mit 128 Bit langem Schlüssel – die inzwischen allerdings als unsicher gilt.



Code bleibt sicher.“ Saint-Hilaire betont aber auch, dass engagierte Entwickler das Projekt gerne forken und weitertreiben dürfen (siehe ct.de/y7c1).

Selbst hosten auf einem NAS

? Ich habe ein Heim-NAS mit Docker-Support. Kann ich den Server für MeshCentral oder RustDesk nicht einfach darauf hosten?

! Wir haben es nicht auf fertig käuflichen NAS-Kisten getestet, sehen aber nichts Grundlegendes, was dagegenspricht. Allerdings müssen Sie den Server dann natürlich per DynDNS oder Ähnlichem von außen erreichbar machen.

In puncto Performance sollte es zumindest keine dramatischen Probleme geben: Rustdesk haben wir schon erfolgreich auf einem Raspi getestet.

UltraVNC Single Click

? Einen eigenen Server zu betreiben, das ist doch umständlich. Warum sollte man nicht die viel einfachere Lösung UltraVNC Single Click nutzen?

! UltraVNC Single Click, auch kurz UltraVNC SC genannt, ist in der Tat eine interessante Lösung – wenngleich sich hier spontan auch die Frage nach der Aktualität der Software stellt: Das letzte Update bekam das Tool vor acht Jahren. UltraVNC SC erfordert keine Eingriffe am Router aufseiten der Hilfesuchenden, anders als viele andere Fernhilfslösungen, die auf dem VNC-Protokoll (Virtual Network Computing) aufbauen. Mit einem Onlinegenerator kann man Single Click mit einem individuellen 128-bitigen RC4-Schlüssel und der eigenen IP-Adresse impfen. RC4-Verschlüsselung gilt allerdings seit Langem als leicht knackbar; das BSI rät schon seit Jahren von der Nutzung ab.

Davon abgesehen gibt es eine lästige Einschränkung: Zwar muss der Hilfesuchende nichts an seinem Router einstellen, für den Helfer gilt das aber nicht. Das mag für versierte Helfer kein nennenswerter Aufwand sein, doch für den Einsatz von unterwegs oder aus fremden Netzwerken ist UltraVNC SC damit ungeeignet.

MeshCentral und Remotely sind noch in einem anderen Punkt flexibler: Aufseiten des Helfers laufen die Tools komplett im Browser. Man kann also mit jedem vertrauenswürdigen PC, Tablet oder auch Smartphone spontan Hilfe leisten, solange auf dem Gerät ein aktueller Webbrowser installiert ist. (jss@ct.de)

Literatur

- [1] Jan Schüßler, An den Nagel hängen, Fernwartungssoftware statt Turnschuhadministration, c't 13/2017, S. 92
- [2] Jan Schüßler, Langer Arm, Fernwartungssoftware für Techniker, c't 24/2019, S. 114

Blogbeitrag zur Zukunft von MeshCentral: ct.de/y7c1




MIT Mac & i IMMER DER ZEIT VORAUS

2x 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!

+ Geschenk nach Wahl

z. B. 10 € Amazon.de-Gutschein oder Apple-Watch-Ständer



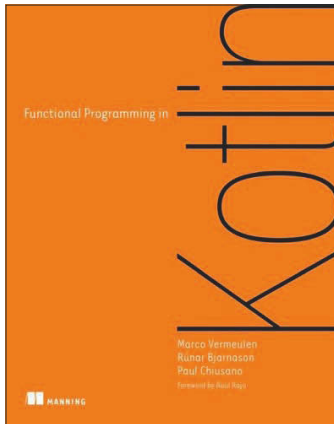

Jetzt bestellen:

www.mac-and-i.de/miniabo

✉ leserservice@heise.de

☎ 0541 80 009 120

Mac & i. Das Apple-Magazin von c't.



Marco Vermeulen, Rúnar Bjarnason,
Paul Chiusano

Functional Programming in Kotlin

Manning, Shelter Island (US-NY) 2021
ISBN 978-1617297168
504 Seiten, 42 €
(PDF-/Epub-/Kindle-E-Book: 37 €)

Funktional? Funktioniert!

Die Programmiersprache Kotlin vereinfacht nicht nur die objektorientierte Arbeit auf der Java Virtual Machine (JVM), sondern ist auch ein geeignetes Werkzeug für funktionale Programmierung. Vermeulen, Bjarnason und Chiusano führen vor, wie dieses Paradigma Software-entwicklern das Leben erleichtert.

Das moderne, quelloffene Kotlin ist bei Entwicklern unter anderem dann beliebt, wenn es darum geht, Android-Apps herzustellen. Ebenso wie die Sprache Scala eignet sich Kotlin gleichermaßen für objektorientiertes wie funktionales Arbeiten. Zur funktionalen Programmierung mit Scala haben Rúnar Bjarnason und Paul Chiusano bereits ein Buch verfasst. Gemeinsam mit Marco Vermeulen übertrugen sie ihr Konzept dann auf Kotlin.

Der Leser darf es gemächlich angehen lassen. Das Autorentrio beginnt mit reinen Funktionen, deren Rückgabewert ausschließlich durch die Parameter bestimmt wird: Diese arbeiten ohne Nebenwirkungen. Anschließend handeln die Autoren die wichtigsten Datenstrukturen ab und erklären, wie man Schleifen mittels Rekursion implementiert. Anspruchsvoller wird es, sobald es darum geht, Zustände zu verwalten und eine Fehlerbehandlung vorzusehen. Dabei müssen sich OOP- und Java-Freunde von Liebgewonnenem wie veränderbaren Datenstrukturen verabschieden.

Während die Beispielprogramme immer pragmatischer werden, gewinnt zugleich der theoretische Stoff an Gewicht: Ein JSON-Parser, der auf Parser-Kombinatoren beruht, ist eine nützliche Sache, aber auf dem Weg dorthin gilt es einiges über algebraische Datentypen zu lernen. Überhaupt gewinnt die Mathematik von Kapitel zu Kapitel an Bedeutung; immer öfter ist die Rede von Kategorientheorie, Monoiden, Monaden und Funktoren. Die Autoren führen das alles aber behutsam ein.

