



c't-Notfall-Windows 2024

Viren killen, Windows heilen, Daten retten, Passwörter resett
Neue und aktualisierte Werkzeuge • Schneller zum bootfähigen Stick

TEST

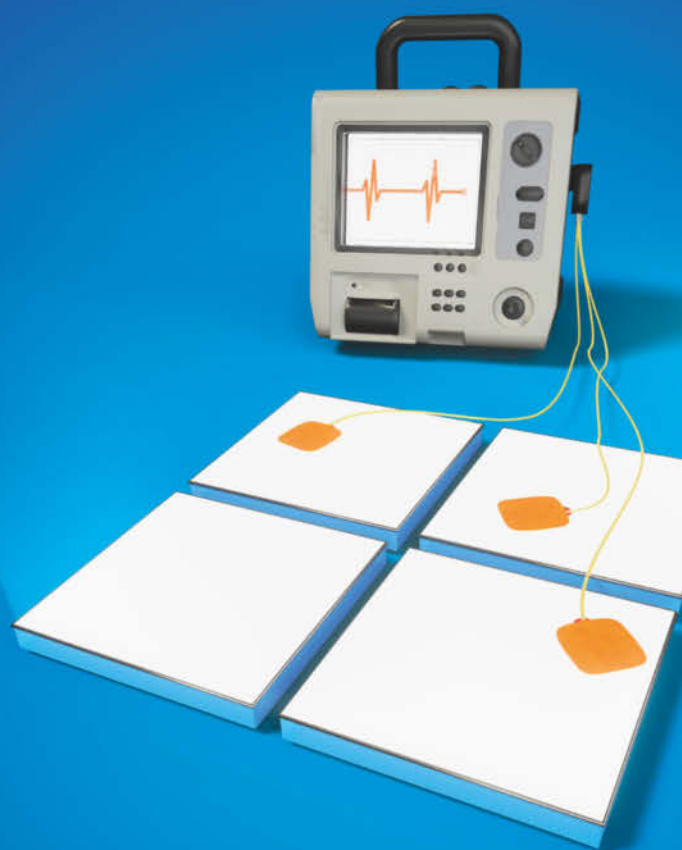
Persönliche Dashboards für den Browser
Klein und heiß: Sony PlayStation 5 Slim
Tragbarer All-in-One-PC mit Akku
Videobearbeitung: CyberLink vs. Magix
Lüfterloser Mini-PC mit Intel N100

Servertaugliche NAS

Netzwerkspeicher mit schnellem LAN

FOKUS

DSGVO: EuGH stärkt Rechte Geschädigter
Aufwendige Bildretusche mit KI
Virtualisierung auf dem Raspi
Smart Home: Präsenzerkennung per Bluetooth
Planungs- und Notiztools per Mail füttern
Kern-zu-Kern-Latenzen moderner CPUs
Grundwissen asymmetrische Kryptografie



Wasserstoffautos im Alltag

650 km Reichweite, in drei Minuten vollgetankt und doch elektrisch
Test: BMW iX5 Hydrogen, Hyundai Nexo & Toyota Mirai

€ 5,90
AT € 6,50 | LUX, BEL € 6,90
NL € 7,20 | IT, ES € 7,40
CHF 9.90 | DKK 64,00





B1 Consulting, Managed Service & Support

individuell – umfassend – kundenorientiert

Rent-an-Admin

Sie benötigen Unterstützung bei der Betreuung Ihrer Infrastruktur? Dann bieten wir Ihnen mit Rent-an-Admin genau die Entlastung, die Sie brauchen!

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

Mit unserem Rent-an-Admin-Modell können Sie Personalengpässe überbrücken oder sich regelmäßige Unterstützung durch einen unserer B1-Administratoren sichern – ob einen, zwei oder fünf Tage die Woche – kurzfristig und unkompliziert, ganz nach Ihren Wünschen!

Unsere Kernthemen:

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

Unser in Deutschland ansässiges Support- und Betriebsteam ist immer für Sie da – mit qualifizierten Reaktionszeiten ab 15 Minuten und Supportzeiten von 8x5 bis 24x7!



B1 Systems GmbH – Ihr Linux Partner

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

ROCKOLDING · KÖLN · BERLIN · DRESDEN · JENA

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



Wasserstoffautos: Stoppt das Schauspiel

Die Autoindustrie befindet sich im rasenden Wandel und jeder Akteur muss aufpassen, den entscheidenden Schritt in die richtige Richtung zum richtigen Zeitpunkt zu machen. Verpasst er ihn oder verzettelt er sich, geht er unter. Immerhin, die Politik sorgt für langfristige Planungssicherheit: Neuwagen, die mit Benzin oder Diesel betrieben werden, können in der EU nur noch bis Ende 2034 erstmals zugelassen werden. Die Industrie reagiert und entwickelt Pkw mit batterieelektrischem Antrieb, gleichzeitig gedeiht die Ladeinfrastruktur.

Doch selbsternannte Freiheitsprediger erweisen den Herstellern einen Bärendienst und trommeln lautstark für Alternativen zum batterieelektrischen Auto. Dazu gehört Wasserstoff, mit dem in einer Brennstoffzelle Strom erzeugt wird. Der Durchbruch im Pkw, so wird es seit Jahrzehnten kolportiert, stehe unmittelbar vor der Tür – doch niemand mag sie öffnen. Dabei geschieht das Nachfüllen von Fahrerenergie im Vergleich zum batterieelektrischen Antrieb rasant. Die Reichweite liegt bei einem gefüllten 6-Kilogramm-Tank locker bei mehr als 500 Kilometer. Eine Tankstelle in der Nähe vorausgesetzt, ist der tägliche Umgang vergleichbar mit einem konventionellen Verbrenner.

Die Probleme liegen allerdings nicht im Alltag, sondern in der Kette davor. So werden zur Wasserstoffproduktion enorme Mengen Strom benötigt.

Rund 60 bis 80 kWh werden verbraucht, bis die 1 bis 1,3 Kilogramm Wasserstoff im Pkw nutzbar sind, die er auf 100 Kilometer verbraucht. Damit die Rechnung im Sinne der Umwelt aufgeht, müssten die Produktionsanlagen durchgehend mit regenerativ erzeugtem Strom arbeiten. Solch "grüner" Wasserstoff ist auf dem Weltmarkt kaum zu haben. Hinzu kommt die extrem teure Infrastruktur: In Deutschland gibt es derzeit rund 90 H₂-Tankstellen; damit liegt dieses Land in der EU einsam an der Spitze. In vielen anderen Staaten ist kaum absehbar, woher das Geld für eine halbwegs flächendeckende H₂-Infrastruktur kommen soll.

Kein Wunder also, dass bis auf ein paar Projekte (mehr dazu ab Seite 54) nichts Greifbares beim Thema "H₂ im Pkw" in Aussicht ist. Die Exoten verdanken ihre Existenz vermeintlichen Freiheitsverteidigern, die Technologieoffenheit propagieren und mit Steuergeldern Irrwege finanzieren können, weil niemand sie stoppt. Zeit, diesem Schauspiel ein Ende zu bereiten.



M Franz

Martin Franz, heise Autos
(www.heise.de/autos)

secIT by heise

HANNOVER 2024

5. - 7. MÄRZ 2024, HANNOVER

Die Kongress- messe für Security-Profis

Aussteller

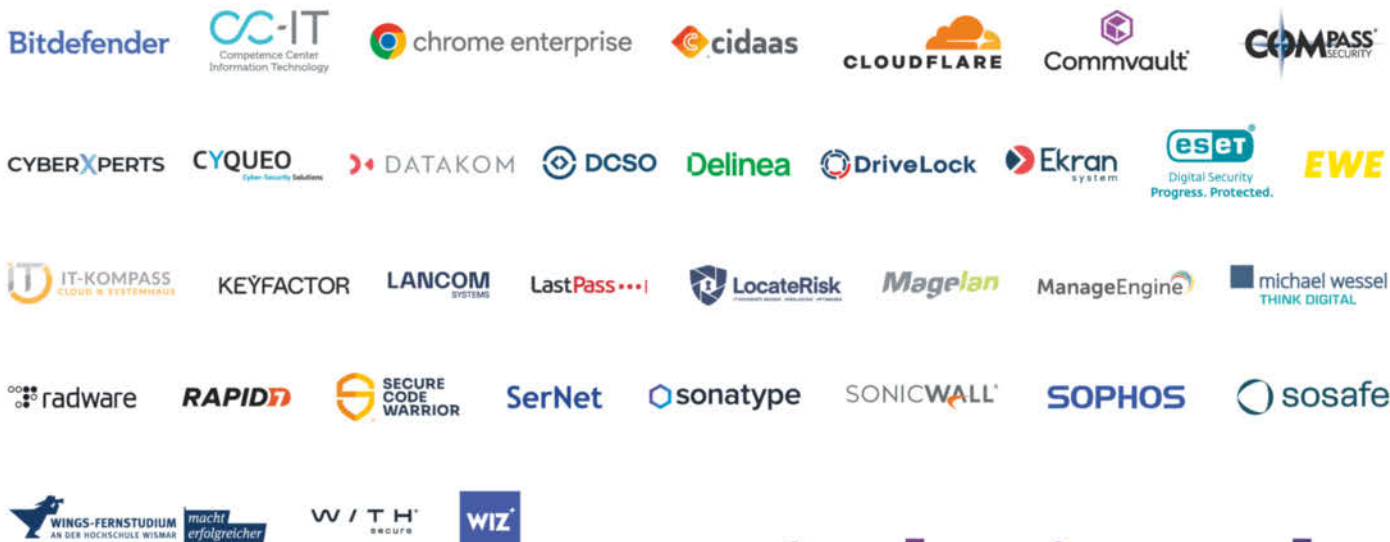




meet. learn. protect.



Jetzt Ticket buchen
und bis **31.01.2024**
von unseren
Frühbucherrabatten
profitieren!



secit-heise.de

Titelthemen

c't-Notfall-Windows 2024

- 16 **Bauanleitung** für das eigene Notfallsystem
- 22 **Mehr Features** im Notfall-Windows freilegen
- 24 **Probleme lösen** Schritt für Schritt
- 30 **Viren** suchen und beseitigen

Wasserstoffautos im Alltag

- 54 **Technik** Wie Brennstoffzellen funktionieren
- 58 **Fahrberichte** BMW, Hyundai und Toyota
- 66 **H₂-Strategie** in Politik und Wirtschaft

Servertaugliche NAS

- 92 **Test** x86-Netzwerkspeicher für zwei Platten

Aktuell

- 14 **Patentrecht** Huawei gewinnt gegen AVM
- 34 **Cybercrime** Kommunen überfordert
- 36 **Hackerkongress** Perlen vom 37. CCC
- 37 **Spiele** Steam kilt alte Windows-Clients
- 38 **Internet** Google kappt Usenet-Zugänge
- 39 **KI** Gemini für Entwickler, ChatGPT liest Bild
- 40 **Bit-Rauschen** AMD Zen 5, 1-Nanometer-Technik
- 41 **Hardware** 64-GB-Byte-DDR5, Mini-PC mit Core Ultra
- 42 **Notebookprozessoren** für das Modelljahr 2024
- 45 **Forschung** Vernetzte Kameras an Tieren
- 46 **Server-CPU** Intel Xeon E-2400
- 47 **Displays** Trend zu hochauflösenden OLEDs
- 48 **Adobe Creative Cloud** Einheitliche Designrichtlinie
- 49 **Open Source** Fedora Asahi Remix 3, Open Slides 4.1
- 50 **Web-Tipps** Werbemelder, Städtetour, Leute im All

Test & Beratung

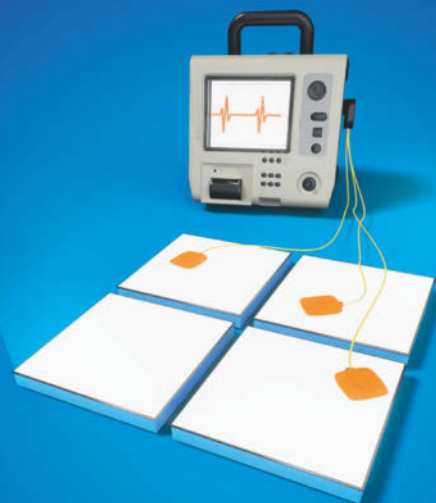
- 70 **Lüfterloser Mini-PC mit Intel N100**
- 72 **Tragbarer All-in-One-PC mit Akku**
- 74 **USB4-SSD** Adata SE920 mit bis zu 3,8 GByte/s
- 76 **Externe SSD** Kioxia Exceria mit 1 und 2 TByte
- 76 **Raspi-5-Gehäuse** GeekPi Armor Case V5
- 77 **Wasserkocher mit WLAN** von Lidl

- 78 **Mathe-Lern-App** Mambio für Android und iOS
- 79 **Bluetooth-Kopfhörer** Günstig mit gutem Sound
- 80 **Kopfhörer mit Headtracker** Ollo S5X
- 82 **Tinten-Multifunktionsdrucker** mit Touchscreen
- 84 **Videobearbeitung: CyberLink vs. Magix**
- 88 **Klein und heiß: Sony PlayStation 5 Slim**
- 89 **Smarte Sportuhr** Garmin Forerunner 265
- 90 **Kamerabrille von Ray-Ban und Meta**
- 98 **Persönliche Dashboards für den Browser**
- 104 **Aufwendige Bildretusche mit KI**
- 166 **Bücher** OSINT, Software Engineering

Wissen

- 68 **Gaza-Krieg** Technikversagen am Grenzzaun
- 112 **Zahlen, Daten, Fakten** Fitness-Hardware und -Apps
- 114 **Cyberkriminelle** erpressen Gastronomen
- 116 **Digitalisierung** Interview mit Malte Spitz

16 c't-Notfall-Windows 2024



Schadprogramme aufstöbern, SSDs klonen, Daten bergen, Startprobleme beheben: Das und mehr geht mit unserem vom Stick startenden Notfall-Windows. Unser Bausatz ist jetzt noch robuster, bringt neues Werkzeug mit und vereinfacht Updates.

- 120 **Transistoren** Chiphersteller tüfteln an neuen Typen
- 122 **Quantencomputer** Schwieriger Leistungsvergleich
- 126 **Grundwissen asymmetrische Kryptografie**
- 130 **Kern-zu-Kern-Latenzen moderner CPUs**
- 160 **DSGVO: EuGH stärkt Rechte Geschädigter**

Praxis

- 132 **Smart Home: Präsenzerkennung per Bluetooth**
- 136 **Planungs- und Notiztools per Mail füttern**
- 140 **Kryptoanalyse** Vigenère-Chiffre knacken
- 142 **Virtualisierung auf dem Raspi**
- 148 **Dotfiles synchronisieren** mit chezmoi und Git
- 152 **4K-Filme vom Raspi 5** streamen mit HDR
- 154 **Konfigurationsmanagement** mit Ansible, Teil 2

Immer in c't

- 3 **Standpunkt** Wasserstoffautos: Stoppt das Schauspiel
- 8 **Leserforum**
- 13 **Schlagseite**
- 52 **Vorsicht, Kunde** Vonovia verhindert Glasfaser
- 162 **FAQ** Windows-Klone
- 164 **Tipps & Tricks**
- 168 **Story** Das Antispam-System
- 175 **Stellenmarkt**
- 176 **Inserentenverzeichnis**
- 177 **Impressum**
- 178 **Vorschau c't** 3/2024

54 Wasserstoffautos im Alltag



Autos mit wasserstoffbetriebenen Brennstoffzellen fahren ohne Halt bis zu 650 Kilometer weit und sind in Windeseile vollgetankt. Wir erklären, wie die Technik funktioniert, was sie taugt, und testen drei aktuelle Fahrzeugmodelle.

Frisch aus
c't Nerdistan

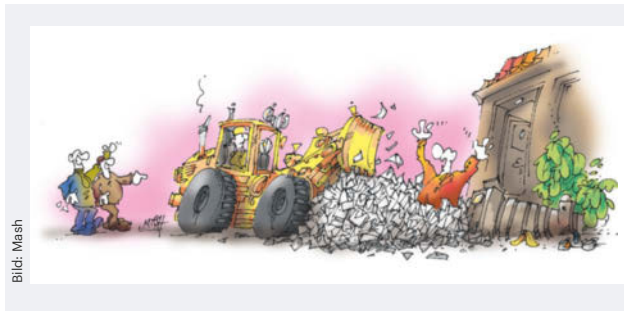
- 148 **Dotfiles sicher synchronisieren** mit chezmoi und Git

c't

Hardcore

- 130 **Prozessoren** Von Chiplets, Kernen und Topologien
- 154 **Ansible** Infrastructure as Code

Leserforum



Tim Gerber empfahl in seinem Standpunkt ein Verbot von Briefpost. Das ging den Lesern dann doch zu weit, auch wenn sie seine Meinung zur mangelhaft umgesetzten Digitalisierung teilen.

Papier bleibt

Standpunkt „Kommunikationsdienste: Briefpost abschaffen!“, c't 1/2024, S. 3

Grundsätzlich ist die Nutzung von digitalen Medien hilfreich und einfacher als ein Brief. Die ausschließliche Ausrichtung darauf ist aber nur bedingt sinnvoll. Siehe dazu den Beitrag von Harald Büring (c't 1/2024, S.158), der viele Probleme der Digitalisierung anspricht.

Und Sie führen selbst ein gutes Gegenbeispiel an: die Grundsteuererklärung. Der letzte mir vorliegende Bescheid ist von 1966 und wurde gemäß Schriftbild mit einem Kettendrucker auf Papier gedruckt (war also auch digital gespeichert) und mit Unterschrift und Stempel versehen. Ich konnte diesen Bescheid ohne Probleme einsehen. Bei einem digitalen Dokument mit digitaler Signatur wäre dies wohl nicht mehr möglich gewesen.

Letztendlich scheitert man bei digitalen Dokumenten zumeist daran, dass das genutzte Format nur noch bedingt lesbar ist: Wer kann noch Ami Pro, Word Pro oder alte Word-Dokumente richtig einlesen? Und sollte das Dokument noch lesbar sein, dann ist die Signatur nicht mehr prüfbar oder wird als abgelaufen/nicht prüfbar/unzureichend eingestuft und das Dokument nicht angezeigt, da es nicht „vertrauenswürdig“ ist. Papier und Leitz-Ordner sind einfach unschlagbar bei der Archivierung von Dokumenten.

Lutz Mader ✓

Hoch die Preise

Im Grunde hast du recht. Das regelt man am besten mit den Preisen, denn der Deutsche ist am Portemonnaie am empfindlichsten. Also Preise hoch für die Briefe, in die Nähe der Pakete und Päckchen. Der Zustellaufwand ist der gleiche.

Dietrich Beitzke ✓

Ironie

Das gedruckte Heft, in dessen Editorial Sie die Briefpost abschaffen möchten, erreichte mich mit ebendieser Briefpost. Sie bemerken die Ironie?

Holger Prothmann ✓

Alternativen fehlen

Was wird denn heute noch per Brief verschickt? Werbung und gesetzlich vorgeschriebene Korrespondenz. Verbindliche elektronische Kommunikation ist entweder an der Universalwaffe „Datenschutz“ oder an mangelndem Interesse der Endkunden gescheitert.

De-Mail, E-Post – viel Geld investiert, hat leider nicht geklappt. Geht es auch anders? Ja, schauen Sie sich Dänemark an oder, etwas milder, Frankreich. In Deutschland sind die Bedenkenträger immer noch ganz weit vorne in der Entscheidungskette – und die machen lieber nichts, als etwas Falsches.

Wir haben in Deutschland meines Wissens nach kein existierendes, 100 Prozent verbreitetes „Secure-E-Mail-System mit elektronischer Identifizierung“, das als Briefpostersatz geeignet ist. Wenn etwas beweissicher ankommen soll, wie Bußgeldbescheide oder Mahnungen, landet das per Papier in Ihrem klapperigen Briefkasten und gilt nach acht Tagen als offiziell an Sie zugestellt – auch wenn Sie drei Wochen in Urlaub sind.

Martin Diversy ✓

Bizarrer Aufwand

Ich bekomme alljährlich per **Briefpost** von meiner privaten Krankenversicherung (PKV) eine Bescheinigung „zur Vorlage beim Arbeitgeber“. Als Rentner muss ich jede PKV-Beitragsänderung der Rentenversicherung (RV) zur Kenntnis geben,

damit der Zuschuss zur PKV berechnet werden kann.

Der vorgesehene Weg wäre, dass ich die PKV-Bescheinigung per **Briefpost** an die RV weiterleite. Ich habe diese Bescheinigung allerdings eingescannt und in mein digitales Postfach bei der RV eingelegt. Immerhin funktioniert das tatsächlich und sie wird von der RV bearbeitet.

Weil nach Meinung der RV die eingereichte PKV-Bescheinigung nicht ausreichte, erhielt ich per **Briefpost** von der RV ein (auch im Internet verfügbares) Papierformular, das ich an die PKV zum Ausfüllen und Unterschreiben geben sollte. Immerhin hat ein Telefonanruf bei der PKV gereicht, um das Ausfüllen und Versenden des Formulars dort anzustoßen. Nach einigen Wochen erhielt ich das ausgefüllte Formular – sowohl in meine digitale PKV-Postbox als auch zusätzlich per **Briefpost**.

Vorgesehen wäre, diese Bescheinigung wieder per **Briefpost** an die RV zu senden. Ich habe allerdings auch das wieder elektrisch erledigt, woraufhin per **Briefpost** der angepasste Rentenbescheid eintraf. Ein wirklich bizarrer Aufwand für einen trivialen Vorgang.

Reinhart Schultz ✓

Meinung untergeschoben

Systemanforderungen von Windows 11: von Absurditäten, Drohungen und verwirrenden Angeboten, c't 1/2024, S. 58

Mein privater Hauptrechner läuft nach wie vor auf Windows 10, und er soll das auch weiterhin. Dennoch nervt Windows alle paar Tage oder Wochen damit, mir den Wechsel auf Windows 11 schmackhaft zu machen: Mit einer nervigen Werbeblendung direkt nach dem Systemstart, die man erst vorsichtig wegklicken muss, bevor man mit der Arbeit am PC beginnen kann.

„Vorsichtig“ deswegen, weil die zwei Buttons suggestiv so unterschiedlich gestaltet sind, dass man leicht versehentlich

Fragen zu Artikeln

✓ Bitte senden Sie uns Ihre Fragen per E-Mail an die Adresse des Redakteurs, die am Ende des Artikels steht.

EXTRA

COMPUTER GMBH

IHR PARTNER FÜR
BUSINESS- UND INDUSTRIE-IT



extracomputer.de/darum-wir

Unsere Eigenmarken:

exzone

calmo

Pokini

EXTRA Computer GmbH
Brühlstraße 12 · 89537 Giengen-Sachsenhausen · www.extracomputer.de

auf „jetzt installiere Windows 11 doch endlich“ klickt anstelle auf den Text-Button „nein, jetzt nicht“. Ich würde es ja akzeptieren, wenn die Frage selten käme. Oder wenn die Antwortmöglichkeiten nicht versuchen würden, mir eine Meinung unterzuschieben.

Martin Gross ✉

Verfrühter Aprilscherz

Es handelt sich bei den beiden Artikeln erkennbar um den berühmten Aprilscherz der c't für die April-Ausgabe. Offenbar gab es da einen Fehler im Publish-Management, sodass die Artikel verfrüht veröffentlicht wurden. Dennoch habe ich auch bereits am Neujahrstag herzlich gelacht. Man stelle sich nur einmal vor, dieser verfrühte Aprilscherz würde irgendwann einmal wahr ...

isotester ✉

Es freut uns, dass Sie Spaß an der Lektüre der Artikel hatten. Wir fürchten aber, dass Microsoft das alles ernst meint.

Mini-PC oder Notebook

Hardware-Mythen vom Drucker bis zum WLAN-Router, c't 1/2024, S. 28

Zu Ihrem Abschnitt „Ein Mini-PC ist ökologischer als ein Notebook“ regt sich in mir Widerspruch. Oder zumindest das Gefühl: Da fehlt noch etwas. Vorweg: Das Akku-Argument überzeugt mich und vielleicht sind die Effekte der anderen Komponenten dagegen auch nebensächlich. Gestolpert bin ich über die Erwähnung von Tastatur und Bildschirm: Diese können doch nur Argumente gegen das Notebook sein, wenn man den Rechner in jedem Fall hauptsächlich mit separaten I/O-Geräten oder remote per Netzwerk nutzt.

Sofern das Notebook hauptsächlich mit dem eingebauten Bildschirm/Tastatur/Touchpad genutzt wird, sollten diese Komponenten doch in der Herstellung und im Betrieb ressourcenschonender sein als der beim Mini-PC notwendige separate Bildschirm und die womöglich per Funk angebundene Tastatur und Maus. Bin ich mit einem Notebook trotzdem nicht sparsamer, auch wenn ich es als All-in-one-Gerät nutze?

Dirk Henkel ✉

Beim Mini-PC können Sie Monitor, Tastatur und Maus auch in einigen Jahren weiterverwenden, nachdem Sie ein neues Modell angeschafft haben.

Laserdrucker drucken billiger

Tintendrucker, die selten benutzt werden, hatten den Benutzer zumindest früher mit verstopften Düsen beglückt. Ist das heutzutage noch ein Thema? Und je nach Tintendrucker führt jener nach dem Einschalten einen mehr oder weniger extensiven Reinigungszyklus durch. Die dazu notwendige Tinte steht zum Drucken nicht mehr zur Verfügung. Besonders krass dürfte das Verhältnis von Nutzung zu Reinigungstinte sein, wenn man den Drucker anknipst, um nur eine Seite zu drucken.

Patrik Schindler ✉

Halbwegs aktuelle Tintendrucker halten korrekt ausgeschaltet ebenfalls monatelang durch, wie wir an einigen Tintentankmodellen beobachtet haben. Aber schalten Sie Tintendrucker immer über die Powertaste ab und warten Sie, bis alle Motorgeräusche zur Ruhe gekommen, ehe Sie die Stromzufuhr unterbrechen. Nur dann ist der Druckkopf vor Austrocknen geschützt. Wir empfehlen zudem, einmal im Monat ein Düstentest-

muster zu drucken. Dabei wird nur wenig Tinte verbraucht und man vermeidet zusätzliche tintenintensive Reinigungsvorgänge.

Nebel tanken

Forscher erschließen mit Nanoporen eine Quelle erneuerbarer Energie, c't 29/2023, S. 140

Okay, mal angenommen, so etwas geht. Dann hier von mir die Zusatzfrage: Wie viele Autos müssen mit Wasserstoffantrieb vor mir herfahren und Nebelschwaden verbreiten, damit es zum Antrieb für mein Elektroauto reicht?

Gerd Diederichs ✉

Das hängt sicherlich davon ab, wie viele Nanoporen in den Frunk passen.

Smartphonezwang im Bus hält auf

Ein rechtlicher Blick auf den Digitalzwang, c't 1/2024, S. 158

Im Busbetrieb, wie ich ihn erlebe, ist das Smartphone eine echte Bremse, ganz anders als die Chipkarte (ÖPNV der Stadtwerke Greifswald). Ich habe das D-Ticket als Chipkarte. Lege ich sie auf den Leser im Bus, wird innerhalb von weniger als einer halben Sekunde die Anzeige grün. Im gleichen Gerät ist ein QR-Code-Leser eingebaut. In vielen Fällen dauert es mehrere Sekunden, in denen die eingestiegene Person das Smartphone vor dem Leser vor- und zurückbewegt und dreht, bis der Leser grün zeigt. Nicht selten klappt es überhaupt nicht. Im Berufsverkehr kommt es immer wieder vor, dass die eingestiegenen Smartphonebenutzer einfach durchgewinkt werden, um den Betrieb nicht noch mehr aufzuhalten.

Jochem Peelen ✉

Ergänzungen & Berichtigungen

Längere Vorwarnzeit

ESA-Satellit soll erkunden, wie der Klimawandel die Atmosphäre verändert, c't 1/2024, S. 118

Die Vorwarnzeiten vor Taifunen wurden nicht verkürzt, sondern verlängert. Verkürzt wurde die Beobachtungszeit, nach der die Entwicklung eines Taifuns bereits vorhergesagt werden kann.

Wir freuen uns über Post

✉ redaktion@ct.de

💬 c't Forum

f c't Magazin

X @ctmagazin

@ ct_magazin

@ ct_Magazin

in c't magazin

Ausgewählte Zuschriften drucken wir ab. Bei Bedarf kürzen wir sinnwährend.
Antworten sind kursiv gesetzt.

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



Chief Executive Monitor.

Holen Sie sich die Besten ins Team.

Die neuen FlexScan-Monitore

EV3240X (32") und EV2740X (27") von EIZO.

Mit brillanter 4K-Bildqualität und flexibel als USB-C-Dockingstation nutzbar. Mehr auf eizo.de



Working with the Best



Erste Apps mit Flutter programmieren

Webinar-Serie „Einstieg in die App-Entwicklung mit Flutter“

Tauchen Sie ein in die Welt von Flutter mit unserer Webinar-Serie. Von den Grundlagen bis zu fortgeschrittenen Techniken – lernen Sie, wie Sie außergewöhnliche, plattformübergreifende Apps erstellen können. Perfekt für Entwickler, die ihre Fähigkeiten auf das nächste Level heben möchten.

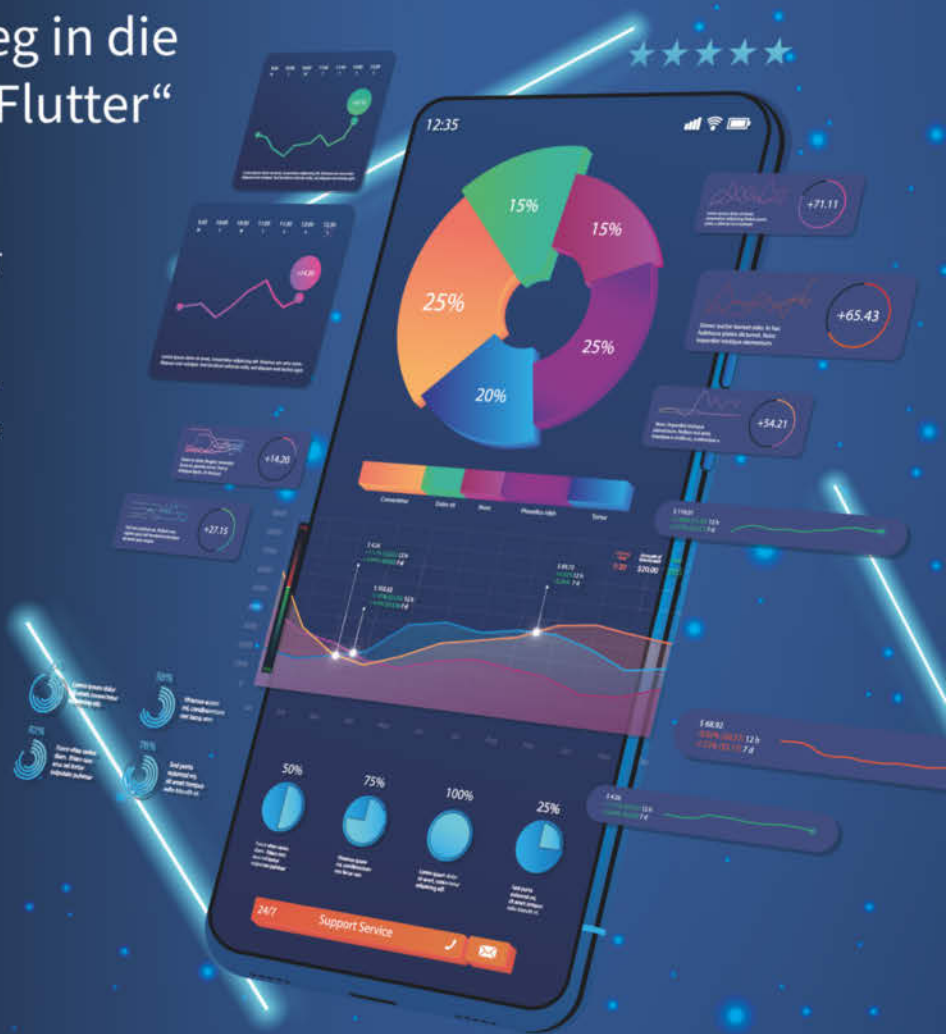
23. Januar
Einführung in Flutter und Dart

30. Januar
Grundrahmen und erste Navigation in einer Flutter-App

6. Februar
Listen, Packages und Datenmodellierung in Flutter

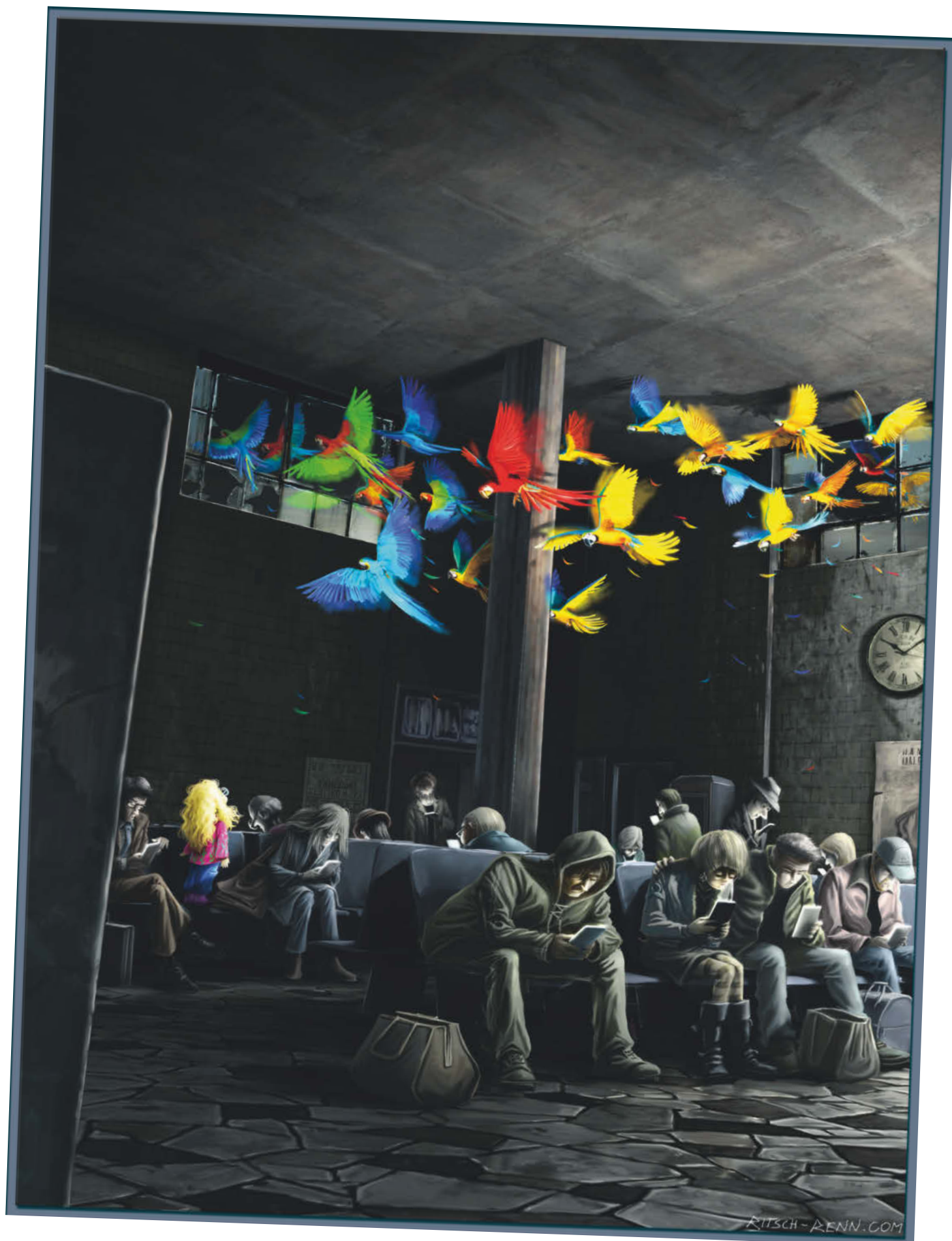
13. Februar
Navigation und Formulare mit Flutter erstellen

20. Februar
Testing der Flutter-App und Einführung von Provider



Jetzt Kombi-Rabatt sichern:
heise-academy.de/webinare/flutter124





Weitere Schlagseiten auf ct.de/schlagseite

Schuss vor den Bug

Huawei gewinnt erstinstanzlich Patentklage gegen AVM

Einer Entscheidung des Landgerichts München I zufolge hat AVM ein Huawei-Patent, das den WLAN-Standard Wi-Fi 6 betrifft, ungerechtfertigt genutzt. Halten die Folgeinstanzen das Urteil aufrecht, könnten viele Fritz-boxen und Fritz-Repeater vom Markt verschwinden.

Von Ernst Ahlers, Tim Gerber und Mark Mantel

Um Patente, auf die der WLAN-Standard IEEE 802.11ax alias Wi-Fi 6 aufbaut, schwelt schon länger ein Rechtsstreit: Im Frühjahr 2022 hat Huawei in Deutschland Klagen gegen mehrere Firmen eingereicht, darunter Amazon, AVM, Netgear und Stellantis. Am 10. November 2023 hat das Landgericht München I gegen AVM entschieden. Das Urteil liegt der Redaktion vor.

Huawei hatte zwei Klagen gegen AVM eingereicht, die die beiden sogenannten standardessenziellen Patente (SEPs) EP3337077 (Aktenzeichen 21 O 2576/22)

und EP3143741 (Aktenzeichen 7 O 2578/22) in Verbindung mit Wi-Fi 6 betreffen. SEPs stellen Patente dar, die für eine Technik fundamental wichtig sind, in diesem Fall WLAN. Huawei ist einer der Hauptbeitragenden bei der Entwicklung neuer Funkstandards, mit entsprechendem Patentportfolio.

Das LG München hat in Bezug auf EP3337077 geurteilt, die zweite Klage wurde abgewiesen. EP3337077 definiert Feinheiten beim Anwenden der Übertragungstechnik Orthogonal Frequency Division Multiple Access (OFDMA) für WLAN.

OFDMA ist eine Kernkomponente von Wi-Fi 6, weil WLAN-Basen damit Daten gleichzeitig an mehrere Clients senden können. Das schafft eine in der Praxis attraktive Alternative zum mit Wi-Fi 5 eingeführten Multi-User-MIMO (MU-MIMO). Konkret beschreibt EP3337077 Wi-Fi-6-Signalisierungsfelder, die anzeigen, ob das Datenpaket an einen oder mehrere Clients gehen soll.

Erstinstanzlich Vertriebsverbot

Das LG München hat Huawei in erster Instanz Recht gegeben. AVM argumentierte auf Verfahrensfehler nach dem Patentgesetz § 145. Dem hat das Gericht wider-

sprochen. Auch der Einwand mit Lizenzverhandlungen unter FRAND-Aspekten (Fair, Reasonable And Non-Discriminatory terms) war erfolglos. Als Präzedenzfall zog das Gericht den Streit von Sisvel mit Haier heran: Der Bundesgerichtshof definierte in seinem Urteil 2021 strenge Regeln, wie weit die Verhandlungsversuche eines potenziellen Lizenznehmers unter FRAND reichen müssen.

So haben Firmen nicht nur die Absicht zur Lizenzvereinbarung zu erklären, sondern auch zeitnah konstruktiv auf einen Abschluss hinzuarbeiten. Erst, wenn das nachweislich nicht gelingt, dürfen sie ein als standardessenziell deklariertes Patent vorläufig ohne Lizenzzahlung verwenden. So sollen Hinhaltetaktiken vermieden werden (patent hold-out). AVM konnte seine Bemühungen vor Gericht offenbar nicht ausreichend darlegen.

Würde das Urteil rechtskräftig, dürfte AVM seine WLAN-Produkte mit Wi-Fi 6 und wegen der unvermeidlichen Rückwärtskompatibilität auch kommende mit Wi-Fi 7 (ct.de/-7524241) nicht mehr verkaufen. Im Handel befindliche Geräte müssten zurückgerufen und vernichtet werden. Ferner müsste AVM Verkaufszahlen offenbaren, damit das Gericht die Höhe des Schadenersatzes bestimmen kann.

In Berufung

AVM hat Anfang Dezember 2023 Berufung beim Oberlandesgericht München eingelegt (Aktenzeichen 6 U 4773/23 Kart.), sodass das oben genannte Urteil nicht rechtskräftig ist. AVM geht die Entscheidung von zwei Seiten an: Zum einen sei fraglich, ob das Huawei-Patent bei den eigenen Routern überhaupt genutzt werde.

Zum anderen greift der Hersteller das Patent EP3337077 inhaltlich mit einer Nichtigkeitsklage beim Bundespatentgericht (BPatG) an. Dort lag Mitte Dezember schon eine andere Klage gegen dieses Patent vor. Das Gericht hat beide zu einem Verfahren zusammengelegt, ein mündlicher Verhandlungstermin war bei Redaktionsschluss noch nicht anberaumt.



AVM hat derzeit acht Fritz-box-Router, drei Repeater und einen Powerline-Access-Point mit Wi-Fi-6-WLAN im Angebot (hier eine Auswahl), die schwebend von einem Vertriebsverbot betroffen sind.

Sollte das BPatG EP3337077 für nichtig erklären, wäre Huawei Klage die Grundlage entzogen und das Urteil des LG München gegenstandslos. Dagegen könnte Huawei

noch vor dem Patentsenat des Bundesgerichtshofes in Berufung gehen. Doch selbst wenn das Patent standhält und das Landgerichtsurteil in letzter Instanz rechtskräftig

werden sollte, erwartet AVM keine Auswirkungen für Nutzer, die sich bereits einen Fritzbox-Router oder ein anderes AVM-Produkt gekauft haben. (ea@ct.de) **ct**

WLAN-Patente – Fragen und Antworten

Was ist passiert?

Neben anderen Firmen hat der chinesische Konzern Huawei auch das deutsche Unternehmen AVM, Quelle der weitverbreiteten Fritzboxen, wegen Verletzung von Schutzrechten betreffend die WLAN-Norm IEEE 802.11ax verklagt.

Um welche Schutzrechte geht es?

Huaweis Klage bezieht sich auf zwei Patente. Das in Deutschland angemeldete, europäische Patent EP3143741 nennt unter anderem Osama Aboul-Magd als Erfinder, den bei Huawei angestellten Vorsitzenden der IEEE-Arbeitsgruppe zu 802.11ax. Das andere europäische Patent EP3337077 führt Erfinder auf, die offensichtlich ebenfalls an der Entwicklung der als Wi-Fi 6 vermarkteten Norm beteiligt waren (ct.de/y43c).

Was steckt in EP3143741?

Dieses Patent beschreibt, wie Wi-Fi 6 einen Funkkanal in Unterträger aufteilt. Beispielsweise besteht ein 20-MHz-Kanal aus 256 Unterträgern: Je 26 bilden eine 2 MHz breite Resource Unit, worin 24 Daten übertragen und zwei als Pilotöne fungieren. Elf nicht genutzte Unterträger schaffen einen Schutzabstand zum nächsten Funkkanal, elf weitere kompensieren als „Nullen“ Senderunzulänglichkeiten.

Was umfasst EP3337077?

Dieses Patent definiert Felder, die zu Beginn jeder Wi-Fi-6-Übertragung gesendet werden. Es sagt unter anderem, wie die Bits 18 bis 21 des High Efficiency Signal Field A (HE-SIG-A) zu interpretieren sind.

Sind diese Patente überhaupt gültig?

Ob es vor der Anmeldung schon „Prior Art“ gab, die Huaweis Patente nichtig machen würde, ist schwierig zu klären. Denn Teile der IEEE-802.11ax-Norm wurden vom „DensiFi“-Kartell illegal hinter geschlossenen Türen entwickelt (ct.de/-3649482). Gründer dieses Kartells waren Huawei, Intel, Broadcom und Qualcomm. Soweit uns bekannt, wurde beispielsweise die

OFDM-Numerologie für Wi-Fi 6 erstmals am 9. März 2015 öffentlich vorgestellt.

Sind die Patentgebühren nicht schon entrichtet, indem AVM WLAN-Chips eines bestimmten Herstellers einbaut?

Nach dem Erschöpfungsgrundsatz im Patentrecht kann eine Lizenzgebühr für ein Patent nur einmal geltend gemacht werden. Der Patentinhaber kann dabei frei entscheiden, an wen er lizenziert, beispielsweise an den Chipfabrikanten oder an den Gerätehersteller. Generell müssen Patente, die für die Umsetzung einer Norm gebraucht werden, zu fairen, vernünftigen und nicht diskriminierenden, also gleichen Bedingungen vergeben werden. Die überwältigende Mehrheit aller Normengruppen legt darüber hinaus keine weiteren Bedingungen fest.

Hat die IEEE SA nicht 2015 festgelegt, dass Patente an Chiphersteller lizenziert werden müssen?

Beeinflusst von Apple und Co. hat die IEEE Standards Association 2015 neue Regeln eingeführt. Sie schreiben unter anderem vor, dass diejenigen, die Patente für IEEE-Normen geltend machen, diese an den Hersteller der kleinsten käuflichen Komponente lizenzieren müssen, die das Schutzrecht implementiert (Smallest Saleable Patent Practicing Unit, SSPPU). Das hat aber zu einem Aufschrei in der Branche geführt sowie dazu, dass viele Firmen sich mit negativen Letters of Assurance (LOA) weigerten, ihre Schutzrechte im neuen Rahmen zu lizenzieren. Uns ist nicht bekannt, dass Huawei jemals einen LOA zu den 2015er-Bedingungen abgegeben hätte (ct.de/y43c).

Kann man Firmen, die nicht nach den IEEE-SA-Regeln lizenzieren wollen, von der Normenentwicklung ausschließen?

Nein. Die Entwicklung einer Norm ist nur dann kartellrechtlich unbedenklich, wenn sie offen geschieht und jede natürliche und juristische Person teilnehmen kann. Dies gilt auch, wenn Teilnehmer sich nicht den Pa-

tentregeln der jeweiligen Normenentwicklungsorganisation unterwerfen wollen.

Gibt es einen zentralen WLAN-Patentpool?

Nein. Es existieren unterschiedliche Schutzrechtsinhaber und Patentpools unabhängig voneinander, zum Beispiel für Wi-Fi 6 der von Sisvel.

Warum überspringt AVM Wi-Fi 6 nicht und verkauft stattdessen Wi-Fi-7-Geräte?

Das kann AVM schlicht nicht: Der Normentwurf zu IEEE 802.11be besagt, dass ein Wi-Fi-7-Gerät auch Wi-Fi 6 (11ax), Wi-Fi 5 (11ac) und Wi-Fi 4 (11n) verstehen muss. Denn neue Funktionen und die nötige Signalisierung bauen hierarchisch auf die älteren Standards auf.

Könnte AVM nicht einfach mit einer neuen Firmware Wi-Fi 6 in seinen Geräten abschalten?

Prinzipiell ja. Soweit uns bekannt ist, kann man einen Chip fast immer auf den Betrieb gemäß einer früheren Variante beschränken, einen Wi-Fi-6-Baustein beispielsweise auf Wi-Fi 5. Dann müssen Gerichte entscheiden, ob sich das auf die Lizenzkosten auswirkt. Dadurch verliert man aber die Optimierungen des neueren Standards. Es wäre auch preisgünstiger, gleich einen Wi-Fi-5-Baustein zu verwenden.

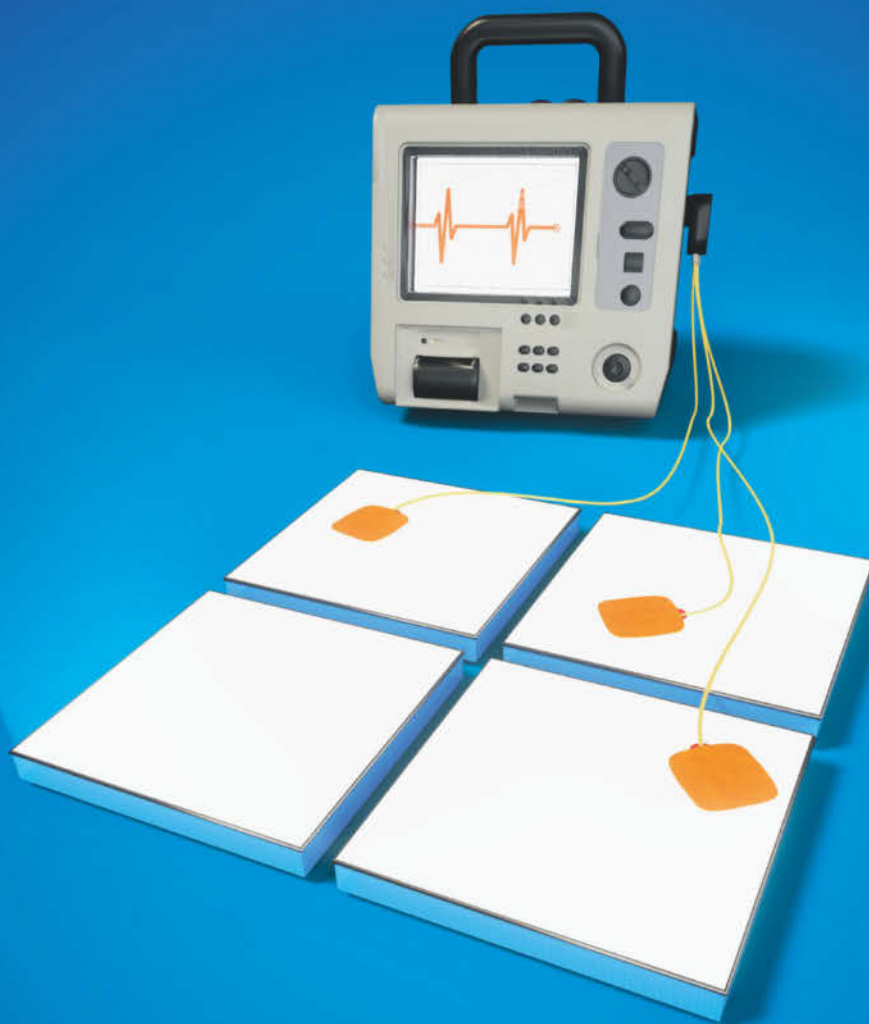
Wie kann ein Patent standardessenziell sein und AVM trotzdem meinen, es gar nicht zu nutzen?

Wenn ein Patent standardessenziell ist, kann die Norm nur unter Beachtung des Schutzrechts implementiert werden. Darunter fallen auch als optional deklarierte Funktionen, wenn man diese umsetzt. Sollte das Bundespatentgericht bestätigen, dass die notwendige erfinderische Schöpfungshöhe vorliegt, dürfte nach unserer Einschätzung kein Weg an diesem Patent vorbeiführen. (Jennifer Li/ea@ct.de)

Wi-Fi-6-Entstehung, WLAN-Standard, weitere Verweise: ct.de/y43c

c't-Notfall- Windows 2024

Das eigene Notfallsystem bauen



Das eigene Notfallsystem bauen	Seite 16
Tipps zum Bausatz	Seite 22
Werkzeuge einsetzen	Seite 24
Viren suchen und einschätzen	Seite 30

Unser Bausatz für ein Notfallsystem hilft, Windows-Installationen von außen auf den Zahn zu fühlen: Es bootet vom USB-Stick. Sie können damit Schädlinge aufstöbern, SSDs klonen, Startprobleme beseitigen, Passwörter zurücksetzen oder andere Daten aus den Windows-Untiefen bergen.

Von Stephan Bäcker und Peter Siering

Gern würden wir Ihnen unser Notfall-Windows direkt nutzbar zum Download anbieten, doch das ist aus lizenzrechtlichen Gründen und mit sinnvoller Ausstattung nicht möglich. Aber keine Angst: Mit dem über Jahre optimierten Bausatz kommen Sie schnell ans Ziel. Die folgenden Absätze erklären, wie Sie ihn benutzen und welche Voraussetzungen erfüllt sein müssen. Am Ende erfahren Sie auch, wie Sie sich helfen können, wenn der Bauversuch nicht auf Anhieb gelingt.

Der Bausatz stellt ausschließlich 64-Bit-Notfallsysteme für x86-Computer her. Meist kein Problem: Ein 64-Bit-Notfallsystem kann auch 32-Bit-Installationen behandeln, einzig beim Windows Defender kommt es zu Einschränkungen (siehe Seite 30). Benutzer eines PCs mit ARM-Prozessor schauen allerdings in die Röhre: Der Bausatz funktioniert nicht auf solchen Geräten und das erzeugte Notfallsystem läuft ebenfalls nicht auf Windows-ARM-Geräten.

Bewährtes

Das Grundprinzip des Bausatzes ist einfach und seit Jahren bewährt: Sie benötigen zum einen die Zip-Datei ctnotwin24.zip mit der Bauvorlage, die Sie bei uns herunterladen können. Zum anderen möchte der Bausatz einen Installationsdatensatz verarbeiten, sprich die Windows-Originaldateien, die man üblicherweise zum Einrichten des Betriebssystems verwendet („Quelldateien“ genannt).

Die Installationsdatensätze stellt Microsoft in Form von Evaluierungsversionen kostenlos zum Download bereit. Alle

nötigen Links haben wir auf der Projektseite versammelt (siehe auch ct.de/yty4). Dort finden Sie auch ergänzende Hinweise und ein Forum für den Austausch mit anderen Nutzern und als erste Anlaufstelle für Probleme. Gern können Sie sich aber auch per Mail an uns wenden. Richten Sie diese bitte an notwin24@ct.de.

Die aktuelle Fassung des Bausatzes verarbeitet nur ausgesuchte von Microsoft bereitgestellte ISO-Dateien der Evaluierungsversionen: Für Windows 10 ist das Version 2004 sowie für Windows 11 die Version 22H2 oder 23H2. Intensiv getestet haben wir mit Windows 11 in Version 22H2. Eine eventuell lokal vorhandene Installations-DVD oder eine vom Media Creation Tool erstellte ISO-Datei eignet sich nicht als Quelle, unter anderem weil diese die vom Bausatz benötigten Dateien in einem unpassenden Format aufbewahren.

Um den Bausatz auszuführen, benötigen Sie einen PC mit einer von Microsoft noch mit Updates versorgten Windows-Version, also Windows 10 oder 11 – beide eignen sich gleich gut. Wir empfehlen dringend einen PC mit 64-Bit-Windows-Installation. Auf 32-Bit-Rechnern genügt oft der Arbeitsspeicher nicht für einen erfolgreichen Baulauf, jedenfalls im ersten Anlauf; auf unseren Test-PCs half dann meist ein Reboot und es klappte im zweiten oder dritten Versuch.

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

nommierten Flash-Speicherherstellers zu nutzen – Baumarktgurken kosten nur Nerven und Zeit.

Sie sollten den Bausatz in ein Verzeichnis entpacken, das am besten im Wurzelverzeichnis eines Laufwerks liegt, also zum Beispiel C:\ctnot. Ein Verzeichnis auf dem Desktop stellt eine gefährliche Wahl dar, weil ein dort platzierter Ordner ctnot beispielsweise in C:\Users\Klaus Müllers\Desktop\ctnot landet und die Skripte des Bausatzes mit Bindestrichen, Leerzeichen und vielen weiteren Sonderzeichen ihre liebe Not haben (und vermutlich nur einen Teil der Varianten sicherheitshalber abfangen).

Ihrer Virenschutzsoftware müssen Sie abgewöhnen, dieses Verzeichnis zu schützen und manche auch anweisen, dem Programm Rufus.exe zu trauen, das den USB-Stick am Ende beschreiben soll; eine Ausnahme für Prozesse mit dem Namen

Erste Etappe: Bauen vorbereiten

1. Lesen Sie den Artikel komplett, um die Voraussetzungen zu kennen und für eventuelle Probleme gewappnet zu sein.
2. Laden Sie eine ISO-Datei mit einer 64-Bit-Evaluierungsversion von Windows 10 oder 11 herunter (zwischen 3 und 5 GByte). Auf der Projektseite (siehe ct.de/yty4) finden Sie direkte Download-Links.
3. Erstellen Sie ein Verzeichnis, in dem der Bauvorgang vonstattengehen soll, zum Beispiel C:\ctnot; nutzen Sie nur Buchstaben im Namen und vermeiden Sie lange, verschachtelte Pfade.
4. Definieren Sie in Ihrem Virens Scanner eine Ausnahme für dieses Verzeichnis. Auf Nachfrage richtet der Bausatz solche für den Windows Defender selbstständig ein.
5. Laden Sie via ct.de/yty4 das Zip-Archiv mit dem Bausatz (ungefähr 200 MByte) in dieses Verzeichnis herunter.
6. Entpacken Sie erst jetzt das Zip-Archiv in diesem Verzeichnis.
7. Binden Sie per Doppelklick die ISO-Datei als virtuelles Laufwerk ein. Es erhält einen Buchstaben, etwa F:.

Zweite Etappe: Bauhelfer in Stellung bringen

1. Rufen Sie im zuvor angelegten Verzeichnis, etwa C:\ctnot, das Programm PEBakeryLauncher.exe auf.
2. Auf ganz frisch installierten PCs könnten die Visual C++-Bibliotheken fehlen (PEBakery scheitert dann an einer fehlenden „zlibwapi.dll“). Sie finden das Installationspaket für die Visual C++-Bibliotheken auf unserer Projektseite (siehe ct.de/yty4).
3. Windows zeigt Warnungen an, dass das Programm PEBakeryLauncher.exe heruntergeladen wurde, erteilt Administratorrechte, um es auszuführen. Erlauben Sie all das bitte.
4. Bei der ersten Nutzung prüft PEBakeryLauncher.exe, ob eine geeignete Windows Desktop Runtime vorhanden ist. Fehlt die, startet es ein Browserfenster für den Download. Installieren Sie die Runtime und starten Sie danach PEBakeryLauncher.exe erneut.

„rufus.exe“ genügt, das Programm wird erst während des Bauens entpackt. Für den Windows-Defender richtet der Bausatz diese Ausnahmen auf Nachfrage ein – wenn beim Start kein „Ausschluss“ (so Microsofts Terminologie) für das Verzeichnis definiert ist, also beim ersten Start.

Wenn Sie das Notfallsystem gebaut haben, sollten Sie die Ausnahmen wieder entfernen. Für den Defender finden Sie die unter „Windows-Sicherheit“ und müssen sich dann über „Einstellungen für Viren- & Bedrohungsschutz“ zu „Einstellungen verwalten“ durchhangeln. Rollen Sie dort hinunter bis „Ausschlüsse“ und klicken Sie auf „Ausschlüsse hinzufügen oder entfernen“.

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

Mit dem angelegten Bauplatz C:\ctnot, dorthin entpacktem ctnotwin24.zip-Archiv und der Ausnahmeregel für die Sicherheitssoftware müssen Sie noch die Windows-Quelldateien verfügbar machen. Doppelklicken Sie die heruntergeladene ISO-Datei der Evaluierungsversion, dann wird Windows diese als neues virtuelles Laufwerk einbinden. Wenn sich andere Software ISO-Dateien greift, sollte ein Rechtsklick auf die Datei und die Auswahl von „Bereitstellen“ das Gleiche erledigen.

Loslegen

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

Es kann sein, dass PEBakeryLauncher zunächst empfiehlt, eine aktuelle Version der Windows Desktop Runtime einzurichten. Folgen Sie der Empfehlung, ohne geht es nicht. Auf ganz frisch installierten PCs könnten auch die Visual C++-Bibliotheken fehlen (PEBakery scheitert dann an einer fehlenden „zlibwapi.dll“). Sie finden das Installationspaket für die Visual C++-Bibliotheken ebenfalls unter ct.de/yty4.

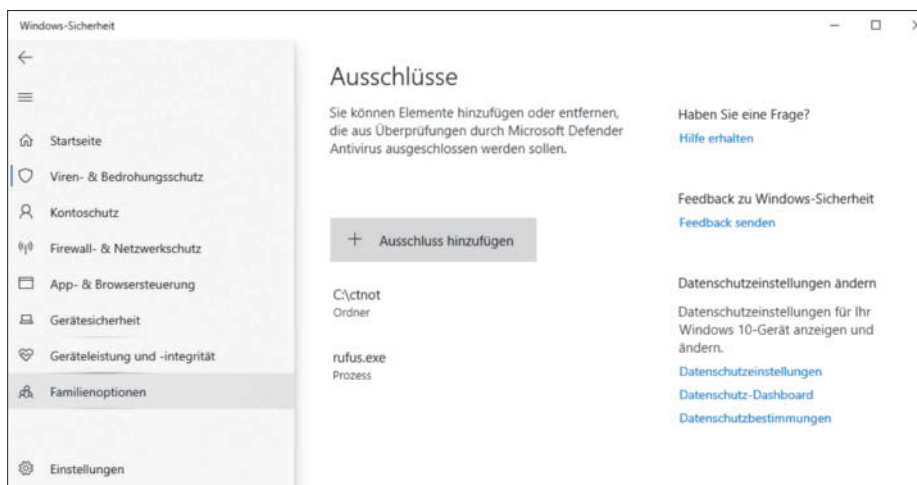
Auf der Willkommenseite von PEBakery werden Sie gebeten, den Pfad der

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

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

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

Ein erfolgreicher Baulauf aktiviert den Knopf „USB-Stick mit Rufus bespie-



Virenschutz- und andere Sicherheitssoftware müssen Sie zügeln, damit die nicht in den Bauprozess eingreift und Dateien wegfischt – Programme, die ein Notfallsystem sinnvoll ergänzen, können in anderem Kontext eine Gefahr darstellen. Für den Windows-Defender übernimmt der Bausatz das auf Nachfrage.



1blu

10
.de-Domains
inklusive!

Eiskaltes Angebot: **1blu-Homepage Cool**

10 .de-Domains inklusive

- > 75 GB Webspace
- > 750 E-Mail-Adressen
- > 70 GB E-Mail-Speicher
- > 70 MySQL-Datenbanken
- > Kostenlose SSL-Zertifikate per Mausklick
- > Viele 1-Klick-Apps inklusive
- > Webbaukasten & Webkonferenzlösung

2,29
€/Monat*



Angebot gültig
bis 31.01.2024!
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/cool**



Drei über die Willkommenseite anstoßbare Schritte genügen, um den Bauvorgang zu starten und einen Stick mit dem fertigen Bausatz zu bespielen. Die Auswahl des Pfads mit den Windows-Originaldateien dauert jetzt etwas länger, weil sicherheitshalber die Prüfsumme der daraus benötigten install.wim-Datei berechnet wird.

len“. Das Programm Rufus erzeugt startfähige USB-Datenträger. Damit Rufus den Stick sieht, müssen Sie ihn anstecken, bevor Sie den Knopf drücken. Achten Sie nach dem Start von Rufus darauf, dass es auch den richtigen Stick als Ziel ausgewählt hat. Die übrigen Felder lassen Sie bitte, wie sie sind – alles ist fertig voreingestellt.

Wenn Rufus den Fortschrittsbalken komplett grün anzeigt und „Fertig“ darin steht, hat das Programm Ihren Stick komplettiert. Sie können ihn jetzt zum Beispiel über das Kontextmenü auswerfen und einen PC versuchsweise davon booten.

Weitere Hinweise für den Einsatz der auf dem Stick enthaltenen Werkzeuge gibt der Artikel „Ersthelfer“ ab Seite 24. Eine Warnung dazu an dieser Stelle: Viele der Tools sind nicht ohne, Sie sollten diese nur mit Bedacht auf einem Produktiv-PC ausprobieren.

Umwege

Da der Bausatz etliche Programme herunterlädt, ist nicht auszuschließen, dass der Bau im ersten Anlauf abbricht, weil mal ein Server streikt. Es genügt dann erfahrungsgemäß, einige Minuten zu warten

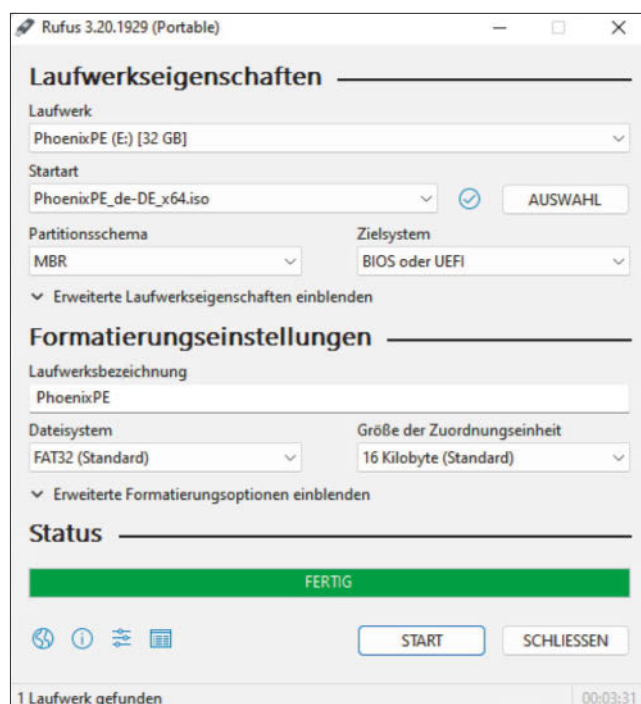
und einen neuen Anlauf zu starten. Alles, was PEBakery bis dahin schon erfolgreich heruntergeladen hat, verwendet es ohne erneuten Download und kommt so schneller an die Stelle, an der es abgebrochen hat.

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

Das kann trotzdem nerven, weil bis dahin unter Umständen schon eine erhebliche Zahl von Schritten auszuführen wäre. Sie können das abkürzen, indem Sie in dem Baum links in PEBakery das vollständige Skript lokalisieren, wahrscheinlich unter „Applications“, und mit einem Klick auf den Namen im rechten Fensterbereich öffnen. Dort finden Sie direkt unterhalb der grünen Kopfleiste von PEBakery einen Knopf, um das Skript allein auszuführen („Run Script“). Probieren Sie das, bis das Skript einmal erfolgreich durch läuft.

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

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



Dritte Etappe: Bauprozess starten

1. Drei Bedienschritte genügen jetzt, um das Notfallsystem zu bauen; die angezeigte Bedienoberfläche in der rechten Fensterhälfte hilft Ihnen hindurch: 1. Auswahl des Laufwerks mit der eingebundenen ISO-Datei aus dem letzten Schritt der ersten Etappe, 2. Starten des Baulaufes und 3. Bespielen des Sticks.
2. Wenn Sie das erste Mal den Build-Knopf drücken, kann es sein, dass PEBakery zunächst Updates für den Bausatz einspielt. Es fordert Sie dann auf, das Programm erneut zu starten. Tun Sie das und starten Sie wieder bei Punkt 1.
3. Nach einem erfolgreichen Baulauf zeigt PEBakery kurz eine Erfolgsmeldung an und aktiviert den Knopf, um Rufus zu starten. Bevor Sie diesen betätigen, müssen Sie den Stick einstecken.
4. Achtung: Sobald Sie den Startknopf in Rufus betätigen, löscht das Programm den USB-Stick. Achten Sie also darauf, dass das richtige Laufwerk mit dem Stick ausgewählt ist und sich keine wichtigen Daten mehr darauf befinden.



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

Meist genügt es aber, eine solche „Programmleiche“ gleich durch Löschen zu entsorgen, dazu bieten die Skripte in der Regel einen Knopf mit einem Papierkorb darauf an. Die verarbeitenden Skripte können sie nicht von der eigentlich erwarteten Datei unterscheiden. Sie versuchen sich trotzdem daran, sie zu verarbeiten, fallen dabei auf die Nase und der Bauvorgang bricht ab. Mit erneutem Start des Skripts sollte die korrekte Datei vom Server kommen und alles seinen geplanten Gang gehen.

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

andere Nutzer ähnliche Fehler berichten. Auf der Projektseite informieren wir über Updates, die wir für den Bausatz veröffentlichen haben, um solche Probleme zu lösen.

Happy End

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

Viele Standardsituationen überprüft der Bausatz und warnt vor dem Start, etwa bei aktiver Antivirus-Software oder zu Windows-Konfigurationseinstellungen, die den Bau behindern. Wenn ein Problem länger anhält, nehmen Sie bitte mit uns Kontakt über die oben genannte E-Mail-Adresse oder im Forum auf. Der Bausatz sichert die

Bauprotokolle hochkomprimiert im Logs-Verzeichnis (etwa in C:\ctnot\logs). Schicken Sie die Datei gern mit.

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

Bleibt uns noch, Ihnen viel Erfolg beim Bauen zu wünschen. Berichten Sie auch gern, wie Ihnen das Notfallsystem geholfen hat oder welche Werkzeuge wir in einer kommenden Version ergänzen sollten.

(ps@ct.de) **ct**

**Downloads, Projektseite,
Forum:** ct.de/yty4

Verborgene Früchte

Weitere Funktionen im c't-Notfall-Windows 2024 freilegen

Die Basis für unseren Bausatz bildet das auf GitHub frei verfügbare PhoenixPE. Wir ergänzen und vereinfachen es nicht nur, sondern blenden auch einige seiner Möglichkeiten aus, damit Sie unkompliziert Ihr Notfallsystem erstellen können. Wenn Sie mehr herausholen oder experimentieren wollen, hilft dieser Artikel.

Von Peter Siering

Die wohl häufigst gestellte Frage zum Notfallsystem betrifft nicht erkannte Geräte: Wenn Touchpad, Touchscreen oder sogar die Tastatur nach dem Start vom USB-Stick nicht benutzbar sind, dann fehlen passende Treiber. Die können Sie nach dem erfolgreichen Bauen mit einigen Handgriffen auf dem Bau-PC exportieren und dauerhaft ins Notfallsystem integrieren. Ein spezielles Skript hilft dabei – gleich mehr dazu. Vorab noch der Hinweis: Einzelne Treiber lassen sich oft bequem auch im laufenden Notfallsystem aktivieren, siehe Seite 24. Weitere Anpassungswünsche, die immer wieder an uns gerichtet werden, betreffen die Ausstattung mit weiteren Programmen. Dazu kann es helfen, von uns ausgeblendete Funktionen von PhoenixPE zu reaktivieren.

Treiber einfügen

Die vorgesehenen Schritte des Bausatzes zum dauerhaften Integrieren zusätzlicher Treiber sind die folgenden: Zunächst bauen Sie das Notfallsystem und behalten die dabei erzeugten Dateien auf der Festplatte des Bau-PCs. Sie exportieren dann

die Treiber des Bau-PCs in ein separates Verzeichnis – das geht per Knopfdruck in PEBakery auf der Seite des Skripts „Driver Integration“ – siehe Bild.

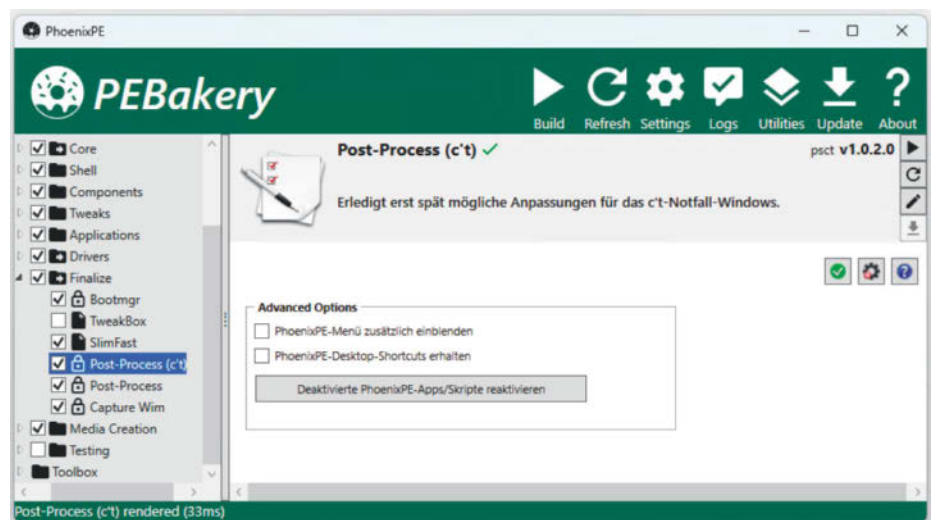
Die dabei in ein separates Verzeichnis kopierten Treiberdateien können Sie aussieben: Die Verzeichnisse erhalten sprechende Namen wie „Kamera“. Löschen Sie, was Sie nicht brauchen; das hält das Notfallsystem klein. Sie sollten nur die nötigen Treiber aufnehmen, weil deren Umfang erheblich sein kann. Auf einem Surface Laptop Studio 2 sprudeln über drei GByte in das Verzeichnis. Treiberdateien, die Sie auf einem Gerät per Export ernten, können Sie auf andere Bau-PCs übertragen.

Wenn Sie die Dateien ausgedünnt haben, erledigt dasselbe Skript auch den ersten Schritt zur Integration in das Notfallsystem. Führen Sie dazu das eigentliche Skript aus, wie im Bild als Klickreihenfolge dokumentiert. Falls es mal fehlschlägt, stellt PEBakery den Log-Knopf in der obersten Fensterzeile in Orange dar. Öffnen Sie dann über den Knopf mit dem roten Notfallköfferchen des „Driver Integration“-Skripts die von Dism geschriebene Log-Datei. Suchen Sie darin nach Zeilen

mit dem Inhalt „Error“ (mit führendem und angehängtem Leerzeichen). Die Zeilen enthalten üblicherweise Hinweise auf Verzeichnisnamen von Treibern, die sich der Integration widersetzen – löschen Sie diese Verzeichnisse und probieren Sie es erneut. Bei uns betrafen solche Probleme allenfalls in einem Notfallsystem nutzlose Geräte wie Kameras.

Bei erfolgreich abgeschlossener Integration brauchen Sie anschließend nur noch die beiden Skripte von Hand aufzurufen, die der Bausatz üblicherweise automatisch ausführt: „Capture WIM“ und „Create ISO“. Klicken Sie die Skripte dazu im linken Projektbaum an und betätigen Sie jeweils deren Play-Knopf. Nach dem erneuten Beschreiben und Booten des USB-Sticks nutzt das Notfallsystem die frisch integrierten Treiber.

Ein Hinweis in eigener Sache: Begegnen uns während des Testens auf neueren PCs wichtige Treiber, die im Basissystem fehlen, integrieren wir diese in den Bausatz – etwa die für „Intels Rapid Storage Technology“ (Intel RST) und Netzwerkkarten (i225). Wir freuen uns aber über Hinweise von Ihnen zu weiteren Geräten



Mit wenigen Klicks können Sie die PhoenixPE-Menüstruktur ins Startmenü aufnehmen, automatisch angelegte Programmverweise auf dem Desktop einschalten und sämtliche PhoenixPE-Komponenten im Bausatz aktivieren.

und bauen die bei großer Nachfrage gern ein. Die von uns ergänzten Treiber stecken im Skript `Projects/MyApps/Drivers/ExtraDrivers.script`.

PhoenixPE-Funktionen freilegen

Das vom c't-Notfall-Windows gezeigte Startmenü und der leer geräumte Desktop sind Teil unserer Anpassungen. Wir setzen diese um, indem wir das beim Bauen automatisiert erstellte Startmenü durch ein handgeschriebenes, aufgeräumtes Exemplar ersetzen. Das gilt auch für die Bestückung des Schnellstarts und die des Desktops. Der Bausatz führt aber alle in PhoenixPE enthaltenen Schritte zum Anlegen dieser Strukturen weiter aus.

Wenn Sie die Ordnung der PhoenixPE-Macher bevorzugen, so können Sie deren Menü zusätzlich im Startmenü auftauchen lassen und das Hinzufügen von Symbolen auf dem Desktop aktivieren. Öffnen Sie dazu im Skript „PhoenixPE\Finalize\Post-Process (c't)“ unter dem Zahnradsymbol die erweiterten Optionen. Warum dieser Umstand: Die Gesamtstruktur entsteht aus Optionen für Startmenü, Desktop und Schnellstart in jedem einzelnen Skript. Um

die Gesamtheit zu verändern, müssen Sie jedes Skript anfassen – unsere Vereinfachung erspart Ihnen das.

Die von uns „ausortierten“ Komponenten von PhoenixPE im Bausatz wiederbeleben Sie im zuvor erwähnten Skript auf der Seite mit den erweiterten Optionen mit dem Knopf „Deaktivierte PhoenixPE-Apps/Skripte reaktivieren“. Nach dem Entpacken des Bausatzes und erster Nutzung müssen Sie den einmalig betätigen, um den gesamten Umfang von PhoenixPE inklusive Ergänzungen von c't im Projektbaum zu sehen.

An dieser Stelle eine Warnung: Wir testen ausgiebig den c't-Part. Support bei Problemen mit PhoenixPE-Komponenten, die nicht Teil unserer Auswahl sind, können wir nicht leisten. Hier sind Sie auf sich gestellt. Zu einzelnen Programmen finden sich aber durchaus Hinweise in den Communities, unter anderem auch im Forum zu älteren Fassungen des c't-Notfall-Windows und den FAQs – einige weitere Links finden Sie via ct.de/yu89.

Vorm Einschalten der PhoenixPE-Komponenten sollten Sie sich darüber bewusst sein, dass Sie sich da eventuell auf

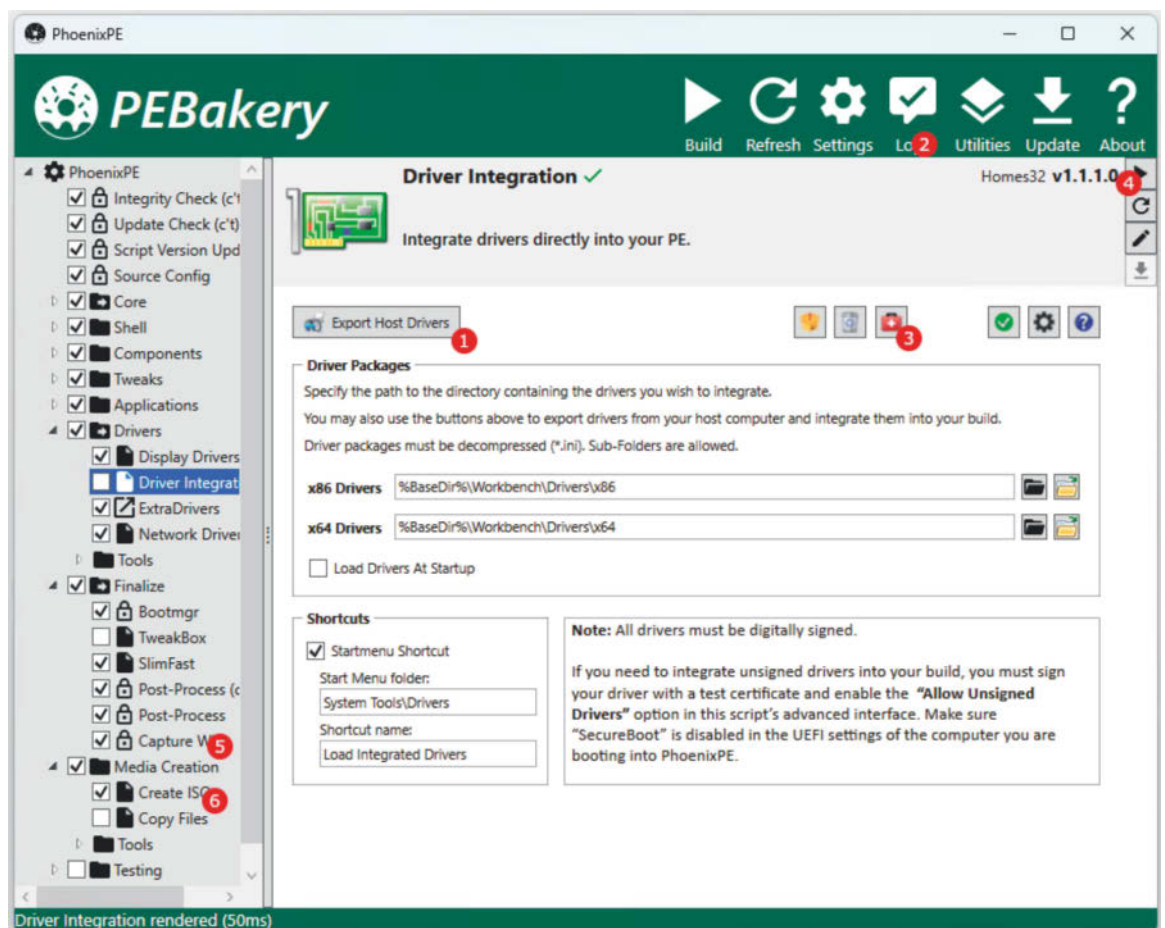
komplexe Zusammenhänge einlassen, wenn etwa Programme zusätzlich eine .NET-Umgebung aktiviert haben wollen. Die machen das Notfallsystem nicht nur deutlich größer, sondern bergen immer auch die Gefahr, auf dem Bausystem selbst Spuren zu hinterlassen; das wissen wir aus schmerzvoller Erfahrung mit einer älteren Version unseres Notfallsystems, welches die .NET-Umgebung des Bausystems beschädigte.

Rechnen Sie auch damit, dass einzelne Skripte aus dem PhoenixPE-Bestand nicht ohne weitere Eingriffe funktionieren. So müssen Sie für einige Komponenten die nötige Software nebst Lizenz von Hand bereitstellen. Oft wird es womöglich einfacher sein, ein passendes Pendant aus der von uns im Notfall-Windows vorgesehenen Grundausstattung zu nutzen – das macht weniger Arbeit. Dennoch: Für gute Argumente zur Aufnahme weiterer Werkzeuge in den von uns supporteten Funktionsumfang haben wir ein offenes Ohr.

(ps@ct.de) **ct**

FAQs, Foren-Tipps, Projektseite:
ct.de/yu89

Mit wenigen Schritten exportiert der Bausatz Treiber aus dem Bau-PC in das Notfallsystem. Die Schritte 2 und 3 brauchen Sie nur, wenn es nicht Adhoc klappt. Bei Aufruf der Skripte in 5 und 6 müssen Sie ebenfalls den Play-Knopf betätigen (wie in 4).



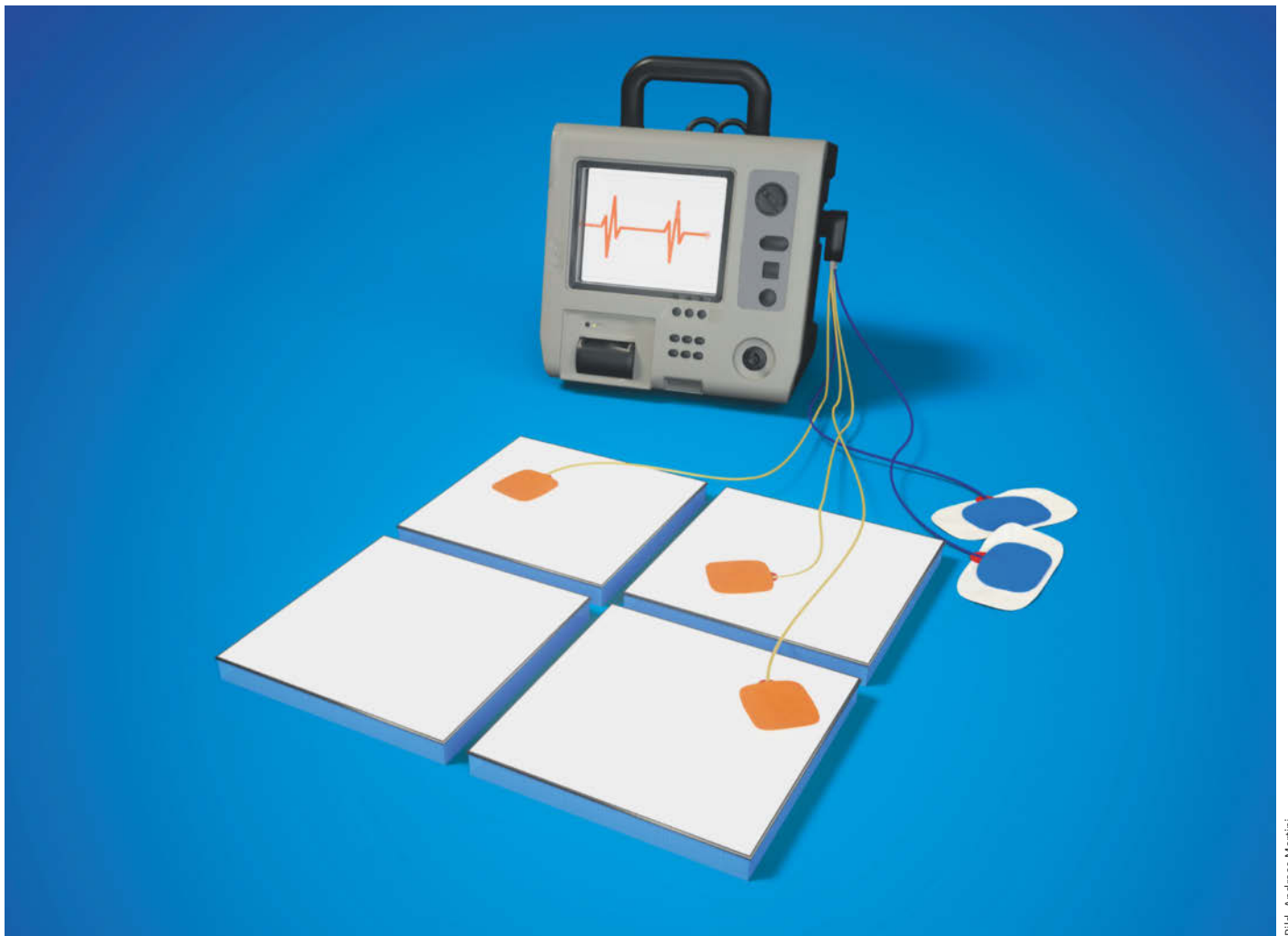


Bild: Andreas Martini

Ersthelfer

Probleme lösen mit dem Notfall-Windows

Ob durch versehentlich gelöschte Dateien, vergessene Kennwörter oder weil Windows nicht mehr bootet: Sind persönliche Daten bedroht, wird es schnell hektisch. Unsere Schritt-für-Schritt-Anleitungen helfen Ihnen, solche Situationen zu meistern.