Das berüchtigte Phänomen der Nebenwirkungen lässt sich nicht ganz ausklammern, und so behandelt das letzte Drittel des Buchs funktionale Varianten von IO-Operationen und Streams. Diese Themen sind durchaus anspruchsvoll, hier verlangt die Lektüre ordentliche Kenntnisse der Kotlin-Syntax, außerdem Erfahrung mit objektorientierter und imperativer Programmierung.

Insgesamt taugt der Band hervorragend als Lehrbuch. Der Code ist durchweg idiomatisch und beim Selbststudium helfen Übungen in verschiedenen Schwierigkeitsgraden mitsamt Lösungen auf über 70 Seiten. Der Text ist in leicht verständlichem Englisch verfasst, enthält aber naheliegenderweise einige mathematische Fachbegriffe.

(Maik Schmidt/psz@ct.de)

Lebenshilfe für Code-Messies

Refactoring bedeutet, Programmcode umzustrukturieren, ohne das beobachtbare Verhalten des Programms zu verändern. Das Ziel ist besser les- und wartbarer Code. Am praktischen Beispiel stellt Clausen bewährte Regeln und Tricks dafür vor.

Der Titel „Five Lines of Code“ verweist auf eine grundlegende Refactoring-Regel: den Umfang von Funktionen begrenzen und deren Zuständigkeit auf je eine Aufgabe beschränken. Clausen empfiehlt als Grenzwert „die Anzahl Zeilen, die wir benötigen, um einmal unsere grundlegende Datenstruktur zu durchlaufen“.

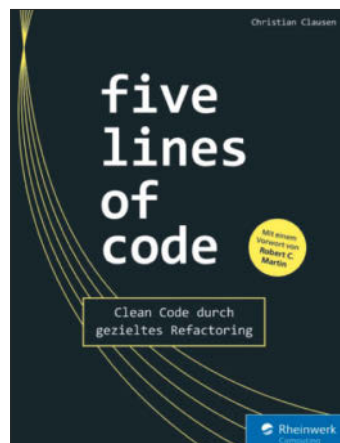
Im Mittelpunkt des Buchs steht eine umfangreichere Anwendung: der minimalistische Nachbau des Computerspielklassikers Boulder Dash. Clausen startet mit einer Version, die zwar fehlerfrei funktioniert, aus Sicht des erfahrenen Entwicklers jedoch erhebliche Mängel aufweist. Im Verlauf des Buchs werden diese behoben. Dabei erläutert der Autor ausführlich Sinn und Zweck jeder einzelnen Refactoring-Maßnahme. Wo immer es sinnvoll möglich ist, kondensiert er diese Maßnahmen in Schritt-für-Schritt-Anleitungen. Die kann der Leser notfalls selbst dann anwenden, wenn ihm überhaupt nicht klar ist, was der zu verbessernde Code eigentlich macht. Alle behandelten Listings sind in TypeScript geschrieben, dem quelloffenen JavaScript-Derivat von Microsoft.

Dank der zweispaltigen Darstellung ist der Zustand des Codes vor und nach jeder Umbaumaßnahme auf einen Blick zu erfassen. Interessierte können im Netz mit dem Revisionskontrollsystem git zwischen den verschiedenen Versionen des dort veröffentlichten Programmcodes wechseln.

Das gewitzte Konzept des Autors geht insgesamt auf. An seiner Umsetzung lässt sich allerdings das eine oder andere kritisieren. So hätte Clausen etwa seinen Boulder-Dash-Nachbau deutlich schicker gestalten können, wenn er die Spielsteine nicht nur farbig, sondern mittels passender Unicode-Zeichen markiert hätte. Für Leser, die das Spiel nicht kennen, bedeutet die Schwarzweiß-Wiedergabe des Bildschirms im gedruckten Buch eine unnötige Verständnishürde.

Viele Maßnahmen vollzieht Clausen zunächst an seiner Spielanwendung, um sie anschließend noch einmal an einem kleineren Beispielprogramm zu demonstrieren. Diese Redundanz verwirrt mitunter. Zudem erscheinen Refactorings wie „Typecodes in Klassen schieben“ bezogen auf das Spiel wie Kanonenschüsse auf Spatzen. Abgesehen davon ist die Übersetzung des ursprünglich englischen Texts streckenweise etwas hölzern geraten.

(Pit Noack/psz@ct.de)



Christian Clausen

Five Lines of Code

Clean Code durch
gezieltes Refactoring

Rheinwerk, Bonn 2022
(der Buchverlag gehört
wie c't zu Heise Medien)
ISBN 978-3836292245
388 Seiten, 35 €
(PDF-/Epub-/Kindle-E-Book:
gleicher Preis)

Sind Ihre Daten sicher?



c't DATEN SCHÜTZEN IT einfach sicher machen

PLUS
heise-Academy-
Webinar im Wert
von 99,- Euro

Der große Security- **ONLINEKURS**



Der umfassende Kurs für Datensicherheit im Unternehmen, anschaulich erklärt in 80 Lektionen, Laufzeit: 5:33 Stunden

E-Mail sicher nutzen

Tipps für den Alltag
Phishing-Mails erkennen
Verdächtige Mailanhänge untersuchen und entschärfen

Praktischer Datenschutz im Alltag

Office-Dateien in der Cloud verstecken
Onlinedienste datenschutzkonform nutzen
Videoüberwachung legal einsetzen

Sicher speichern und transportieren

Verschlüsselung gegen Datenklau
USB-Sticks & Co.: Sichere Medien für unterwegs

**+ GRATIS Videokurs
im Wert von 99,- €**

Dieses c't-Sonderheft ist Ihr Leitfaden für praktischen Datenschutz im Alltag aber zeigt Ihnen auch wie Sie sich vor Cybergangstern schützen können:

- Gefahrloser Umgang mit E-Mails
- Office-Dateien in der Cloud verstecken
- Sicher speichern und lagern
- Verschlüsselung gegen Datenklau
- Inkl. GRATIS heise-Academy-Kurs „Informationssicherheit im Unternehmen“
- Auch im Paket-Angebot mit Buch „Cloud Computing nach der Datenschutz-Grundverordnung“ zum Sonderpreis

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



shop.heise.de/ct-datenschutz23



DIE AUTOBAHN, DER SCHWARM UND ICH

VON I. WERNER WEISKE

Ein schneller Blick nach links: Ralf saß auf dem Fahrersitz, den Blick starr nach vorn gerichtet und völlig verkrampft. Der Schweiß rann ihm in Bächen die Stirn hinab. Wir schossen mit zweihundertachtzig über die Autobahn und trotzdem näherte sich uns ein anderes Auto bedrohlich schnell von hinten. Im perspektivisch verzerrten Bild der Rückkamera wirkte das nachtschwarze SUV wie ein Raubtier. Ein schwarzer Panther, der sich geduckt von hinten an uns heranpirschte. Gefährlich. Tödlich.

Das Display im Armaturenbrett zeigte Kommunikationsversuche an. Wir wurden gerufen. Die KI des SUV versuchte, mit unserer in Kontakt zu treten, uns zu bewegen, den Weg freizugeben. Zwecklos: Wir hatten unsere KI-Steuerung abgeschaltet. Für das Fahrzeug hinter uns waren wir stumm.

Ich sah, wie Ralfs Hände am Steuer zitterten. Fast war er so weit. Zeit, ihm gut zuzureden.

„Bleib schön in der Spur“, sagte ich. „Der will nur spielen.“

Ralf lachte kurz auf, humorlos und angestrengt. Die Knöchel traten weiß hervor, so sehr verkrampften sich seine Fäuste am Lenkrad. Ich tat, als würde ich nichts bemerken.

„Läuft doch gut, ja?“ rief ich, gewollt fröhlich. Er war kurz vor der Panik. Ein kleiner Stoß war alles, was noch fehlte, um ihn in ein panisch schreiendes Etwas zu verwandeln und die dünne Lackschicht aus Rationalität wegzuwischen.

Ralf warf nervöse Blicke auf die Spur rechts von uns, wo eine dichte Kolonne von Autos fuhr. Alle waren von KIs gesteuert, natürlich. Zwischen ihnen blieb nicht mehr als eine Handspanne Platz von Stoßstange zu Stoßstange. Keine Chance, hinüberzuziehen, nicht bei der Geschwindigkeit. Und hinter uns das schwarze SUV, ein Koloss, panzerartig, wie ein zähnefletschendes Ungeheuer auf Rädern. Es klebte an unserer Stoßstange und drängelte. Bei knapp unter dreihundert.

Ralf murmelte irgendetwas; ich sah, wie sich die Lippen bewegten. Aber trotz der Lärmunterdrückung im Wagen konnte ich seine Worte nicht verstehen. Daher beugte ich mich zu ihm hinüber, so weit es ging. Er klang weinerlich.

„Ich kann das nicht! Ich kann nicht mehr. Mach, dass es aufhört!“

Wenn schon ein einzelnes künstlich intelligentes System Erstaunliches leisten kann, was ist dann erst von Aber-tausenden KI-gesteuerten Fahrzeugen zu erwarten, die sich zu einer Schwarm-intelligenz zusammenschalten? Ob die Schwächen des Faktors Mensch noch eine Rolle spielen bei einem allgegenwärtigen neuronalen Verkehrsnetzwerk, das obendrein gesetzlich verordnet ist?

Ich hatte ihn drangekriegt. Endlich, nach all den Jahren.

* * *

Einige Stunden zuvor.

Natürlich hatten sie mich warten lassen.

Eindrucksvoll wirkte sie, die Villa – ach was, das war ein ausgewachsenes Anwesen, groß, mit weitläufigem Gelände dahinter. Ein traumhafter Garten gehörte dazu, sogar ein Waldstück. Jedenfalls beeindruckte das Ganze einen wie mich sehr. Am Eingang wollten sie dem QR-Code meiner Einladung nicht trauen und fragten nach einer Bestätigung. Bitte, was? Für die Party hatte

ich mich wohl nicht schick genug gemacht. Schließlich kam Ralf selbst zum Eingang, um mich abzuholen.

„Mensch, Werner!“

Ich erkannte ihn gleich wieder, trotz der langen Zeit, in der wir einander nicht gesehen hatten. Lediglich einige seiner neueren Fotos auf Social-Media-Plattformen hatte ich mit flüchtigen Blicken gestreift. Nein, ich gehörte nicht zu seinen Followern. Bestimmt nicht. Aber den Geschichten über ihn – den Visionär, Erfinder, charismatischen Unternehmer – konnte niemand ausweichen.

Natürlich hatte ich nach Marion geschaut. Sie war häufig mit ihm zusammen zu sehen. Und so wusste ich auch, dass sie einen gemeinsamen Sohn hatten.

Ralf entblödete sich nicht, mich zur Begrüßung zu umarmen. Sogar seine Augen glänzten feucht. Er glaubte wohl tatsächlich, fünfzehn Jahre hätten die Wunden schließen können. Als er mich an sich zog, zischte ich ihm ins Ohr: „Lief gut für dich, wie ich sehe.“ Und meinte die Villa. Seinen Status. Die Bewunderer. Das Unternehmen, das er mit meinen Ideen gegründet hatte.

Er blieb erstaunlich ruhig. Hielt mich auf Armeslänge und blinzelte irritiert. Dann zischte er zurück: „Du warst Angestellter in meinem Unternehmen. Du hast ein paar Ideen gehabt, OK. Aber du hast damals für mich gearbeitet. Und –“ Er beugte sich nahe an mich heran. „Du warst kein Teamplayer. Am Ende war es richtig, dich rauszuwerfen – Freundschaft hin oder her.“ Er zögerte einen Moment, sprach dann ganz ruhig und beherrscht weiter. „Ich hatte gehofft,

dass es dir inzwischen besser ginge. Jedenfalls freue ich mich, dass du gekommen bist.“

Vermutlich meinte er es sogar ernst. Es war mir egal. Ich war hier, weil ich Marion wiedersehen wollte. Und seine Entschuldigung hören. Und einen Weg finden, wie ich ihm heimzahlen konnte, dass er mein Leben gestohlen hatte.

Warum er mich gerade jetzt zu seinem Geburtstag eingeladen hatte, nach all den Jahren? Vielleicht war er plötzlich sentimental geworden, hatte meine alte E-Mail-Adresse ausgegraben. Die hatte ich seit damals nie geändert – für den Fall, dass Marion sich noch einmal meldete.

Er griff mich am Arm und zog.