Von Axel Vahldiek

Unser Notfallsystem hilft nicht nur bei Virenbefall, sondern auch in vielen anderen Notlagen. Es handelt es sich um eine saubere, bootfähige Rettungs-umgebung, die vom Stick bootet. Ihr größter Vorteil: Sie sieht nicht nur aus wie Windows, sondern fühlt sich auch so an. Das erspart es Ihnen, sich während eines Rettungseinsatzes auch noch in ein neues Betriebssystem einarbeiten zu müssen.

Einige Unterschiede zu einer herkömmlichen Windows-Installation gibt es aber doch. Dieser Artikel hilft beim Umgang damit und erklärt, wie Sie vom Stick booten, wie Sie sich einen Überblick verschaffen, die Onlineverbindung aktivieren und gegebenenfalls dafür nötige Treiber nachinstallieren, wie Sie BitLocker-ge-

schützte Laufwerke entsperren und so weiter. Weitere Schritt-für-Schritt-Anleitungen helfen Ihnen beim Restaurieren des Bootloaders und beim Zurücksetzen eines vergessenen Windows-Kennworts. Unser Notfallsystem bringt noch viele weitere Werkzeuge mit, die Tabelle in diesem Beitrag stellt eine große Auswahl davon vor. Nur um den Umgang mit den diversen Virenscannern und Schnelltests geht es hier nicht, den erklärt der nachfolgende Beitrag.

Die Schritt-für-Schritt-Anleitungen in diesen Artikeln kommen Ihnen bekannt vor? Sie täuschen sich nicht. So wie wir unser Notfall-Windows nicht in jedem Jahr komplett neu, sondern stattdessen immer weiter entwickeln, verfahren wir auch mit den Anleitungen: Wir

überprüfen und aktualisieren sie Jahr für Jahr und berücksichtigen dabei auch Ihre Rückmeldungen und Wünsche. Verwenden Sie bitte stets die Anleitungen, die zur jeweiligen Version des Notfallsystems gehören.

Tipp für Käufer der digitalen Ausgaben von c't: Speichern Sie die PDF-Dateien der Notfall-Windows-Artikel aus dieser Ausgabe mit auf dem Stick. Dann haben Sie im Ernstfall alles Nötige bei einander.

Spezialversion Drive Snapshot

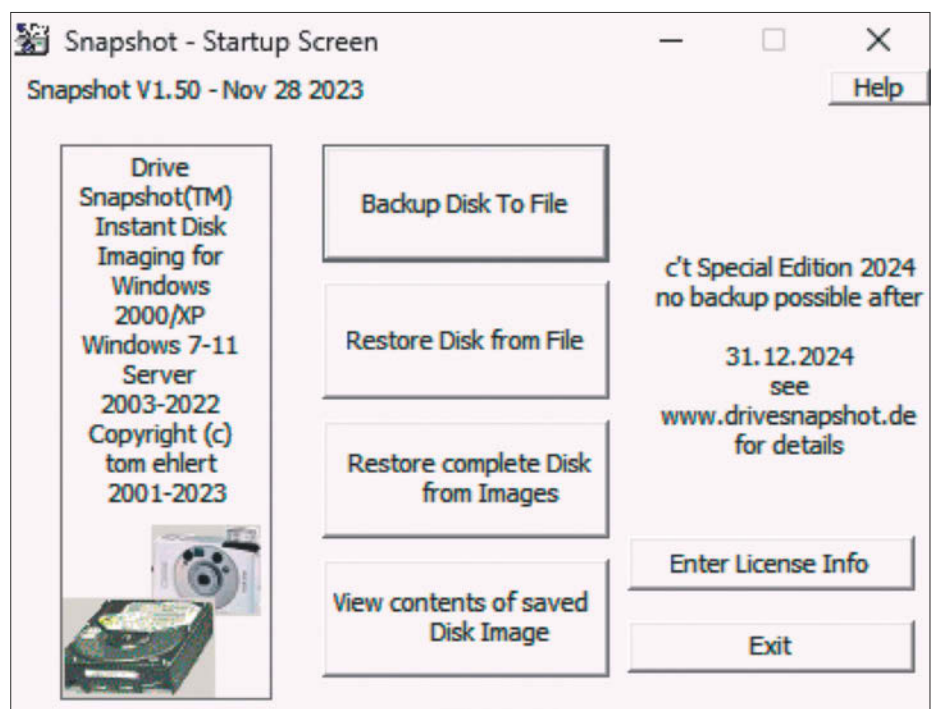
Zum Notfall-Windows gehört auch in diesem Jahr wieder eine Spezialversion des Imagers Drive Snapshot. Mit dem können Sie beispielsweise vor Reparaturversuchen Abbilder von Festplatten erzeugen (bis Ende 2024) und später bei Bedarf wiederherstellen (zeitlich unbegrenzt).

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

Voraussetzung für den Einsatz von Drive Snapshot ist zwar das Bauen des Notfall-Windows mit unserem Bausatz. Anschließend läuft der Imager aber nicht nur unter dem gebooteten Notfall-Windows. Wenn Sie das auf dem internen Datenträger installierte Windows starten und den Stick mit dem Notfallsystem anstecken, finden Sie das Programm darauf im Ordner „Programs/Snapshot“. Sie können die Datei „Snapshot.exe“ direkt starten oder auf ein Backup-Laufwerk kopieren, um das Programm von dort zu starten und im Ernstfall mit dem Image zusammen parat zu haben. Es läuft ohne Installation. Alternativ und ganz ohne Notfall-Windows öffnen Sie zum Sichern unser Sicherungsskript c't-WIMage verwenden (ct.de/wimage). Eine Entscheidungshilfe, wann welches der beiden Werkzeuge das Richtige für Sie ist, haben wir in [1] veröffentlicht.

Booten

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



Auch in dieser Ausgabe unseres Notfall-Windows steckt wieder eine Spezialversion des Imagers Drive Snapshot. Sie können damit Backups bis Ende 2024 erstellen und zeitlich unbegrenzt zurückspielen.

Übersicht über die Laufwerke verschaffen

Vorab: Die Laufwerksbuchstaben können sich von den gewohnten unterscheiden, denn jede Windows-Installation vergibt die Buchstaben selbst [3]. Das gilt auch für das Notfall-Windows. Normale Installationen merken sich die Zuordnung in ihrer jeweiligen Registry, das Notfall-Windows vergisst sie beim Neustart. Es bindet zudem zur Laufzeit eigene Laufwerke ein.

1. Explorer öffnen (via „Dieser PC“ auf dem Desktop, Explorer-Icon neben dem Startknopf oder Tastenkombination Windows+E).
2. Das Notfallsystem benutzt B: als RAM-Disk, X: als Systemlaufwerk und Y: für das Bootmedium. Achtung: Das Programm Macrium Reflect zum Klonen oder Sichern der Windows-Installation verwirft manchmal die Buchstaben. Ordnung lässt sich ohne Neustart wieder herstellen. Dazu den regenbogenfarbenen kleinen Bildschirm im Tray anklicken und „Remount Boot Media as Y:“ aufrufen oder die Windows-Taste drücken und eintippen: LetterSwap.exe /Auto /BootDrive Y:
3. Ein Blick im Explorer auf die Dateien und Ordner hilft beim Identifizieren der Windows-Partition.

Fehlende Laufwerke einbinden

1. Die Windows-eigenen Partitionen, die den Bootloader sowie die Wiederherstellungsumgebung „Windows RE“ [4] enthalten, bindet unser Notfallsystem standardmäßig nicht ein (macht Win-

```

Alles mounten (ctmountall.bat)
Dieses Skript verpasst allen Volumes einen Laufwerksbuchstaben, die derzeit
noch keinen haben.

Suche Volumes...

\\?\\Volume{df12e665-0b9d-4fb4-aa01-820fa42048d1}\\ als D: eingebunden.
\\?\\Volume{06e58f8a-77c8-4dd5-b505-620852bfa671}\\ als E: eingebunden.

Fertig.

Drücken Sie eine beliebige Taste . . .
  
```

Wie jedes andere Windows bindet auch unser Notfall-System nicht immer alle vorhandenen Laufwerke im Explorer ein. Das Skript „Alles mounten“ holt das nach.

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

Netzwerk verbinden

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

Gilt auch für Reparaturversuche: Backup!

Warum sollte es Ihnen anders gehen als uns: Der erste Handgriff zum Reparieren, der einem einfällt, ist nicht immer der richtige. Schlimmstenfalls kann er sich im Nachhinein betrachtet sogar als eher blöde Idee erweisen, weil Windows nun noch kaputter ist als zuvor.

Daher der Hinweis: Seien Sie sich stets bewusst, dass Sie mit unserem Notfall-Windows nicht nur diverse Probleme lösen, sondern womöglich auch neue produzieren können. Gegen Fehlbedienungen hilft die Lektüre der Anleitungen, gegen Fehleinschätzungen eine gründliche Vorabrecherche, die aber zugege-

benermaßen nicht jedermanns Sache ist und für die im Ernstfall oft auch die nötige Ruhe fehlt. Was in allen Fällen hilft: ein Backup. Haben Sie ein Image der noch funktionierenden Installation, ist das Zurückspielen der Problemlöser schlechthin. Doch selbst ein Image einer defekten Installation hilft, wie Sie es mit Drive Snapshot aus dem Notfall-Windows heraus erzeugen können. Denn dann kommen Sie zumindest zum Ausgangspunkt Ihrer Reparaturbemühungen zurück.

Was leider auch passieren kann: Obwohl wir das Notfallsystem vor der Ver-

öffentlichung sehr intensiv testen, könnte auch uns ein Bug durchgerutscht sein (es wäre nicht das erste Mal). Wir versuchen dann zwar stets, solche Bugs schnellstmöglich zu beheben. Doch das Identifizieren eines Bugs ist nicht immer trivial. Als Folge vergeht oft einige Zeit von der ersten Meldung bis hin zur Erkenntnis, dass etwas faul ist. Schauen Sie daher bitte am besten direkt vor einem Reparaturversuch auf unsere Projektseite (siehe ct.de/ygrg) und am besten auch dort ins Forum. Dort finden sich Hinweise auf Bugs oft zuerst und wir reagieren dort auch zuerst.



ICH WARTE NICHT AUF UPDATES. ICH PROGRAMMIERE SIE.

Jetzt 6 × c't lesen

für 27,90 €
statt 36,30 €

**35%
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/plusangebot



Netzlaufwerk verbinden

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

Treiber nachinstallieren

Vorab: Klappt nicht immer und nur mit Treibern, die ohne Neustart installierbar sind.

1. Im Startmenü unter „Alle Programme/Windows-Tools“ den „Geräte-Manager“ öffnen, unter „andere Geräte“ das Gerät ohne Treiber oder eines mit einer Warnmarkierung ansteuern.
2. In dessen Kontextmenü auf „Treibersoftware aktualisieren“ klicken, danach „Auf dem Computer nach Treibersoftware suchen“. Den vorgegebenen Pfad („C:\Windows\System32\DriverStore\FileRepository“) können Sie belassen, klicken Sie auf „Weiter“. Fehlt das Laufwerk C:, hilft die Schritt-für-Schritt-Anleitung „Fehlende Laufwerke einbinden“.

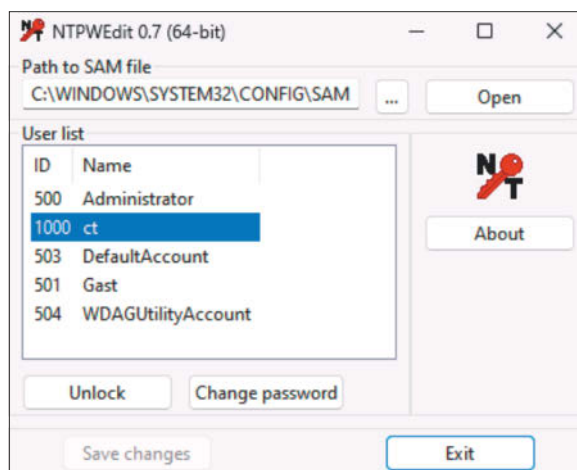
Falls keine Treiber gefunden werden, das Ganze noch mal von vorn, aber mit anderen Pfaden: „C:\Programme“, „C:\Programme (x86)“, „C:\Windows“, „C:\<Herstellername>“, ... Sind Parallelinstallationen vorhanden, können Sie es entsprechend auch mit „D:\Windows“ und so weiter probieren (Laufwerksbuchstaben anpassen).

3. Nach einem Neustart des Notfallsystems ist die Prozedur erneut erforderlich, weil es die Änderungen nicht speichert.

BitLocker-Laufwerk entsperren

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

Anmelde-Kennwort vergessen? Kann ja mal passieren. Mit NTPWEdit setzen Sie es einfach zurück, schon klappt das Anmelden wieder.



3. Bei Bedarf liefert der Aufruf `manage-bde -unlock c: -?` alternative Mechanismen für das Entsperren.

Programme nachrüsten

Vorab: Geeignet sind die meisten Programme, die es als portable Version gibt. Solche lassen sich einfach herunterladen und entpacken; sie laufen dann ohne Installation.

1. Booten Sie das Notfall-Windows, starten Sie den Browser Firefox und laden Sie das nachzurüstende portable Programm herunter.
2. Entpacken Sie es auf den Stick mit dem Notfallsystem (standardmäßig Y:) in den Ordner „Programs“. Starten Sie es testhalber. Das entpackte Programm bleibt auch über einen Neustart des Notfallsystems hinweg erhalten.

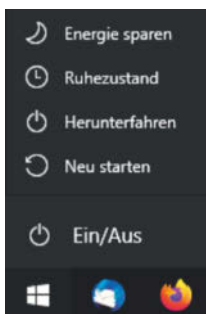
Windows-Kennwort vergessen

Warnung: Sofern Sie Dateien mit der Windows-eigenen NTFS-Dateiverschlüsselung EFS verschlüsselt haben, lassen sich diese nach dieser Prozedur aus Sicherheitsgründen nicht mehr entschlüsseln. Falls Sie kein Backup davon haben, sind die Daten dann verloren.

1. Nach dem Booten des Notfallsystems im Startmenü unter „Alle Programme/

Passwörter“ das Programm NTPW-Edit starten. Achtung: Das Programm entsperrt nur herkömmliche, lokale Konten (für Microsoft-Konten weiter bei Schritt 7).


2. Vorausgewählt ist die erste auf dem internen Datenträger erkannte Windows-Installation. Ein Klick auf „Open“ zeigt die Kontonamen.
3. Konto auswählen, „Change password“ klicken, neues Passwort vergeben und bestätigen. Anschließend klicken auf „OK“ und „Save Changes“.
4. Um das Kennwort eines Kontos einer anderen Installation zu ändern, muss deren SAM-Datenbankdatei ausgewählt werden, die jeweils unter \Windows\system32\config zu finden ist. Der Auswahldialog öffnet sich nach einem Klick auf die drei Punkte neben der Pfadangabe.
5. Die Schnell-und-schmutzig-Alternative: PassReset (unter „Alle Programme/Passwörter“) entfernt kurzerhand die Passwörter ausgewählter Konten, vergibt aber keine neuen. Zum Anmelden an ein solches Konto reicht dann das Drücken der Enter-taste.
6. Ein Windows-Konto, das mit einem Microsoft-Konto verknüpft ist, sperrt „Windows Login Unlocker“ auf (unter



Wenn der PC Ihren Stick mit dem Notfall-System beim Einschalten ignoriert und stattdessen die Installation auf dem internen Datenträger bootet, klicken Sie im Startmenü auf Neustart, halten dabei aber die Umschalttaste gedrückt. Es erscheint ein Menü, in dem Sie Ihren Stick zum Booten auswählen können.

„Alle Programme/Passwörter“). Es wandelt das Konto in ein herkömmliches lokales ohne Passwort um.

Windows-Bootloader reparieren

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

Literatur

- [1] Axel Vahldiek, Ungleiche Zwillinge, Windows-Image mit Drive Snapshot oder mit c't-WIMage sichern?, c't 21/2022, S. 164
- [2] Axel Vahldiek, FAQ: Booten von USB-Laufwerken, c't 24/2018, S. 172
- [3] Axel Vahldiek, Sortieren Sie selbst, Tipps zu Laufwerksbuchstaben unter Windows, c't 7/2019, S. 134
- [4] Axel Vahldiek, Wo ist sie, und wenn ja, wie oft?, Windows RE und die Recovery-Partition, c't 18/2021, S. 162
- [5] Axel Vahldiek, Fehlende Laufwerksbuchstaben bei Windows-11-Setup, c't 2/2022, S. 176
- [6] Jan Schüßler, Ereignisreich, Die Ereignisanzeige

- als Wegweiser bei Windows-Problemen nutzen, c't 20/2016, S. 104
- [7] Hajo Schulz, Schnellmesswerk, c't 18/2021, S. 80
- [8] Hajo Schulz, Die Zeit zurückdrehen, Datenrettung mit dem c't-Notfall-Windows, c't 22/2019, S. 24
- [9] Christof Windeck, Was ist kaputt?, So nutzen Sie das c't-Notfall-Windows für die Hardware-Diagnose, c't 2/2022, S. 24

- [10] Axel Vahldiek, Copy & Save, Windows-Installationen als Klon übertragen oder als Image sichern, c't 22/2019, S. 20
- [11] Jan Schüßler, Dicht und frei, Windows-Partition mit VeraCrypt verschlüsseln, c't 17/2020, S. 162

Projektseite: ct.de/ygrg

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

Ans Startmenü geöffnet	
Defender, Emsisoft, Eset, McAfee, Trend Micro	Virens Scanner, siehe S. 30
Drive Snapshot	Imager: Erstellt Abbilder der Festplatte und spielt sie wieder zurück (Spezialversion: Erzeugt Images bis Ende 2024 und spielt sie zeitlich unbegrenzt zurück.)
Analyse	
Autoruns	Autostart-Analyse, siehe S. 30
BlueScreenView	Analyse von Bluescreens
FullEventLogView	Ereignisanzeige der Installation auf dem internen Datenträger einsehen [6]
WizTree	Füllstandsanalyse von Datenträgern [7]
Daten retten [8]	
BrowserDownloadsView	zeigt die Downloads eines Browsers (Taste F9 drücken zum Anpassen der Pfade)
BrowsingHistoryView	zeigt die History eines Browsers (Taste F9 drücken zum Anpassen der Pfade)
Data Recovery Wizard	EaseUS Data Recovery Wizard, Datenretter
GNU ddrescue	kopiert Datenträger auch bei hartnäckigen Lesefehlern weitgehend vollständig. Sie finden das Kommandozeilenprogramm nicht im Startmenü, tippen Sie stattdessen ddrescue in einer Eingabeaufforderung ein
DM Disk Editor and Data Recovery	Disk-Editor und Datenretter
FastCopy	Kopierprogramm
ImgBurn	Brennprogramm
Linux Reader	liest Laufwerke, die mit den Linux-Dateisystemen Ext2/Ext3/Ext4 und ReiserFS sowie Mac-Laufwerke, die mit HFS und HFS+ formatiert sind
Recuva / PhotoRec / TestDisk	Datenrettung: Daten / Bilder / Partitionen
ShadowCopyView	versucht Daten aus Schattenkopien zu retten
Unstoppable Copier	Kopierprogramm, setzt auch bei Lesefehlern fort
Hardware [9]	
CPU-Z / GPU-Z / PCI-Z / SSD-Z	Informationen zu Prozessor und Arbeitsspeicher / Grafikchip / PCI-Anschlüssen / SSDs
Crystal Disk Info	Informationen über die Datenträger
h2testw	prüft Integrität von Speichermedien (USB-Sticks)
HD Tune	liest Smart-Werte von Festplatten/SSDs aus, enthält simplen Benchmark und Oberflächentest
HWInfo	Übersicht über die gesamte erkannte Hardware
HWMonitor	CPU-Überwachung
Prime95	CPU-Stresstest: „Torture Test“ erzeugt sehr hohe Prozessorlast, wahlweise auch auf nur einem Kern (Turbo-Test)
Speccy	Übersicht über die gesamte erkannte Hardware sowie zu einigen Windows-Details
Passwörter	
Keyfinder (c't)	c't-Skript, liest alle Windows-Installationsschlüssel aus. Mehr dazu unter ct.de/keyfinder
Keyfinder (NirSoft)	liest Produktschlüssel aus
MailPassView	liest Zugangspasswörter von Mailclients aus
NTPWedit	setzt neue Windows-Passwörter (siehe Anleitung „Windows-Kennwort vergessen“)
PassReset	entfernt Windows-Passwörter (siehe Anleitung „Windows-Kennwort vergessen“)
SecurityQuestionsView	liest die hinterlegten Sicherheitsfragen zum Passwort aus
Windows Login Unlocker	sperrt Benutzerkonten auf, die mit einem Microsoft-Konto verbunden sind (siehe Anleitung „Windows-Kennwort vergessen“)
Utilities	
7-Zip File Manager	packt und entpackt diverse Archiv-Formate
AgentRansack	flexible Dateisuche
Alles mounten (ctmountall.bat)	Bindet in den Explorer des Notfall-Windows alle Volumes ein, die bislang keinen Laufwerksbuchstaben haben (siehe Anleitung „Fehlende Laufwerke einbinden“)
AnyDesk, RustDesk	Fernwartung (Proprietär, Open Source)
Bootice	Bootloader, MBR, UEFI-Einträge und mehr bearbeiten
BusyBox Bash	startet eine „Unix-artige“-Shell – nützlich für alle, denen find & Co. schnell von der Hand gehen
Everything	schnelle Dateisuche auf NTFS-Laufwerken
FreeCommander	Dateimanager
HxD Editor	Hex-Editor
Macrium Reflect	Imager, taugt auch zum Klonen von Windows-Installationen [10]
MiniTool Partition Wizard	Partitionierer
VeraCrypt	Verschlüsselungsprogramm [11]
WinMerge	vergleicht Dateien und Ordner

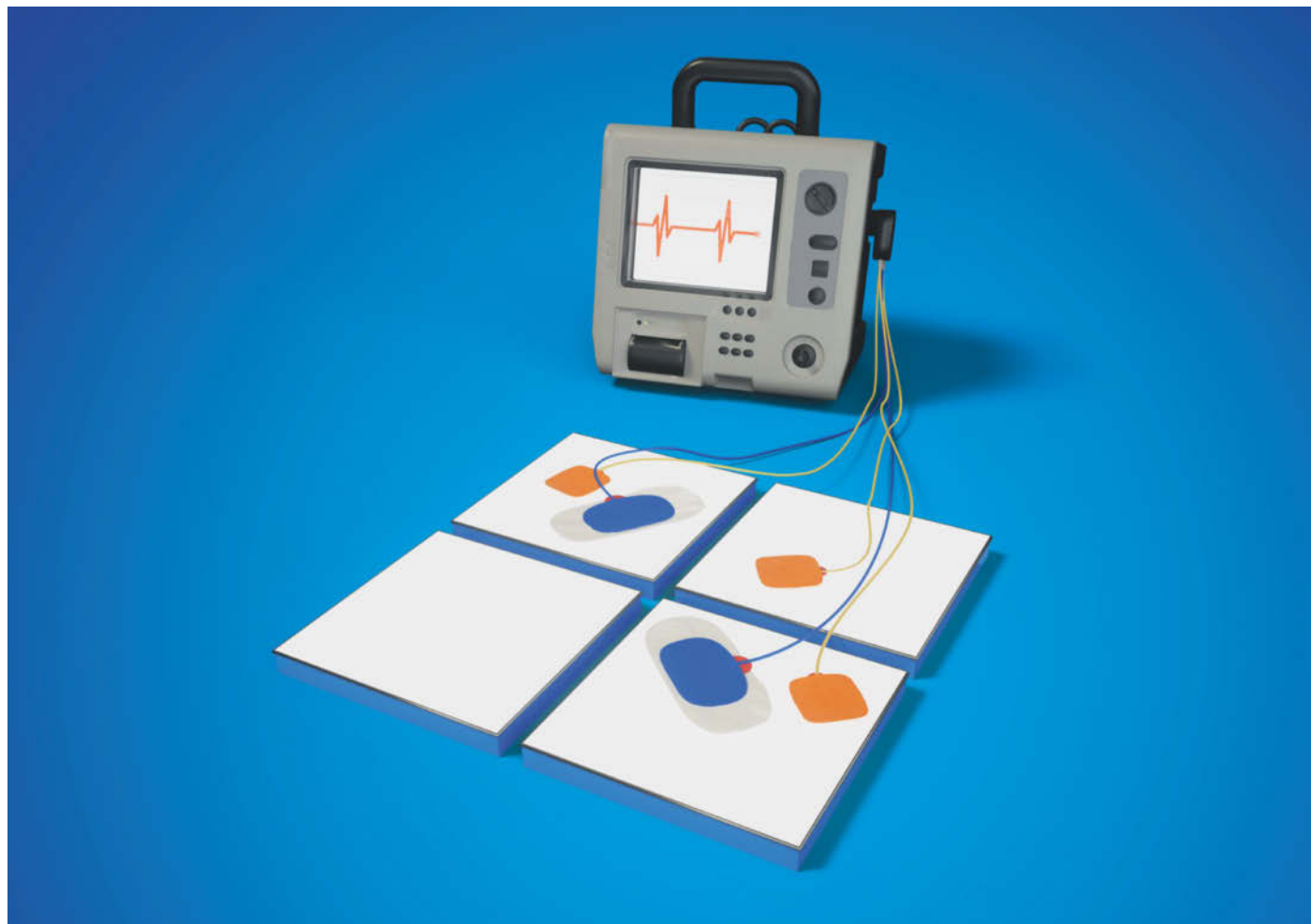


Bild: Andreas Martini

In höchster Not

Virensuche mit dem Notfall-Windows 2024

Das Suchen und Beseitigen von Schädlingen gehört traditionell zu den Grundfunktionen unseres Notfallsystems. Die aktuelle Ausgabe enthält gleich fünf Virens Scanner und zwei Schnelltests.

Von Axel Vahldiek

Wenn Windows von einem Schädling befallen wurde, gilt der Patient der reinen Lehre zufolge als tot: Setzen Sie das Betriebssystem komplett neu auf und installieren Sie alle Anwendungen erneut. Leute, die gut vorbereitet sind (Sie wissen ja: kein Backup, kein Mitleid), spielen kurzerhand das zuletzt als virenfrei geltende Image der Installation zurück. Doch die Realität sieht oft anders aus. Und nur weil Sie selbst ein Image haben, gilt das nicht auch für jene Freunde und Verwandten, die Sie zur Hilfe rufen, weil sich Windows „irgendwie komisch“ verhält. Und ist das Image tatsächlich virenfrei, heile, vollständig und hinreichend aktuell?

Dann schlägt die Stunde unseres Notfallsystems. Damit können Sie Ihr Betriebssystem mit gleich fünf Virens Scannern nach Schädlingen durchsuchen. Weil unser Notfallsystem vom Stick startet, haben Schädlinge auf dem internen Datenträger keine Chance, die Suche zu sabotieren – sie laufen ja nicht.

Bevor Sie aber mit den Scannern eine gründliche Virenprüfung anstoßen, die je nach Hardware und zu prüfender Datenmenge durchaus Stunden dauern kann, greifen Sie erst mal zu unseren Schnelltests. Die sind zwar bei Weitem nicht so gründlich und wenn dabei keine Schädlinge zu entdecken sind, können trotzdem welche vorhanden sein. Aber wenn Sie dabei Auffälligkeiten entdecken, dann wissen Sie wenigstens, dass die gründliche Suche mit den Virens Scannern lohnt.

Weil bei einem Virenbefall die Hektik ohnehin groß genug ist, liefern wir für alle in diesem Betrag erwähnten Werkzeuge zur Virensuche wieder Schritt-für-Schritt-Anleitungen. Falls Ihnen diese Anleitun-

gen bekannt vorkommen, täuschen Sie sich nicht, denn sie basieren auf den Texten aus dem letzten Jahr. Wir haben sie für die aktuelle Ausgabe gründlich überprüft und überarbeitet. Verwenden Sie also besser nur die aktuellen Versionen der Anleitungen.

Schnelltests

Vorab noch ein paar Worte zu den Schnelltests. Der erste steckt im Sysinternals-Programm „Autoruns“. Es kann alle Autostart-Einträge der Windows-Installation durchforsten und die gefundenen Programme auf einen Schlag von über 70 Scannern prüfen lassen. Das gelingt im Idealfall sogar rasend schnell, denn Autoruns lädt dazu Hashes der ausführbaren Dateien bei VirusTotal.com hoch. Das ist ein von Google betriebener Dienst. Nur bei dort unbekannten Hashes ist der Upload der zu prüfenden Datei selbst erforderlich.

Auch beliebige einzelne Dateien können Sie mit dem Notfall-Windows einem Schnelltest unterziehen. Klicken Sie dazu im Kontextmenü einer verdächtigen Datei auf „Senden an/Sigcheck“. Sigcheck ist ebenfalls ein Programm von Sysinternals. Es prüft erstens die Signatur der Datei, bildet zweitens diverse Prüfsummen (MD5, SHA1, SHA256 ...) und lädt drittens ebenfalls einen Hash bei VirusTotal hoch. Das Ergebnis erscheint in einer zwar hässlichen, aber funktionalen Eingabeaufforderung.

Was die Interpretation der Ergebnisse betrifft: Es gilt im Wesentlichen dasselbe wie bei Autoruns. Sofern die Datei von einem bekannten Anbieter signiert ist und kein Virens Scanner etwas zu meckern hat, ist sie wahrscheinlich harmlos – obwohl es keine Garantie gibt, dass dem wirklich so ist. Wenn hingegen die Signatur fehlt oder Seltsamkeiten aufweist, sollten Sie vorsichtig sein.

Vorbereitungen

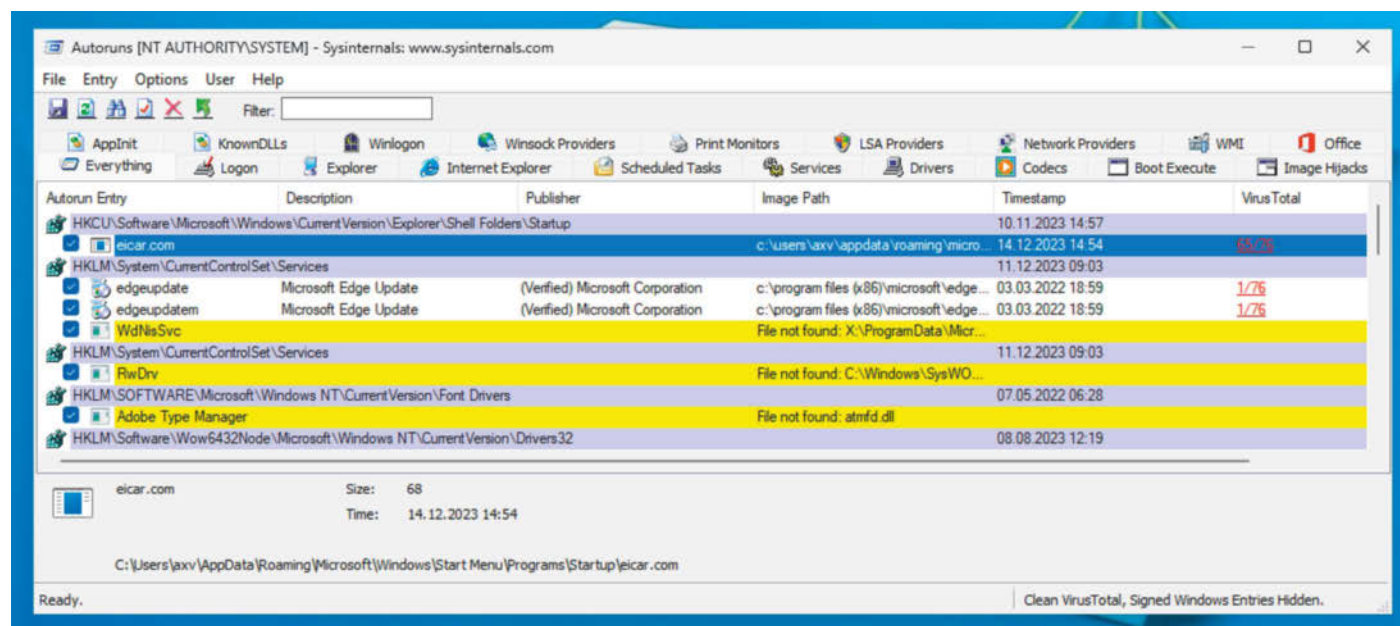
1. Falls auch nur der geringste Verdacht auf einen Erpressungstrojaner besteht: Rechner sofort hart ausschalten! Anschließend Notfall-Windows booten und alles an Daten retten, was noch unverschlüsselt ist.
2. Sonst das auf der Platte installierte Windows laufen lassen, aber alle Netzwerkverbindungen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

Chrome: Strg+Umschalt+Entf drücken, den „Zeitraum“ auf „Gesamte Zeit“ umstellen, „Daten löschen“ anklicken.

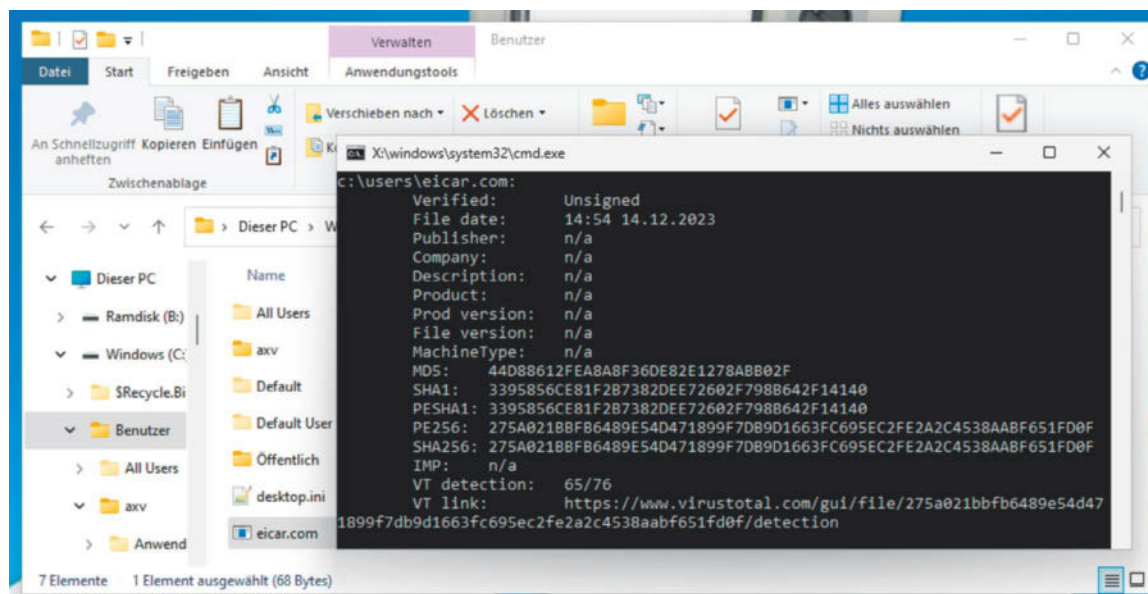
5. Im Mailclient Papierkorb und Spam-Ordner leeren.

Virenschnelltest mit Autoruns

1. Notfall-Windows booten, Netzwerkverbindung herstellen, Windows-Partition auf der Festplatte identifizieren (siehe S. 22).
2. Aus dem Startmenü „Autoruns“ aufrufen.
3. Laufenden Scan bei Eile durch Drücken der Esc-Taste abbrechen.
4. In der Menüleiste unter „Options“ auf „Scan Options“ klicken. Häkchen vor „Check VirusTotal.com“ setzen. Auf „Rescan“ klicken.
5. In der Menüleiste auf „File“ und „Analyze Offline System“ klicken. Im Dialog hinter „System Root“ den Pfad zum Windows-Ordner eintragen (üblicherweise C:\Windows), hinter „User Profile“ den Pfad des Nutzerprofils (C:\Users\<Kontoname>).
6. Nach dem Scan in der Spalte „Virus Total“ nachschauen (Anzeige dazu eventuell nach rechts scrollen): Steht hier hinter einem Autostart-Eintrag „0/76“, hat kein Scanner etwas gefunden. Die Zahl hinter dem Schrägstrich ist die Anzahl der prüfenden Scanner und variiert, entscheidend ist die Zahl vor dem Schrägstrich. Steht hier eine



Der Schnelltest mit Autoruns prüft nur das, was Windows beim Hochfahren automatisch mitstartet. Hier ist es der harmlose EICAR-Testvirus.



Hässlich, aber schnell: Im Explorer des Notfall-Windows können Sie eine einzelne Datei in deren Kontextmenü unter „Senden an“ an unser Skript „Sigcheck“ schicken. Sie erfahren dann ruckzuck, was über 70 Virenscanner von ihr halten.

andere Zahl als 0, kommts drauf an: Ist es nur eine 1, handelt es sich vermutlich um einen Fehllalarm, bei 2 oder 3 womöglich auch. Spätestens bei höheren Zahlen ist aber eine gründliche Recherche angebracht.

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

Virenschnelltest mit Sigcheck

1. Notfall-Windows booten, Netzwerkverbindung herstellen, Windows-Partition auf der Festplatte identifizieren (siehe S. 22).
2. Im Explorer verdächtige Datei auswählen, in ihrem Kontextmenü auf „Senden an“ und „Sigcheck“ klicken. Die Ausgabe erscheint in einer Eingabeaufforderung.
3. Zeile „Verified“ prüfen: „Signed“ deutet auf Vertrauenswürdigkeit hin. Alles andere ist ein Alarmsignal, vor allem, wenn die Datei von einer großen Firma

wie Microsoft und Google stammen soll. Das gilt für „Unsigned“ ebenso wie für eine vorhandene, aber als nicht vertrauenswürdig eingestufte Signatur (beispielsweise: „Die digitale Signatur des Objekts konnte nicht bestätigt werden“, „Ein Zertifikat wurde explizit durch den Aussteller gesperrt“ oder „Eine Zertifikatskette zu einer vertrauenswürdigen Stammzertifizierungsstelle konnte nicht aufgebaut werden“).

4. Steht ziemlich weit unten in der Zeile „VT detection“ als Ergebnis „0/76“, hat keiner der auf VirusTotal.com versammelten Scanner etwas Verdächtiges gefunden. Die Zahl hinter dem Schrägstrich ist die Anzahl der beteiligten Scanner und variiert, entscheidend ist die Zahl vor dem Schrägstrich. Der Link zur Ergebnisseite der Prüfung steht eine Zeile tiefer. Sie können ihn wie gewohnt mit der Maus markieren, per Strg+C in die Zwischenablage kopieren und in Firefox in die Adresszeile einfügen.

Virensuche ...

1. Notfall-Windows booten, Windows-Partition auf der Festplatte identifizieren (siehe Artikel ab S. 22).
2. Wichtig: Vor dem Start eines Scanners Netzwerkverbindung herstellen.
3. Scanner nacheinander (!) laufen lassen (siehe folgende Anleitungen). Die Reihenfolge ist egal. Vor jedem weiteren Suchlauf das Notfallsystem neu starten und wieder bei der Anleitung „Virensuche ...“ beginnen.

... mit Defender Offline

Vorab: Der Defender kann nur 64-Bit-Windows-Installationen prüfen. Falls bei Ihnen ein 32-Bit-Windows installiert ist: weiter beim nächsten Scanner. Dasselbe gilt, wenn Microsofts Virenscanner Fehlermeldungen auswirft (er verwendet Systemdateien von C:, was nicht immer klappt)

1. Aus dem Startmenü „Defender“ aufrufen. Das Programm beginnt sofort mit der Virensuche, brechen Sie diese durch einen Klick auf „Cancel scan“ ab.
2. Im Reiter „Update“ auf „Update definitions“ klicken. Warten, bis die frischen Virendefinitionen geladen sind.
3. Im Reiter „Home“ unter „Scan Options“, „Custom“ auswählen, auf „Scan now“ klicken.
4. Laufwerke auswählen, auf „OK“ klicken, die Virensuche beginnt.

... mit Emsisoft Emergency Kit

1. Aus dem Startmenü „Emsisoft“ aufrufen.
2. Lizenzvereinbarung annehmen.
3. Update abwarten.
4. Im Feld „Scannen“ auf „Eigener Scan“ klicken.
5. Die Laufwerke des Notfall-Windows (B:\ und X:\) durch Klick auf das rote Kreuz daneben aus der Auswahl entfernen.
6. Option unter „Scan-Einstellungen“ nach Wunsch aktivieren.
7. Auf „Weiter“ klicken (dazu je nach Display-Auflösung erst etwas nach unten scrollen). Das Programm überprüft nun die Laufwerke.