„Lassen wir das. Komm.“

* * *

Es war schon erstaunlich, wie viele zu der Party gekommen waren: Das Haus war voll. Irgendwo spielte eine Live-Band. Ralf hatte viele – nein, Freunde hatte er nicht. Bewunderer, vielleicht. Speichellecker, sicher. Gäste standen in Grüppchen zusammen, und das Personal der Cateringfirma wuselte zwischen ihnen herum: Noch ein Glas Champagner vielleicht? Häppchen, Canapés? Für mich war das nichts: zu viele Fremde, mit denen ich nichts zu tun haben wollte. Gleich die erste Gruppe, zu der wir kamen: Jeder von ihnen jünger als Ralf oder ich (was inzwischen nicht schwierig war!), angeregt diskutierend. Über was? Autos, na klar. Sie schienen nicht zu Ralfs Unternehmen zu gehören, es war eine Gruppe von Tech-Bloggern und Journalisten. Ralf zog mich in die Gruppe hinein: „Fragt ihn. Das ist mein alter Freund Werner. Der die Idee zur Verkehrssteuerung durch eine Schwarmintelligenz hatte. Die erste Version der Hive Mind Traffic Control AI stammte von ihm!“

Einer pfiff leise bewundernd. Eine Frau hob ihr Handy und machte ein Foto von uns, Ralf und ich vereint. Wie damals. Ralfs Arm um meine Schultern.

„Das hat vieles verändert!“ sagte sie. Und sie schien es positiv zu finden.

Zustimmendes Gemurmel. Es war schon ein großer Fortschritt, als die automatische Steuerung von Fahrzeugen vor zwölf Jahren verpflichtend wurde. EU-weit. Ralf war gegen einen gesetzlichen Zwang gewesen, auch wenn sein Unternehmen die technischen Grundlagen geschaffen hatte. Für einen Zwang zum schwarmgesteuerten Kutschiertwerden hatte er zu viel Spaß am Selbstfahren gehabt. Er hatte das gern gemacht: mit seinem Sportwagen morgens früh, wenn alles leer war, über die Autobahn zu donnern. Den Rausch der Geschwindigkeit zu genießen!

„Denkst du manchmal daran, wie es vorher war? Selbst am Steuer alles unter Kontrolle haben, mit zweihundertfünfzig über die Autobahn?“ Die Frage ging an mich, aber es war Ralf, der reagierte.

Er zuckte die Achseln. „Das ist vorbei.“ Er hielt sich an das Skript seiner Marketingabteilung: „Der unbeschränkte Individualverkehr war gefährlich und schädlich für die Umwelt. Wir sind froh, das überwunden zu haben.“

Einen jungen Mann hatte Ralfs distanzierte Antwort offensichtlich irritiert.

„Ist das nicht eine – Zitat – ‚unverhältnismäßige Einschränkung der menschlichen Autonomie‘, sich so von KIs bestimmen zu lassen?“

Er bezog sich auf ein Interview, das Ralf in einem unbedachten Moment vor etlichen Jahren gegeben hatte und das immer noch mancherorts bekannt war. Die Humanity-First-Bewegung hielt dem selbsternannten Pionier künstlich intelligenter Verkehrssteuerung solche früheren Äußerungen gern vor.

„Das ist vorbei“, verteidigte Ralf sich ziemlich lahm. „Die Sicherheit und Wohlfahrt aller geht vor. Auch wenn es Spaß gemacht hat.“

Das reichte mir, um in die Diskussion hineinzugrätchen.

ES WAR SCHON EIN GROSSER FORTSCHRITT, ALS DIE AUTOMATISCHE STEUERUNG VON FAHRZEUGEN VOR ZWÖLF JAHREN VERPFLICHTEND WURDE.

„Wir können das immer noch machen. Eine kleine Manipulation, Ralf, und wir gehen wieder auf Spritztour. Über die Autobahn. Wie damals.“

Ich sah die Augen um mich herum aufleuchten: Die verstanden sofort, was ich vorhatte. „Der will einen Jailbreak machen“, hörte ich einen von ihnen sagen. Ja, genau. Ich wollte den Kernel der Fahrzeug-KI patchen, mir Root-Rechte besorgen und die automatische Steuerung abschalten.

Ralf sah ein bisschen grün um die Nase aus. Es schien ihm nicht zu schmecken. Ich warf ihm einen aufmunternden Blick zu. Mir war es ernst. „Mein Geburtstagsgeschenk für dich!“ sagte ich fröhlich.

Sie schnatterten durcheinander, entzückt über die Aussicht auf das spektakuläre Ereignis. Wem hätte man so etwas Tollkühnes schon zutrauen können? Ganz klar: Ralf Schmidt-bauer, dem Entrepreneur, Visionär, Draufgänger und Tausendsassa. Zum Fünfzigsten ein Auto zu hacken, um noch einmal selbstbestimmt über die Autobahn rasen zu können, war das, was jeder von ihm erwartete.

„Ich halte das für keine gute Idee!“ Als ich Marions scharfe Stimme hinter mir hörte, zuckte ich zusammen. Dabei war ich ihretwegen hier, um sie zu sehen. Und sie war wie damals: dieselbe schlanke Gestalt, dasselbe energische Auftreten. Jetzt waren ihre Augenbrauen finster verknotet, ganz wie früher, wenn sie Ralf und mich zusammengestaucht hatte.

„Wer von euch ist auf den Blödsinn gekommen? Werner, du? Hätte ich mir denken können!“

Gegen Marion war ich machtlos – genau wie damals. Ich machte den Mund auf, um eine Ausflucht zu stammeln. Doch anders als früher bekam ich Unterstützung von unerwarteter Seite. Ein Junge drängte sich zwischen uns; er mochte vielleicht zehn oder elf sein. Das musste Aaron sein, Marions und Ralfs Sprössling. Er griff nach Ralfs Arm.

„Papa, das machen wir, ja?“

Nun konnte Ralf nicht mehr zurück, wenn er nicht vor seinen Angestellten und Bewunderern das Gesicht verlieren wollte. Und vor seinem Sohn.

Marions Kiefermuskeln spannten sich, aber sie versuchte nicht, ihm das gefährliche Ansinnen auszureden. Stattdessen ergriff sie meinen Arm und führte mich ein paar Meter weg.