... mit Eset Online Scanner

1. Nach dem Booten des Notfall-Windows einige Sekunden warten. Dann aus dem Startmenü „Eset“ aufrufen, auf „Erste Schritte“ klicken, Nutzungsbedingungen akzeptieren.
2. Es kann passieren, dass die Software als Nächstes eine neue Produktversion von sich herunterlädt und sich dann beendet. Wie sich die künftige Version verhalten wird, lässt sich nicht vorhersagen, aber falls es wie bisher läuft, geht es so weiter: Programm einfach erneut starten und, wichtig: Häkchen vor „Neueste Produktversion herunterladen“ entfernen.
3. Im Dialog „Bevor wir beginnen“ nach Wunsch entscheiden.
4. „Benutzerdefinierter Scan“ anklicken, Laufwerke auswählen und dann auf „Speichern und Fortfahren“ klicken.
5. Über Quarantäne von potenziell unerwünschten Anwendungen entscheiden (Vorsicht, alle Dateien in der Quarantäne liegen in der RAM-Disk, gehen also beim Beenden des Notfall-Windows verloren!). Unten links auf den blauen Link „Erweiterte Einstellungen“ klicken, Einstellungen prüfen, auf den Zurück-Knopf oben klicken.
6. Auf „Prüfung starten“ klicken. Programm aktualisiert sich, die Virensuche beginnt.

... mit McAfee Stinger

1. Aus dem Startmenü „McAfee“ aufrufen. Nutzungsbedingungen akzeptieren.

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

... mit Trend Micro HouseCall

1. Aus dem Startmenü „Trend Micro“ aufrufen. Mit Klick auf „Next“ die Datenschutz-, im nächsten Dialog die Lizenzbestimmungen bestätigen („I accept ...“).
2. Auf den Link „Settings“ klicken. Im Reiter „Smart Feedback“ auf Wunsch das Häkchen vor „Enable Trend Micro Smart Feedback“ entfernen (sonst

schickt die Software Informationen zu Ihren Dateien an den Hersteller).

3. In den Settings im Reiter „Scan Type“ „Custom Scan“ auswählen, Häkchen vor die zu prüfenden Laufwerke setzen, mit „OK“ bestätigen.
4. Wahlweise Häkchen vor „Include my home Network“ entfernen oder lassen, auf „Scan now“ klicken. Die Virensuche beginnt.

Virenfund

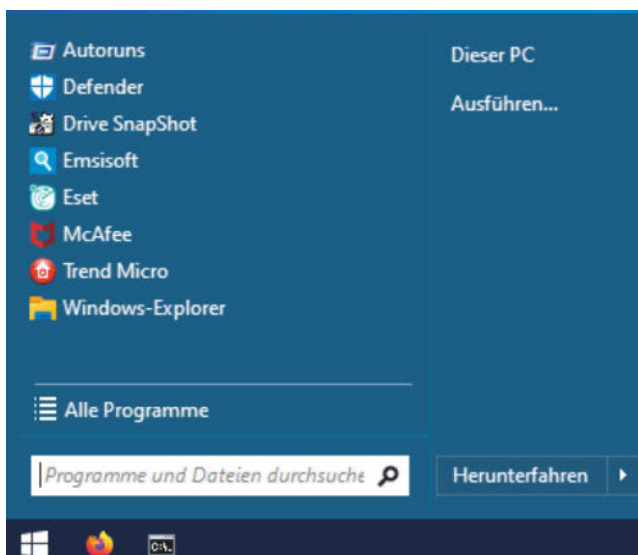
1. Entscheiden, ob die infizierten Dateien in Quarantäne geschoben, gelöscht oder ignoriert werden sollen. Obacht: Die Quarantäne liegt in der RAM-Disk, wird also beim Beenden des Notfall-Windows gelöscht!
2. Infizierte Datei für genauere Analyse in Firefox bei VirusTotal.com hochladen.
3. Auf Wunsch: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

Nacharbeiten bei Virenfund

1. Noch unter dem Notfallsystem die Hosts-Datei kontrollieren (C:\Windows\System32\Drivers\etc): per Rechtsklick mit Notepad öffnen, dann unbekannte Zeilen mit # auskommentieren oder löschen.
2. Auf 64-Bit-Systemen auch prüfen, ob es unter „C:\Windows\SYSwow64\Drivers\etc“ eine weitere Datei namens „hosts“ gibt; die dann genauso behandeln.
3. Installiertes Windows starten.
4. Kontrollieren: Firewall, Virens Scanner, Plug-ins von Browser und Mail-Client, Proxy-Einstellungen von Windows, Browser und Mailclient.
5. Erst danach Netzwerkverbindung wieder herstellen.
6. Aktualisieren: Windows Update, Virens Scanner, Browser, Mailclient, PDF-Reader.
7. Möglichst noch prüfen: Netzwerkfreigaben, Autostarts, laufende Prozesse. (axv@ct.de) **ct**

Literatur

Axel Vahldiek, c't-Notfall-Windows: Autoruns und Parallelinstallation, c't 4/2021, S. 172, auch kostenlos online lesbar unter ct.de/-5022965



Gleich fünf Virens Scanner finden Sie im Startmenü der aktuellen Ausgabe unseres Notfall-systems.

Stillstand in Südwestfalen

Ein Ransomware-Angriff zeigt die Überforderung der Kommunen bei der IT-Sicherheit

Eine Ransomware-Attacke auf den Dienstleister Südwestfalen-IT hat die Verwaltung von über 70 Städten und Gemeinden lahmgelegt. Sie ist der bisher erfolgreichste Angriff auf den öffentlichen Sektor. Weitere Fälle dieser Art dürften folgen, denn die Politik will keine höheren Sicherheitsanforderungen.

Von Christian Wölbart

Es ist die Nacht vom 29. auf den 30. Oktober, als Mitarbeiter des IT-Dienstleisters Südwestfalen-IT (SIT) bemerken, dass Hacker in ihre Systeme eingebrochen sind. Weil sie zu diesem Zeitpunkt nicht wissen können, welche Server von Malware befallen sind und welche nicht, schalten die Mitarbeiter „sofort“ sämtliche Server in den SIT-Rechenzentren in Siegen und Hemer ab – so schildert es das kommunale Unternehmen später.

Seitdem ist die Verwaltung in 72 Städten und Gemeinden von Siegen bis Lippstadt mit insgesamt rund 1,7 Millionen Einwohnern weitgehend lahmgelegt. Die Kommunen finanzieren die SIT und haben ihre IT weitgehend an sie ausgelagert. Die SIT betreut in diesem Gebiet rund 20.000 PC-Arbeitsplätze der Verwaltung. In mehr als 30 weiteren Kommunen, darunter auch einige in Niedersachsen, funktionieren zumindest einzelne Anwendungen nicht mehr. Die SIT spricht aufgrund der Zahl der betroffenen Einwohner vom „bisher größten Cyberangriff auf die öffentliche Verwaltung in Deutschland“.

Was erst einmal abstrakt klingt, hat ganz konkrete Auswirkungen. Bürger können keine Pässe beantragen, keine Ehen anmelden; die Verwaltung kann keine Blitzer-Bußgelder mehr verhängen, keine Gewerbesteuer einziehen, keine Sozialleis-

tungen anpassen. Siegens Bürgermeister bezeichnet den Angriff in einer Pressekonferenz als „Katastrophe für die Stadt“. In den ersten Tagen können viele Behörden nicht einmal mehr telefonieren und mailen. Sogar die Vorbereitung der Europawahl im Juni könnte unter dem Angriff leiden, warnen Lokalpolitiker.

Chaotische Kommunikation

Die SIT wirkt mit dem Krisenmanagement überfordert, trotz der Hilfe anderer IT-Dienstleister. Ende November kündigt sie einen Notbetrieb mit „ersten wesentlichen Dienstleistungen“ wie dem Ausstellen von Ausweisen ab Mitte Dezember an. Anfang Dezember rudert sie zurück: Der versprochene Wiederanlauf verzögere sich wegen einer „Kombination aus erhöhten Sicherheitsanforderungen und der Komplexität der IT-Systeme“.

Anfang Dezember machen in den Medien Gerüchte über angeblich niedrige Sicherheitsstandards bei der SIT die Runde. Ein Security-Experte, der nach eigenen Angaben Einblick in SIT-Systeme nehmen konnte, berichtet gegenüber der Siegener Zeitung von simplen Passwörtern wie „Admin123456“ und einem ausgebliebenen wichtigen Sicherheitsupdate für Cisco-Software. Die SIT erklärte dazu auf Anfrage, dass man sich an Spekulationen nicht beteilige.

Wie die Hacker tatsächlich in die Systeme der SIT kamen, war bei Redaktionsschluss dieser c't-Ausgabe unklar. Ebenso, ob die Angreifer Daten abgesaugt haben, vielleicht sogar sensible Daten von Bürgern. Zumindest bis dahin gab es laut SIT keine Hinweise auf Abflüsse. Nach WDR-Informationen steckt die Ransomware-Gruppe Akira hinter dem Angriff und hat Lösegeld für verschlüsselte Daten gefordert.

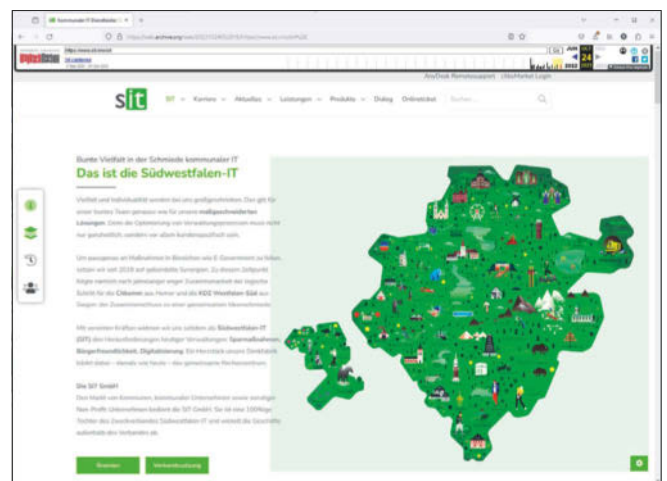
Fest steht, dass der Angriff auf die SIT nur der bisherige Höhepunkt einer Serie folgenreicher Ransomware-Attacken auf Kommunen ist. In den vergangenen Jahren wurden die Verwaltungen zahlreicher Kleinstädte von Ransomware lahmgelegt, 2021 traf es mit Anhalt-Bitterfeld einen ganzen Landkreis, Anfang 2023 ging die Landeshauptstadt Potsdam wochenlang offline.

Laut dem Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) sind durchschnittlich pro Monat zwei Kommunen oder kommunale Unternehmen von Ransomware-Angriffen betroffen. Kommunen wie auch kleine Unternehmen hätten „größeren Aufholbedarf im Bereich der Informationssicherheit“, sagte ein BSI-Sprecher gegenüber c't.

Mehr Sicherheit? Nein danke!

Vor diesem Hintergrund wundern sich viele Security-Experten über eine aktuelle Ent-

Bis zum Ransomware-Angriff Ende Oktober zeigte der Dienstleister Südwestfalen-IT auf seiner Webseite sein Versorgungsgebiet. Inzwischen ist nur noch eine spartanische Notfallseite online.



Selber machen? Lieber nicht!

Von Jürgen Schmidt



Die Ransomware-Attacke auf Südwestfalen-IT hat zum bisher größten IT-Ausfall in der öffentlichen Verwaltung geführt. In fünf Landkreisen geht fast nichts mehr. In den Rathäusern steigt der Frust und manche Lokalpolitiker, zum Beispiel in Siegen, überlegen laut, künftig wieder mehr Server und Anwendungen selbst zu

betreiben, statt sich auf Dienstleister zu verlassen.

Das ist zwar durchaus eine gute Idee – aber noch kein Garant für mehr Sicherheit. Insbesondere IT-Security-Fachpersonal ist derzeit fast nicht zu bekommen und auf „Security-Profi“ schult man auch nicht mal eben schnell um. Deshalb würde eine stärker lokalisierte Umsetzung sogar zu noch unsichereren Systemen führen.

Auch das Argument, dass ein Ransomware-Angriff dann zumindest nicht Dutzende Städte auf einmal lahmlegen würde, führt in die Irre. Denn es ist ja nicht so, dass dann Hunderte Kommunen alle ihre eigenen Fehler machen würden und man die Resilienz durch Diversität frei Haus bekäme. Wenn man sich konkrete Fälle anschaut, sind es immer wieder die gleichen Fehler, die alle machen.

Rein kommen die Angreifer über Phishing, gestohlene Kennwörter oder nicht schnell genug aktualisierte Systeme. Danach erleichtern ihnen fehlende oder lax umgesetzte Sicherheitsmaßnahmen das Ausbreiten im Netz. Die wich-

tigsten Fehler sind: fehlende Patches, weitgehend unsichere Windows-Netze und keine Zwei-Faktor-Authentifizierung etwa für Remote-Zugänge. Diese Fehler zu vermeiden und eine vernünftige Basis-Sicherheit zu erreichen, ist zusammen mit guten Dienstleistern letztlich leichter.

Doch das bedeutet keineswegs, dass man bei den Kommunen auf solides IT- und Security-Know-how ganz verzichten könnte. Nur wer auf Augenhöhe mit seinen Dienstleistern kommunizieren und deren Angebote und spätere Arbeit auch bewerten und kontrollieren kann, hat eine Chance, dass da am Ende „was Sicheres“ rauskommt.

Dazu braucht es auch bei den Kommunen Angestellte mit IT- und Security-Fachwissen. Aber das kann man sich in überschaubarer Zeit draufschaffen. Der Rest ist vor allem vernünftige Priorisierung, was bedeutet, dass man diesen Security-Verantwortlichen Gehör und Gewicht verschaffen muss. Sehr häufig wussten die Opfer bereits vor einem Angriff um ihre Schwächen; ihre eigenen IT-Leute wiesen sogar deutlich darauf hin. Doch das wollte niemand hören, weil man andere Probleme und Prioritäten hatte.

Jürgen Schmidt ist Senior Fellow Security bei Heise. Mit heise Security Pro baut er eine Community für IT-Professionals auf, in der Angriffe, Probleme der täglichen Praxis sowie aktuelle und künftige Technik diskutiert werden. Weitere Informationen dazu finden Sie unter heise.de/heisec-pro.

scheidung von Bund und Ländern: Am 3. November verabschiedeten sie im IT-Planungsrat einen Beschluss, demzufolge Kommunen und Bildungseinrichtungen vom Anwendungsbereich der europäischen NIS-2-Richtlinie ausgenommen werden sollen.

Mit dem Gesetz will die EU das Cybersicherheitsniveau in den Mitgliedsstaaten anheben: Deutlich mehr Unternehmen als bisher sowie die öffentliche Verwaltung müssen „Risikomanagementmaßnahmen“ ergreifen. Sie müssen zum Beispiel Cybersicherheitsrisiken analysieren und Konzepte für die Bewältigung von Notfällen und die Aufrechterhaltung des Betriebs schreiben. Die Mitgliedsstaaten haben aber die Option, lokale Behörden von diesen Verpflichtungen auszunehmen.

Deutliche Worte für den Plan der Politik, genau das zu tun, fand Tim Berghoff, Security Evangelist bei G Data: „Wir sind hier doch nicht bei Pippi Langstrumpf“, sagte er gegenüber der Wirtschaftswoche. Bund und Länder wollten sich die Welt so zurechtdenken, wie sie ihnen gefalle.

Kritik kommt auch vom Bund der deutschen Industrie (BDI). Man sei auf eine stets funktionierende öffentliche Verwaltung angewiesen, „die nicht durch Cybersicherheitsvorfälle über Monate lahmgelegt ist“, schreibt der Verband. Neben Bundesbehörden sollten deshalb auch Behörden der Länder und Kommunen unter die Anforderungen fallen. Ähnlich äußerte sich die Deutsche Industrie- und Handelskammer (DIHK): „Insbesondere die kommunale Ebene war in den letzten Jahren häufig von Cyberangriffen betroffen und zum Teil länger handlungsunfähig.“

Der Deutsche Städte- und Gemeindebund als Vertreter der Kommunen findet die Entscheidung des IT-Planungsrates hingegen richtig. Cybersicherheit lasse sich „nicht per Gesetz oder Verordnung verbessern“, sagte ein Sprecher gegenüber c't. Und vor allem kleinere Gemeinden dürften „nicht mit der Umsetzung einer Richtlinie allein gelassen werden“. Erklären lässt sich diese Haltung vermutlich auch mit der klammen Finanzlage und dem Fachkräftemangel vieler lokaler Behörden.

Zu viel Macht für den Bund?

Bundesinnenministerin Nancy Faeser (SPD) hat einen Vorschlag, der die Kommunen zumindest ein wenig entlasten könnte. Sie will das BSI per Grundgesetzänderung zu einer „Zentralstelle“ für Cybersicherheit ausbauen und ihm erlauben, dauerhaft und enger mit Kommunen und Ländern zusammenzuarbeiten, zum Beispiel durch gemeinsame Informationssysteme für einen Überblick über Sicherheitslücken und Updates. Man benötige „für Deutschland zum Beispiel ein einheitliches Cybersicherheits-Lagebild, und nicht 17 verschiedene“, sagte BSI-Chefin Claudia Plattner im Herbst.

Die Landesinnenminister von CDU und CSU befürchten allerdings, dass die von Faeser vorgeschlagene Grundgesetzänderung dem BSI zu viel Macht verleiht, und positionieren sich gegen den Plan. Er habe zwar nichts dagegen, Kräfte zu bündeln und das BSI technisch aufzurüsten, sagte NRW-Innenminister Herbert Reul im Sommer. „Aber nicht nach dem Motto, einer ist der Oberwichtig und die anderen müssen spüren.“ (cwo@ct.de) **ct**

Hacker wieder in Präsenz

C37C: Einige Perlen vom 37. Chaos Communication Congress



Bild: Keywan Tonekaboni

Ende Dezember lud der Chaos Computer Club (CCC) wieder zum Congress: Es wurde der Technik gefrönt, die Firmware von Teslas zerlegt, der Cloud-Drill von Kinderhörspielabspielgeräten gezähmt und die Nachhaltigkeit der Girokartensperren untersucht.

Von Peter Siering

Drei Jahre pausierte der Congress. 2017 war er auf das Messegelände nach Leipzig umgezogen, weil das Hamburger Congress Zentrum renoviert wurde. Zum 37. Congress kehrte er jetzt in die Hansestadt zurück. 14.500 Teilnehmer fanden sich ein und es gab am Ende sogar noch Tickets vor Ort.

Der CCC-Sprecher Erdgeist zeigte sich erleichtert, dass sich die Teams jetzt wieder weniger dem Messeaufbau, sondern viel mehr den Inhalten widmen konnten. Dennoch ist beachtlich, was die Freiwilligen auf die Beine stellten: Sie richteten 309 Assemblies ein – Aktionsflächen, die einst Hackcenter hießen, auf denen Gruppen Projekte vorstellten oder gemeinsam daran arbeiteten.

2725 ehrenamtliche Helfer haben 4358 Schichten übernommen – unterm Strich summierte sich das auf sechs Jahre Arbeit. Die schon während des 37C3 über media.ccc.de als Streams und Download verfügbaren Aufzeichnungen bleiben kostenlos zugänglich.

Excel-Werbenetzwerk-Leak

Ein paar Perlen aus 121 Vorträgen (siehe ct.de/yjwv): Ingo Dachwitz und Sebastian

Meineck vom Portal Netzpolitik.org stellten ihre Erkenntnisse vor, die sich aus der Auswertung einer 25 MByte großen Excel-Datei ergaben. Die enthielt Daten des 2022 von Microsoft aufgekauften Werbenetzwerks Xandr. Sie belegen eindrücklich, dass die Datenhändler sehr genau Personen adressieren können und dafür bedenkliche Kategorien bilden, beispielsweise Bezüge zu Religion, persönlichen Schwächen, Gesundheit, politischen Ansichten und Finanzstärke.

Der Berliner Sicherheitsconsultant Tim Philipp Schäfers legte Details zu Sperren für Girokarten offen: Über den Sperrnotruf 116 116 erreichen Betroffene nur, dass Karten sich nicht mehr für Online- und PIN-Zahlungen sowie Geldabhebung verwenden lassen. Elektronische Lastschriften mit Unterschrift, die beim Einzelhandel beliebt sind, verhindert erst eine Sperrung via „Kriminalitätsbekämpfung im unbaren Zahlungsverkehr unter Nutzung nichtpolizeilicher Organisationsstrukturen“, kurz KUNO.

Die KUNO-Sperrung muss allerdings von der Polizei veranlasst werden und setzt den Besuch einer Wache voraus. Entsperrungen können Kunden dann selbst in einem Web-Portal. Das war allerdings so schlecht implementiert, dass Kriminelle eine dafür nötige Sperrbestätigungsnummer einfach durchklimpern konnten. Diese Schwachstelle ist jetzt per Rate-Limit beseitigt.

Die Sicherheitsforscher Christian Werling, Niclas Kühnapfel und Hans-Niklas Jacob von der TU Berlin zeigten abermals, wie sie die eigentlich geschützte Hardware eines Tesla überrumpeln konnten. Nachdem sie im Sommer über das Infotainment-System eingedrungen waren, um einem Auto zu kostenlosen Premium-Features zu verhelfen, nahmen sie jetzt das für den Selbstfahrbetrieb gedachte System ins

Visier: Durch kurzzeitiges Absenken der Spannung konnten sie unter anderem Nutzerdaten und Code extrahieren.

KIM = Kaos in der Telematik

Wenig überraschend ist, dass ein Vortrag die Gesellschaft für Telematikanwendungen der Gesundheitskarte (Gematik) betraf: Die hatte es fertiggebracht, Krankenkassen mit identischen Schlüsseln für die Kommunikation im Medizinwesen (KIM) zu versorgen. Christoph Saatjohann und Sebastian Schinzel vom Fraunhofer-Institut für Sichere Informationstechnologie (SIT) in Münster lobten die verwendete Technik dennoch.

Vier offensichtlich erwachsene Männer, die sich auf dem 37C3 das erste Mal persönlich trafen, zeigten, wie sie die Toniebox zerpfückt hatten – einen beliebten Kinder-Audioplayer, dem NFC-besohlte Figuren Hörspiele entlocken. Sie analysierten die Hardware, manipulierten Bootloader und legten offen, dass der Hersteller gierig Daten sammelt. Mit eigenem Inalteeditor TeddyBench und selbst betriebener TeddyCloud befreiten sie die Geräte aus der Content-Fessel des Herstellers (siehe ct.de/yjwv).

Zum Schluss noch eine Empfehlung: Arne Semsrotts Vortrag „Heimlich-Manöver“. Er erzählt kurzweilig, wie das Projekt FragDenStaat mit seinen Anfragen nach dem Informationsfreiheitsgesetz und seinen Klagen staatliche Institutionen herausfordert. Er berichtet auch von der „größten Gefangenenbefreiung in der deutschen Geschichte“ – der Freiheitsfond e.V. habe mehr als 900 Menschen, die wegen Schwarzfahrens eine Ersatzfreiheitsstrafe verbüßen sollten, freigekauft und dem Steuerzahler so Millionenkosten erspart. (ps@ct.de) **ct**

Aufzeichnungen und mehr auf dem Medienportal des CCC: ct.de/yjwv

Steam-Client: Support für Windows 7, 8 und 8.1 abgelaufen

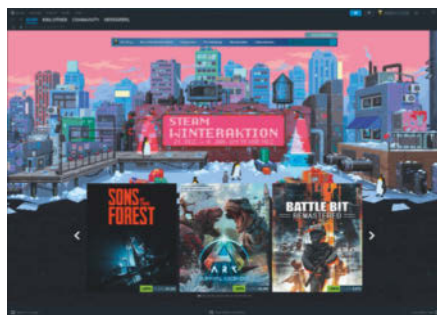
Seit Anfang 2024 unterstützt der Steam-Client nicht länger die veralteten Windows-Versionen 7, 8 und 8.1. Valve empfiehlt, zum Spielen auf eine neuere Windows-Version umzusteigen.

Das Support-Ende war bereits seit März 2023 angekündigt: Mit dem Jahreswechsel 2024 hat die Spiele-Plattform Steam den Support für ältere Windows-Versionen wie Windows 7, 8 und 8.1 beendet. Wer weiter mit Steam spielen will, sollte daher auf eine neuere Windows-Version umsteigen, empfiehlt Valve. Der Client funktioniert zwar derzeit noch, erhält allerdings auf älteren Windows-Versionen keine Updates und neuen Funktionen mehr.

Der Steam-Client nutzt Googles Webbrowser Chrome, der die alten Windows-Versionen bereits seit Februar 2023 nicht mehr unterstützt. Künftige Versionen von Steam sollen außerdem Feature- und Sicherheitsupdates voraussetzen, die nur noch in Windows 10 und 11 verfügbar sind, ergänzt Valve. Ein Umstieg lohnt aber sowieso, denn Microsoft selbst liefert seit

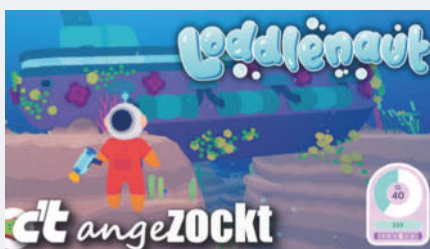
Jahren keine Updates mehr für die betroffenen Windows-Versionen.

Nach Valves Hardware-Umfrage kommen Windows 7, 8 und 8.1 nur noch bei weniger als einem Prozent der Steam-Nutzer zum Einsatz. Noch im März 2023 waren es rund doppelt so viele. Da Steam allerdings monatlich weit über 100 Millionen aktive Nutzerinnen und Nutzer hat, entspricht ein Prozentpunkt doch immerhin mehr als einer Million veralteten Clients. (lmd@ct.de)



Valves Steam-Client dient als Plattform zum Kaufen, Spielen, Chatten und Diskutieren. Auf alten Windows-Versionen gibts seit Jahresanfang keine Updates mehr dafür.

Kurz & knapp



Neu bei c't zockt: In unserem Indie-Gaming-Kanal auf YouTube haben wir **das friedliche Indie-Game Loddlenaut** angespielt (Video siehe ct.de/y3v2). Darin räumt man die Unterwasserwelt des Alienplaneten GUP-14 auf, die von einem Konzern vollgemüllt und kontaminiert wurde. Aus dem Recyclingmüll baut man Werkzeuge und anderes und züchtet nebenbei niedliche Loddles.

Um die **Controller des eingestellten Cloud-Gaming-Dienstes Stadia** drahtlos

weiterzunutzen, muss man mithilfe eines Webtools Bluetooth freischalten. Anders als ursprünglich angekündigt, stellt Google das Tool (siehe ct.de/y3v2) nun noch bis Ende 2024 bereit.

Die **Siedlungssimulation Havendock** hat ein **Winter-Update** erhalten. Das bringt dem Early-Access-Game unter anderem Möwen, Häuschen für die Transportmäuse, Schneefall und Winterdekoration.

Soaring Pixels Games hat seinem **Survival-Game Breakwaters** einen **Kreativmodus** spendiert. Das Ende 2021 in den Early Access gestartete Game spielt in einer tropischen Inselwelt und erlaubt es, Wasser zu manipulieren.

Videos und Stadia-Webtool: ct.de/y3v2

Jedes Abenteuer beginnt mit dem ersten Schritt

Entry-Level Server zum kleinen Preis

Der erste Server-Kauf ist immer der schwierigste, deshalb haben wir für Sie eine Auswahl geeigneter **Einsteiger-Konfigurationen** zusammengestellt – platzsparend, flexibel und mit großartigem Preis-Leistungs-Verhältnis!



Jetzt sichern: Einsteiger-Systeme
thomas-krenn.com/einstieg23

THOMAS KRENN®

IT's people business

Google Groups kappt Usenet-Zugriff

Google hat angekündigt, seinen Usenet-Zugang Google Groups zu kappen. Wer den Social-Media-Urahn weiter nutzen will, muss auf einen spezialisierten Provider ausweichen.

Wer derzeit Google Groups benutzt, dem präsentiert der Dienst die Meldung „Ab dem 15. Februar 2024 unterstützt Google Groups keine neuen Usenet-Inhalte mehr.“ Ab dann werde der Dienst Nutzern keine neuen Posts mehr anzeigen. Nur Verlaufsdaten sollen weiter verfügbar bleiben.

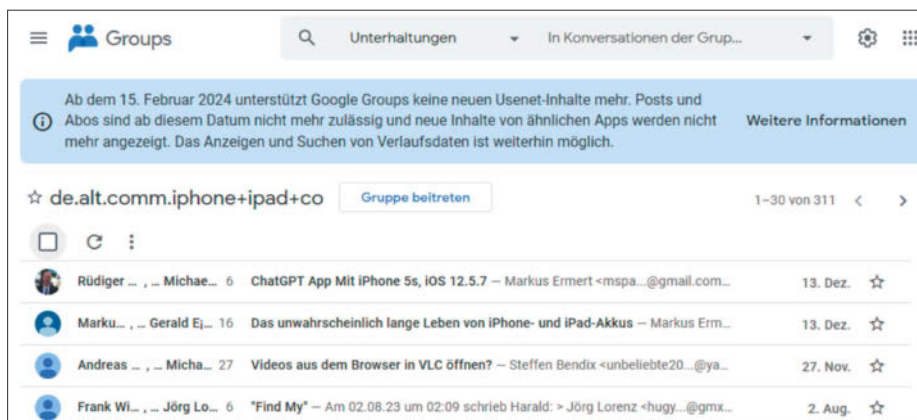
Das Usenet ist ein Urahn der sozialen Vernetzung im Internet. Es entstand 1979, lange vor allen Twitters und Facebooks und sogar vor dem World Wide Web. Im Usenet tauscht man sich über Gott und die Welt aus. Es gibt aber nicht einen Diskursraum für alles, stattdessen sind die Usenet-Nutzer aufgerufen, aus Tausenden thematisch organisierten Foren ein passendes auszusuchen: Im Forum alt.religion.christian.roman-catholic zum Beispiel diskutieren Christen über die Bibel, in de.alt.comm.iphone-

+ipad+co iPhone-Jünger über Apples Hard- und Software.

Google begründet seinen Schritt damit, dass die Nutzeraktivitäten im Usenet in den vergangenen Jahren deutlich zurückgegangen seien. Wenn man sich umschaut in Google Groups, findet man tatsächlich viele Foren, in denen seit Jahren niemand mehr gepostet hat – und viel Spam.

Dabei hatte Google sich Anfang der Nullerjahre viel Mühe gemacht, das Use-

net zu bewahren. Es hatte Groups aus den Datenbeständen des Usenet-Archivs Deja News aufgebaut, die der Konzern im Jahr 2001 nach der Insolvenz des Betreiberunternehmens aufgekauft hatte. Die Ära ist jetzt beendet. Wer zukünftig noch am Usenet teilhaben will, muss auf einen in der Regel kostenpflichtigen Usenet-Provider ausweichen. Eine Übersicht findet sich bei Reddit unter reddit.com/r/usenet/wiki/providers/. (jo@ct.de)



Google Groups informiert seine Nutzer über die Abschaltung.

EU-Verfahren gegen X gestartet

Die EU-Kommission hat auf ihre Drohungen Taten folgen lassen und ein förmliches Verfahren gegen X eingeleitet. Sie wirft X vor, gegen mehrere Vorschriften des **Digital Services Acts (DSA)** zu verstoßen. So soll X zu wenig dagegen tun, dass über seine Plattform illegale Inhalte geteilt werden. Außerdem soll das US-Unternehmen gegen Transparenzregeln verstoßen haben.

X wurde von der Kommission als Very Large Online Platform (VLOP) deklariert und muss deshalb bereits seit August 2023

besonders strenge DSA-Pflichten erfüllen. Man werde nun Beweise sammeln, „beispielsweise durch zusätzliche Auskunftserhebungen oder Nachprüfungen“, teilte die Kommission mit. Dazu gehöre eine Untersuchung der „von X ergriffenen Maßnahmen zur Risikobewertung und -minderung, um der Verbreitung illegaler Inhalte in der EU entgegenzuwirken“.

Abgesehen hat es die Kommission auch auf Maßnahmen zum Kampf gegen „Informationsmanipulation“, den X laut DSA führen muss. Man werde das sogenannte Community-Notes-System inspizieren. Damit können Nutzer Anmerkungen zu Beiträgen schreiben, die potenziell irreführend sind. Die Kommission will prüfen, ob dieses System wie verlangt tatsächlich „zur Minderung der Risiken für den zivilen Diskurs und die Wahlprozesse“ beiträgt. X-Eigner Elon Musk hatte sich zunächst nicht zu den Vorwürfen geäußert. Später teilte er in einem X-Posting mit, dass es ein Update für die Community Notes geben wird, das Teil der EU-Untersuchung sein werde. (hob@ct.de)



Ausgerechnet beim X-Konkurrenten Bluesky informierte EU-Binnenmarktkommissar Thierry Breton über das Verfahren gegen X.

Chrome verbannt Cookies

Google Chrome verarbeitet erstmals keine Drittanbieter-Cookies mehr. Seit dem 4. Januar informiert der Browser zunächst ein Prozent seiner Nutzer, dass er die kleinen Dateien **in der Voreinstellung nicht mehr speichert**. Ab der zweiten Jahreshälfte 2024 soll dies für sämtliche Nutzer gelten. Diese müssen dann per Opt-in tätig werden, so beispielsweise, wenn sie Anzeigeprobleme auf einzelnen Websites bekommen.

Mithilfe der Drittanbieter-Cookies tracken Werbenetzwerke Nutzer über Websites hinweg und analysieren deren Verhalten, um ihnen personalisierte Werbung anzuzeigen. Apple und Mozilla unterbinden solche Cookies in ihren Browsern schon seit Jahren, um die Privatsphäre ihrer Nutzer zu verbessern. Google zog erst nach, nachdem es seine sogenannte „Privacy Sandbox“ entwickelt hatte. Darüber können Werbetreibende weiterhin personalisierte Werbung ausspielen. (mon@ct.de)

Gemini für Entwickler


Google stellt Entwicklern den Zugang zu seiner neuen Familie von KI-Modellen namens Gemini bereit. Außerdem arbeitet das Unternehmen an einem neuen Assistenten, der auf Gemini aufsetzt.

Mit AI Studio können Entwickler in einer Weboberfläche schnell mit Prompts und Gemini-basierten Chatbots experimentieren. Gemini soll zum Beispiel Text aus Bildern extrahieren, Bildtext in JSON konvertieren oder Antworten zu hochgeladenen Bildern generieren können. Es lässt sich bereits über Googles KI-Cloud Vertex AI in Apps verwenden. Zunächst steht die größte Gemini-Variante Pro zur Verfügung, später soll Gemini Ultra hinzukommen.

In Vertex AI ist seit Kurzem ebenfalls die neueste Version von Googles Bildgenerator Imagen als Vorschau verfügbar. Sie soll Stimmungen in Prompts besser in Bilder umsetzen und Gesichter und Hände natürlicher abbilden. Stile oder Muster sollen sich aus Referenzbildern für neu generierte Objekte verwenden lassen.


Nach Medienberichten soll Gemini die Basis eines neuen Assistenten werden, den Google für seine Pixel-Smartphones entwickelt. Eine lokal auf dem Gerät laufende KI soll auf Daten von Apps wie Google Maps und Gmail zugreifen, um Nutzer als vielseitiger Alltagsbegleiter zu unterstützen – besser als der bisherige Assistent. Infrage kommt dafür die Nano-Variante von Gemini, die bereits für bestimmte Pixel-Smartphones verfügbar ist. (jo@ct.de)

Eingabeaufforderung



Welchen Snack kann ich in einer Minute machen, der dazu gut passe würde?

Aufforderung zur Fehlerbehebung



Welchen Snack kann ich in einer Minute machen, der dazu gut passe würde? Bitte erläutere, warum.

Stichprobenparameter abstimmen

In jeder Anfrage senden Sie nicht nur die multimodale Eingabeaufforderung, sondern auch eine Reihe von Stichprobenparametern an das Modell. Das Modell kann für verschiedene Parameterwerte unterschiedliche Ergebnisse generieren. Experimentieren Sie mit den verschiedenen Parametern, um die besten Werte für die Aufgabe zu erhalten. Die am häufigsten angepassten Parameter sind:

- Temperatur
- Top-P
- Top-K

Google erklärt auf seinen Entwickler-Seiten das Prompting für Gemini sowie technische Parameter.

Meta will KI-Risiken verringern

Unter der Bezeichnung Purple Llama hat Meta mehrere Projekte angekündigt, die die Sicherheit von KI-Modellen und -Anwendungen verbessern sollen. Der Benchmark **Purple Llama CyberSecEval** soll die Risiken von großen Sprachmodellen bewerten helfen, insbesondere ihre Tendenz, bei Softwareentwicklungsaufgaben unsicheren Code zu generieren und auf Aufforderung bei Cyberangriffen zu helfen.

Das Sprachmodell **Llama Guard** ist ein auf die Bewertung von Sicherheitsrisiken beim Chat zwischen Mensch und KI angepasstes Sprachmodell mit 7 Milliarden Parametern. Es soll Sicherheitsrisiken bei Konversationen von Menschen mit Chatbots bewerten und klassifiziert sowohl die Prompts als auch die Antworten des Modells. (jo@ct.de)

Benchmark und Modell: ct.de/ypdk

ChatGPT liest Bild

OpenAI und die Axel Springer AG haben eine **globale Zusammenarbeit** angekündigt. Künftig sollen journalistische Inhalte des Verlags in Echtzeit in ChatGPT einfließen, teilen die beiden Unternehmen mit. ChatGPT erhält Zusammenfassung ausgewählter Nachrichteninhalte von Springers Medienmarken, darunter Politico, Business Insider, Bild und Welt. Die Antworten von ChatGPT sollen mit Quellenangaben und Links zu den Artikeln versehen werden. Diese Vereinbarung dürfte auch dazu dienen, potenziellen rechtlichen Auseinandersetzungen aus dem Weg zu gehen. Axel Springer hatte zuvor seine Seiten für den OpenAI-Crawler gesperrt und lässt sich nun den Zugang bezahlen. Einen ähnlichen Vertrag hatte OpenAI bereits mit der Nachrichtenagentur AP abgeschlossen. (jo@ct.de)

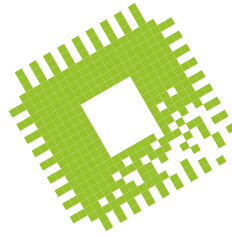
Kurz & knapp

OpenAI hat das Sicherheitskonzept vorgestellt, mit dem es seine KI-Modelle bewertet, das **Preparedness Framework**. Es verfolgt – ähnlich den Vorgaben des europäischen AI Acts – einen risikobasierten Ansatz und zielt darauf ab, potenzielle katastrophale Risiken von KI-Technologien zu bewerten und zu managen. Es sei kein abschließendes Konzept, sondern werde immer weiter entwickelt.

Das französische KI-Startup Mistral AI hat Mitte Dezember das **Sprachmodell Mixtral 8x7B** vorgestellt. Das unter der Apache-2.0-Lizenz verfügbare Modell übertrifft laut Mistral AI das wesentlich größere Modell Llama 2 70B in den meisten Benchmarks.

Meta Platforms hat einen eigenen KI-Bildgenerator vorgestellt: **Imagine**. Derzeit ist er nur in den USA verfügbar. Für seine Nutzung ist eine Anmeldung bei Meta erforderlich. Ein Facebook-Konto genügt nicht, dies lässt sich aber in wenigen Schritten in ein Meta-Konto überführen.

Bit-Rauschen



Erste Hinweise auf Zen-5-Prozessoren von AMD

Wenn alles klappt, kommen 2024 die ersten Ryzens und Epycs mit verbesserter Zen-5-Technik. TSMC plant Fertigungstechnik für 1,4 und 1,0 Nanometer und Stuttgart einen Exaflops-Computer.

Von Christof Windeck

Neues Jahr, neues Glück: wenn diese c't-Ausgabe am Kiosk oder in Ihrem Briefkasten liegt, ist die erste wichtige IT-Veranstaltung des Jahres schon vorbei. Auf der CES in Las Vegas haben AMD und Intel viele neue CPU-Typen angekündigt und wie jedes Jahr rätseln wir, wann wir sie tatsächlich im deutschen Einzelhandel kaufen können. Die schönen neuen Core-Ultra-Notebooks, die Intel für 2023 fest versprochen hatte, tauchen hierzulande jedenfalls erst in einigen Wochen oder gar Monaten auf. Die Industrial-Sparte der taiwanischen Firma Asrock nutzte die Gunst der Stunde, um schon mal Mini-PCs mit AMD Ryzen 8040U und Core Ultra 100 zu avisieren, ganz unbeschwert von Angaben zu Preisen und Lieferterminen.

Zen-5-Dämmerung

Wohl frühestens im Herbst könnte AMD neue Ryzens und Epycs mit der überarbeiteten Mikroarchitektur Zen 5 vorstellen. Vom Epyc „Turin“ mit bis zu 128 Zen-5-Kernen in 16 Core-Complex-Dies (CCDs) tauchten kürzlich Fotos auf. Vermutlich lässt AMD diese CCDs mit N4-Technik von TSMC produzieren. Erwartet wird auch eine Variante mit bis zu 192 der kompakteren Zen-5c-Kerne – vielleicht mit TSMC N3, dann aber eher erst 2025. Deren aggregierte Rechenleistung könnte an die von manchem KI-Beschleuniger heranreichen, so eine Spekulation. Ob sich der Einsatz von x86-Vielkernern in KI-

Servern rechnet, muss sich erweisen, aber angesichts der weiter knappen Nvidia-Beschleuniger dürften viele Firmen über Alternativen nachdenken.

Kurz vor Jahresschluss gab TSMC einen konkreten Ausblick auf kommende Chipfertigungsgenerationen. Die Taiwaner folgen Intels Vorbild und wechseln bei den Namen dieser Verfahren von Nanometern zu Ångstrom. Das heißt aber nicht, dass die Bezeichnungen realistischer werden und die tatsächlichen minimalen Strukturgrößen verraten. Nach der „2 Nanometer“-Technik N2 im Jahr 2025 kommt bei TSMC jedenfalls ab 2027 „A14“ – das klingt kleiner als Intel 18A, das schon 2025 im Rennen sein soll. Und 2030 will TSMC dann mit A10 loslegen, so weit blickt Intel bisher nicht voraus.

Mit N2 will TSMC (wie Intel schon 2024 bei 20A) die Verbindungstechnik Backside Power Delivery einsetzen sowie auch neue Materialien für den leitenden Kanal von Feldeffekttransistoren, siehe Seite 120. Auf ein einzelnes Chiplet plant TSMC über 100 Milliarden Transistoren zu packen, mit A10 könnten es mehr als 200 Milliarden werden. Prozessoren aus mehreren Chiplets vereinen ab 2030 über 1 Billion Transistoren, das hat auch Intel vor. Wenn man allerdings die Transistoren in den HBM-Speicherchips mitzählt, die

bei vielen KI-Beschleunigern dicht neben den Logik-Chiplets sitzen, ist das schon heute der Fall. Denn schließlich braucht man für 128 Gigabyte RAM eben mehr als 1 Billion Transistoren. Manche NAND-Flash-Speicherchips vereinen so viele Transistoren sogar schon auf einem Die, allerdings in 232 Schichten übereinander.

Apropos Flash-Speicher: Die Chiphersteller Samsung und SK Hynix haben im Herbst die Produktion reduziert, um die Preise zu steigern, was auch gelang. Einige SSDs sind bereits etwas teurer geworden.

Luftnummer Prodigy

Neuigkeiten verkündete auch die Firma Tachyum zu ihrem belächelten Heiße-Luft-Prozessor Prodigy, der eigentlich schon seit 2019 als 64-Kerner gefertigt werden sollte. 2022 avisierte man dann die 128-Kern-Version T16128 für 2023, aber auch das vergangene Jahr zog ohne Prodigy-CPU vorüber. Nun soll 2024 angeblich ein 192-Kern-Prodigy kommen, der alle anderen Prozessoren und auch die meisten KI-Beschleuniger am Markt schlägt. Man fragt sich, wann der 2016 gegründeten Firma das Geld ausgeht. Das Firmenmotto „Doing more with less“ wirkt jedenfalls unfreiwillig komisch.

Konkretere Pläne hat das Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart (HLRS): 2025 soll der 39-Petaflops-(PFlops)-Supercomputer Hunter den 2020 in Betrieb genommenen Hawk ablösen, wieder mit AMD-Technik. Hunter setzt auf Instinct-MI300A-Kombiprozessoren mit eingebauten x86-Kernen. Hunter ist aber nur ein Zwischenschritt, denn 2027 soll dann Herder als zweiter Exaflops-Supercomputer in Deutschland kommen. Der erst wird 2024 als „Jupiter Booster“ am FZ Jülich mit Nvidia GH200 aufgebaut. (ciw@ct.de) **ct**



Angesichts hartnäckig ausbleibender Produkte und des leeren Stands auf der Supercomputing-Konferenz ISC'23 wirkt das Motto „Doing more with less“ der Firma Tachyum unfreiwillig komisch.

Bild: Carsten Spille

DDR5-Speichermodule mit 64 GByte Kapazität

Für Desktop-PCs mit aktuellen Core-i- und Ryzen-Prozessoren gibt es bald 64-GByte-DIMMs. Das erlaubt 256 GByte RAM, allerdings nicht mit jedem Windows.

Vor rund einem Jahr kamen die ersten DIMMs mit 24 und 48 GByte Kapazität ohne Registerchips (unbuffered) für Desktop-PCs in den Handel. In Kürze erhöht sich die Speichermenge erneut, denn die Mainboard-Hersteller Asrock und MSI präsentierten Testsysteme mit 64-GByte-Modulen. Das ermöglicht im Dual-Channel-Betrieb mit zwei Modulen pro Kanal bis zu 256 GByte DDR5-RAM. Die neuen DIMMs funktionieren nach einem BIOS-Update auf AM5-Mainboards für Ryzen-7000-Prozessoren und LGA1700-Boards für Core-i-CPU's der 12., 13. und 14. Generation. Ältere Desktop-PC-Plattformen unterstützen lediglich DDR4-RAM und damit nicht die neu hinzugekommene Kapazitätsstufe.

Derzeit sind noch keine 64-GByte-DIMMs im Handel. Asrock und MSI verwendeten für die Tests Vorabexemplare der Serie Fury Renegade von Kingston. Diese laufen mit DDR5-6000-Geschwindigkeit, sofern das enthaltene EXPO- beziehungs-

weise XMP-Profil mit erhöhter Spannung von 1,35 Volt aktiv ist. Auf den Modulen sitzen 16 DDR5-DRAM-Chips mit je 32 Giga-bit Kapazität, die bei Micron im 1β-(1-Beta-)Fertigungsprozess vom Band laufen. Nach Angaben von Micron sollen die 32-Gbit-Chips im zweiten Quartal 2024 in größeren Stückzahlen verfügbar sein.

Bei Vollbestückung mit vier 64-GByte-DIMMs lassen sich die 256 GByte Ar-

beitsspeicher jedoch nicht mit jedem Betriebssystem nutzen. Die Home-Editionen von Windows 10 und Windows 11 haben eine künstliche Begrenzung auf 128 GByte. Dieses Problem trat bereits bei den 48-GByte-Modulen auf. Der Speicher oberhalb von 128 GByte bleibt bei diesen Editionen im Unterschied zu Windows 11 Pro (Limit: 2 TByte) ungenutzt (siehe c't 13/2023, S. 46). (chh@ct.de)



Bis man 64 GByte große DDR5-Speichermodule wie die Kingston Fury Renegade kaufen kann, muss man sich noch einige Monate gedulden.

Mini-PCs mit Core-Ultra-Prozessoren

Mitte Dezember hat Intel die Mobilprozessoren Core Ultra 100 „Meteor Lake“ vorgestellt. Zu den Neuerungen gehört ein Chiplet-Aufbau aus fünf Kacheln (Tiles): Das Compute-Tile besteht aus sechs Performance- und acht Effizienz-Kernen und läuft in Intel-4-Fertigung vom Band. Weitere zwei Low-Power-E-Kerne und eine



Für Serveranwendungen bietet der Mini-PC NUC Box-155H mit dem 16-Kerner Core Ultra 155H zwei 2,5-Gbit-Ethernet-Ports.

KI-Einheit sitzen im SoC-Tile. Zu den ersten Mini-PCs mit Core Ultra 100 zählen die **Mini-PCs NUC Box und NUCS Box** von Asrock Industrial. Diese im NUC-Formfaktor gefertigten Barebones mit 11,8 × 11,0 Zentimetern Kantenlänge unterscheiden sich in der Höhe: Die 4,9 Zentimeter hohen NUC nehmen zusätzlich eine 2,5-Zoll-SSD auf. Die Höhe der NUCS beträgt lediglich 3,8 Zentimeter. In die Mini-PCs mit Core Ultra 125H (4P+8E+2LP) und 155H (6P+8E+2LP) passen jeweils zwei SO-DIMMs für insgesamt 96 GByte DDR5-RAM und zwei M.2-SSDs. Sie sind mit 2 × HDMI 2.1, 1 × Thunderbolt4/USB4 und 1 × USB-C mit DisplayPort für vier Monitore ausgestattet. Die NUC bieten anstelle einer vierten USB-A-Buchse (USB 3.2 Gen 2) einen zweiten Ethernet-Port mit 2,5 Gbit/s. Zu Preisen und Verfügbarkeit hat der Hersteller noch keine Angaben veröffentlicht. (chh@ct.de)

Kurz & knapp

Die Muttergesellschaft Source IT Distribution GmbH des PC-Herstellers **Agando hat Insolvenz angemeldet**. Derzeit ist der Geschäftsbetrieb eingestellt. Das Unternehmen hofft, nach einer Sanierung, den Verkauf wieder aufnehmen zu können.

Nvidia hat für **GeForce-Grafikkarten** den Treiber 546.33 zum Download bereitgestellt. Er fügt die KI-Kantenglättungsfunktion DLSS 3 beim Egoshooter The Finals hinzu. Zudem behebt der Treiber einen Bug, bei dem nach jedem Benutzerwechsel in Windows ein neues Nvidia-Taskleistensymbol hinzukam.

Download GeForce-Treiber:
[ct.de/yzw2](https://www.nvidia.com/de/de/drivers/GeForce)

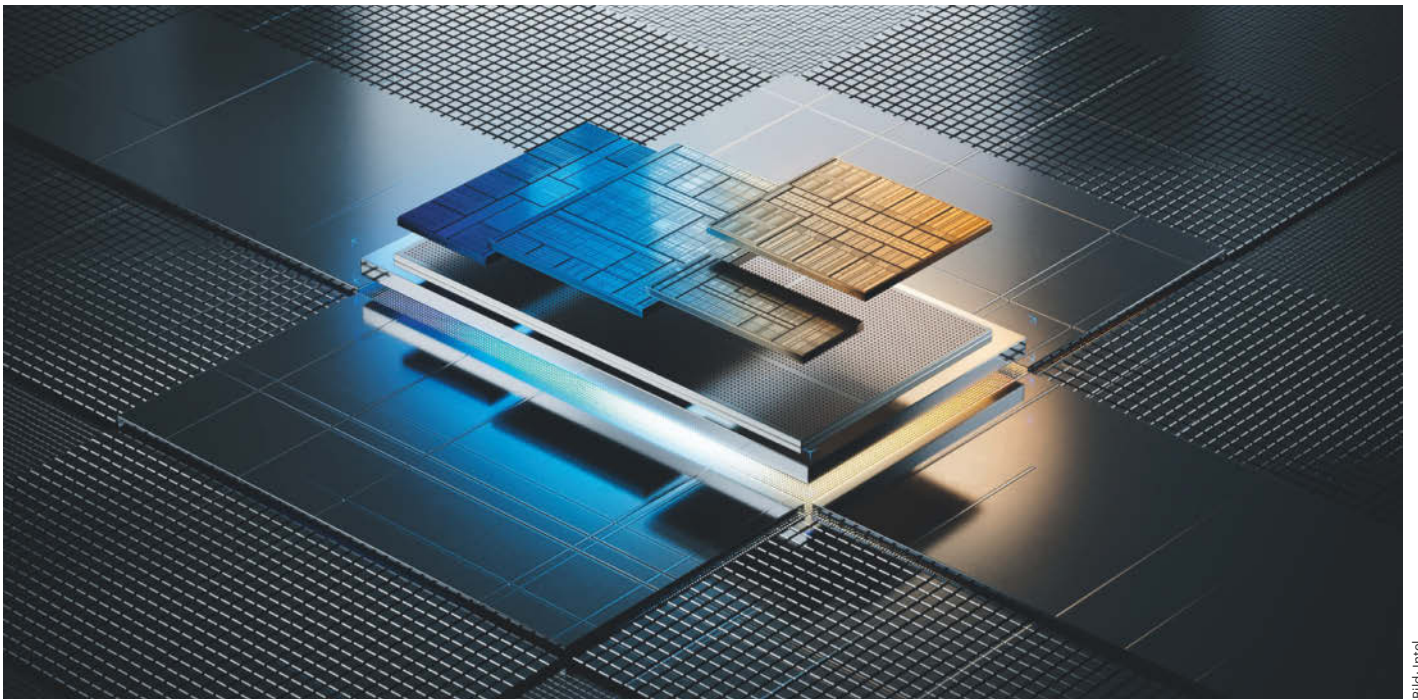


Bild: Intel

Von Fliesen und Auffrischungen

Notebookprozessoren für das Modelljahr 2024

Kurz vor Jahresende stellten AMD und Intel neue CPUs für Notebooks vor, die aber erst bald tatsächlich in Notebooks landen. Damit bestückte Mobilrechner wurden auf der CES zuhauf angekündigt.

Von Florian Müssig

Sowohl AMD als auch Intel haben in einem seltsamen Anfall von Torchlusspanik ihre neuen Notebookprozessoren nicht wie zuletzt üblich auf der Technikmesse CES Anfang 2024 vorgestellt, sondern bereits ein paar Wochen früher, also noch im Dezember 2023. Die neuen Chips tragen die Bezeichnungen Ryzen 8040 (Codename Hawk Point) und Core Ultra 100 (Codename Meteor Lake).

Technische Details zu Meteor Lake hatte Intel bereits im Sommer enthüllt: Es gibt keinen monolithischen Chip mehr, sondern einen Verbund aus fünf separat entwickelten Chiplets – von Intel „Tiles“

(Fliesen) genannt. Im zentralen SoC-Tile sitzen unter anderem der Speichercontroller, die Videobeschleuniger, eine neue KI-Einheit namens AI Boost und zwei neue Low-Power-Kerne. Das Gros der weiteren CPU-Kerne, die 3D-Einheiten der integrierten Grafikeinheit und die meisten PCIe- und USB-Leitungen sitzen auf separaten Chiplets. Mehr zur Architektur haben wir in [1] beleuchtet.

Neu ist die konkrete Zusammenstellung der einzelnen CPU-Modelle, und diese fällt eher ernüchternd aus: Das Chiplet-Konzept ermöglicht unzählige Kombinationen, die Intel jetzt aber gar nicht nutzt. Stattdessen gibt es nur zwei grobe Partitionierungen: ein Mal mit vielen CPU-Kernen (bis 6P + 8E), dicker GPU (bis acht Xe-Cores) und viel I/O (inklusive acht PCIe-5.0-Leitungen für Zusatz-GPUs) und ein Mal mit weniger CPU-Kernen (2P + 8E), kleiner GPU (vier Xe-Cores mit reduziertem Funktionsumfang) und einer verringerten Anzahl an Leitungen nach außen (mit maximal PCIe 4.0). Das ist jetzt kaum etwas anderes als das, was Intel mit zwei getrennten, monolithischen Die-Entwürfen bis zur 13. Core-i-Generation realisiert hat.

Neuklassifizierung, Modell I

Mit der Abkehr von den bis dahin praktizierten Core-i-Modellnamen ändert sich auch das Klassenschema: Das Suffix P entfällt ersatzlos, stattdessen tragen gängige CPU-Varianten nun ein H in der Modellbezeichnung. Das stand vormals ausschließlich für CPUs, die 45 Watt verheizen dürfen, umfasst neuerdings auch die 28-Watt-P-Klasse. Damit kommt es künftig noch mehr darauf an, wie das Kühlsystem eines Notebooks ausgelegt ist. Der CPU-Name allein taugt bestenfalls als grobes Indiz für die Rechenleistung. Die integrierte Grafikeinheit heißt nicht mehr Iris Xe, sondern wie bei Desktopgrafikkarten Arc und unterstützt wie diese Raytracing.

Die U-Klasse für besonders flache, kompakte und leichte Mobilgeräte bleibt bestehen und auch ihre Unterklasse von 9 und 15 Watt. Diese CPUs haben dann aber nur noch zwei P-Kerne und eine abgespeckte namenlose Grafikeinheit.

Obwohl in frühen Konzepten einmal Meteor-Lake-CPUs mit über 100 Watt angedacht waren, gibt es tatsächlich keine höhere TDP-Klasse als H. Die bisherige HX-Klasse mit 55 Watt und mehr, die besonders starke Gaming-Notebooks und mobile

Workstations befeuert, wird weiterhin mit Nicht-Chiplet-CPU's bestückt. Diese verkauft Intel – und hier wird es jetzt verwirrend – als 14. Core-i-Generation; technisch betrachtet sind diese kaum veränderte Auffrischungen der HX-Modelle der 13. Generation mit acht P- und acht E-Kernen.

Für günstige Notebooks legt Intel übrigens auch schwächere Prozessoren der 13. Core-i-Generation neu auf, aber nicht als 14. Core-i-Generation, sondern als Core-100-Familie (ohne Ultra).

Neuklassifizierung, Modell A

AMD steht bei Namensverwirrspielen kaum besser da. Mit der Ryzen-7000-Generation wurde ein neues Namensschema eingeführt, bei dem nicht mehr die erste Stelle der Modellnummer die entscheidende ist, sondern die dritte. Sie gibt an, welche Kernarchitektur dem Chip zugrunde liegt. Unmittelbar im Frühjahr 2023 verfügbare Notebooks bekamen dadurch Ryzen-7030- oder Ryzen-7035-Prozessoren, die aber nur Neuauflagen von Ryzen-5000- beziehungsweise -6000-Modellen mit Zen-3-Kernen waren.

Die eigentliche 2023er-Generation Ryzen 7040 mit Zen-4-Kernen tauchte erst ab Spätsommer im Handel auf [2]. Angesichts der kurzen Zeit im Markt dürfte es niemanden verwundern, dass nicht schon wieder neue Chips anstehen: Ryzen 8040 ist der Refresh von Ryzen 7040 für das Notebookjahr 2024. Wie dort gibt es Vier-, Sechs- und Achtkerner, wobei der integrierte KI-Beschleuniger Ryzen AI nur bei stärkeren Varianten an Bord ist. Das ist anders als bei Intel, wo die NPU in allen Core-Ultra-100-Varianten bereitsteht.

Obwohl es technisch keinen Grund gäbe, konnte AMD nicht die Finger von den Suffixen lassen. Ryzen 8040U bezeichnet CPUs mit 15 bis 30 Watt. Darüber gibt es aber keine H-Modelle mehr, son-



Bild: Asus

Asus wird das 2024er-Modell des ZenBook 14 mit AMD Ryzen 8040 oder Intel Core Ultra 100 verkaufen.

dern nur noch HS. Letzteres stand vormals für effizientere 35-Watt-Modelle, bedeutet im 2024er-Jahrgang aber gleich zweierlei: Ryzen-8040HS-Prozessoren dürfen 20 bis 30 Watt verheizen, unterscheiden sich also praktisch kaum von 8040U-Modellen. Erst Ryzen 8045HS entspricht mit 35 bis 54 Watt den ehemaligen 7040H-Versionen. Achtung: xx45-Nummern gab es bislang nur mit HX-Suffix, und das sind analog zu Intels HX-Prozessoren Desktop-ableger mit zwölf oder sechzehn Kernen.

Verfügbarkeitsfehlanzeige

Manche Hersteller nutzten die Prozessorneuvorstellungen im Dezember, um ihrerseits damit bestückte Notebooks anzukündigen. Einige Meteor-Lake-Notebooks wie das Acer Swift Go 14 (SFG14-72), Asus ZenBook 14 (UX3405), MSI Prestige 13 (A1MG) oder Lenovo IdeaPad Pro 5 (16IMH9) konnte man zwar auch hierzulande in Webshops finden, doch ausgeliefert wurde vor Weihnachten keines davon. Abgesehen von diesen wenigen Notebooks haben die Hersteller die Dezemberstarts von AMD und Intel schlicht ausgesessen und das Gros ihrer neuen Geräte erst wie eh und je im Rahmen der Technikmesse CES enthüllt.

Dort gab es wiederum eine Schwemme an neuen Modellen, doch konzeptionell lassen sich die meisten davon als „das letztjährige Modell, jetzt mit neuem Innenleben“ beschreiben. Gerne fahren die Hersteller auch zweigleisig: Das eben genannten Swift Go 14 wird Acer als SFG14-42 auch mit AMD-CPU's verkaufen, gleiches gilt beim ZenBook 14 als UX3406 für Asus.

Ob sich 2024er-Notebooks allein wegen der neuen CPU's lohnen (und bei beiden CPU-Herstellern, welches davon), können wir bislang nicht bewerten: Weder AMD noch Intel haben vorab Testexemplare verteilt. Eigene Testergebnisse müs-

AMD Ryzen 8040 für Notebooks

CPU-Modell	Kerne	Maxi-maltakt	GPU-Kerne	KI-Einheit	TDP
Ryzen 9 8945HS	8	5,2 GHz	12	✓	35-54 W
Ryzen 7 8845HS	8	5,1 GHz	12	✓	35-54 W
Ryzen 5 8645HS	6	5,0 GHz	8	✓	35-54 W
Ryzen 7 8840HS	8	5,1 GHz	12	✓	20-30 W
Ryzen 5 8640HS	6	4,9 GHz	8	✓	20-30 W
Ryzen 7 8840U	8	5,1 GHz	12	✓	15-30 W
Ryzen 5 8640U	6	4,9 GHz	8	✓	15-30 W
Ryzen 5 8540U	6	4,9 GHz	4	–	15-30 W
Ryzen 3 8440U	4	4,7 GHz	4	–	15-30 W

KONTROLLE ÜBERNEHMEN



40 Gefahren – Eine Lösung

Alles auf einen Blick

Monitoring, Zutrittskontrolle,
Video und mehr

KentixONE, die geniale IoT-Lösung, sorgt für volle physische Sicherheit in Ihrem Unternehmen.
Einfach, skalierbar, jederzeit von überall



kentix.com



KENTIX
Innovative Security

sen wir schuldig bleiben, bis sich eines im c't-Labor einfindet.

Gemäß ersten Meteor-Lake-Reviews anderer Medien gibt die neue Grafikeinheit ein gutes Bild ab, die CPU-Rechenleistung fällt allerdings mitunter hinter die der 13. Core-i-Generation zurück. Bei der Effizienz hingegen konnte Intel zwar den hauseigenen Vorgänger schlagen, nicht aber die 2023er-Konkurrenz von AMD und Apple. Zu Ryzen 8040 waren bei Redaktionsschluss noch keinerlei Testberichte verfügbar.

Neuartige Gerätekonzepte fand man unter den CES-Ankündigungen nur wenige. Mit zwei gleich großen Bildschirmen konnte man bislang nur das Lenovo Yoga Book 9i kaufen [3], doch nun wirft auch Asus seinen Hut in den Ring: Das ZenBook Duo (UX8406) ist das erste ZenBook mit ebenfalls zwei identisch bemessenen Displays. Das steht im Unterschied zu bisherigen ZenBook Duo, die nur einen schmalen Zweitbildschirm bieten. Anders als beim Yoga Book 9i kann man beim ZenBook Duo die mitgelieferte Bluetooth-Tastatur beim Transport zwischen den beiden Gerätehälften verstauen.

Dell renoviert dieses Jahr seine XPS-Familie in größerem Umfang: Statt in den Größen 13, 15 und 17 Zoll gibt es den 2024er-Jahrgang als XPS 13, XPS 14 und XPS 16. Die beiden „geschrumpften“ Modelle sollen hinsichtlich der Performance ihren größeren Vorgängern nicht nachstehen: Das XPS 14 gibt es mit Nvidia-GPUs bis GeForce RTX 4050 und das XPS 16 im Vollausbau mit GeForce RTX 4070.

Alle drei Baureihen haben nicht nur das Design, sondern auch die abgewandelte Tastatur des bisherigen XPS 13 Plus geerbt: Es gibt keine physische Funktionstastenreihe, sondern eine Touchleiste ohne



Bild: Dell

Dell ändert die Größen seiner XPS-Notebooks: Künftig gibt es XPS 13, XPS 14 und XPS 16.

spürbare Grenzen, die wahlweise von unten mit F- oder Multimediatasten beleuchtet wird – also das Konzept, das Apple jüngst nach jahrelanger Kritik an der Touch Bar beerdigt hat. Bei Lenovo überstand etwas Ähnliches anno 2014 sogar nur eine Iteration des ThinkPad X1 Carbon und wurde im Folgejahr revidiert: Wer häufig mit Funktionstasten arbeitet oder schlicht eine blind spürbare Esc-Taste wünscht, wird mit einem Touchstreifen nicht glücklich.

Apropos ThinkPad X1 Carbon: Das 2024er-Modell ist die mittlerweile zwölfte Generation und bekommt zum neunten Mal ein Schwestermotell mit 360-Grad-Scharnieren und Touchscreen zur Seite gestellt. Letzteres trägt neuerdings nicht mehr den Beinamen Yoga, sondern 2-in-1. Die ThinkPads sollen nicht vor April in den Handel kommen, und wir gehen generell davon aus, dass man erst im Laufe des Frühjahrs eine größere Auswahl an Meteor-Lake-beziehungsweise Hawk-Point-Notebooks im Handel finden wird.

Wer sich bei den stärkeren XPS-Modellen über die vorjährigen GPU-Namen wundert: Für Notebooks gibt es erst einmal keinen neuen Grafikchips. Selbst der anstehende Super-Refresh der RTX-40-Familie wird nur Desktopgrafikkarten zuteil. Auch

bei allen Gaming-Notebooks von Acer Predator über Asus ROG, Dell Alienware und HP Omen bis Razer Blade findet man vorerst altbekannte GPU-Hausmannskost, was für Gamer sicherlich enttäuschend ist.

Ausblick

Ob sich das im Laufe des Jahres noch ändern wird, vermag unsere Glaskugel derzeit noch nicht zu sagen. Klar ist aber, dass weder AMD noch Intel schon ihr gesamtes 2024er-Pulver verschossen haben. Bei Intel stehen mit Arrow Lake und Lunar Lake gleich zwei Meteor-Lake-Nachfolger auf der Roadmap, während AMD erste CPUs mit Zen-5-Architektur bringen will. Wann diese als Strix Point in Notebooks kommen, ist aber nicht bekannt. Davon hängt sicherlich ab, ob AMD sie noch als Ryzen 8050 oder erst als Ryzen 9050 veröffentlichen wird. (mue@ct.de)

Literatur

- [1] Florian Müssig, Fliesenprozessor, Technische Details zu Intels kommender Prozessorgeneration Meteor Lake, c't 22/2023, S. 32
- [2] Florian Müssig, Mobile Aschevögel, Kompakte Notebooks mit Ryzen 7040U, c't 25/2023, S. 114
- [3] Florian Müssig, OLED-Schmetterling, Lenovos Dual-Screen-Notebook Yoga Book 9i im Test, c't 28/2023, S. 100



Bild: Lenovo

Das Lenovo ThinkPad X1 Carbon Gen12 wird wie viele andere Core-Ultra-100-Notebooks nicht vor April zu kaufen sein.

Intel Core Ultra 100 für Notebooks

CPU-Modell	P-Kerne	E-Kerne	Maximaltakt	GPU-Kerne	KI-Einheit	TDP
Core Ultra 9 185H	6	8+2	5,1 GHz	8	✓	45 W
Core Ultra 7 165H	6	8+2	5,0 GHz	8	✓	28-45 W
Core Ultra 7 155H	6	8+2	4,8 GHz	8	✓	28-45 W
Core Ultra 5 135H	4	8+2	4,6 GHz	7	✓	28-45 W
Core Ultra 5 125H	4	8+2	4,5 GHz	7	✓	28-45 W
Core Ultra 7 165U	2	8+2	4,9 GHz	4	✓	15 W
Core Ultra 7 155U	2	8+2	4,8 GHz	4	✓	15 W
Core Ultra 5 135U	2	8+2	4,4 GHz	4	✓	15 W
Core Ultra 5 125U	2	8+2	4,3 GHz	4	✓	15 W
Core Ultra 7 164U	2	8+2	4,8 GHz	4	✓	9 W
Core Ultra 5 134U	2	8+2	4,4 GHz	4	✓	9 W

Vernetzte Kameras an Robotern und Tieren

Im Projekt „Natur 4.0“ beobachten Marburger Forscher mithilfe vernetzter Sensoren, wie es um die Vielfalt von Tier- und Pflanzenarten bestellt ist. Dazu nutzen sie Drohnen und fahrende Roboter sowie Tracker und Kameras an Vögeln und Fledermäusen.

Ein Team um den Umweltinformatiker Dirk Zeuss an der Universität Marburg hat ein Konzept für eine vernetzte Umweltbeobachtung vorgestellt. Ihr Projekt „Natur 4.0“ soll Daten über die Artenvielfalt sammeln und sich auf größere Lebensräume ausweiten lassen. So haben die Forscher nicht nur selbstfahrende Roboter und Flugdrohnen mit Sensoren eingesetzt und Sensoren an Bäumen angebracht, sondern auch Minikameras und Trackinggeräte an Vögeln und Fledermäusen festgeschnallt. Im Projekt konnten sie dann die Studien von Biologen mit den Beobachtungen aus ihrem Sensornetz unterfüttern.

Die Forscher befürchten, dass in Zeiten des Klimawandels unbeachtet eine ganze Reihe von Tier- und Pflanzenarten sterben könnten und selbst ganze Ökosysteme gefährdet sind. Um diese zu überwachen, müssen Biologen sich bislang ent-

scheiden, ob sie detailgenau beobachten oder räumlich große Gebiete abdecken wollen. Satelliten wiederum decken beobachtend große Landstriche ab, können aber lediglich Auskunft über die Pflanzendecke liefern, nicht aber über einzelne Arten.

Mit „Natur 4.0“ wollen die Wissenschaftler ein dauerhaftes und flächendeckendes Monitoring ermöglichen. In ihrem Paper beschreiben sie beispielsweise ein solarbetriebenes Funkortungssystem für Kleintiere, sie haben sogar Versionen für kleine Singvögel und Fledermäuse entwickelt. Für die größeren Tauben gibt

es solarbetriebene GPS-Rucksäcke und GPS-Halsbänder für größere Vierbeiner. Mikrofone und Soundrekorder an Bäumen belauschen den Gesang der Vögel, und versteckte Kamerafallen lauern Wildtieren und auch Insekten auf. Nicht zuletzt wurden Drohnen und fahrende Rover mit zahlreichen Sensoren praktisch erprobt. Die Forscher hoffen, durch vernetztes Monitoring die Lücke zwischen Einzelbeobachtungen im Feld und flächendeckender Fernerkundung zu schließen. (agr@ct.de)

Projekthomepage und Video: ct.de/jyzm2



Bild: Uni Marburg/Maik Dobbermann

Roboter-gestützte Sensoren sind nur ein Teil des Projekts „Natur 4.0“ im Universitäts-wald Marburg.

Diamant als Strahlteiler im All

Mit der Satellitenmission FORUM will die europäische Weltraumorganisation ESA ab 2027 die **Wärmeabstrahlung ins All messen**, um den Wärmehaushalt der Erde

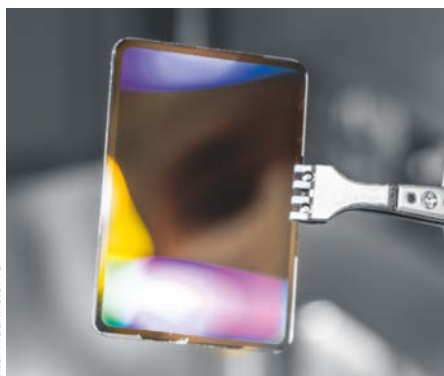


Bild: Fraunhofer IOF

Ein Diamant von der Größe einer Kreditkarte dient als Strahlteiler und macht das leistungsfähige Infrarot-Spektroskop für die Satellitenmission erst möglich.

zu analysieren und die globale Erwärmung besser zu verstehen. Eine Schlüsselkomponente für das dabei eingesetzte Infrarot-Spektroskop ist ein Diamant in der Größe einer Kreditkarte (43 mm × 64 mm), den Forscher am Fraunhofer-Institut für angewandte Optik und Feinmechanik (IOF) zusammen mit Physikern der Universität Jena entwickelt haben.

Die geplanten Messungen im thermischen Infrarotspektrum mit Wellenlängen zwischen 10 und 100 Mikrometern erfordern einen Strahlteiler, der über das gesamte Spektrum durchsichtig ist. Das trifft nur auf Diamant zu. Die Forscher mussten den Strahlteiler auf einer Seite entspiegeln, ohne ihn mit Fremdmaterial zu beschichten. Dafür entwickelten sie eine spezielle Ätztechnik, mit der sie mikroskopische Pyramiden auf der Oberfläche erzeugen; eine Funktionsstruktur, die dem Mottenaugen nachempfunden ist. (agr@ct.de)

Onlineratings besser belohnen

Mit einem Onlineversuch haben Forscher des Max-Planck-Instituts für empirische Ästhetik gemeinsam mit verschiedenen US-Hochschulen die Belohnung sozialen Verhaltens simuliert. Sie bauten eine virtuelle Welt, in der Spieler auf Inseln Münzen sammeln. Über ein Bewertungssystem konnten sich die **Spieler gegenseitig helfen**, die besten Fahren zwischen den Inseln auszuwählen. Es zeigte sich zunächst, dass ein Drittel viel Feedback gab, die anderen fast gar keins. Als aber ein kleiner Lohn in Form von Spielmünzen winkte, verdoppelte sich die Zahl der bewertenden Spieler. Die so aktivierten Ratings erwiesen sich zudem als genauer. Dieses Ergebnis lässt sich der Studie zufolge so verallgemeinern, dass es etwa für die Sternvergabe auf Onlineplattformen relevant ist und sogar fürs Verhalten in anderen Bereichen, etwa dem Umweltschutz. (agr@ct.de)

Neuer Einzel-Xeon

Intel Xeon E-2400 für kleine Server

Nach mehr als zwei Jahren frischt Intel die Prozessoren für kleine Server auf: mehr Rechenleistung, schnelleres DDR5-RAM und PCI Express 5.0.

Von Christof Windeck

Für kleine Server mit einer einzigen Prozessorfassung verkauft Intel seit Jahren Xeon-E-Typen, die eng mit den jeweils aktuellen Core-i-CPUs verwandt sind. Jetzt kommen acht Versionen des Xeon E-2400 „Raptor Lake“ mit vier, sechs oder acht Performance-(P-)Kernen – E-Kerne lässt Intel weg. Die Preise reichen von rund 210 bis 600 Euro, die Thermal Design Power (TDP) von 55 bis 95 Watt.

Im Vergleich zu den im Herbst 2021 präsentierten Vorgängern Xeon E-2300 bringen die Neulinge zwar nicht mehr CPU-Kerne, aber eine bis zu 68 Prozent höhere Rechenleistung. Außerdem gibt es endlich 16 PCIe-5.0-Lanes, DDR5-ECC-

RAM und USB 3.2 Gen 2 mit 10 Gbit/s. Damit ziehen die Xeon E-2400 mit der Ausstattung der AMD Ryzen 7000 gleich, für die es mittlerweile einige Serverboards gibt. Die Ryzen 7000 haben allerdings bis zu 16 CPU-Kerne und 32 Threads sowie auch PCIe 5.0 x4 für eine SSD.

Mainboards mit C266 oder C262

Der Xeon E-2400 passt in die Fassung LGA1700, braucht aber Boards mit den Chipsätzen C266 oder C262. Solche haben Asrock Rack, Asus, MSI, Supermicro und Tyan angekündigt. Preise sind noch nicht bekannt, aber die Vorgänger mit LGA1200/C256 kosten mindestens 300 Euro. Ryzen-7000-Boards mit Fernwartungschip (Baseboard Management Controller/BMC) sind wenigstens 100 Euro teurer.

Die genannten Hersteller sowie Gigabyte stellen auch Server-Barebones für jeweils einen Xeon E-2400 vor. Gigabyte liefert den flachen 1-HE-Einschub R133 wahlweise mit Xeon- oder Ryzen-Board aus, nämlich als R133-X10/X11/X13 oder R133-C10/C11/C13. Die „11er“-Versionen haben zusätzliche 10-Gbit/s-Ethernet-Netzwerkchips, die „13er“ redundante 800-Watt-Netzteile und Platz für ein oder zwei Rechenbeschleunigerkarten.

Während viele aktuelle Desktop-PC-Mainboards für DDR5-RAM auch Speicherriegel mit jeweils bis zu 48 GByte Kapazität vertragen – die ersten sogar welche mit 64 GByte –, sind die Serverfirmen konservativer. Sie weisen durchweg maximal 128 GByte Arbeitsspeicher in Form von vier 32-GByte-ECC-UDIMMs aus. Registered DIMMs (RDIMMs) bleiben den „großen“ Xeons vorbehalten.

Anders als ihre E-2300-Vorgänger haben die acht Xeon E-2400 keine integrierten GPUs; für eine Workstation mit ECC-RAM steckt man einen gewöhnlichen Core i5/i7/i9 der Serien 12000 oder 13000 auf ein Board mit dem Chipsatz W680 oder R680E. (ciw@ct.de) **ct**



Das Server-Mainboard Asus R13R-M ist mit der Fassung LGA1700 und dem Chipsatz C266 für einen Xeon E-2400 bestückt; es gibt auch eine Variante mit 10-Gbit/s-Ethernet-Chip.



Den Rackserver R133-X11 für einen Intel Xeon E-2400 liefert Gigabyte als R133-C11 auch mit einem Mainboard für einen AMD Ryzen 7000.

Intel Xeon E-2400 (Raptor Lake, LGA1700)

Prozessor	Kerne/Threads	Takt/Turbo	TDP	Preis (Liste)
Xeon E-2488	8/16	3,2/5,6 GHz	95 W	606 US-\$
Xeon E-2478	8/16	2,8/5,2 GHz	80 W	556 US-\$
Xeon E-2468	8/16	2,6/5,2 GHz	65 W	426 US-\$
Xeon E-2486	6/12	3,5/5,6 GHz	95 W	506 US-\$
Xeon E-2456	6/12	3,3/5,1 GHz	80 W	375 US-\$
Xeon E-2436	6/12	2,9/5,0 GHz	65 W	319 US-\$
Xeon E-2434	4/8	3,4/5,0 GHz	55 W	281 US-\$
Xeon E-2414	4/4	2,6/4,5 GHz	55 W	213 US-\$

Flink und kontraststark

Monitore auf der Elektronikmesse CES

Monitore kommen mit immer schnelleren Displays und immer höherer Auflösung. Beides zusammen erhöht die Anforderungen an das Panel und die Elektronik enorm.

Von Ulrike Kuhlmann

Auf der Konsumelektronikmesse CES in Las Vegas finden sich diverse neue Monitore. Ein Trend geht zu flinken organischen Displays mit sehr hoher Auflösung. Die war bei OLED-Monitoren ab 24 Zoll bislang auf 110 dpi begrenzt. Das zeigt auch unser Test in c't 29/2023, in dem sämtliche bis dahin verfügbare OLED-Panelvarianten vertreten sind. Zur CES präsentieren nun einige Hersteller 4K-OLED-Monitore mit 32 Zoll Diagonale (81 cm), die eine Pixeldichte von 140 dpi erreichen. Die sehr flinken Panels sind in erster Linie fürs Gaming gedacht, taugen aber auch für die schlierenfreie Wiedergabe von Videos.

Das Problem: Je mehr Pixel ein Display besitzt, umso mehr Zuleitungen und Pixeltransistoren müssen auf der verfügbaren Fläche untergebracht werden. Da diese nicht transparent sind, dringt weniger Licht vom rückwärtigen LCD-Backlight beziehungsweise der organischen Leuchtschicht an die Displayoberfläche. Das kostet Energie und produziert Wärme, die abgeführt werden muss. Die Schwierigkeiten scheinen die OLED-Hersteller nun überwunden zu haben.

Hochauflösende OLEDs

Dell stellt mit dem 32-zölligen AW3225QF einen 4K-Monitor mit 140 dpi vor, der einen Aufbau von 240 Bildern pro Sekunde unterstützt. Mit seinem QD-OLED-

Panel soll er ebenso wie das 27-zöllige Alienware-Pendant AW2725DF den DCI-P3-Farbraum zu 99 Prozent abdecken und eine Farbabweichung von Delta E unter zwei einhalten. Seine Krümmung liegt bei 1700R, aneinandergestellte AW3225QF bilden also einen Kreis mit 1,7 Metern Radius. Der plane 27-Zöller AW2725DF löst mit 2560×1440 Bildpunkten auf (109 dpi) und lässt sich an DisplayPort respektive USB-C mit bis zu 360 Hertz betreiben. Beide unterstützen das für OLEDs spezifizierte DisplayHDR True Black 400 mit einer maximalen Leuchtdichte von 1000 cd/m^2 und mittleren 400 cd/m^2 im HDR-Betrieb.

Die dreijährige Monitorgarantie deckt Burn-in am OLED-Panel mit ab. Auf unsere Nachfrage erklärte Dell, die eingeschränkte Herstellergarantie gelte für Hardwareprobleme und nicht für eine Beschädigung aufgrund fehlerhafter Bedienung; in der uns vorliegenden Pressemitteilung wird dies nicht unterschieden. Welche Garantiezusagen die einzelnen Hersteller für OLED-Monitore geben, haben wir in c't 29/2023 auf Seite 70 im Artikel „Sündenfall“ aufgeschlüsselt.

Die UltraGear-Monitore von LG nutzen ein hauseigenes WOLED-Panel und bieten ebenfalls bis zu 140 dpi Auflösung. Zur CES stellt LG unter anderem das flinke 4K-OLED-Gerät 32GS95UE vor, dessen Dual Resolution genannte Funktion

Gamern ermöglicht, Bildschirmauflösung und Bildwiederholrate mit einem Klick passend zum jeweiligen Spielgenre zu kombinieren. So können Actionspiele in Full HD mit 480 Hertz und bildgewaltige Spiele in voller 4K-Auflösung mit immer noch sehr flinken 240 Hertz gespielt werden. Der 4K-Monitor besitzt zwei HDMI-Anschlüsse und einen DisplayPort, er unterstützt DisplayHDR True Black 400 und lässt sich auf seinem Fuß in der Höhe verstellen und ins Hochformat drehen.

Für Büro und Freizeit

Bei der Monitorausstattung will LG künftig wie Samsung smarte Funktionen integrieren; Samsung nutzt dazu das Tizen-Betriebssystem, bei LG ist es das hauseigene WebOS. Auf der CES stellt LG die Smart-Monitore aus seiner neuen MyView-Serie vor. An ihnen kann man ohne PC-Anschluss Filme, Sportübertragungen oder Serien streamen, Musik hören und per RDP-Client aus der Ferne am PC arbeiten. Die drei smarten 4K-Monitore 32SR85U, 32SR83U und 32SR70U nutzen ein schmal eingefasstes IPS-Panel mit 3840×2160 Bildpunkten und erreichen eine Pixeldichte von 140 dpi. Alle drei können angeschlossene Notebooks per USB-C mit 45 Watt (SR70U), 65 Watt (SR83U) beziehungsweise 90 Watt (SR85U) laden. Zusätzlich besitzen sie je zwei HDMI-Ports, Bluetooth, Lautsprecher und eine Fernbedienung für die Steuerung von Apps und WebOS gibts obendrein.

An allen lassen sich Inhalte per AirPlay und Miracast vom Smartphone aufs große Monitordisplay spiegeln. Für den 32SR85U und optional für den 32SR83U gibt es eine abnehmbare Full-HD-Webcam. Äußerlich unterscheiden sich die drei MyView-Monitore beim Standfuß und sie sind außer in Weiß auch in Beige, Pink oder Grün erhältlich. Preise und Verfügbarkeiten der neuen Monitore werden für den deutschen Markt erst im Februar 2024 bekannt gegeben. (uk@ct.de) **ct**

Dells 32-zölliger OLED-Monitor AW3225QF löst mit seiner Pixeldichte von 140 dpi sehr fein auf.



Dresscode

Designrichtlinie für Adobe-Anwendungen

Adobe will die Bedienoberflächen der Creative-Cloud-Anwendungen unter einer Designrichtlinie namens Spectrum 2 vereinheitlichen. Das betrifft visuelle Elemente auf dem Desktop, auf Mobilgeräten sowie im Web und berücksichtigt auch Sehschwäche.

Von André Kramer

Erstmals seit zehn Jahren hat Adobe seine Designrichtlinie für die Programme der Creative Cloud aktualisiert. Das 2013 beschlossene Spectrum-System vereinheitlichte das Anwendungslayout der damaligen Creative Suite. Das war nach der Übernahme von Macromedia und anderen Softwareherstellern nötig, denn beispielsweise Illustrator und Flash Pro sahen nicht aus wie Kinder derselben Eltern.