„Was willst du damit erreichen?“

Ich versuchte ihrem forschenden Blick standzuhalten. „Ein Geschenk. Mein Geburtstagsgeschenk für deinen Mann“, stammelte ich.

„Du willst ihn fertigmachen, nicht?“

Mir blieb nur, heftig den Kopf zu schütteln. Stumm eilte ich den anderen nach.

★ ★ ★

Ralfs SUV stand in der Einfahrt: groß genug für fünf Leute und Gepäck. Ich nickte fachmännisch, als ich den Wagen sah. „HiveOS 19.3, vermute ich. Ihr habt natürlich alle regelmäßigen Updates installiert? Das Auto ist auf dem aktuellen Stand?“

Ralf nickte. War nicht anders zu erwarten. Alles ordentlich. Das würde leicht. „Lass es mal an.“

Ich lud ein Softwarepaket auf mein Handy herunter, das einen Exploit im Betriebssystem des Autos ausnutzte, um sich selbst Superuser-Rechte zu verschaffen. Die Fahrautomatik wollte ich erst kurz vor der Autobahn abschalten, damit wir nicht vorher schon im Straßenverkehr auffielen. „Sobald wir zur Autobahn kommen, kann ich den Patch starten. Also los!“

Ralf setzte sich hinters Steuer, Aaron und zwei andere nach hinten. Ralf gab das Ziel ein und die Route. In nur drei, vier Minuten waren wir aus dem Ort heraus und näherten uns auf einer Bundesstraße der Autobahnauffahrt.

„Halt mal an, wenn du kannst“, sagte ich.

„Car: Bitte kurz anhalten.“ Typisch Ralf, seinem Auto keinen Namen zu geben.

Die KI steuerte uns auf einen kleinen Parkplatz. Ich installierte den Patch von meinem Smartphone aus. Aaron, Ralfs Sohn auf dem Rücksitz hinter uns, streckte neugierig den Kopf zwischen den Sitzen nach vorn und ich erklärte ihm, was ich machte. „Jetzt den Wagen neu booten – und wenn er wieder läuft, ist die KI-Steuerung ausgeschaltet und dein Vater fährt selbst.“

Das leise Summen, das zu hören gewesen war, erstarb. Die Displays am Armaturenbrett wurden zuerst dunkel und flammten dann wieder auf. Die Bootmeldung zeigte, dass der Patch installiert war.

„Das war es“, sagte ich. „Wir können weiter.“

Ralf kratzte sich am Kopf. Ich hörte Zweifel in seiner Stimme. „Ich hoffe, ich habe es nicht völlig verlernt.“

Ich hörte das Klicken der Türschließanlage, als das Auto wieder anfuhr. Ralf machte es gut, wenn man bedachte, dass er seit Jahren nicht mehr selbst gefahren war. Zum Glück brauchte er nicht zu schalten, nur Gas zu geben und zu bremsen.

Der Wagen glitt in die Autobahnauffahrt. Aaron hatte sich weit nach vorn gebeugt und steckte den Kopf zwischen den beiden Vordersitzen hindurch. Was für ein Abenteuer! Ich sah seine Augen leuchten. Das war sicherlich das Spannendste, was er bislang in seinem behüteten Dasein erlebt hatte. Etwas, das er morgen in der Schule erzählen konnte.

Sein Vater, der Held, der die röhrenden Ungetüme auf der Autobahn bezwang.

Es wurde zunehmend dunkel. Es gelang problemlos, auf den Hauptfahrbahnen einzuscheren – die Autos fuhren mit weitem Abstand. Ja, wir waren auf der Autobahn. blieb nur, sich von der rechten Spur langsam nach links hinüberzuschlingeln und die Geschwindigkeit zu erhöhen.

„Das ist jetzt dein Spiel, Ralf. Sieh zu, dass du nach links überkommst. Dann kannst du brettern. Denk dran: Um die automatische Steuerung wieder zu aktivieren, muss ich den Patch entfernen und wir müssen die Karre noch mal booten!“

Ich weiß nicht, ob er mich hörte. Als ich nach links sah, grinste er übers ganze Gesicht. Das alte Gefühl hatte ihn gepackt. Es war wie früher, reiner Fahrspaß. Er ritt auf einer Adrenalinwelle.

„HIVEOS 19.3, VERMUTE ICH. IHR HABT NATÜRLICH ALLE REGELMÄSSIGEN UPDATES INSTALLIERT?“

Zunächst war es noch einfach. Kaum Verkehr. Ralf kam leicht auf die linke Spur. Die Lage würde sich ändern, sobald wir uns der Stadt näherten: Feierabendverkehr, Autos dicht an dicht.

Von hinten eine Stimme. „Schneller, Papa, schneller!“

Ich unterdrückte ein Grinsen. Es würde noch interessant werden. Die Sonne war verschwunden; Regen fiel.

Ralfs Breaking Point kam bald nach dem Einsetzen der Dunkelheit.

Er war die Geschwindigkeit nicht gewohnt. Und KI-gesteuerter Verkehr war eine andere Nummer als die frühere Welt der Autobahnen: Alles war auf maximalen Durchsatz ausgelegt. Durch ihre Fähigkeit zur Kommunikation miteinander brauchten KIs keinen Sicherheitsabstand zwischen den Fahrzeugen.

★ ★ ★

Wir sahen in der Rückwärtskamera, wie das SUV heranströmte. Schwarz und massiv. Unsere KI wurde aufgefordert, die Spur zu wechseln. Nur war sie aus der Steuerung des Autos ausgesperrt und musste sich mit Warnmeldungen auf den verschiedenen Displays zufriedengeben.

„Papa, da blinkt etwas rot!“

„Ich kann jetzt nicht!“ Ralf klang gereizt. „Ich muss mich konzentrieren. Ich darf nicht langsamer werden. Verdammt, muss der denn so dicht auffahren?“

Es waren vielleicht dreißig Zentimeter, die uns von dem nachfolgenden SUV trennten. Zwei Handspannen, maximal.

Ich fand, es war Zeit für einen guten Rat.

„Warum weichst du nicht aus? Wechsle auf die rechte Spur“, sagte ich mit aufreizend ruhiger Stimme.

Ich hörte das erste Anzeichen von Panik.