Mit Spectrum 2 hat Adobe sich mehr vorgenommen: Nutzer sollen sich künftig nicht nur in unterschiedlichen Anwendungen zu Hause fühlen, sondern auch plattformübergreifend. Die Creative-Cloud-Anwendung zeigt unter „Applikationen“ jeweils bis zu drei Symbole für die Plattformen Desktop, mobil und Web: Acrobat, Photoshop und Lightroom sind nicht nur auf Windows-PC und Mac zu Hause, sondern auch unter Android, iPadOS und iOS sowie im Browser.

In ihnen manifestieren sich bereits etliche Grundzüge des künftigen Anwendungslayouts. Lightroom CC bietet nahezu dieselben Werkzeuge unter Windows und macOS sowie unter Android, auf dem iPhone und dem iPad an, ohne dass sich die Benutzererfahrung groß unterscheidet. Künftig sollen sich auch Photoshop, Illustrator und andere Adobe-Werkzeuge wie das moderne Lightroom auf verschiedenen Gerätekategorien einheitlich anfühlen.

Zunächst aber bildet das kostenlose Designtool Adobe Express diese reine

Lehre ab, mit dem Adobe in erster Linie neue Nutzer anspricht. Sie sollen mit Express schnell und einfach Social-Media-Beiträge erstellen können. Spectrum 2 soll außer für die Anwendungen der Creative Cloud auch für die Document Cloud und die Experience Cloud gelten.

Schaltflächen und Dialoge

Laut Adobe beschreibt Spectrum 2 alle Designelemente einer typischen Programmoberfläche, einschließlich Symbolleisten, Typografie, Farbgebung und Illustrationen. Adobe Express zeigt sich farbenfroher als die grauen und nüchternen Anwendungen der Creative Cloud. Die Linien sind kräftiger und die Bedienelemente runder. Dieser Look soll sich künftig auch in anderen Anwendungen niederschlagen. Die sich daraus ergebenden Regeln sollen zwar die Konventionen von macOS, Windows, Android und iOS befolgen, aber mehr als die erste Spectrum-Version mobiler Anwendungslogik folgen. Die Icons von Werkzeugen fallen durch dickere Linien und stärkeren Kontrast beispielsweise auf kleinen Bildschirmen besser auf. Ein überarbeitetes Farbsystem trägt den Markfarben der Adobe-Anwendungen Rechnung, unter anderem Gelb-orange für Illustrator, Blau für Photoshop und Magenta für InDesign.

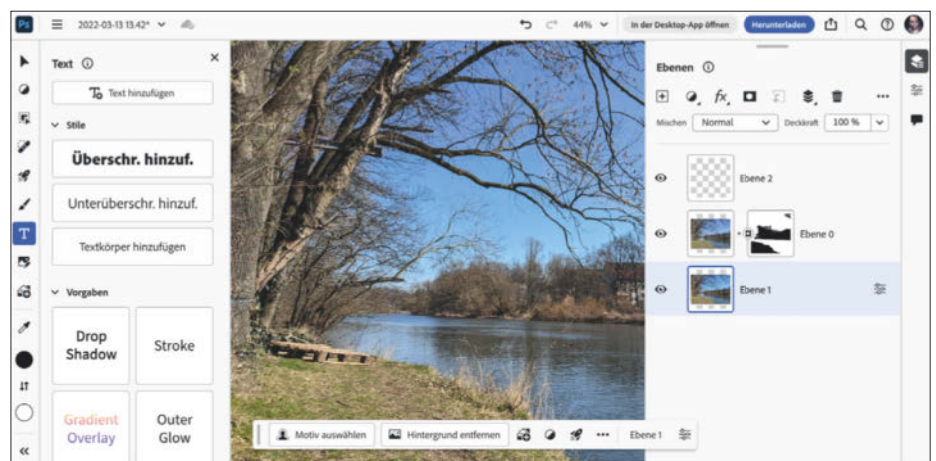
Standardwerkzeuge wie Verschieben und Auswahl, Pinsel und Text sollen künftig in allen Anwendungen nicht nur gleich aussehen, sondern auch an derselben Position zu finden sein: in einer vertikalen Leiste auf der linken Seite. Symbole auf der rechten Seite rufen Dialoge wie Ebenenpalette, Regler und Kommentarmedienfeld auf. So macht Adobe es bereits in Acrobat, Lightroom CC und der Web-Version von Photoshop vor.

Hilfe bei Sehschwäche

Adobes Richtlinie sieht angemessenen Kontrast von Text und Grafikelementen im Verhältnis zum Hintergrund vor, aber auch Regeln für die Tastatursteuerung. Dabei geht es nicht nur um kleine Bildschirme. Die Weltgesundheitsorganisation schätzt, dass weltweit 2,2 Milliarden Menschen an einer Form der Sehbehinderung leiden. Adobe-Anwender sollen Kontrast und Helligkeit selbst an ihre Bedürfnisse anpassen können. Auch die Farben will Adobe überarbeiten und damit bei Farbsehschwäche helfen.

Konkret können Nutzer beispielsweise über einen Schalter zwischen hellem und dunklem Modus umschalten, den Kontrast zwischen Schrift und Hintergrund per Schieberegler ändern und über einen weiteren Regler die Abstände zwischen den Bedienelementen vergrößern oder verengen. Das hilft auch, wenn beispielsweise im Alter die Nahsicht nachlässt.

Im Laufe des Jahres 2024 will Adobe Spectrum 2 in seine Anwendungen einführen, angefangen bei den Webprodukten. Die Webversion von Photoshop kommt bereits mit abgerundeten Paletten und den neuen Werkzeugensymbolen. (akr@ct.de) **ct**



Die Webversion von Photoshop enthält links bereits die neu gestalteten Werkzeugensymbole und rechts die bisher nur für Lightroom typischen Palettensymbole.

Fedora Asahi Remix 39 veröffentlicht

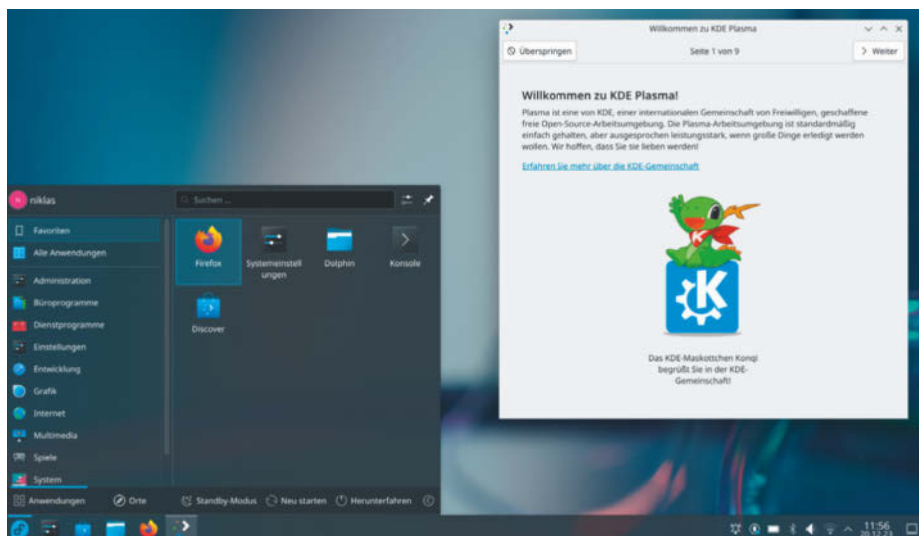
Mit dem Release von Fedora Asahi Remix 39 schließt das Asahi-Linux-Projekt seinen Umzug zu Fedora ab. Die Entwickler haben unter anderem den Audio-Stack überarbeitet. Dadurch funktionieren erstmals die integrierten Lautsprecher von MacBook Books.

Im August hatte das Asahi-Linux-Projekt, das eine Linux-Distribution für Macs mit Apple-Halbleitern entwickelt, bekannt gegeben, zukünftig auf der ARM-Version von Fedora aufzubauen. Bis dahin war Arch Linux die Basis für Asahi Linux. Mit dem Release von Fedora Asahi Linux Remix 39 bescherten die Entwickler der Community am 19. Dezember 2023 ein verfrühtes Weihnachtsgeschenk. Dazu hatten sie intensiv mit dem Fedora-Projekt kooperiert und die „Fedora Asahi Special Interest Group“ (siehe ct.de/y5dn) ins Leben gerufen.

Das neue Release ist kompatibel mit den Modellen MacBook Air, MacBook Pro, Mac Mini, Mac Studio und iMac mit M1- und M2-Chips. Das gilt auch für die M-Chips in den Pro-, Max- und Ultra-Ausführungen. Ausnahme ist der Mac Pro. Je nach Modell unterscheidet sich jedoch, welche Hardware Asahi unterstützt.

Auf den Notebooks MacBook Air und MacBook Pro funktionieren jetzt erstmalig die integrierten Lautsprecher mit Asahi Linux, beim iMac jedoch noch nicht. Auf externe Displays über USB-C, Thunderbolt, USB 4 und den Fingerabdrucksensor (Touch ID) müssen Nutzer bislang noch auf allen Geräten verzichten.

Insgesamt funktionieren im neuen Fedora Remix aber so viele Hardwarekomponenten wie noch nie, darunter Webcam, WLAN, HDMI, Bluetooth und die Touch Bar. Welche Komponenten laufen, können Interessierte in der sogenannten Feature-Matrix nachvollziehen, die wir unter ct.de/y5dn verlinkt haben.



Als Desktopumgebung dient im Fedora Asahi Remix KDE Plasma. Im Installer kann man sich aber auch für Gnome oder eine Variante ohne grafische Oberfläche für Server entscheiden.

Besonders stolz sind die Entwickler auf die Integration des DSP (Digital Signal Processor) in den Audio-Stack, an der sie die letzten zwei Jahre gearbeitet haben. Es gab zuvor zwar schon Treiber für die integrierten Lautsprecher, die wurden bislang jedoch nicht an Nutzer verteilt, um zu verhindern, dass die damit ihre Geräte beschädigen. Jetzt verspricht das Projekt auf der Asahi-Linux-Website selbstbewusst „das beste Audio auf einem Linux-Laptop, das du je gehört hast“. Dafür habe man mit dem PipeWire- und WirePlumber-Projekt zusammengearbeitet sowie acht verschiedene MacBook-Modelle eingemessen und kalibriert.

Die Software `speakersafetyd` sorgt dafür, dass die Lautsprecher nur innerhalb sicherer Parameter betrieben werden können. Die Software `Bankstown` kümmert sich darum, dass der Bass voll klingt. Dass der DSP jetzt die Steuerung von Audio übernimmt, soll sich nicht negativ auf die Akkulaufzeit auswirken.

Als Desktopumgebung liefert Asahi voreingestellt KDE Plasma 5.27 aus, das im Wayland-Modus läuft. Im Installer können Nutzer Gnome 45 als Alternative wählen oder die grafische Oberfläche weglassen, beispielsweise für einen Mac Mini als ARM-Server. Im April folge man Fedora 40 beim Wechsel auf KDE Plasma 6.

In einem Testlauf bei uns auf einem MacBook Air mit M1-Chip lief der Fedora Remix von Asahi Linux ohne Probleme. Mit dem neuen Release hat erstmals die Bildschirmaufnahme unter Wayland funktioniert. Neu war auch ein angepasster Calamares-Installer zum Einrichten des Nutzerkontos. Asahi Linux kann nur als Dual-Boot-Option neben macOS installiert werden. In c't 25/2022 führen wir durch den Installationsprozess, der sich durch den Umzug zu Fedora nicht grundsätzlich verändert hat. (ndi@ct.de)

Asahi-Linux-Website mit Feature-Matrix und Installationsskript: ct.de/y5dn

Open Slides 4.1 verbessert Usability

Die Entwickler des digitalen Antrags- und Versammlungssystems OpenSlides haben Version 4.1 der Software veröffentlicht. Das Projekt legt den Fokus in diesem Release auf die bessere Bedienbarkeit. Dazu zählt unter anderem eine neue globale Volltextsuche, die Antragstexte, Tagesordnungs-

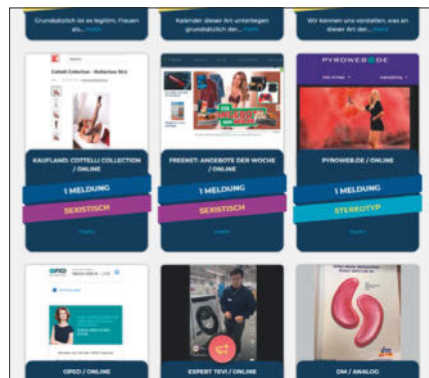
punkte, Wahlen, Namen, Teilnehmer und Dateien durchkämmt. Durch die Integration von Single-Sign-On mittels SAML kann man OpenSlides jetzt einen Identity Provider vorschalten, der sich um die Authentifizierung der Konten kümmert. Neu sind außerdem die Wahlmethode Listen-

wahl und definierbare Vorgaben für Geschäftsordnungsanträge. Um OpenSlides besser an die eigene Organisation anzupassen, können Nutzer jetzt das Design mit eigenen Logos und Farben anpassen. Auf demo.os4.openslides.com kann man die neuen Features testen. (ndi@ct.de)

Feuermelder

werbemelder.in

Es wäre vielleicht lustig, wenn es nicht so beschämend wäre: Auf **Werbemelder*in** gibt es fast 4700 Werbemotive, die Frauen, häufig leicht bekleidet, als Objekte zeigen. In Werbung für Fleisch, Heimwerkerbedarf oder Lieferdienste treten die dargestellten Personen als Sexbombe oder Dummchen auf. Mal ist ein Steak „so schön wie eine Frau – schmeckt nur anders“, mal posiert eine Asiatin im Pizzeria-Flyer als „Fernöstliche Versuchung“.



Das Rezept ist immer gleich: vermeintlich lustige Wortspiele kombiniert mit expliziten Fotos.

Die Website möchte Diskriminierung aufgrund des Geschlechts öffentlich machen. Die Seitenbetreiber fassen den Begriff

Sexismus dabei bewusst eng, um dem Vorwurf entgegenzuwirken, das sei nur eine Frage des persönlichen Geschmacks. Über ein Formular können Besucher Werbung einreichen, die ihrer Meinung nach diskriminierend ist. Sie geben den Link zur Werbeanzeige an, ihren eigenen Namen und den des werbenden Unternehmens. Optional beschreiben sie, was sie an der eingereichten Werbung stört, und laden Fotos oder Screenshots der Anzeige hoch.

(dwi@ct.de)

Auf Städtetour

driveandlisten.herokuapp.com

Die Site **Drive and Listen** entführt in 55 Städte von Amsterdam bis Zürich, fast alles international bekannte Metropolen. Besucher sehen diese Orte aus der Perspektive eines Autofahrers, der im mal zügigen, mal zähfließenden Verkehr unterwegs ist. Es sind aber nicht die typischen Sehenswürdigkeiten wie Eiffelturm oder Tower Bridge zu sehen. Vielmehr zeigen die Dashcam-Videos namenlose Einkaufsstraßen oder vielspurige Ring-



straßen am Stadtrand. Auf ihnen kurvt man zwischen schwarzen Taxis durch den Londoner Linksverkehr oder navigiert begleitet von vielen Mopeds durch den Smog von Mumbai.

Das Fahrtempo ist eher gemächlich. Wer es rasanter mag, kann die Fahrgeschwindigkeit auf das Anderthalbfache oder Doppelte erhöhen. Die Videos lassen sich ohne Ton oder mit eingeschalteten Verkehrsräuschen anschauen. Zusätzlich kann man noch einen örtlichen Radiosender auswählen und cruist dann zu den Klängen von Joy Türk durch Ankara oder lauscht auf der Fahrt durch Prag dem Sender Rádio Evropa 2. Der Soundmix klappt nicht immer einwandfrei, aber wenn alles richtig zusammenspielt, entsteht ein verblüffend authentischer Eindruck.

(dwi@ct.de)

Alltag im All

howmanypeopleareinspace.com

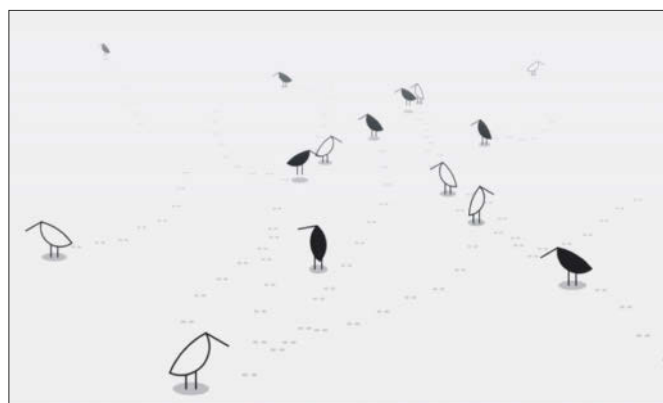


Eine schlichte Zahl steht bei **How many People are in Space right now** für die Männer und Frauen, die zurzeit in einer Raumstation die Erde umkreisen. Darunter sind ihre Namen aufgeführt, samt aktueller Dauer des Aufenthalts im All in Tagen. Die Namen sind jeweils mit dem Wikipedia-Eintrag der Astro- oder Kosmonauten verlinkt.

(dwi@ct.de)

Komische Vögel

burds.vercel.app



Wenn nichts mehr geht im Kopf, hilft ein meditativer Blick aus dem Fenster, um das Hirn einmal zu resettet. Und wenn vor dem Fenster so gar nichts los ist? Dann können Sie es mit **burds!** versuchen. Schwarze und weiße Vögel hüpfen munter über diese Seite und bringen den Betrachter im Nu auf andere Gedanken.

(dwi@ct.de)

Diese Seite mit klickbaren Links: ct.de/ya4n



MIT **Mac & i** IMMER AM BALL

2× Mac & i mit 35 % Rabatt testen!

Mac & i – Das Magazin rund um Apple

- Tipps & Praxiswissen
- Hard- und Softwaretests
- Reports und Hintergründe

Für nur **16,80 € statt 25,80 €*** (Preis in Deutschland)



+ Geschenk nach Wahl
z. B. Kabelbox mit Adaptern
oder Buch Apple Junkies



Jetzt bestellen:

www.mac-and-i.de/miniabo

✉ leserservice@heise.de ☎ 0541 80009 120

Mac & i. Das Apple-Magazin von c't.



Unbeweglich

Immobilienkonzern verhindert Glasfaseranschluss

Eigentlich können Provider durchsetzen, dass Hauseigentümer die für einen zeitgemäßen Internetanschluss ihrer Kunden notwendigen Installationsarbeiten dulden. Ausgerechnet Wohnungsriese Vonovia ignoriert den klaren Willen des Gesetzgebers aber und die Deutsche Telekom scheut sich offenbar, sich zum Nutzen ihrer Kunden mit diesem Großkonzern anzulegen.

Von Tim Gerber

Stefan B. betreibt seit über 20 Jahren ein kleines IT-Unternehmen in Dresden. Dort hat er ein Ladengeschäft im Stadtviertel Gruna unweit des Großen Gartens gemietet. Das an einer Hauptstraße gelegene Gebäude mit insgesamt zwei Wohn- und zwei Gewerbeeinheiten gehört Deutschlands größtem Immobilienkonzern Vonovia. Für die Betreuung seiner IT-Kunden ist Stefan B. auf schnelles und stabiles Netz angewiesen, sowohl im Down- als auch im Upstream. Sein derzeitiger DSL250-Anschluss der Deutschen Telekom erfüllt diese Anforderungen mehr schlecht als recht.

Darauf angesprochen bot ihm sein Provider, die Deutsche Telekom, einen Glasfaseranschluss an. Der Ausbau des modernen Netzes wird in der sächsischen Landeshauptstadt bereits seit 2020 öffentlich gefördert und läuft derzeit auf Hochtouren. Also erteilte Stefan B. der Telekom bereits Anfang des Jahres 2022 den Auftrag für einen Glasfaseranschluss in seinem Ladengeschäft und hoffte auf rasche Umsetzung. Schließlich waren die Tiefbauarbeiten in seiner Straße im Sommer bereits in vollem Gange. Bald kam auch ein von der Telekom beauftragter Techniker zu ihm, um sich die Gegebenheiten für den Anschluss im Gebäude anzusehen. Doch weiter geschah nichts. Im September 2022 stornierte die Telekom den Auftrag, Glasfaser sei nicht mehr verfügbar.

Unter der Hand erfuhr Stefan B., dass sein Vermieter eine für die Durchführung der Installation erforderliche Einwilligung nicht erteile. Und auch die Tiefbaufirma bestätigte ihm – wenn auch eher durch die Blume –, dass die Erschließung des Gebäudes für den Glasfaseranschluss am Eigentümer scheitere. Mit diesen Erkenntnissen wandte sich Stefan B. zunächst an die Industrie- und Handelskammer der Elbmetropole. Dass es ausgerechnet in der Stadt mit den modernsten Chipfabriken des Landes für einen IT-Unternehmer nicht möglich sein sollte, in absehbarer Zeit einen zeitgemäßen Internetanschluss zu bekommen, wollte ihm nicht recht einleuchten. Aber seine Berufsorganisation bedauerte lediglich, ihm bei diesem Problem nicht helfen zu können.

Also wandte sich Stefan B. am 11. September schließlich an c't. Wir fragten am 10. Oktober bei der Pressestelle der Vonovia nach, warum der Wohnungskonzern seinem Mieter den notwendigen Glasfaseranschluss verweigert und konfrontierten den Immobilienriesen auch mit der Vermutung, dass er möglicherweise selbst an den Internetanschlüssen in seinen Objekten mitverdienen will, die er unter anderem in einigen seiner Dresdner Liegenschaften anbietet.

Am 12. Oktober antwortete uns eine Konzernsprecherin Vonovias: Man befindet sich aktuell mit verschiedenen potenziellen Partnern für einen flächendeckenden Ausbau der Liegenschaften mit Glasfasernetzen in Gesprächen. Einen Einzelausbau von einzelnen Wohnungen lehne man „zur Vermeidung von unüberschaubaren Flickenteppichen und zur Wahrung einer Gesamtstrategie grundsätzlich ab“.

Zudem seien bereits in nahezu allen Häusern schnelle Internetzugänge über das TV-Kabel verfügbar, so auch bei Stefan B.

Klare Regeln

Der Gesetzgeber hatte aber genau diesen Monopolbestrebungen von Hausbesitzern gegenüber ihren Mietern einen Riegel vorschieben wollen und deshalb den Provi-
 deren im 2021 neu gefassten Telekommunikationsgesetz (TKG) umfassende Rechte gegenüber Hauseigentümern zur Installation von Anschlüssen für Endkunden eingeräumt. Das sogenannte TV-Kabel-Monopol sollte fallen. Mit so einem Kabelanschluss kann Stefan B. mit seiner kleinen Firma auch nichts anfangen. Er wolle doch nicht Netflix gucken, sondern bräuchte einen deutlich höheren Upstream-Durchsatz und eine feste IP-Adresse, um seine IT-Dienstleistungen anbieten zu können, berichtete er c't. Mit einem auf Privatkunden zugeschnittenen Internetanschluss von Vodafone übers vorhandene TV-Kabel sei ihm nicht gedient, schrieb er.

Wir konfrontierten deshalb am 6. Dezember die Pressestelle der Deutschen Telekom mit den Aussagen von Vonovia. Schließlich hatte die Telekom bereits im Frühjahr mit den Verbänden der Wohnungswirtschaft, denen auch die Vonovia angehört, Rahmenverträge über die Installation von Glasfaseranschlüssen geschlossen. Wir wollten von dem Kommunikationskonzern wissen, ob sich aus dem TKG nicht eine rechtliche Handhabe ergäbe, Vonovia zur Duldung der Anschlussarbeiten bei Stefan B. zu zwingen, und inwieweit man diese dann auch nutze.

Am 13. Dezember antwortete ein Unternehmenssprecher ausführlich auf unsere Fragen: Der Gesetzgeber habe sich auch nach Dafürhalten der Telekom mit den gesetzlichen Regelungen der Paragraphen 134 Abs. 1 und 145 Abs. 1 TKG sowie der Abschaffung des sogenannten Nebenkostenprivilegs durch entsprechende Änderung der Betriebskostenverordnung dafür entschieden, Endnutzern wie zum Beispiel Mietern der Vonovia die Entscheidungsfreiheit zu geben, von welchem TK-Netzbetreiber sie an das Glasfasernetz angeschlossen werden sollen und von welchem Anbieter sie Telekommunikationsprodukte wie Internet, Telefonie oder TV erhalten. Dazu habe der Gesetzgeber im TKG Duldungspflichten

des Grundstücks- und Gebäudeeigentümers in den genannten Normen geregelt. Ziel des Gesetzgebers sei es, den Ausbau von Glasfasernetzen zu ermöglichen und (Infrastruktur-)Wettbewerb zu schaffen. Dies begrüße die Telekom ausdrücklich.

Dass die Vonovia ein „starkes wettbewerbliches Umfeld mit investitionsbereiten Unternehmen“ als „Flickenteppich“ bezeichne, deute hingegen an, dass es „manchen Akteuren nicht immer leicht“ falle, sich von den „historischen Versorgungs-Modellen“ zu verabschieden, in denen ein Anbieter – häufig ein Kabelnetzbetreiber – die Immobilie exklusiv versorgt hat.

„Langfristige exklusive Versorgungsmodelle hemmen den Ausbau und Investitionen in zukunftsichere Glasfaserinfrastrukturen“, schreibt der Telekom-Sprecher weiter. „Zudem beschränken sie die Wahlfreiheit der Mieter. Die Telekom hat sich in der Vergangenheit immer für die Wahlfreiheit des Kunden in Bezug auf Telekommunikations- und TV-Produkte eingesetzt.“ Im Übrigen scheue sich die Telekom auch nicht, die gesetzlichen Rechte im Sinne ihrer Kunden durchzusetzen.

Friede, Freude ...

Fragt sich, warum sie dies im Fall von Stefan B. nicht längst getan hat. Dazu heißt es in der Stellungnahme: „Leider ist es Eigentümern trotz der weitgehenden gesetzlichen Verpflichtungen immer noch möglich, den Ausbau auszubremsen, da TK-Netzbetreiber auf die Mitwirkung beim Bau des gebäudeinternen TK-Netzes aus tatsächlichen Gründen nicht völlig verzichten können.“ Dies etwa deshalb,

da sie für die Einrichtung des Glasfaser-Anschlusses privaten Grund betreten müssten. Die Telekom stehe deshalb im ständigen Austausch mit Wohnungsunternehmen, um den vom Gesetzgeber gewünschten Glasfaserausbau auch in Wohnungsunternehmen voranzubringen.

Dass man ein fremdes Grundstück im Zweifel auch gegen den Willen des Eigentümers betreten kann, wenn nötig eben mithilfe eines Gerichtsvollziehers, weiß jeder, der wegen unbezahlter Rechnung Stromanschlüsse sperren lassen will. Genau dazu hat man ja die Ansprüche auf Duldung ins Gesetz geschrieben, damit die Berechtigten sie im Zweifel auch einklagen und vollstrecken lassen können und eben gerade nicht auf den Goodwill eines Eigentümers angewiesen sind, wenn es etwa um die Versorgung mit notwendigen Breitbandanschlüssen geht. Eigentum verpflichtet, das steht sogar im Grundgesetz.

Wir haben deshalb nochmal explizit bei der Telekom nachgefragt, warum sie im Falle ihres Premium-Kunden Stefan B. nicht mit mehr Nachdruck vorgeht. Dazu könne man keine weiteren Erläuterungen geben, war die unmittelbare Reaktion: „Wir setzen in erster Linie auf einvernehmliche Kooperationen mit den Gebäudeeigentümern. Darüber hinaus halten wir uns zu jeder Zeit die Durchsetzung des gesetzlichen Rahmens in aller Konsequenz offen.“ Die Frage, wie lange ihr Kunde Stefan B. noch warten muss, bis die Telekom „in aller Konsequenz“ den von ihm dringend benötigten GF-Anschluss durchsetzt, blieb bis Redaktionsschluss allerdings unbeantwortet.

(tig@ct.de) **ct**

Rechtsgrundlagen: [ct.de/y2wp](https://www.ct.de/y2wp)

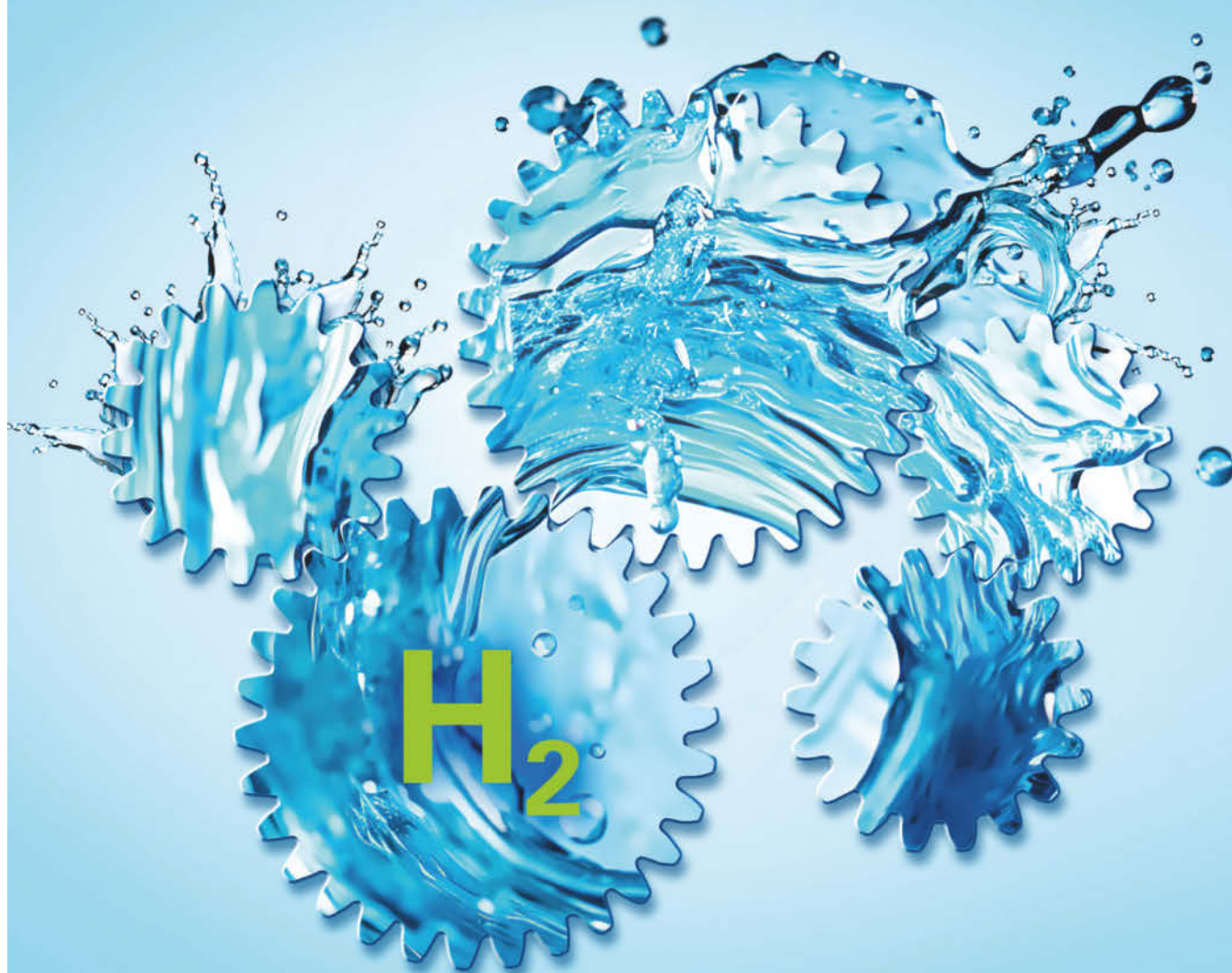


Foto: Stefan B.

Dass die Telekom bei ihm vor der Haustür in Dresden Glasfaser verlegt, den Anschluss seiner Geschäftsräume aber nicht durchsetzen will, ärgert Stefan B. maßlos.

Tanken statt Laden

So funktionieren E-Autos mit Brennstoffzelle
und Wasserstofftank



Brennstoffzellen und Wasserstoffautos erklärt	Seite 54
Wasserstoffautos im Test	Seite 58
Die Wasserstoffpläne durchleuchtet	Seite 66

Hohe Reichweite, in wenigen Minuten betankt wie ein Verbrenner und trotzdem flott, leise und lokal emissionsfrei: Das versprechen Wasserstoffautos. Wir haben die Technik durchleuchtet und klären den einen oder anderen Mythos auf.

Von Stefan Porteck

Das Ende der Verbrennungsmotoren ist innerhalb der EU beschlossene Sache. Dennoch können sich viele Menschen nicht mit dem Gedanken anfreunden, auf ein E-Auto umzusteigen. Neben der Reichweitenangst plagt viele die Sorge vor langen Ladezeiten auf Langstrecken.

Das Problem kennen Wasserstoffautos nicht. Sie sind genauso flott getankt wie Verbrenner. Nach wenigen Minuten an der Tankstelle liegt die Reichweite wieder bei mehr als 400 Kilometern.

Wasserstoff im Tank ist keine neue Idee: Schon vor mehr als 20 Jahren gab es erste Pkw, in denen Benzin oder Diesel durch das leichte Gas ersetzt wurde – jedoch gänzlich anders als heute. Das H_2 verbrannte in den Zylindern wie herkömmlicher Kraftstoff und reagierte dabei mit dem Sauerstoff der Ansaugluft zu H_2O – also zu Wasser.

Über das Versuchsstadium kamen die H_2 -Verbrenner allerdings nie hinaus. So soll das damalige Versuchsfahrzeug von BMW 3,6 kg/100 km verbraucht haben – mehr als dreimal so viel wie die Autos in unserem Test auf Seite 58.

Hinzu kommt, dass selbst die reine H_2 -Verbrennung in der Praxis nicht komplett emissionsfrei ist. Durch die Motorschmierung werden immer auch minimale Anteile des Motoröls verbrannt und zusätzlich entstehen aufgrund der Ansaugluft Stickstoffoxide, sodass Wasserstoffverbrenner streng genommen keine Zero-Emission-Vehicle darstellen.

Heute spielt die Verbrennung von Wasserstoff in Autos keine Rolle mehr für das Senken des CO_2 -Ausstoßes: Die Aufgabe übernehmen nun E-Autos.

Heutige Wasserstoffautos werden von dem Gas deshalb nur indirekt angetrieben. Die auf Seite 58 getesteten Modelle erzeugen daraus in einer Brennstoffzelle elektrischen Strom, der Elektromotoren speist. Während man E-Autos mit Batterie als BEV für „Battery Electric Vehicle“ bezeichnet, werden unsere Testwagen FCEV (Fuel Cell Electric Vehicles) genannt. Mit ihrem E-Antrieb bieten sie die gleichen Vorteile wie batteriebetriebene E-Autos, etwa das aus dem Stand anliegende maximale Drehmoment, die flüsterleisen Motoren und den Wegfall lokaler Emissionen. Obendrein soll die Brennstoffzelle die bislang größten Nachteile von batterieelektrischen Autos ausmerzen: die bei kleinen Fahrzeugen geringe Reichweite und das zeitraubende Laden der Batterien.

Wasser marsch!

Mit Wasserstoff in einer Brennstoffzelle direkt unter der Haube Strom zu erzeugen, klingt ziemlich modern. Doch so neu ist die Technik nicht: Wasserstofftanks und Brennstoffzellen versorgten schon die Apollo-Raumkapseln und Mondfähren

der 1960er Jahre mit Strom, um keine schweren Batterien mitschleppen zu müssen.

Anders als der Name es suggeriert, wird der Wasserstoff in einer Brennstoffzelle nicht verbrannt. Stattdessen läuft in der Zelle eine elektrochemische Reaktion ab, bei der Wasserstoff (H_2) mit Sauerstoff (O_2) aus der Umgebungsluft gemäß der Gesamtreaktionsgleichung „ $2 H_2 + O_2 \rightarrow 2 H_2O$ “ zu Wasser reagiert.

Bei dieser als „kalte Verbrennung“ bezeichneten Oxidation werden an der Anode der Brennstoffzelle vier Elektronen freigesetzt, die, über einen Verbraucher geleitet, an der Kathode der Zelle den Stromkreis wieder schließen. Der Verbraucher ist dabei der E-Motor des Autos.

In den derzeit erhältlichen und auf Seite 58 getesteten Wasserstoffautos kommen Polymer-Elektrolyt-Brennstoffzellen (PEMFC, Proton Exchange Membrane Fuel Cell) zum Einsatz. Bei der exothermen Oxidation von Wasser- und Sauerstoff setzen auch sie Wärme frei. Die PEM-Brennstoffzellen arbeiten bei rund 80 Grad Celsius und zählen zu den Niedertemperaturbrennstoffzellen.

Die Abwärme ist aber hoch genug, dass in die Autos ähnlich wie bei Verbrennern eine Wasserkühlung eingebaut wird. Da aber deutlich geringere Temperaturen auftreten, kann der Kühlkreislauf kleiner ausfallen und die Abwärme lässt sich im Winter für die Innenraumheizung nutzen. Das ist gegenüber Batterie-E-Autos ein Vorteil, da diese elektrisch oder mit einer Wärmepumpe heizen müssen, was die Reichweite schmälert.

Die Kühlung der Brennstoffzelle zeigt jedoch auch einen Nachteil im Vergleich zu Batterie-E-Autos: Je mehr Energie in

Die Brennstoffzelle unter der Haube des Hyundai Nexo erzeugt den Fahrstrom an Bord.



Form von Wärme verpufft, desto geringer ist der Wirkungsgrad. Hier stehen Wasserstoffautos zwischen Verbrennern und Batterie-E-Autos: Während ein Benziner gerade mal läppische 20 Prozent der Energie in Vortrieb umsetzt und die restlichen 80 Prozent sinnlos verheizt, ist das Verhältnis bei Batterie-E-Autos nahezu umgekehrt. Die Wasserstoffautos liegen dazwischen: Der Wirkungsgrad der Motoren ist identisch mit denen von Batterie-E-Autos und die PEM-Brennstoffzellen moderner Generationen erreichen unter optimalen Bedingungen immerhin rund 60 Prozent. Der Vorteil des schnellen Tankens wird also auf Kosten der Effizienz erkauft.

Aus zwei Welten

Der Antriebsstrang von Wasserstoffautos unterscheidet sich kaum von dem eines Batterie-E-Autos: Den Vortrieb erzeugen herkömmliche E-Motoren in Achsnähe. Unter der Haube steckt bei unseren Testkandidaten die Brennstoffzelle. Zudem haben Wasserstoffautos ebenfalls eine Fahrbatterie an Bord. Im Vergleich zu konventionellen E-Autos fällt diese Pufferbatterie mit Kapazitäten von etwa 1 bis 5 kWh von der Leistungsfähigkeit und der physischen Größe sowie vom Gewicht sehr sparsam aus – etwa vergleichbar mit den Speichern von Hybrid-Fahrzeugen.

Früher waren Pufferbatterien wichtig, weil die Brennstoffzellen der ersten Fahrzeuggeneration relativ träge waren. Sie konnten Stromspitzen bei abrupten Lastwechseln nicht bedienen und verschlissen schneller. Die Pufferbatterien federn die Spitzen ab, indem sie parallel zur Zelle Strom an den Antrieb liefern.

Trotz der leichten Akkus sind H₂-Autos etwa genauso schwer wie E-Autos mit Full-Size-Batterie, da der aufwendig geschützte Gastank und die Brennstoffzelle selbst auch Dutzende Kilogramm auf die Waage bringen. Die Pkw-Hersteller könnten theoretisch leistungsfähigere Brennstoffzellen einbauen, befinden sich aber immer in einem Spannungsfeld zwischen Preis, Leistung, Größe und Gewicht sowie der Haltbarkeit. Die Pufferbatterien stellen deshalb einen guten Kompromiss zwischen Gewicht und Leistungsreserven dar.

Von der Stromerzeugung unter der Haube und dem verzweigten Energiefluss bemerken die Passagiere üblicherweise nichts: Sobald man das Fahrpedal tritt, setzt sich ein Wasserstoffauto wie ein herkömmlicher Stromer mit einem leisen Surren in Bewegung. Streicht man das Pedal nur, fließt der Strom der Brennstoffzelle direkt zum Motor. Beim Rollen wandert er hingegen in die Pufferbatterie statt zum Motor. Tritt man die Bremse, rekupe-

rieren auch bei Wasserstoffautos die E-Motoren. Der dann wie von einem Dynamo erzeugte Strom wandert ebenfalls in die Pufferbatterie.

Entladen wird die Pufferbatterie immer dann, wenn die gewünschte Beschleunigung viel Strom benötigt. Vom Umschalten zwischen Batterie und Brennstoffzelle bekommt man beim Fahren nichts mit. Die „Gasannahme“ und Durchzugskraft bleiben stets konstant. Bei Toyota und Hyundai lässt sich im Cockpit ein Flussdiagramm einblenden. Grundsätzlich orientieren sich die Hersteller aber eher am Look-and-Feel von Verbrennern: Bei BMW, Hyundai und Toyota konnten wir während der Fahrt gar keine Infos zum Ladezustand der Pufferbatterie abrufen. Das Einzige, worauf man bei der Fahrt achten soll, ist der gewohnte Blick auf die Tankanzeige.

Woher nehmen

Sobald Politiker über den Klimawandel sprechen, fallen binnen kürzester Zeit meist auch die Begriffe „Energiewende“ und „Wasserstoff-Offensive“. Abseits der Industrie verspricht man sich auch im Mobilitätssektor von Wasserstoff einen Beitrag zur Dekarbonisierung. Doch ob ein Auto mit einer Brennstoffzelle der Umwelt nützt oder genauso schadet wie ein Verbrenner, hängt von der Quelle des Wasserstoffs ab. Auf der Erde kommt Wasserstoff überwiegend gebunden vor – meist als Wasser, in einer Verbindung mit Sauerstoff, aber auch in Kohlenwasserstoffketten oder -ringen.