„Da sind Autos! Rechts von uns. Siehst du das nicht?“

Klar sah ich die. Rechts von uns war eine Autokolonne ohne wahrnehmbare Lücken. Alle fuhren mit geringstmöglichem Abstand – so, wie nur automatisch gesteuerte Autos

Über den Autor

I. Werner Weiske wurde 1966 in Berlin geboren, lebt aber seit über zwanzig Jahren in Frankfurt am Main. Er ist als Manager im Bereich Engineering und als Leiter der IT-Abteilung bei einem Maschinenbauunternehmen im Rhein-Main-Gebiet tätig. In den Neunzigerjahren hat Weiske als Fernsehjournalist für verschiedene Sender gearbeitet. „Die Ballade von Apartment und Car“ in Ausgabe 5/2023 war seine c't-Story-Premiere. In „Die Autobahn, der Schwarm und ich“ geht es ebenfalls um vernetzte künstliche Intelligenzen – und um Menschen mit ethisch zweifelhaftem Verhalten.



Bild: I. Werner Weiske

fahren können. Kein Platz, um sich dazwischenzudrängeln. Kein Platz für uns. Langsamer zu werden war auch nicht möglich – mit dem schwarzen Ungeheuer im Nacken.

Im Fond unseres Wagens war es still geworden. Aus den Augenwinkeln sah ich Aaron, der seinen Vater mit schreckgeweiteten Augen anstarrte.

Ich hatte meinen Punkt gemacht. Ralf war auch bloß ein Würstchen, wie wir alle. Zeit, ihn zu erlösen.

„Schließ die Augen“, sagte ich.

„Was???“

„Schließ die Augen. Mach die Augen zu. Mach es einfach.“

Ralf warf mir aus weit aufgerissenen Augen einen Blick zu. Ja: Er hatte Angst. Er schlotterte regelrecht. Notgedrungen beschloss er, meinem Rat zu folgen.

„Und jetzt“, sagte ich, „nimm den Fuß vom Gas und zieh das Auto ganz langsam nach rechts. Keine ruckartigen Bewegungen. Einfach sachte nach rechts hinüber.“

„Aber ...“

Ja, schon klar: die Autos.

„Mach es einfach.“

Er tat es. Schlag das Lenkrad sacht ein. Der Wagen glitt nach rechts, überquerte die gestrichelte Spurlinie. Und wie durch ein Wunder teilte sich die Kolonne neben uns, machte Platz für uns, ließ uns einscheren. Es war wunderschön zu sehen, wie perfekt es funktionierte. Die Schwarmintelligenz der Autos sorgte dafür, dass über die gesamte Kolonne hinweg, über mehrere Kilometer, jedes Fahrzeug den Abstand zum Vorder- oder Hintermann um ein Winziges verringerte, bis die Lücke groß genug war, um uns einzulassen. Sie arbeiteten zusammen.

„So ist es gut“, flüsterte ich – fasziniert davon, wie der Schwarm von Autos sich uns, dem Fremdkörper, anpasste. Ich musste an einen Schwarm winziger Fische denken, der sich aufteilte, um ein Riff in seinem Weg zu umschwimmen.

Niemals hätte Ralf sich sehenden Auges getraut, nach rechts zu ziehen.

Bald waren wir wieder in der rechten Spur, vor und hinter uns von den anderen Autos umschlossen. Das bedrohliche SUV beschleunigte und zog links an uns vorbei. Ich sah den einzigen Insassen regungslos auf ein Gerät in seinem Schoß starren. Der hatte von dem Drama nichts mitbekommen.

Die Hinweisschilder für die nächste Ausfahrt tauchten aus der Dunkelheit auf. Dort konnten wir abfahren und anhalten, um das Auto neu zu booten. „Mach die Augen wieder auf, Ralf. Da vorn ist die Ausfahrt.“

★ ★ ★

Wir brachten die KI wieder online und Ralfs SUV steuerte sich selbst zurück zum Anwesen seines Besitzers. Der hatte keinen Ton mehr herausgebracht. Er war in sich zusammengesunken, als hätte jemand die Luft aus ihm herausgelassen.

Marion war beim Auto, noch bevor wir ausgestiegen waren. Sie musste den Zustand ihres Mannes erkannt haben. Aaron, ihr Sohn, riss die Tür auf und stürzte auf sie zu. Er barg seinen Kopf an ihrem Körper, schluchzend, und sie schlang ihre Arme um den Jungen.

Ihre Augen suchten mich. „Ich wusste es: Du führst nur Unheil in Schilde! Warum, Werner, warum?“

Mein erster Impuls: Ich senkte den Blick. Ich konnte ihre wütend funkelnden Augen nicht ertragen. Ich knickte ein, wie früher. Etwas lahm verteidigte ich mich: „Ich habe nichts getan! Woher hätte ich wissen sollen, dass er damit nicht klarkommt?“

„Verdammt, nichts getan! Mir war schon klar, dass nichts Gutes dabei herkommt, wenn du auftauchst. Wofür wolltest du ihn bestrafen?“

Ich holte tief Luft. „Dafür, dass er es nie verstanden hat. Er hat sich nie die Mühe gemacht, es zu begreifen. Es bestand nie eine Gefahr für uns. Alles spielte sich nur in Ralfs Kopf ab. Die Schwarmintelligenz der Autos hätte immer einen Unfall verhindert. Ralf hätte Schrittgeschwindigkeit auf der Autobahn fahren können. Er hätte anhalten können! Es wäre nichts passiert! Hätte Ralf sich einmal damit beschäftigt, sich wirklich damit beschäftigt, wie die Schwarm-KIs funktionieren, hätte er gewusst, dass uns nichts passieren konnte. Der Schwarm ist schlauer als er. Seine Ignoranz hat ihn fertiggemacht!“

Sie sah mich an, jetzt erst recht wütend. „Du bist ein Arsch“, flüsterte sie. „Du warst es damals und bist es immer noch. Werner, ich bin froh, dass wir damals nicht zusammengekommen sind. Irgendetwas war schon immer merkwürdig bei dir. Deine krankhafte Überzeugung, von allen betrogen zu werden, frisst dich auf. Ralf mag seine Fehler haben, aber er ist im Grunde seines Herzens ein prima Mensch.“

Ich wich zurück. Einige noch immer herumstehende Partygäste waren dabei, den Streit mit ihren Smartphones aufzuzeichnen. In Windeseile würden die Aufnahmen online sein.