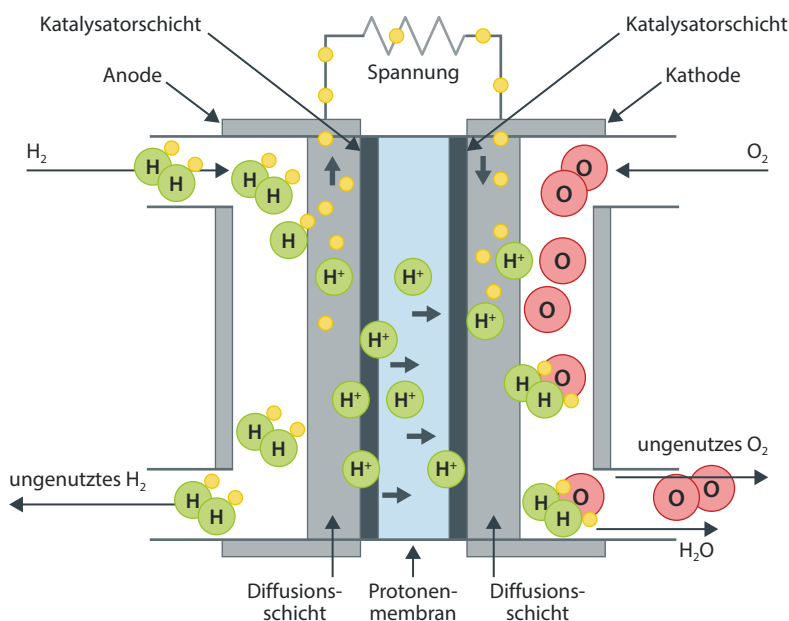
Entsprechend gibt es verschiedene Methoden, um reines Wasserstoffgas zu erzeugen. Ob die spätere H₂-Nutzung vollständig CO₂-neutral ist, hängt also maßgeblich davon ab, aus welchem Rohstoff es extrahiert wurde und welche Energiequelle dafür genutzt wird.

Die meisten Menschen denken bei der Wasserstoffherstellung zurück an Experimente im Chemieunterricht in der Schule: Mit zwei Elektroden, die in ein Wasserglas gesteckt werden, lässt sich durch Anlegen einer Spannung das Wasser per Elektrolyse in Wasserstoff und Sauerstoff spalten. Sofern der für die Elektrolyse genutzte Strom aus erneuerbaren Energiequellen stammt, ist das so erzeugte H₂ bei seiner späteren Nutzung wirklich klimaneutral. Diese Art des Wasserstoffs wird deshalb als grüner Wasserstoff bezeichnet.

Bislang ist jedoch nur ein geringer Prozentsatz des hergestellten Wasser-

Schematischer Aufbau einer Brennstoffzelle

In der Brennstoffzelle reagiert Wasserstoff mit Sauerstoffionen zu Wasser. Der Elektronenfluss dieser chemischen Reaktion treibt den Elektromotor an.





Der Hyundai Nexo lagert die Wasserstofftanks gut geschützt unter den Rücksitzen.

Beim Tanken steigt der Druck im Tank des Pkws mit steigendem Füllstand auf bis zu 700 bar. Wegen dieser Verdichtung beim Tanken erwärmt sich das Wasserstoffgas. Zum Schutz der Hochdrucktanks im Auto sollte eine Temperatur von 85 Grad im Tank nicht überschritten werden, weshalb die Zapfsäulen den Wasserstoff auf bis zu -40 Grad kühlen.

Die Erzeugung, der Transport und die Kompression nebst Kühlung machen Wasserstoff in Kombination mit den komplexeren Zapfsäulen zu einem recht kostspieligen Treibstoff. Wasserstoff lässt sich zwar fast genauso schnell tanken wie Diesel oder Benzin, kostet aber auch ungefähr so viel. Bei einem Kilopreis von zehn bis fünfzehn Euro und einem Verbrauch von etwa 1,5 kg/100 km fährt man mit Wasserstoffautos nicht günstiger als mit einem Verbrenner.

Fazit

Autos mit einer Brennstoffzelle und einem Wasserstofftank vereinen die Vorteile von Verbrennern und E-Autos mit Akku: Sie fahren elektrisch, lokal emissionsfrei und flüsterleise. Zudem haben sie eine hohe Reichweite und lassen sich in wenigen Minuten volltanken.

Bislang macht den Wasserstoffautos jedoch das dünne Tankstellennetz zu schaffen. Hierzulande gibt es derzeit nur rund 100 Zapfpunkte – zu wenig, obgleich Deutschland gut dasteht und Gesamteuropa sogar nur auf weniger als 200 Tankstellen kommt.

Gleichzeitig wächst das Ladenetz mit Schnellladesäulen und die Akkutechnik erlebt weiterhin spürbare Fortschritte bei der Kapazität und der Ladegeschwindigkeit. Sofern der Wasserstoffausbau nicht einen Zahn zulegt, bleiben die H₂-Autos trotz schnellem Tanken teurer und weniger grün als E-Autos mit Batterie. (spo@ct.de) **ct**



Nur am Griff anfassen: Der Tankstutzen kühlt so sehr ab, dass sich binnen Sekunden Reif daran bildet.

stoffs grün. Die von der Bundesregierung ausgerufenen nationalen Wasserstoffstrategie sieht jedoch vor, dass bis zum Jahr 2030 die Elektrolyse ausgebaut werden soll (siehe Artikel auf Seite 66). Das ist aber noch Zukunftsmusik, und Experten sehen den Ausbau kritisch: So kommt eine Studie von Greenpeace Energy zu dem Ergebnis, dass grüner Wasserstoff nur dann dem Klimaschutz dient, falls Ökostrom im Überfluss bereitsteht. Reicht der Strommix nicht für den Gesamtbedarf aus, besteht theoretisch die Gefahr, dass die Wasserstoffgewinnung zwar kein CO₂ emittiert, andere Industriebereiche aber auf Strom aus nicht-regenerativen Quellen ausweichen müssen, sodass der CO₂-Ausstoß nur verlagert wird.

Bislang wird der Großteil des Wasserstoffs mittels Dampfreformierung aus fossilen Kohlenwasserstoffen wie Erdgas gewonnen. Aufgrund der dabei benötigten hohen Temperaturen ist die Erzeugung nur mit großer Energiezufuhr und somit je nach Verfahren und Ausgangsstoffen nur mit erheblichen CO₂-Emissionen möglich. Dieser Wasserstoff wird als grauer Wasserstoff bezeichnet.

Etwas besser schlägt sich blauer Wasserstoff. Er wird ebenfalls aus fossilen Energieträgern hergestellt, das dabei freigesetzte Kohlenstoffdioxid wird jedoch aufgefangen und unterirdisch gespeichert (Carbon Capture Storage).

Beim Erreichen der Klimaziele geht es nicht nur um CO₂, sondern auch um die Gesamteffizienz. Sofern nicht sämtlicher Strombedarf für alle Sektoren nachhaltig erzeugt wird, bleibt grüner Strom ein kostbares Gut. Das ist im Mobilitätssektor ein Problem, denn in Sachen Effizienz schneiden Wasserstoffautos schlechter ab als

E-Autos mit Batterie: Da der Strom bei letzteren direkt im Speicher landet und die Motoren einen hohen Wirkungsgrad haben, bringen sie pro erzeugter Kilowattstunde Strom mehr Kilometer auf die Straße. Wasserstoffautos schneiden schlechter ab, denn die idealerweise genutzte Elektrolyse zur H₂-Herstellung hat keinen überragenden Wirkungsgrad und Gleiches gilt auch beim Erzeugen des Stroms mit der Brennstoffzelle des Fahrzeugs. Der Energieverbrauch ist auf 100 gefahrene Kilometer bei H₂-Autos entsprechend deutlich höher als bei E-Autos mit Akkus.

Gib Gas!

Tankstutzen aufstecken, verriegeln, wenige Minuten pumpen lassen und voll ist der Wasserstofftank des Autos: Zwangspausen von einer bis anderthalb Stunden an der Ladesäule gibt es bei H₂-Autos nicht – ein großer Vorteil gegenüber der E-Konkurrenz mit Akku an Bord.

Direkt an der Tankstelle lässt sich Wasserstoff fast nirgends erzeugen, weil das zu teuer ist und an den meisten Standorten der Platz für die benötigten Anlagen fehlt. Der Kraftstoff muss also wie Diesel und Benzin transportiert werden. Für kurze Wege eignen sich Pipelines oder Leitungen am besten. Für den Transport über größere Strecken kommen Lkw mit klassischen Gasflaschen oder Flüssiggastanks mit einem Fassungsvermögen von bis zu 3,5 Tonnen zum Einsatz.

Die Zapfsäulen sind ebenfalls komplexer als die für Benzin und Diesel. Wasserstoff ist sehr leicht entzündlich. Wegen der Explosionsgefahr sind die Zapfhähne massiver, rasten fest auf dem Tankventil des Fahrzeugs ein und werden dort über einen Hebel mechanisch verriegelt.



Bild: Ki Midjourney | Collage c't

Wasserschleudern

Wasserstoffautos von BMW, Hyundai und Toyota im Praxistest

Batterieelektrische Pkws gehören zum Straßenbild, auch wenn längst nicht hinter jedem Kennzeichen mit dem Endbuchstaben „E“ ein lupenreines E-Fahrzeug steht. Doch wenn schon Hybrid, warum nicht eins mit sauberem Verbrennerteil und Wasser als Abgas?

Von Sven Hansen

Einsteigen, losfahren, lautlos dahingleiten: So sorglos ist man mit einem batteriebetriebenen E-Auto (BEV) unterwegs – bis die Batterie eben leer gefahren ist. Beim Tanken geht es dann nicht mehr ganz so sorglos und flott zur Sache. Auch wenn die Reichweitenangst dank größerer Akkus überwunden scheint, steht die „Ladehemmung“ als dickster Punkt auf der Negativliste potenzieller BEV-Käufer. Hybride Autos mit E-Motor, kleiner Batterie und Wasserstoff-Brennstoffzelle könnten die Lösung sein, denn sie arbeiten ebenfalls lokal emissionsfrei

und sind wie ein Benzin- oder Dieselfahrzeug schnell betankt.

Alle Mischkonzepte haben ihre Tücken, wie schon unser Hybrid-Test in [1] zeigte. Bei den hier getesteten Wasserstoffautos müssen Brennstoffzelle, Pufferbatterie und E-Motor nahtlos zusammenspielen. Im besten Fall geschieht das so diskret, dass außer dem Spaß an der Fortbewegung im Fahrgastraum von der Technik nichts zu merken ist.

Drei aktuelle Pkws mit Wasserstoff-Hybridtechnik konnten wir für unseren Praxistest bewegen – und das auch bei Temperaturen deutlich unter null Grad. Den Hyundai Nexo, der seit unserem letzten Test vor drei Jahren ein Facelift bekommen hat, Toyotas zweite Generation des Wasserstoffklassikers Mirai und einen von rund 50 iX5 Hydrogen, die BMW als Kleinserie auf die Straße gebracht hat.

Käuflich erwerben kann man nur die Fahrzeuge von Hyundai und Toyota. Die schnittige Limousine Mirai ist ab 66.000 Euro zu haben, das SUV Nexo startet ab

77.500 Euro im Konfigurator. Bei unserem Nexo kamen 5400 Euro für das einzige verfügbare Sonderausstattungs paket „Prime“ hinzu. Es bringt unter anderem das Glasschiebedach, besser klimatisierte Sitze und besseren Sound ins Auto. Die Einparkhilfen kosten 412 Euro extra, unterm Strich kommen knapp 80.000 Euro zusammen.

Für den BMW iX5 Hydrogen steht der Preis nicht fest – sollte er in Kleinserie an Endkunden gehen, dürfte er kaum billiger sein als die beiden anderen Kandidaten. Der aktuelle X5 als Verbrenner startet bei 87.000 Euro, die Wasserstoffversion dürfte jenseits der 100.000 Euro liegen. Wichtige Erkenntnis: E-Autos mit Batterie sind 2023 noch immer teurer als vergleichbare Verbrennermodelle – Wasserstoffautos sind noch teurer. Das Bundesverkehrsministerium fördert über das Nationale Innovationsprogramm Wasserstoff (NIP) zwar den Kauf von Fahrzeugen zur Markaktivierung, richtet sich dabei aber nur an gewerbliche Abnehmer.

Eingestiegen

Als erstes Fahrzeug steht der BMW iX5 Hydrogen auf dem Hof. Er ist Teil einer Pilotflotte, das Basisfahrzeug stammt aus dem US-amerikanischen BMW-Werk in Spartanburg. Das daraus abgeleitete Wasserstoffmodell wurde mit einer eigens entwickelten Antriebseinheit bestehend aus Brennstoffzellensystem, Wasserstoff tanks und Hochleistungsbatterie ausgestattet. „Unter hundert“ Einheiten hat BMW nach eigenen Angaben gebaut, rund

50 von ihnen finden sich in der Zulassungsstatistik des KBA in Deutschland.

Dass das Pilotfahrzeug auf einem älteren Modell aufsetzt, sieht man ihm außen wie innen kaum an, lediglich das nicht mehr ganz frische Infotainment verrät das Alter des Basisfahrzeugs. Ansonsten ist von der Wasserstofftechnik bis auf ein paar blau gefärbte Innenraumelemente nichts zu sehen. Eine Besonderheit: Die recht prominente Temperaturanzeige im Kombiinstrument bezieht sich auf den Zustand der Brennstoffzelle. Anders als bei Mirai und Nexo gibt es keine Infos zum Energiefluss.

Ein kleiner Schreckmoment: Das Infotainment zeigt die nächste verfügbare Tankstelle erst in Braunschweig an. Das wären rund 70 Kilometer Fahrt. Bei unserem letzten Test zählten wir im Stadtgebiet Hannover noch drei H₂-Tankstellen – aktuell listet das Navi nur eine und die ist defekt.

So hatten wir uns den Ausbau der Wasserstoffinfrastruktur nicht vorgestellt. Die Nachfrage beim Tankstellenbetreiber H2 Mobility mündete in einem spannenden Interview, das Sie auf Seite 63 lesen können. Geschäftsführer Lorenz Jung konnte uns erklären, was zur Schließung des konkreten Standorts in Hannover führte und wie das Unternehmen den Ausbau der Wasserstoffinfrastruktur künftig gestalten will. Das vorweg: Für Wasserstoff-Pkws schaut es dabei – mittelfristig betrachtet – nicht gut aus.

Die Modelle von Toyota und Hyundai sind die einzigen in Deutschland verfügbaren

c't kompakt

- Wasserstoffautos lassen sich im Alltag fast so bewegen wie E-Autos.
- Der Tankvorgang dauert nicht länger als an der Benzin Zapfsäule und braucht ein wenig Mut.
- Das Tankstellennetz für Wasserstoff-Pkws schrumpft eher, als dass es wächst.

baren Serienfahrzeuge mit Wasserstofftechnik. Die Koreaner haben die eigentlich für 2023 angekündigte Neuauflage des Nexo verschoben, Toyota hat sich erst kürzlich am Rande der Japan Mobility Show zum Wasserstoffantrieb bekannt und will weiter eine Strategie mit mehreren Antriebskonzepten verfolgen.

Der Mirai lädt als klassische Limousine zu langen Überlandfahrten ein und bietet auch auf den hinteren Plätzen üppige Beinfreiheit. Hyundais Nexo ist ein sportlich ausgelegtes SUV, dessen Innenraum ein wenig unter der monströsen Mittelkonsole leidet. Durch das massive Kommandobrett mit über 30 Knöpfen entsteht im Innern ein Kleinwagengefühl.

Ein Blick auf die Waage ist immer spannend: Der BMW iX5 Hydrogen wiegt stolze 2,5 Tonnen, die anderen beiden Testfahrzeuge kommen mit rund 2 Tonnen aus. Gegenüber einem batterieelektrischen Fahrzeug ergeben sich durch die



Drei Wasserstoffautos haben wir für den Praxistest gefahren: BMWs iX5 Hydrogen, den Hyundai Nexo und Toyotas Mirai der zweiten Generation.



Das Kombiinstrument des BMW iX5 Hydrogen zeigt unten rechts die Temperatur der Brennstoffzelle.



Einziger Wasserstoffhinweis: der blaue Start-Knopf im iX5 Hydrogen.

Wasserstofftechnik zwar Gewichtsvorteile, die schmelzen angesichts der stetig wachsenden Energiedichte bei den Akkus jedoch über kurz oder lang ab. Was bleibt, ist der Vorteil des schnellen Tankens. Und ein SUV mit 2,5 Tonnen Gewicht lässt sich auch vollelektrisch auf die Räder stellen.

Erste Ausfahrt

Drei Fahrzeuge, drei Welten, möchten man meinen, wenn man von einem ins andere Wasserstoffauto wechselt. Beginnen wir mit dem Mirai, der in erster Generation zu den Wasserstoffpionieren zählt. Wenn man ihn bewegt, ist man gefühlt auf den kalifornischen Highways

rund um LA unterwegs. Wegen der dort geltenden Emissionsvorschriften ist der US-Bundesstaat nach wie vor ein wichtiger Absatzmarkt für Wasserstoffautos. Der Mirai bedient ihn auf den Punkt: weiche Federung, indirekte Lenkung, bequeme Sitze, steter Vortrieb statt Rekuperation. Die Limousine gleitet auf der Autobahn dahin und Kilometer vergehen wie im Flug.

Das Anzugsverhalten ist moderat, die Beschleunigung von 0 auf 100 km/h mit rund 10 Sekunden ausreichend, für ein Fahrzeug dieser Preis- und Leistungsklasse aber etwas mau. Alles ist besonders weich abgestimmt, daran ändert auch das

Herumdrücken am Fahrmoduswechsler wenig. Ob „Sport“ oder „normal“, ist eigentlich egal. Japaner sind technikverliebt und so wundert es nicht, dass der Mirai auf dem Infocscreen sehr detaillierte Informationen zum Energiefluss ausgibt.

Die Pufferbatterie ist mit 1,24 kWh recht klein dimensioniert, der Mirai setzt sie effizient ein und unterstützt den E-Motor oder rekuperiert dezent im Hintergrund. Verstellen lässt sich die Intensität der Energierückgewinnung nicht, zumindest nicht dauerhaft. Über die Gangschaltung kann man durch Herunterziehen den Br-Modus (Brake) aktivieren. Durch die maximale Rekuperation bremst das Fahrzeug ab. Der Modus wird überschrieben, sobald man wieder aufs Gas steigt. Als Hecktriebler hat das Fahrzeug einen leichten Hang zum Übersteuern, das ESP fängt ihn souverän wieder ein.

Ganz anders der Nexo: Straffer gefedert und kraftvoller im Anzug kommt er etwas sportlicher daher – und so gar nicht wie ein SUV. Manchmal kann das Fahrzeug die Kraft nicht auf die Straße bringen, die Antischlupfregelung greift viel zu spät ein und die Vorderräder radieren auf dem Asphalt.

In der Stadt hat man trotz der Fahrzeuggröße das Gefühl, ein agiles E-Auto zu fahren. Das ist besonders interessant im Vergleich zum Mirai: Trotz dessen höherer Motorleistung kommt er deutlich behäbiger rüber. Das liegt auch an Details wie der direkteren Lenkung des Nexo. Der adaptive Tempomat und die automatische Spurführung funktionieren zuverlässig und laden zum Cruisen ein.

Die Zusammenarbeit von Brennstoffzelle und Batterie funktioniert auch im Nexo tadellos und weitgehend unbemerkt vom Fahrer. Manchmal zieht eine leichte



Tardis-Effekt mal andersherum: Wegen des monströsen Bedienpanels im Nexo fühlt man sich trotz SUV-Abmessungen wie im Kleinwagen.

KANBAN DAY

Kanban – der alternative Weg zur Agilität

26. Februar 2024 – Online-Konferenz

Weit mehr als nur Projektmanagement

Kanban hat sich zum Management von physischen und Softwareprodukten bewährt. Die Online-Konferenz regt dich dazu an, deinen eigenen Weg zur Agilität mit der Methode zu finden.

Unser Programm:

- Discovering Kanban – From Origins to Modern Excellence
- Aufbau einer kundenorientierten, agilen IT-Organisation
- Auf dem Weg zum agilen Erfolg: Die Einführung von Kanban in Unternehmen
- Von Lean Production zum Agile Hoagascht
- Kanban – Alles im Fluss?!
- Kanban in der (Multi-)Projektlanschaft: Erfolgssteigerung durch KPPM

Jetzt
Frühbucher-
ticket
sichern!

Kooperationspartner



David J Anderson
SCHOOL OF MANAGEMENT

kanban.inside-agile.de

OKR DAY

Mit gemeinsamen Zielen zu messbaren Erfolgen

29. Februar 2024 – Online-Konferenz

Entdecke die Welt von OKR – Objectives and Key Results!

Mit OKR können Unternehmen klare, fokussierte Ziele (**Objectives**) mit messbaren Erfolgen (**Key Results**) verbinden. Anders als herkömmliche Ansätze werden OKR nicht von oben diktiert, sondern mit aktiver Mitarbeitendenbeteiligung entwickelt.

Unser Programm:

- Aufräumen mit OKR – Eine Einführung in die Methode
- Flight Levels mit OKR – Bruchlandung oder Höhenflug?
- How to Relate Your OKRs to Your Technical Real Estate
- OKR & Scrum in der Praxis: Die Pille gegen Featuritis?
- OKR, Mission Command, Hoshin Kanri... – Was denn noch alles?
- Erfolgreich OKR implementieren – Eine Success Story

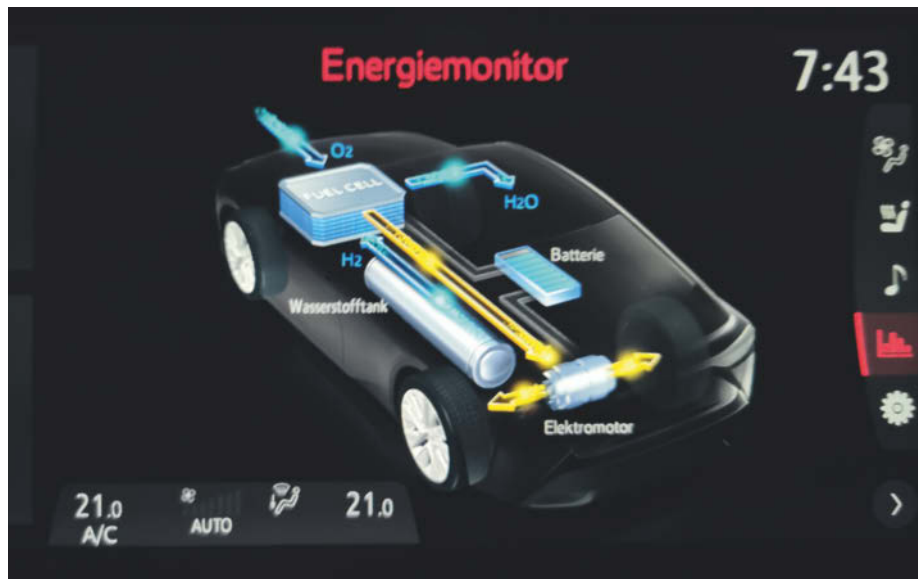
Jetzt
Frühbucher-
ticket
sichern!

Workshops am 7.3. und 8.3.2024

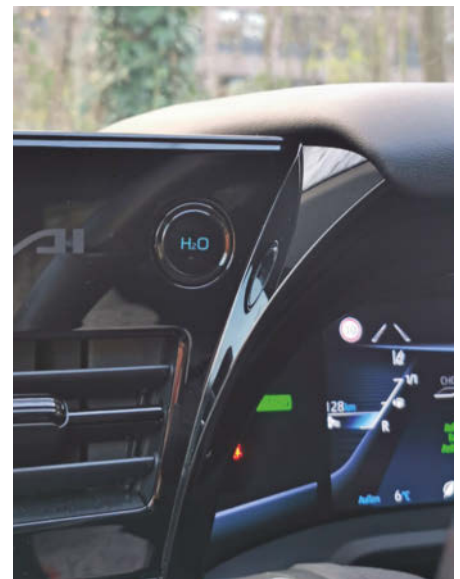
Kooperationspartner



okr.inside-agile.de



Im Mirai lässt sich der Energiefluss zwischen Brennstoffzelle, Pufferbatterie und Motor live verfolgen.



Beim Mirai ist der Entwässerungsknopf prominent beim Lenkrad angebracht.

Vibration durchs Fahrzeug und Geräusche eines Aggregats dringen ins Innere, ohne dass man sie konkret zuordnen kann. Das für Verbrenner-Hybride typische Auseinanderfallen von Motorgeräuschen und Fahrdynamik war nicht festzustellen.

Der BMW ist zwar ein Bolide, gleichwohl jedoch das übersichtlichste Fahrzeug im Test. Der Innenraum bietet viel Platz und weder A- noch B-Säule stören die

Rundumsicht. Die Verarbeitung wirkt edel, die Fahrgastzelle ist akustisch komplett abgeschirmt. Hier geht es deutlich ruhiger zu als bei der Konkurrenz.

Der Vortrieb des iX5 ist im Vergleich zum Nexa und Mirai brachial. E-Auto-Feeling war offensichtlich der Anspruch bei der Konzeption des Fahrzeugs. Der iX5 kann sich auch längere Sprints erlauben, denn er ist mit einer deutlich größeren

Pufferbatterie ausgestattet als die Konkurrenz. Auch in Sachen maximaler Geschwindigkeit geht der Hydrogen in die Vollen. BMW gibt zwar nur „über 180 km/h“ an, in den Papieren sind jedoch 205 km/h festgehalten. Beides ist korrekt: Solange die Batterie noch liefert, kommt man auf die ausgewiesene Maximalgeschwindigkeit. Ist sie leer, läuft das Fahrzeug mit der Leistung der Brennstoffzelle (130 kW) bis 185 km/h. Künstlich heruntergeregelt scheint der Wagen nicht zu sein – das System gibt einfach alles.

Überrascht waren wir von den mageren Assistenzfunktionen im Testwagen. Das Fahrzeug hatte nicht mal ein Abstandsradar für den Tempomaten, sodass man sich nicht so bequem wie bei den anderen Kandidaten an den laufenden Verkehr anhängen konnte. Laut BMW soll das in späteren Serienfahrzeugen anders sein.

Die direkte Lenkung und das gut abgestimmte Fahrwerk vermitteln einen sicheren Kontakt zur Fahrbahn. Überrascht waren wir, dass sich der iX5 bei stürmischer Autobahnfahrt als recht seitenwindanfällig erwies – bei einem E-Auto ähnlicher Größe dürfte das wegen des nach unten verlagerten Schwerpunktes nicht der Fall sein.

Tanken und fahren

Das Tanken der Wasserstoffautos an „unserer“ Tankstelle verlief nach deren Reparatur problemlos. Säule mit Tankkarte freischalten, Tankpistole an den Füllstutzen stecken und den Startknopf an der Säule drücken. Es vergehen etwa 15 Sekunden



700-Bar-Tankstutzen und eine einzigartige Geräuschkulisse: Wasserstoffautos tankt man gefühlt wie eine Mondrakete.

„Wasserstoffmoleküle sind unschlagbar.“

H2 Mobility wurde 2015 ursprünglich als Projektgesellschaft von sechs Industrieunternehmen gegründet, darunter Linde und Shell. 2022 wurde die Gesellschaft neu aufgestellt mit dem Ziel, langfristig ein wirtschaftlich tragfähiges Wasserstoffversorgungsnetz aufzubauen. Zu weiteren Anteilseignern zählen auch Hyundai und Daimler. Lorenz Jung, seit 2016 bei H2 Mobility, ist seit April 2023 als Geschäftsführer tätig. Im Interview spricht er über die Transformationsstrategie des Infrastrukturanbieters.

c't: Herr Jung, wie ist der Stand Dinge beim Ausbau des Wasserstofftankstellennetzes?

Lorenz Jung: Wir kommen aus einem Markt, der stark durch die Pkws getrieben war. Neben der Batterie sollte es eine Antriebsart geben, die man pushen wollte. Das alte Mandat für H2 Mobility als Projektgesellschaft 2015 war der Aufbau der Wasserstoffinfrastruktur bis 2023. Seit letztem Jahr sind wir in einer neuen Phase. Bei den Pkws ist ein großer Bereich durch Fahrzeuge mit Batterietechnik abgedeckt. Heute kommt der eigentliche Impuls von den größeren Fahrzeugen wie Bussen und Lkws. Die Vorzüge der Wasserstofftechnik – hohe Reichweite, kurze Betankungszeiten – lassen sich vor allem bei diesen Fahrzeugen ausspielen. Eine Busflotte mit Umläufen von 300 bis 400 Kilometern lässt sich aus ökonomischer Perspektive leichter auf Wasserstoff umstellen.

c't: Was genau hat sich im vergangenen Jahr geändert?

Jung: Als Projektgesellschaft hatten wir das Mandat, bis 2023 400 Tankstellen aufzubauen. Hätte sich der Markt entsprechend entwickelt, wäre es zur Auflösung gekommen und die Infrastruktur wäre unter den Gesellschaftern aufgeteilt worden. Die erwartete Anzahl von Fahrzeugen – über 200.000 im ursprünglichen Business-Case – wurde weit verfehlt. Seit 2022 sind wir nach einer neuen Finanzierungsrunde anders aufgestellt und agieren frei am Markt. Wir sind weg vom bedingungslosen Aufbau hin zu einer Entwicklung der Betankungsinfrastruktur, die sich wirtschaftlich trägt. Das schließt Fördergelder ein.

c't: Wie wird sich das Netz von H2 Mobility ändern?

Jung: Alle neuen Standorte werden konsequent so ausgelegt, dass sie auch Busse und Lkws bedienen können. Bestehende Standorte werden, wenn möglich, erwei-

tert. Die Tanksysteme in kleineren Fahrzeugen, sogenannte light duty oder light commercial vehicles, arbeiten zur Platzersparnis mit höherem Druck bei 700 Bar, die großen Fahrzeuge mit 350 Bar. Manche Standorte kann man dementsprechend erweitern, andere werden wir auf ihre Zukunftsfähigkeit prüfen und mit lokalen Akteuren nach Lösungen suchen. Die letzte Instanz, die sich keiner wünscht, ist die Schließung.

c't: Eine Station in Hannover wurde bereits geschlossen, warum?

Jung: Hannover ist ein anschauliches Beispiel. Wir haben dort eine Station herausgenommen, die uns von den Betriebskosten her die Haare vom Kopf gefressen hat, ohne dabei besonders stark frequentiert worden zu sein. So wurde eine Anlage der ersten Generation von einem Gesellschafter in der Startphase von H2 Mobility übernommen. Die technische Auslegung führte zu besonders hohen Betriebskosten. Es gab Gespräche mit lokalen Akteuren und mit der Wirtschaftsförderung vor Ort, die die Rettung zum Ziel hatten. Leider gab es keine konkreten Zusagen, die die operativen Kosten gesenkt hätten. Deshalb mussten wir den Stecker ziehen.

c't: Gibt es überhaupt eine Station, die sich ohne Förderung trägt?

Jung: Für einzelne Stationen kann man zumindest eine klare Perspektive aufzeichnen. Sie sind zwar nicht vom ersten Tag an wirtschaftlich, aber entsprechend projektierbar. Wenn dies nicht der Fall wäre, würden wir sie nicht weiter betreiben.

c't: Momentan zeigt die Kurve beim Netzausbau von H2 Mobility nach unten. Wann kommt der Turnaround?

Jung: Das ist nur eine Momentaufnahme bei H2 Mobility. Inzwischen sind auch andere Player am Markt tätig und die Zahl der Tankstellen sollte nach oben gehen.



Bild: H2 Mobility

Jung ist seit April in der Geschäftsführung von H2 Mobility. Langfristig sieht er Wasserstoff auch als Treibstoff für Kleinfahrzeuge.

c't: Wasserstoff wird im Rahmen der Energiewende zur begehrten Ressource. Wird da am Ende genug übrig sein, um Lkws und Pkws zu betanken?

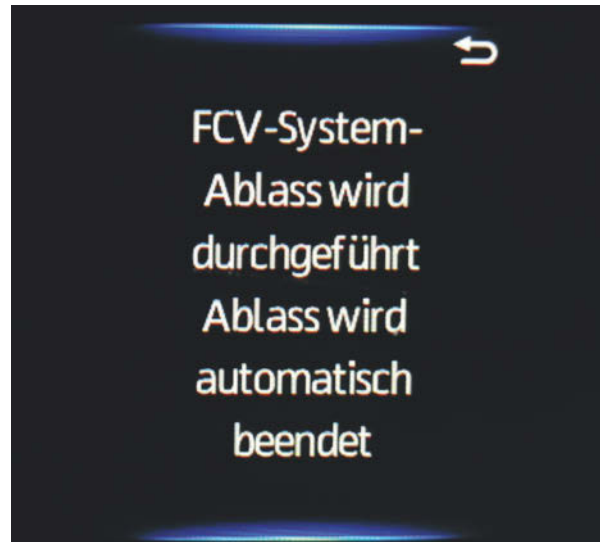
Jung: Ich glaube, dass wir den Markt agieren lassen müssen. Gerade weil H₂ ein seltenes Gut sein wird, hat der Mobilitätsbereich gute Chancen. Für einen Mobilitätsdienstleister erlaubt der derzeitige Kraftstoffpreis einen ganz anderen Molekülpreis als bei einem Stahlwerk. Letztere benötigen Wasserstoffpreise von 2 bis 3 Euro pro Kilogramm, um rentabel arbeiten zu können. Bei Mobilitätsdienstleistern reichen Preise von 6 bis 8 Euro, um in Konkurrenz zum Diesel zu treten.

c't: Momentan bezahlt man rund 15 Euro pro Kilogramm. Das klingt nicht nach Konkurrenz zum Diesel. Werden die Preise nicht eher steigen?

Jung: Wer grünen Wasserstoff verkauft, wird künftig auch von der THG-Quote profitieren. Die durch grünen Wasserstoff eingesparte CO₂-Menge wird dabei direkt vergütet. Das wird zu Preissenkungen führen. Grüner Wasserstoff wird dadurch billiger als grauer Wasserstoff. Ich bin überzeugt davon, dass auch kleine Fahrzeuge mit Wasserstoffantrieb ihre Berechtigung haben. Überall dort, wo ein Auto Geld damit verdient, dass es wirklich viel fährt und nicht herumsteht, wird Wasserstoff eine Alternative zum BEV sein: für Taxiunternehmen, Handwerker oder Vielfahrer. Wasserstoffmoleküle sind als Speichermedium für Energie unschlagbar.



Da hilft auch keine TÜV-Vorstellung: Nach November 2036 soll man den Tank des Mirai nach dem Willen des Herstellers nicht mehr befüllen.



Ablasshandel beim Mirai: Das Fahrzeug zeigt das Freidampfen der Brennstoffzelle im Kombiinstrument an.

den, danach wird der Wasserstoff mit 700 Bar in den Tank gedrückt.

Darüber nachdenken mag man nicht und auch die Witze rund um den Wasserstoff sind in den letzten drei Jahren, spätestens aber seit dem Kino-Hit Oppenheimer, nicht besser geworden: „Wir sehen ja dann den Pilz, wenn es nicht geklappt hat.“ An der Tankpistole bilden sich Eiskristalle und nach etwa zwei Minuten ist der Spuk vorbei. Wasserstofftanken ist primär ein akustisches Erlebnis: Es blubbert, rauscht und zischt – dafür stinkt es nicht.

Die Kosten sind durch den allgemeinen Anstieg der Energiekosten seit dem letzten Test vor drei Jahren deutlich gestiegen: Das Kilogramm Wasserstoff bekamen wir für 15 Euro statt wie damals für 9 Euro. Damit ist man Stand heute mit einem Wasserstoffauto deutlich teurer unterwegs als mit einem Diesel-, Benzin- oder E-Auto.

Überraschender Hinweis im Tankdeckel des Mirai: „Do not refuel after 2036.“ Für die Dichtigkeit des Tanks bürgt der Hersteller offenbar nur eine limitierte

Zeit lang. Ein Austausch dürfte ein wirtschaftlicher Totalschaden sein, sodass der Mirai de facto ein Verfallsdatum trägt.

Immerhin: Bis zu 764 km nach WLTP-Zyklus (Hyundai Nexi) rauschen in wenigen Minuten in den Tank, das kann einem ein Batterie-Auto nicht bieten. Bei Nexi und Mirai stellt sich so schnell ein entspanntes „Verbrennergefühl“ ein. Zumindest ein paar Tage muss man nicht mehr ans Tanken denken.

Der BMW iX5 macht diesen angenehmen Wasserstoffeffekt durch seine viel zu zappelige Restreichweitenanzeige zunichte: Wie bei E-Fahrzeugen der ersten Generation verschwinden bei Kaltstarts Restkilometer im Sekundentakt, sodass einen die pure Angst packt. An einem Morgen bei –5 Grad Außentemperatur zerrinnen die Restkilometer derart schnell, dass wir schon eine Leckage am Tank vermuten. Gibt man dem iX5 Hydrogen ein wenig Zeit, korrigiert er die Anzeige wieder nach oben.

Allgemein wird das Endprodukt der umweltfreundlichen Verbrennung bei winterlichen Temperaturen zum Problem. Aus den 6 Kilogramm Wasserstoff im Tank entstehen immerhin rund 50 Liter Wasser. Der Mirai der ersten Generation hinterließ im Stand häufiger eine Pfütze. Der neue Mirai verdampft das Wasser stärker, so tun es auch die Modelle von BMW und Hyundai.

Mehrfach werden wir während der Tests angesprochen, ob mit den Fahrzeugen alles in Ordnung ist. Stellt man sie auf dem winterlichen Parkplatz ab,



Alles in Ordnung? Im Winter wurden wir häufiger auf die Wasserstoffautos angesprochen, die im Stand den Dampf abließen.

sind sie nicht selten in eine Wolke aus Wasserdampf gehüllt und zischen munter vor sich hin. In der heimischen Garage will man die Feuchtigkeit nicht haben. Nexo und Mirai bieten eine H₂O-Taste, mit der man den Wasserauswurf forcieren kann. Toyota hat sie beim neuen Mirai sogar prominent nahe beim Lenkrad platziert.

Der Mirai der ersten Generation pustete den Wasserdampf seitlich ab, der Nachfolger folgt dem Verbrennervorbild und leitet ihn nach hinten – das knüpft an alte Gewohnheiten an. Auch wenn es sich gar nicht um Abgase im herkömmlichen Sinne handelt, erwarten die Kunden, dass ein Auto hinten qualmt – pardon: dampft – und nicht irgendwo. Der iX5 will nach Angaben des Herstellers ohne Taste auskommen können, „unbemerkt vom Kunden“ ist das Stichwort. Wenn das Auto an ungewollter Stelle Dampf ablässt, wünscht man sich dann doch einen Knopf. Bis auf gelegentliche Dampf-Sessions bekommt man vom Wassermanagement wenig mit. Während der Autobahnfahrten haben wir keines der Fahrzeuge beim Dampfablassen erwischt.

Infotainment & Apps

Das frischeste Infotainmentsystem hatte Hyundais Nexo an Bord: Navigation und Unterhaltung waren auf dem aktuellen Stand anderer Hyundai-Modelle. Die Ausstattung im BMW iX5 und im Mirai hingegen war nicht mehr aktuell. Der BMW fiel durch ruckelige Menüs auf, im Mirai nervte vor allem die schlechte Spracherkennung.

Alle drei Autos hatten einen Qi-Charger, in dem man Smartphones kabellos laden kann. Als Alternative zu den nicht ganz so coolen Onboard-Navis ließen sich Handys über Android Auto und CarPlay verbinden, allerdings jeweils nur in der kabelgebundenen Variante. Auch das ist ein Hinweis, dass nicht die allerneueste Technik verbaut ist.

Im BMW ist die Integration von CarPlay und Android Auto besonders gelungen. Navi-Informationen werden auch ins Kombiinstrument geschickt und man hat die Oberflächen auch mit BMWs iDrive-Drehknopf gut im Griff, ohne auf dem Display herumtasten zu müssen. Der Nexo konnte die Inhalte vom Smartphone ebenfalls im Vollbild auf das Hauptdisplay bringen, während im Mirai für Android Auto und CarPlay nur eine enge Box im 4:3-Format bleibt.



Im Mirai ließen sich Android Auto und CarPlay nicht auf ganzer Displaybreite einblenden.

Via App ließen sich Fahrzeugfunktionen beim Mirai und beim Nexo steuern, dabei fanden wir jedoch keine besonderen Wasserstoff-Funktionen. Vorklimatisierung, Restreichweite, Fahrzeugfinder: Solche und ähnliche Funktionen findet man bei allen aktuellen Autos. BMW war wegen des Pilot-Status außen vor. Als Serienfahrzeug wäre auch der Wasserstoff-BMW in die Standard-App integriert.

Fazit

Praxistauglich sind alle drei getesteten Wasserstoffautos. Über die Langlebigkeit der Brennstoffzellen und vor allem über die Weiterentwicklung des Ladenetzes lässt sich allerdings nur wenig sagen. Letz-

teres wird sich wegen der anstehenden Fokussierung auf den Schwerlastverkehr kurzfristig eher noch verkleinern.

So bleiben Wasserstoffautos zurzeit eher eine theoretische Alternative zu batteriebetriebenen E-Autos. Letztere gibt es in großer Zahl zu kaufen und das Ladenetz wird kontinuierlich ausgebaut. Strom kann man im besten Fall günstig zu Hause abzapfen, der Weg zum eigenen Elektrolyseur ist hingegen schwer.

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

Literatur

- [1] Sven Hansen, Eine Frage des Antriebs, Warum man 2023 ein E-Auto haben will, einen Hybrid bekommen könnte und den Verbrenner womöglich behalten sollte, c't 8/2023, S. 14

Wasserstoff-Pkws

Hersteller	BMW	Hyundai	Toyota
Modell	iX5	Nexo	Mirai
Antrieb	Heck	Front	Heck
Leistung Motor	295 kW	120 kW	134 kW
Leistung Zellen	130 kW	95 kW	126 kW
Batterie	<5 kWh	1,56 kWh	1,24 kWh
Höchstgeschwindigkeit	205 km/h	179 km/h	175 km/h
Verbrauch (WLTP)	1,19 kg/100 km	0,95 kg/100 km	0,89 kg/km
Maße (L × B × H)	4,94 m × 2,02 m × 1,75 m	4,67 m × 1,86 m × 1,64 m	4,98 m × 1,86 m × 1,47 m
Tanks (Anzahl / Gesamtkapazität)	2 / 6 kg	2 / 6,5 kg	3 / 5,6 kg
Gewicht	2570 kg	1950 kg	1950 kg
Reichweite laut Hersteller (WLTP)	504 km	756 km	650 km



Bild: KI Midjourney / Collage c't

(No) Regrets

H₂-Strategie in Politik und Wirtschaft

Die Bundesregierung fördert den Aufbau von Wasserstoffinfrastrukturen in der Mobilität. An erster Stelle stehen „No regret-Anwendungen“ im Flug- und Schiffsverkehr. Der rentable Einsatz für Pkws scheint noch in weiter Ferne.