Ralf war ausgestiegen. Er sah blass aus, mitgenommen. Er hatte seine Lehre bekommen.

Mehr hatte ich nicht gewollt.

(psz@ct.de) **ct**


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).


ORACLE Feuerwehr www.oraservices.de xxs-kurze Daten- & Netzkabel: kurze-kabel.de 

softaktiv.datensysteme Datenbankapplikationen,
Website Boosting, Online-Pressemitteilungen,
Unterstützung bei Ihren V-Projekten. Einfach an-
rufen, 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 

Erfahrene Diplom-Fachübersetzerin übersetzt
EDV-Texte aller Art (Software und Hardware) ins-
besondere Texte aus den Bereichen Telekommu-
nikation und Netzwerke. Englisch-Deutsch. Tel. +
Fax: 05130/37085 

nginx-Webhosting: timmehosting.de Rechnungsprogramm ohne Abo rechnungsbüro.de www.patchkabel.de - LWL und Netzwerk Kabel 

Geht es ihrer ORACLE Datenbank gut?
Wir prüfen das: oracle-db-check.de 

**Anzeigenschluss
für die nächsten
erreichbaren Ausgaben:**
15/2023: 26.05.2023
16/2023: 13.06.2023
17/2023: 27.06.2023



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.



Maßgeschneidert!

Bauen Sie Ihren Wunsch-PC



ct HARDWARE-GUIDE
Test • Praxis • Bauvorschläge

PLUS
Webinar
im Wert
von 99,- Euro

90 Minuten Webinar
Sichere Konfiguration von Büro-PCs:
Hardware und BIOS-Setup

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



SAP-Anwendungsentwickler (m/w/d), Standort: Hannover

Dein Herz schlägt für IT und du hast Freude am Programmieren? Dann suchen wir dich als Verstärkung in unserem Team SAP-Anwendungsentwicklung.

Deine Aufgaben

- Du bist Ansprechpartner (m/w/d) der Fachbereiche und unterstützt bei der Konzeption zur Optimierung der Geschäftsprozesse mit internen Kunden und externen Beratungsteams.
- Die Entwicklung, Optimierung und Wartung von Programmen in unseren SAP-Applikationen ist der Schwerpunkt deines Aufgabenbereichs.
- Zudem analysierst, definierst und implementierst du Änderungen in den Schnittstellen mit Non-SAP-Systemen.
- Zu deinen Tätigkeiten zählen auch Systemdokumentation und Qualitätskontrollen.

Deine Talente

- Du hast ein Studium der (Wirtschafts-)Informatik oder eine Ausbildung zum Fachinformatiker (m/w/d) Anwendungsentwicklung erfolgreich abgeschlossen oder verfügst über vergleichbare Qualifikationen im IT-Bereich. Idealerweise bist du zertifizierter SAP-Anwendungsentwickler (m/w/d) ABAP.
- Erste Erfahrungen in der Programmiersprachen ABAP und ABAP OO bringst du bereits mit.
- Kommunikationsstärke und Organisationsfähigkeit zeichnen dich aus.
- Du verfügst über sehr gute Deutschkenntnisse in Wort und Schrift.

Deine Benefits

- Profitiere von flexiblen Arbeitszeiten und der Möglichkeit, mobil arbeiten zu können.
- Du arbeitest in einem engagierten, qualifizierten und zukunftsorientierten Team mit regelmäßigen Weiterbildungsmöglichkeiten und der Gelegenheit, deine eigenen Ideen einzubringen und umzusetzen.
- Wir bieten dir zudem regelmäßige Mitarbeiter-Events, kostenloses Mittagessen in unserer vielseitigen Kantine, unser Mitarbeiter-Fitnessprogramm Hansefit und einiges mehr.

Haben wir dich neugierig gemacht?

Besuche uns bei kununu, Xing oder LinkedIn.

Dein Ansprechpartner

Gunter Peschke
Teamleiter Anwendungsentwicklung
Tel.: 0511 5352 416

Bitte bewirb dich online: karriere.heise.de

Wir freuen uns auf deine Bewerbung!

Bei uns ist jede Person, unabhängig des Geschlechts, der Nationalität oder der ethnischen Herkunft, der Religion oder der Weltanschauung, einer Behinderung, des Alters sowie der sexuellen Identität willkommen.

Heise IT GmbH & Co. KG (Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover)

Die Heise IT GmbH & Co. KG ist ein Unternehmen der Heise Gruppe und bietet für andere Verzeichnismedienverlage und branchenfremde Kunden IT-Dienstleistungen im SAP-Umfeld an. Mit der selbst entwickelten Verkaufsanwendung Move unterstützt das Unternehmen Medienberater auf dem Weg zum Auftragsabschluss mit umfangreichen Funktionalitäten. Unser SugarCRM System dient als Basis für die Verkaufssteuerung.

Inserenten*

1blu AG, Berlin	17
bluechip Computer AG, Meuselwitz	7
Cordaware GmbH, Pfaffenhofen	41
dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg	47
EXTRA Computer GmbH, Giengen-Sachsenhausen	2
Hetzner Online GmbH, Gunzenhausen	180
Niftee GmbH, Trier	31
RaidSonic Technology GmbH, Ahrensburg	37
Techconsult GmbH, Kassel	43
Thomas Krenn AG, Freyung	21
WILEY VCH GmbH, Weinheim	9

Veranstaltungen

MiTEXX	c't, FLEET Events, MBmedien	53
Maker Faire	Make:	63
DIGITAL DESIGN & UX NEXT	MaibornWolff, heise Developer, dpunkt.verlag	81
CloudLand	DOAG, Heise Medien	99
storage2day	iX, dpunkt.verlag	115
heise devSec	heise Security, heise developer, dpunkt.verlag	117
iX Workshops	iX, heise Events	127
betterCode ()	iX, heise Developer, dpunkt.verlag	137
heise Security TOUR	heise Security	145
enterJS	iX, heise Developer, dpunkt.verlag	179

Stellenanzeigen

Heise Gruppe GmbH & Co. KG, Hannover	175
--	-----

* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich.
Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.

Es gibt **10** Arten von Menschen.
iX-Leser und die anderen.

Jetzt Mini-Abo testen:
3 digitale Ausgaben + Bluetooth-Tastatur nur 19,35€
www.ix.de/digital-testen

3x testen

iX MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE IT



www.ix.de/testen



49 (0)541 800 09 120



leserservice@heise.de



MAGAZIN FÜR
PROFESSIONELLE IT

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: „Desinfec't“: Dennis Schirmacher (des@ct.de), „Notebook-Dockingstationen: Kaufberatung und Test“: Christof Windeck (ciw@ct.de)

Chefredakteur: Torsten Bееk (tbe@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)

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 Grävmeyer (agr@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), Oliver Lau (ola@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 (ciw@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 Baas (jmb@ct.de)

Koordination News-Teil: Hartmut Gieselmann (hag@ct.de), Christian Wölbert (cwo@ct.de)

Koordination Heftproduktion: Martin Triadan (mat@ct.de)

Redaktionsassistentz: Susanne Cölle (suc@ct.de), Christopher Tränkmann (cht@ct.de)

Software-Entwicklung: Kai Wasserbäch (kaw@ct.de)

Technische Assistentz: 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), Daniel Ladeira Rodrigues (dro@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: 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: Melissa Ramson, Andreas Wodrich

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, Schülz, 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: ayznmmonmewb2tjvgf7ym4t2726muprjvwckzx2vhf2hbarbbzydm7oad.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. 40 vom 1. Januar 2023.

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 

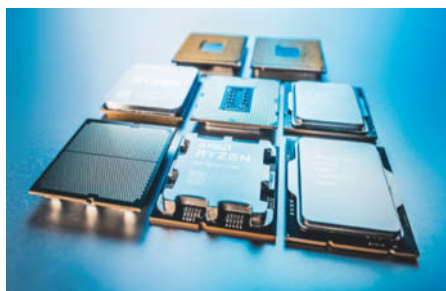
Vorschau **ct** 14/2023

Ab 3. Juni im Handel und auf ct.de



Die Android-Oberklasse im Test

Von Asus, Honor und Motorola kommt spannende Konkurrenz für Marktführer Samsung. Vier High-End-Smartphones mit jeder Menge Power, tollen Kameras und starken Displays müssen sich im Vergleichstest beweisen und setzen dabei ganz unterschiedliche Akzente.



CPU-Guide 2023

AMD und Intel bieten Hunderte Prozessor-typen an. Zudem gibt es ständig Weiterentwicklungen wie Hybridkerne, Stapelcache oder DDR5-RAM. Anhand zahlreicher Benchmarks und Messwerte geben wir Tipps, wie Sie für Ihre Anwendungen die optimale Desktop-CPU finden.

Programmieren lernen für Einsteiger

Wer einen technischen Beruf ergreifen will, kommt oft nicht drum herum, mindestens eine der vielen Programmiersprachen zu lernen. Aber welche eignet sich wofür? Wir stellen populäre Sprachen mit ihren Eigenheiten und Anwendungsbereichen vor und geben Tipps für den frustfreien Einstieg.

Bei Anruf: Betrug!

Ein Anruf von der Polizei, ein angebliches Sicherheitsproblem beim Online-Banking oder eine WhatsApp-Nachricht mit einer neuen Handynummer: Telefonbetrüger sind technisch versiert. Wir erklären, wie die Maschen funktionieren und wie Sie verhindern, das nächste Opfer zu werden.

Test: Online-Video-Editoren

Videoschnitt ist eine komplexe Angelegenheit. Die Web-Editoren von Clipchamp, Pictory AI und Canva versprechen, Ungeübten den Einstieg zu erleichtern. Manche Dienste komponieren Videos sogar ohne Zutun mit künstlicher Intelligenz aus Stockmedien.

Noch mehr
Heise-Know-how



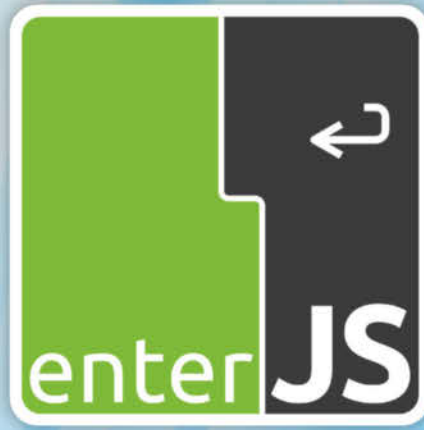
c't ChatGPT & Co.
ab 23. Mai im Handel und
auf heise-shop.de



MIT Technology Review
4/2023 jetzt im Handel und
auf heise-shop.de



c't Fotografie 03/23
jetzt im Handel und auf
heise-shop.de



Die Konferenz für Enterprise-JavaScript

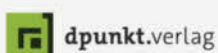
21. und 22. Juni 2023
Darmstadt

Jetzt
Tickets
sichern!

www.enterjs.de

+++ Workshops vor Ort und online: Svelte + Nuxt + React + Web Components + Ally +++

Veranstalter



Gold-Sponsor



Silber-Sponsoren



MAIBORNWOLFF



HETZNER

JETZT SPAREN MIT DER **HETZNER** **SERVERBÖRSE** DIE UHR TICKT!



FALLENDE PREISE IN DER HETZNER SERVERBÖRSE

Miete dir deinen Dedicated Server mit leistungsfähiger Hardware zum unschlagbaren Monatspreis.

Wir zeigen dir sekundengenau an, wann der Serverpreis fallen wird und du schlägst im richtigen Moment zu.

Warte nicht zu lange, sonst sichert sich jemand anderes dein Schnäppchen!

z. B. **DEDICATED SERVER** mit

- ✓ AMD Ryzen 7 3700X
- ✓ 64 GB DDRx RAM
- ✓ 2 x 1 TB SSD
- ✓ IPv4 inklusive
- ✓ unbegrenzter Traffic
- ✓ Keine Mindestvertragslaufzeit
- ✓ Setupgebühr 0,- €

AMD
RYZEN

monatlich **43,67 €**

Alle Preise inkl. 19% USt. Preisänderungen und Irrtümer vorbehalten.
Alle Rechte bei den jeweiligen Herstellern.

www.serverbörse.de