Von Christiane Schulzki-Haddouti

Schnell raus aus den fossilen Energien: Der Weltklimarat IPCC ist in seinem 6. Sachstandbericht von 2023 klar: Um die 1,5-Grad-Grenze nicht zu reißen, müssen die Emissionen sofort gesenkt werden – und zwar in allen Bereichen. Das unterstrich auch die Mitte Dezember zu Ende gegangene Weltklimakonferenz in Dubai (COP28). Der Energieträger Wasserstoff gilt hierbei als Lückenfüller für die Bereiche, die nicht direkt elektrifiziert werden können. Die Bundesregierung setzt mit ihrer Wasserstoffstrategie in erster Linie darauf, die heimische Produktion von Wasserstoff zu steigern und grünen Wasserstoff zu importieren.

Der Verkehr gehört traditionell zu den Sektoren, in denen es in Deutschland in Sachen Klimaschutz seit Jahrzehnten nicht

richtig vorangeht. Nicht von ungefähr setzt sich FDP-Verkehrsminister Volker Wissing dafür ein, das Klimagesetz des Bundes so zu überarbeiten, dass es keine Messlatte speziell für den Verkehrssektor mehr gibt. Dessen Anteil an den deutschen Treibhausgasemissionen ist mit 19,4 Prozent im Jahr 2021 erheblich.

Im Straßenverkehr ist Wasserstoff laut einer Studie des Umweltbundesamts (UBA) der mit Abstand teuerste Kraftstoff für alternative Antriebe (alle Studien unter [ct.de/yyvk](https://www.ct.de/yyvk)). Sie berücksichtigt nicht nur die Kosten für die Anschaffung der Fahrzeuge, sondern auch für den Aufbau der Tankstellen- oder Ladeinfrastruktur sowie die Energiebereitstellung.

Allein die Zahlen zu den Tankstellen sprechen für sich: Aktuell gibt es in Deutschland rund 100 Wasserstofftankstellen für Pkws, die sich auf die Großstädte Berlin, Hamburg, Köln und München konzentrieren, europaweit sind es gerade einmal 165. Für Lkws und Busse gibt es in Deutschland 20 Tankstellen, für Züge 2. Klar ist: Wasserstoffgestützte Mobilität steht noch ganz am Anfang.

Die Bundesregierung hat im vergangenen Jahr die Projektgesellschaft „H2 Mobility Deutschland“ mit Förderzusagen aus öffentlichen Mitteln sowie privatem Investorkapital neu aufgesetzt. Das Unternehmen war 2015 mit einem Grundversorgungsauftrag gegründet worden, zu den sechs Kapitalgebern zählten Daimler und Shell. Das ursprüngliche Ziel – ein flächendeckender Ausbau – ist geblieben, doch nun steht auch das Thema Wirtschaftlichkeit auf der Agenda (siehe Interview mit dem H2-Mobility-CCO auf Seite 63).

Hohe Erschließungskosten

Zahlreiche Studien stellen fest, dass Wasserstoff aus Kostengründen aktuell nur dort eine Option sein kann, wo eine vollständige Elektrifizierung nicht möglich oder nicht wirtschaftlich ist. Das ist allgemein dann der Fall, wenn der Energiebedarf besonders hoch ist oder die Reichweitenanforderungen besonders groß sind. Der Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) sieht Potenzial bei Nutzfahrzeugen und mobilen Maschinen: Bis 2040 könnte Wasserstoffantrieb bei ihnen einen Marktanteil von zwölf Prozent erreichen.

Im Schwerlastverkehr könnten Wasserstoff-Brennstoffzellen-Lkws eine deutlich höhere Reichweite als batterieelektrische erzielen und damit für lange Strecken

attraktiv sein, auf denen es nicht möglich oder nicht wirtschaftlich ist, eine Pause zum Aufladen der Akkus einzulegen. Entsprechende Fahrzeuge sind sogar seit Kurzem auf dem Markt: Seit 2022 bietet etwa die Quantron AG einen 44-Tonner mit einer Reichweite von 700 Kilometern.

Allerdings wäre laut der UBA-Studie der Einsatz von Wasserstoff gegenüber der direkten Nutzung von Strom in E-Fahrzeugen im Zeitraum 2020 bis 2050 zwischen 540 und 630 Milliarden Euro teurer – eingerechnet ist dabei der gesamte nationale Straßenverkehr inklusive Pkws und Nutzfahrzeugen sowie der zugehörigen Infrastruktur. Das liegt daran, dass nicht nur Fahrzeuge mit Brennstoffzellen, sondern die gesamte Infrastruktur noch in Entwicklung sind.

Im internationalen Luft- und Seeverkehr sieht das Kostenverhältnis etwas günstiger aus, wobei auch hier die Langstrecke relevant ist: Auf Langstreckenflügen werden nämlich nur 10 Prozent der Flugpassagiere befördert, doch sie verursachen 40 Prozent der CO₂-Emissionen des gesamten Luftverkehrs.

Überdies stellte das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt im Forschungsprojekt KuuL (Klimafreundlicher ultra-effizienter Langstreckenflug) kürzlich fest, dass Flüssigwasserstoff deutlich klimafreundlicher als synthetisches Kerosin ist, da weder Ruß noch Stickoxid bei der Verbrennung entstehen. Allerdings benötigen wasserstoffbetriebene Flugzeuge nicht nur schwerere und größere Tanks, sondern auch komplexere Kraftstoffsysteme und andere Triebwerke. Laut dem Triebwerkskonzern Rolls-Royce könnte Wasserstoff ab Mitte der 2030er-Jahre genutzt werden.

No-regret-Anwendungen

Einen Beitrag zur Klimaneutralität leisten Wasserstofftechnologien nur dann, wenn der Wasserstoff mithilfe von erneuerbaren Energien hergestellt wird: Dieser sogenannte „grüne Wasserstoff“ ist also von fossilen Brennstoffen unabhängig. Die entscheidenden Faktoren sind hier zum einen die Herstellungskosten, zum anderen die Infrastruktur.

Aktuell ist die Produktion von Wasserstoff noch teuer. Das ändert sich erst, wenn die Effizienz der Elektrolyse erhöht und der für die Elektrolyse verwendete Strom aus Erneuerbaren günstiger wird. Das bedeutet, dass auch die Produktion der erneuerbaren Energien gesteigert werden muss.

Die Frage der Infrastruktur bezieht sich auf Speicherkapazitäten etwa in Form

von Kavernenspeichern sowie Tankstellen und Umschlaganlagen für Wasserstoff. Langfristig rechnet das Bundeswirtschaftsministerium mit einem Bedarf von 74 TWh Wasserstoffkapazität. Laut dem Nationalen Wasserstoffrat beträgt das auf Basis der heutigen Kavernenspeicher abgeleitete Wasserstoffspeicherpotenzial nur 33 TWh. Das heißt: Neue Speicherkapazitäten müssen erschlossen werden.

Laut Bundesnetzagentur gingen 2022 rund 8 TWh Windstrom verloren – 30 Prozent mehr als 2021. Eine Lösung könnten Salzkavernen sein, die als Lagerstätten für Wasserstoff genutzt werden könnten. Beispielsweise stellte das Unternehmen GP Joule Hydrogen fest, dass in der schleswig-holsteinischen Gemeinde Hemmingstedt 50 Kavernen mit einer Speicherkapazität von 15 TWh möglich wären. Aktuell gibt es einige Salzkavernen, in denen Erdöl gelagert wird.

2020 hatte die Bundesregierung die erste „Nationale Wasserstoffstrategie“ beschlossen. Mit der neuen Wasserstoffstrategie 2023 will die Ampel-Regierung weitere Anreize setzen, um die Verfügbarkeit von Wasserstoff zu steigern und die notwendige Infrastruktur aufzubauen. Die Ziele sind etwas ambitionierter als 2020: Die heimische Elektrolysekapazität für grünen Wasserstoff soll bis 2030 nicht mehr nur auf fünf, sondern auf zehn Gigawatt erhöht werden. Aktuell sind laut dem Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung (DIW Berlin) 0,1 Gigawatt installiert, also gerade einmal 1 Prozent davon.

Der darüber hinausreichende Bedarf soll über Importe sowie andere Wasserstoffarten gedeckt werden. Ab 2030 soll der Löwenanteil von 45 TWh pro Jahr importiert

werden, um allein die Stahl- und Chemieindustrie zu dekarbonisieren, so eine Analyse der gemeinnützigen Denkfabrik Agora Energiewende. Auch Claudia Kemfert, Leiterin der Abteilung Verkehr, Energie, Umwelt im DIW fordert, dass die Bundesregierung mehr Tempo machen müsse, insbesondere beim Ausbau der Erneuerbaren.

Gefördert werden sollten laut Agora nur Anwendungen, bei denen eine direkte Elektrifizierung nicht sinnvoll ist. Sogenannten No-regret-Anwendungen sind jene, bei denen Investitionen möglichst schnell ihre volle Wirkung im Sinne der Energiewende entfalten können. Solche sieht die Analyse primär in der Stahl- und Chemieindustrie, aber auch beim Flug- und Schiffsverkehr für Langstrecken. Der Straßenverkehr soll von der Förderung ausgenommen bleiben. Agora Energiewende zählt Lkws und Busse, Kurzstrecken-Luft- und -Schiffsverkehr sowie den Schienenverkehr zu den umstrittenen Anwendungen. „Nicht empfehlenswert“ sei der Einsatz für Pkws und kleinere Nutzfahrzeuge.

Wasserstofftechnologien werden in der Mobilität nur dort eine Chance haben, wo politische Fördermaßnahmen den Aufbau der Infrastruktur langfristig so absichern, dass auch die private Wirtschaft bereit ist, in mehr als nur Pilotprojekte zu investieren.

Aktuell geht die Politik jedoch pragmatisch vor: Gefördert wird der Einsatz in den Sektoren wie Stahl und Chemie, in denen es keine besseren Alternativen gibt. Für die Mobilität heißt das: Nicht primär die Technik, sondern die Wirtschaftlichkeit wird entscheidend sein. (sha@ct.de) **ct**

Links zu den Studien: ct.de/yyvk

Regret-Anwendung Wasserstoffauto

Die Zahl neu zugelassener Wasserstoffautos in Deutschland stieg bis 2022 kontinuierlich an. Wenn im Dezember kein Zulassungswunder geschieht, wird sie dieses Jahr erstmals fallen. Der Ausbau der Ladeinfrastruktur für Autos stagniert, was sich durch den veränderten Fokus auf Lkws und Busse mittelfristig kaum ändern wird.

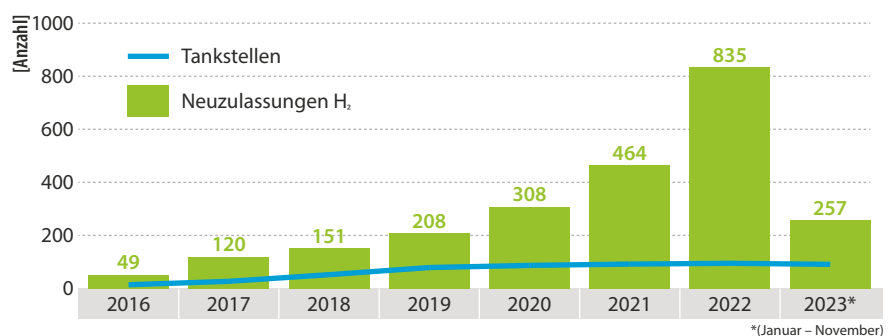




Bild: Abed Rahim Khaib/dpa

Fiasko an der Technikfront

Israels Vertrauen in „intelligente“ Militärtechnik mit fatalen Folgen

Wie konnte das passieren? Das fragen sich Experten in Israel nach dem Versagen der teuren Verteidigungssysteme am 7. Oktober. Erste Analysen deuten auf eine zu große Technikgläubigkeit hin.

Von Andreas Schuchardt

Der Überraschungsangriff der Hamas am 7. Oktober 2023 versetzte Israel einen großen Schock. Die mit Hightech-Zäunen abgeriegelte Grenze zum Gazastreifen galt vielen als unüberwindbar. Zwei Jahre nach der großen israelischen Militäroperation „Protective Edge“ im Jahr 2014 hatte man den Bau einer umfangreichen Sperranlage inklusive „Anti-Tunnel-Barriere“ beschlossen. Das High-

tech-Projekt kostete 3,5 Milliarden Schekel (heute 870 Millionen Euro) und war Teil der sogenannten „intelligenten und tödlichen Grenze“, die bereits im Norden des Gazastreifens erprobt worden war.

Die Grenze ist unter anderem mit Sensoren, zahlreichen Überwachungskameras, mobilen Robotern und Militärdrohnen gesichert. Der ehemalige Verteidigungsminister Benny Gantz meinte: „Die Sperranlage ist ein überlegenes technisches und erfinderisches Projekt. Sie bietet ein Gefühl der persönlichen Sicherheit, das es dieser schönen Region ermöglichen wird, weiterzuwachsen“. Der ehemalige Generalstabschef der israelischen Armee Gantz gehört zurzeit zum dreiköpfigen Kriegskabinett und gilt als möglicher Nachfolger von Benjamin Netanjahu.

Vorbild für die Anlage war der hochmoderne Grenzzaun, der nach dem zweiten Libanonkrieg im Norden Israels errichtet wurde. Dieser sollte die Bedrohung durch die libanesische Hisbollah-Miliz

abwehren. Deren Kämpfer hatten den vorherigen hohen Zaun mit einfachen Leitern überwunden.

Doch auch das neue Verteidigungskonzept erwies sich als anfällig und letztlich untauglich. „Man hatte nicht damit gerechnet, dass sie mit schwerem Gerät kommen und ihn einfach durchbrechen würden“, sagt Yehoshua Kalisky, ein führender Forscher am Institut für Nationale Sicherheitsstudien (INSS) der Universität Tel Aviv. Doch genau das passierte am Morgen des 7. Oktober. Der hochgelobte Zaun wurde an 29 Stellen mit Bulldozern und ähnlichem Gerät durchbrochen (im Bild auf Höhe der Stadt Khan Yunis mit einem verlassenen israelischen Panzer).

Undurchsichtige Hightech

„Der richtige Weg, Technik mit Sicherheit zu verbinden, besteht darin, sie als Teil eines operativen Konzepts zu implementieren, nicht als einzelne Komponente. Man muss davon ausgehen, dass sie nicht perfekt ist, sondern Schwachstellen hat und unter Systemausfällen leiden kann“, erklärt Kaliskys Kollege Professor Eviatar Matania, der erste Generaldirektor des Israel National Cyber Directorate. Dafür brauche man auch geschultes Personal. Allerdings seien „die höheren Offiziere der IDF (Israel Defense Forces, Anm. d. Red.) nicht alle technisch versiert. Einige sehen diese Systeme als Black Boxes und verstehen nicht immer ihre Vor- und Nachteile.“

Die Hamas bewies da mehr Verständnis: Mit eigenen recht einfachen Drohnen schalteten ihre Leute die Kameras aus, die Bilder in Echtzeit an die Kontrollzentren übermittelten, und zerstörten auch die RCWS oder Katlanit genannten stationären, ferngesteuerten Waffensysteme.

Hinzu kamen Selbstüberschätzung und Nachlässigkeit auf israelischer Seite. Die drei in einer zweiten Verteidigungslinie installierten Beobachtungsbällons befanden sich in Reparatur und die israelische Drohnenflotte, die die Signale feindlicher Drohnen hätte stören können, funktionierte aus bisher ungeklärten Gründen nicht. Das Abfangsystem Iron Beam High Energy Laser (HEL) war nach jahrelanger Entwicklung noch nicht einsatzbereit, während palästinensische Billigprodukte ungestört ihren Dienst taten. Zudem war es den Hamas-Milizionären durch ihr schnelles Vorrücken in die umliegenden Ortschaften und Kasernen gelungen, die Kommunikationssysteme zu

unterbrechen, sodass vorübergehend keine Verstärkung gerufen werden konnte.

Der menschliche Faktor

Das Hightech-System erwies sich nach Meinung vieler Experten letztlich als gefährliche Verführung. „Wenn man erst einmal glaubt, dass der Zaun alle relevanten Bedrohungen aufhält, denkt man, dass selbst ein halbes Bataillon in Bereitschaft ausreicht. Die Technik beeinflusst unser Denken sehr stark und wird als Antwort auf alles gesehen. Nur fragt sich niemand, wo die Schwachstellen liegen und wie der Notfallplan aussieht“, sagt Avner Barnea, ehemaliges Führungsmitglied des israelischen Inlandsgeheimdienstes Shin Bet und heute Dozent an der Bar-Ilan-Universität.

Der menschliche Faktor erweist sich als unverzichtbar. „Heutzutage ist es einfacher, visuelle Informationen zu sammeln als menschliche Quellen“, erklärt der ehemalige Chef des Armee-Nachrichtendienstes, General a.D. Aharon Ze'evi-Farkash. Das sei problematisch, denn menschliche Quellen seien „wichtig, um



Bild: Abir Sultan/Pool-Epa Efe/AP/dpa

Ministerpräsident Netanjahu (links), hier mit Verteidigungsminister Galant (Mitte) und Oppositionsführer Gantz, steht nach Berichten über Sicherheitspannen am Grenzzaun unter Druck.

die übrigen Informationen zu interpretieren und Entscheidungen zu treffen“.

Barnea sieht das ähnlich: „Das Erkennen strategischer Überraschungen ist ein menschlicher Prozess, der von der Analyse dessen abhängt, was man in der Welt der Geheimdienste ‚schwache Signale‘ nennt – ganz gleich, wie technisch fortgeschritten Ihre Armee oder wie effektiv Ihr Informationsbeschaffungssystem ist.“

Solche Signale gab es auch in diesem Fall. In den Wochen vor dem Angriff stellten Soldaten der unteren Ränge, die mit der Auswertung von Videoaufnahmen der Aufklärungsdrohnen betraut waren, fest, dass Hamas-Kämpfer in einem nachgebauten Kibbuz übten, Grenzposten zu stürmen, Geiseln zu nehmen und den Häuserkampf zu führen. Laut „Financial Times“ vom 24. November gaben sie diese Information an ihren Vorgesetzten weiter. Doch der Bericht des hochrangigen Offiziers des Armeegeheimdienstes wurde von der Regierung Netanjahu und dem Generalstab als unrealistisch eingestuft. Das seien nur Spielereien. Hamas sei nicht in der Lage, eine so umfangreiche und ausgeklügelte Operation durchzuführen.

Nach Angaben eines Sprechers will sich die Armeeführung nach Kriegsende mit den Enthüllungen befassen. Vom 7. Oktober bis Mitte Dezember zählten die Vereinten Nationen 1200 Tote auf israelischer Seite und mehr als 18.000 Tote auf palästinensischer Seite im Gaza-Streifen.

(hag@ct.de) **ct**

JETZT IM ABO GÜNSTIGER LESEN

GRATIS!

2× Make testen mit über 30 % Rabatt

Ihre Vorteile im Plus-Paket:

- ✓ Als **Heft** und
- ✓ **Digital** im Browser, als PDF oder in der App
- ✓ Zugriff auf **Online-Artikel-Archiv**
- ✓ **Geschenk**, z. B. Make: Tasse

Für nur 19,40 € statt 27-€

Jetzt bestellen:
make-magazin.de/miniabo

Schweigende Flachbox

Lüfterloser Mini-PC Zotac Zbox Edge CI343 mit Intel N100



Unter den sparsamen und billigen x86-Prozessoren ist Intels N100 einer der attraktivsten. Zotac baut ihn in einen geräuschlosen PC ein, der überraschend viel Arbeitsspeicher aufnimmt.

Von Christof Windeck

Der Celeron ist tot, lang lebe der „N“ – nach diesem Motto stellte Intel Anfang 2023 die CPU-Serie Alder Lake N vor. Zu ihr gehören verwirrend unterschiedlich benannte Chips vom Intel Processor N50 bis zum Core i3-N305. Der Vierkerner N100 kommt in besonders vielen Mini-PCs zum Einsatz, auch im hier getesteten Zotac Zbox Edge CI343. Der arbeitet geräuschlos, weil er keinen Lüfter hat, und

kostet als Barebone rund 240 Euro. Steckt man eine M.2-SSD sowie einen DDR5-Speicherriegel für jeweils 25 Euro hinein, erhält man einen superleisen Minicomputer für unter 300 Euro.

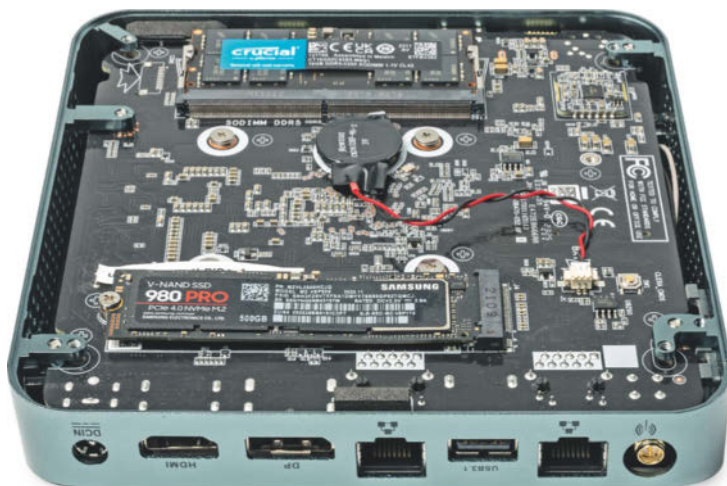
Moderne Technik

In den Alder-Lake-N-Prozessoren stecken nur sogenannte Effizienzkerne (E-Cores), und zwar dieselben wie in den „großen“ PC- und Mobilprozessoren der Baureihen Core i-12000, -13000 und -14000. Letztere haben aber zusätzlich noch zwei bis acht Performance-Kerne (P-Cores), die pro Taktzyklus wesentlich stärker sind. Für viele Alltagsaufgaben ist der N100 trotzdem schnell genug, weil er auf immerhin bis zu 3,4 Gigahertz hochtaktet. Office-Programme, Browser und einfache Bildbearbeitung schafft er gut, weshalb sich die Zbox Edge CI343 als leise Schreibmaschine empfiehlt.

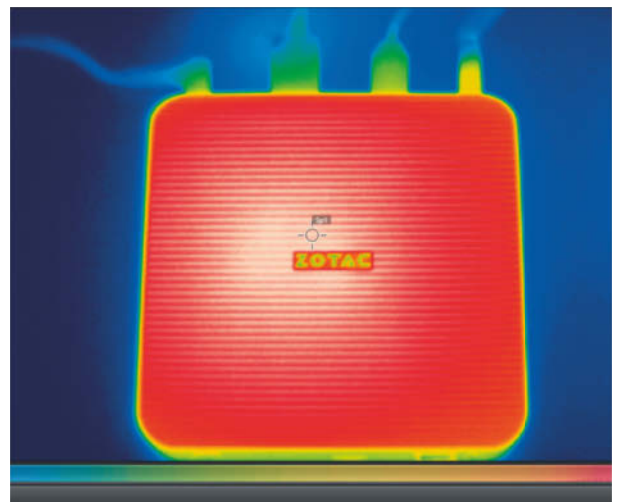
Der integrierte Grafikprozessor reißt zwar keine 3D-Bäume aus, genügt aber

für anspruchslose Gelegenheitsspielen und enthält Hardware-Videodecoder auch für aktuelle Formate wie H.265/HEVC, VP9 und AV1. Der N100 ist ein sogenannter System-on-Chip-Prozessor (SoC-CPU) mit quasi eingebautem Chipsatz; Intel packt dazu zwei separate Chips (Dies) auf einen gemeinsamen Die Carrier. Anders als die meisten der eingangs erwähnten Celerons beherrscht der N100 auch PCI Express 3.0 und USB 3.2 Gen 2 mit 10 Gbit/s. Die Zbox Edge CI343 gibt an der vorderen USB-C-Buchse auch DisplayPort-Signale aus (DP-Alt Mode). Der Anschluss eines Monitorkabels an der Frontplatte sieht aber auf dem Schreibtisch blöd aus.

Wie bei allen modernen Mobilprozessoren hängt auch die Rechenleistung des N100 stark davon ab, wie der jeweilige Gerätehersteller Kühlung und Stromversorgung dimensioniert hat. Per konfigurierbarer Thermal Design Power (cTDP) wird der N100 auf typischerweise 6 bis 10 Watt



In die Zotac Zbox Edge CI343 passen nur zwei Steckmodule: Ein DDR5-Speicherriegel (SO-DIMM) und eine M.2-SSD. Auf der Rückseite gibt es zwei Ethernet-Ports, aber leider nur eine USB-Buchse.



Unter lange anhaltender CPU-Vollast erwärmen sich die Aluminiumrippen der Zbox Edge CI343 auf über 57 Grad Celsius.

TDP eingestellt und die kurzzeitig zulässige Spitzenleistung (PL1/PL2) oft auf 15 bis 28 Watt. In der Zbox Edge CI343 gönnt Zotac dem N100 mehr Strom als Asus im ebenfalls lüfterlosen Mini-PC Asus Expert-Center PN42 [1]. Daher liefert der N100 in der Zbox deutlich mehr Rechenleistung: Im Cinebench R23 sind es bei Singlethreading 9 Prozent, bei Multithreading sogar 60 Prozent mehr. Und im Grafikbenchmark 3DMark Fire Strike liegt er um 84 Prozent vorne.

Unter Dauervolllast werden die Rippen auf der Oberseite des schwarzen Aluminiumgehäuses der Zbox allerdings bis zu 57 Grad Celsius warm. Für den typischen Büroeinsatz spielt das keine Rolle, weil die CPU dabei immer nur kurzzeitig unter Volldampf steht.

Bei der Leistungsaufnahme enttäuscht die Zbox Edge CI343: 9,2 Watt im Leerlauf sind viel zu viel. Angemessen wäre weniger als die Hälfte, da fehlt Feinschliff in der Firmware. Unter Linux (Ubuntu 23.10.1) waren es 8,5 Watt im Leerlauf; augenscheinlich funktionierte bis auf Bluetooth alles.

Seltsam: UEFI Secure Boot war zwar im BIOS-Setup eingeschaltet, aber zunächst nicht aktiv. Nach dem Laden der Standardschlüssel (Factory Default) im BIOS-Setup funktionierte es zwar, der im BIOS hinterlegte Platform Key (PK) von AMI trug aber die Bezeichnung „Do not trust – AMI Test PK“. Das weckt nicht gerade Vertrauen in die BIOS-Programmierer von Zotac und führt den Sinn von Secure Boot ad absurdum.

Dienstleister

Lüfterlose Mini-PCs werden gerne auch als Zuspierer für digitale Anzeigetafeln (Digital Signage) oder als kleine Server für einfache Aufgaben eingesetzt. Dafür ist die Zbox Edge CI343 ganz gut gerüstet: Man kann bis zu drei 4K-Displays anschließen und sie hat zwei 1-Gbit/s-Ethernet-Ports. In das flache Gehäuse passt aber leider nur eine einzige M.2-SSD, die mit PCIe 3.0 x4 immerhin so schnell angebunden ist, wie es der N100 ermöglicht. Auch die drei USB-Buchsen übertragen alle jeweils etwas mehr als 1 GByte/s. Der WLAN-Adapter wiederum gehört mit nur einem Stream (1x1) nicht zu den Raketen seiner Zunft, funkt aber für DSL ausreichend schnell. Der MicroSD-Kartenleser schafft nur kümmerliche 30 MByte/s.

Eine Überraschung gab es beim RAM-Ausbau: Die Zbox Edge CI343 hat nur einen

einigen Steckplatz für ein Small-Outline-(SO-)DIMM mit DDR5-4800. Angeblich sind darin höchstens 16 GByte möglich, das schreibt auch Intel ins N100-Datenblatt. Doch diese Begrenzung ist willkürlich, denn die Zbox erkannte auch Module mit 32 oder sogar 48 GByte Kapazität. Mit Preisen ab 85 Euro ist ein 32-GByte-SO-DIMM mit DDR5-RAM aber noch deutlich teurer als eines mit DDR4-RAM (60 Euro), ein 48-GByte-Modul kostet sogar 160 Euro.

Fazit

Die Rechenleistung des Intel N100 in der Zotac Zbox Edge CI343 liegt auf ähnlichem Niveau wie die älterer AMD- und Intel-Doppelkerner, etwa Athlon 3000G,

Pentium Gold 6400 oder Core i3-6300. Im Vergleich zu einem alten PC mit diesen Prozessoren ist die Zbox leiser, sparsamer und kompakter und bringt moderne Videodecoder sowie USB mit 10 Gbit/s mit.

Einige kleine Schwächen trüben das Bild: Unter lange anhaltender Volllast erhitzt sich das Gehäuse zu stark, die Leistungsaufnahme im Leerlauf liegt zu hoch und das BIOS bräuchte bessere Pflege. Trotzdem ist die Zbox eine attraktive Basis für einen geräuschlosen 300-Euro-Bürocomputer. (ciw@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Carsten Spille, Leisetreterchen, Lüfterloser Mini-PC mit „Intel Processor N100“, c’t 19/2023, S. 74

Zotac ZBox Edge CI343

Lüfterloser Mini-PC-Barebone mit N100-Prozessor	
Hersteller, URL	Zotac, www.zotac.com/de/
Hardwareausstattung	
CPU / Kerne / Takt (Turbo)	Intel Processor N100 (Alder Lake-N) / 4 ohne SMT / 0,8 (3,4) GHz
RAM (Typ / Max) / -Slots (frei)	DDR5-4800 (16 GByte ¹) / 1 × SO-DIMM (1)
Grafik (-speicher)	Intel UHD Graphics mit 24 EUs (vom Hauptspeicher)
Mainboard (Format) / BIOS-Version / Chipsatz	Zotac CI343 (proprietär) / B470P005 (19.4.23) / im CPU-Gehäuse integriert
SSD-Einbauplatz	1 × M.2 2230 / 2242 / 2280, NVMe, PCIe 3.0 x4
Kartenleser / Kensington-Lock / TPM	MicroSD (Intel SDIO) / ✓ / ✓ (fTPM 2.0, Intel)
Sound-Chip / Wiedergabequalität	USB-Audio, Stereo / ⊕
Ethernet (Chip)	2 × 1 Gbit/s (Realtek 8111, PCIe)
WLAN (Adapter)	Wi-Fi 6 2,4/5 GHz, 1x1 (Intel AX101)
Maße (B × H × T)	14,8 cm × 3,2 cm × 18,4 cm (mit Antenne)
Netzteil (Leistung)	Delta ADP-40KD (40 Watt), Kabel 1,80 m
Anschlüsse vorn	1 × USB-C 3.2 Gen 2 + DP alt, 1 × USB-A 3.2 Gen 2 (10 Gbit/s), 1 × microSD, Taster
Anschlüsse hinten	1 × HDMI 2.0b, 1 × DisplayPort 1.4, 1 × USB-A 3.2 Gen 2 (10 Gbit/s), 2 × LAN (RJ45)
UEFI / Secure Boot abschaltbar	– / ✓
Zubehör	VESA-Halterung
Elektrische Leistungsaufnahme, Datentransfermessungen und Geräuscentwicklung	
Soft-off (mit ErP) / Energie Sparen / Leerlauf (4K)	3,0 (0,7) W / 3,2 W / 9,2 W
CPU-Volllast (Peak)	19 (28) W
SSD: Lesen (Schreiben)	3,6 (3,4) GByte/s
USB 10 Gbit/s vorn / hinten: Lesen (Schreiben)	1,1 (1,0) / 1,1 (1,0) GByte/s
Kartenleser: Lesen (Schreiben)	28 (30) MByte/s
Ethernet: Lesen (Schreiben)	950 (745) Mbit/s
WLAN 5 GHz: nah / 20 m	490 / 163 Mbit/s
Geräuscentwicklung: Leerlauf / Volllast (Note)	<0,1 sone (⊕⊕) / <0,1 sone (⊕⊕)
Funktionstests	
Secure Boot ab- / CSM einschaltbar	✓ / –
Wake on LAN: Standby / Soft-off	✓ / ✓
Bootedauer bis Login	12 s
4K-Parallelbetrieb (Anschlussstyp)	3 × 60 Hz (HDMI, DP, USB-C)
Systemleistung	
Cinebench R23 1T / MT / 3DMark: Fire Strike	814 / 2416 / 1164 Punkte
Cinebench 2024 1T / MT	59 / 155 Punkte
Bewertung	
Systemleistung Office / Rendering / Spiele	⊕ / ⊕⊕ / ⊕⊕
Geräuscentwicklung / Systemaufbau	⊕⊕ / ⊕⊕
Garantie	36 Monate + 24 Monate nach Registrierung
Preis	240 € (Barebone ohne RAM und SSD)
¹ anders als vom Hersteller angegeben funktionieren auch 32 oder 48 GByte	
✓ funktioniert – funktioniert nicht ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊕⊕ sehr schlecht	



Nimm mich mit!

Tragbarer All-in-One-PC HP Envy Move mit Akku

HP vereint fürs Homeoffice ein Display mit Zehnkernprozessor und schnellem Flash-Speicher. Als Besonderheit funktioniert der All-in-One-PC auch fernab einer Steckdose. Wir schauen, wie gut das klappt.

Von Christian Hirsch

Desktop-PCs haben Vorteile bei der Ergonomie. Tastatur und Display sind größer als bei Notebooks und lassen sich getrennt voneinander ergonomisch platzieren. Im Unterschied zu den Mobilgeräten benötigen sie aber eine Steckdose. HP will im All-in-One-PC Envy Move die Vorteile beider Rechnertypen vereinen.

Dazu hat der Hersteller in den 24-Zöller einen Akku eingebaut, mit dem er etwa vier Stunden ohne Stromkabel durchhalten soll. Das Konzept ist nicht neu: Bereits vor zehn Jahren gab es mehrere All-in-One-PCs mit integriertem Akku für unterschiedlichen Zielgruppen, die sich aber nicht durchsetzen konnten [1]. HP möchte mit dem Envy Move Nutzer ansprechen, die den Rechner sowohl privat nutzen, beispielsweise um in der Küche Rezepte nachzuschlagen, als auch im Arbeitszimmer damit an einer Videokonferenz teilnehmen.

Um diesen Nutzern gerecht zu werden, hat sich HP einige Gimmicks einfallen lassen. Damit der Rechner im Haus oder der Wohnung portabel ist, gibt es einen flexiblen Tragegriff. Trotz eines Gewichts von rund vier Kilogramm lässt er sich daran angenehm von einem Raum in den nächsten tragen. Um Ortswechsel so

einfach wie möglich zu machen, kommt der Envy Move fast ohne Kabel aus: Statt klassischer Tastatur und Maus gibt es eine per Bluetooth angebundene leichte Tastatur mit großem Touchpad. Alternativ lässt sich der Rechner auch über den 10-Punkt-Touchscreen bedienen. Über Bedienknöpfe am Displayrand passt man Lautstärke und Helligkeit an.

Für den Transport gibt es auf der Rückseite eine Tasche, in die die Tastatur während des Transports passt. Zudem liefert HP eine Abdeckung aus Vlies mit, die das Display gegen Kratzer schützt. Beim Auf- und Absetzen des Envy Move klappen die Füße durch eine Mechanik von selbst beziehungsweise aus. Das einzige, abnehmbare Kabel des Rechners führt zum Steckernetzteil.

Display mit Extra-Hertz

Der mattweiße Envy Move gleicht vom Aussehen ansonsten vielen anderen All-in-One-PCs. Sowohl der Rahmen um das Display als auch das Gehäuse selbst sind sehr schlank. Das glänzende 24-Zoll-Display mit IPS-Technik zeigt eine Auflösung von 2560 × 1440 Pixel. Mit 75 Hertz Wiederholrate arbeitet es geringfügig flotter als die meisten Displays, die den Bildschirminhalt 60-mal pro Sekunde erneuern.

Über den rechts angebrachten HDMI-Eingang nimmt der All-in-One-PC auch Bildsignale von externen Zuspählern entgegen und kann als Monitor für eine Spielekonsole dienen. Das funktioniert, ohne dass der PC läuft, und im Akkubetrieb. Die Helligkeit erreicht maximal 330 cd/m². In der Minimaleinstellung lässt es sich aber nicht komplett abdunkeln.

Nach dem Einschalten benötigt der Envy Move lediglich neun Sekunden, bis der Windows-11-Desktop erscheint. Auch bei Programmstarts reagiert der All-in-One-PC sehr flott. HP baut im Inneren aktuelle Mobiltechnik ein. Im Core i5-1335U rechnen zwei Performance- und acht Effizienzkerne. Das reicht für Office-Aufgaben und einfache Bild- und Videobearbeitung aus. Bei langanhaltenden Berechnungen von Profianwendungen geht der 15-Watt-CPU aber die Puste aus, sobald das rund zehn Sekunden lange Turbofenster mit 55 Watt Power-Budget aufgebraucht ist. Dann takten die P-Kerne nur noch mit 1,8 GHz.

Dem Prozessor stehen 16 GByte aufgelöteter LPDDR5-Speicher sowie eine schnelle PCIe-4.0-SSD mit 512 GByte Kapazität zur Seite. Sie erreicht beim Lesen

rund 5 GByte/s. Späteres Aufrüsten ist jedoch nicht möglich, denn der Envy Move 24 lässt sich nicht öffnen. Die im Core i5-1335U integrierte Iris-Xe-Grafik mit 80 Ausführungseinheiten reicht nur für grafisch wenig anspruchsvolle Spiele. Damit Sims 4 in WQHD-Auflösung flüssig läuft, muss man auf mittlere Detailstufe zurückschalten. Die GPU entlastet die CPU-Kerne bei der Wiedergabe gängiger Videoformate wie H.264, H.265, VP9 und AV1.

Halbtagsakku

Bei den Anschlüssen ist der Envy Move spartanisch ausgestattet. Für USB-Geräte gibt es jeweils einen Typ-A- und Typ-C-Port mit USB-3.2-Gen-2-Geschwindigkeit (10 Gbit/s). In der Praxis konnten wir mit einer externen SSD die erwarteten 1 GByte/s messen. Ethernet fehlt ebenso wie eine 3,5-Millimeter-Audiobuchse und ein Monitorausgang für ein zweites Display. Ins Netzwerk gelangt man ausschließlich über WLAN. Der integrierte Wi-Fi-6E-Adapter mit Realtek-Chip funkt auf kurze Entfernungen mit über 1,3 Gbit/s (165 MByte/s) im 5- und 6-GHz-Band sehr schnell. Auf große Entfernung fällt die Geschwindigkeit jedoch auf mittelmäßiges Tempo zurück.

Die integrierten Lautsprecher des Envy Move liefern trotz ihrer Größe einen ordentlichen Bass und beschallen ein typisches Arbeitszimmer ausreichend laut. Die Höhen sind jedoch etwas schwammig. Selbst unter Volllast bleibt der All-in-One-PC flüsterleise. Maximal schluckt er dabei im Turbofenster der CPU 100 Watt. Anschließend sind es bei Dauerlast lediglich 36 Watt. Im Leerlauf kommt er bei einer

Displayhelligkeit von 130 cd/m² mit 16 Watt aus. Das ist weniger als viele Desktop-PCs ohne Display. Bei voller Helligkeit steigt die Leistungsaufnahme um zehn Watt.

HP verspricht eine Akkulaufzeit von etwa vier Stunden. Dabei stapelt der Hersteller tief: In unserem Test mit ruhendem Windows-Desktop und aktivem Display hielt der Envy Move fünfeinhalb Stunden durch. Für einen vollen Arbeitstag muss also eine Steckdose in der Nähe sein. Performance-Unterschiede zwischen Akku- und Netzbetrieb konnten wir nicht feststellen.

Fazit

HP unternimmt mit dem Envy Move einen neuen Anlauf für einen mobilen All-in-One-PC mit Akku. Das Konzept funktioniert überraschend gut, weil der Hersteller an viele Detaillösungen gedacht hat. Zum Beispiel an die Tastatur mit Touchpad, ein Ablagefach für die Tastatur und die von selbst ausklappenden Füße.

Als Surf-, Office- und Videokonferenzrechner agiert der Envy Move dank moderner Technik flott. Für diese Zwecke ist das geringe Schnittstellenangebot verschmerzbar. Der 1300 Euro teure HP Envy Move ist eine schicke und ergonomische Alternative zu Desktop-Replace-ment-Notebooks, die nicht unterwegs, sondern nur in einem Haushalt genutzt werden.

(chh@ct.de) ct

Literatur

[1] Christian Hirsch, Touch & Go, All-in-One-PCs zum Mitnehmen, c't 18/2013, S. 118

Auf der Rückseite des HP Envy Move gibt es eine Tasche, die während des Transports die Tastatur aufnimmt.



HP Envy Move

Hardware-Ausstattung	
CPU / Kerne / Takt (Turbo)	Intel Core i5-1335U / 2P + 8E / 2,5 (4,3 bis 4,6) GHz
CPU-Lüfter (Regelung)	✓ (✓)
RAM (Typ / maximal)	16 GByte (LPDDR5-RAM / 16 GByte)
Grafik (-speicher)	Intel Iris Xe (vom Hauptspeicher)
Mainboard (Format) / Chipsatz	HP 8C28 (proprietär) / im Prozessor integriert
SSD (Typ, Kapazität)	WD PC SN740 (NVMe (PCIe 4.0 x4), 512 GByte)
Sound-Chip (Chip)	HD-Audio (Realtek ALC274)
WLAN-Interface (Chip, Anbindung) / TPM	Wi-Fi 6E (Realtek 8852CE, PCIe) / fTPM 2.0
Webcam	5 Megapixel (2592 × 1944)
Abmessungen (B × H × T (mit Füßen))	55,3 cm × 36,7 cm × 3,8 cm (14,8 cm)
Gewicht / Kensington-Lock	4,1 kg / ✓
Netzteil (Leistung)	HP TPN-CA09, 19,5 Volt, extern (90 Watt)
Anschlüsse	1 × HDMI-1.4-In, 1 × USB-A 10 GBit/s, 1 × USB-C 10 GBit/s
Display	
Größe (Seitenverhältnis) / Auflösung / Typ	23,8" (16:9) / 2560 × 1440 / IPS (75 Hz)
Helligkeit / Backlight	37 ... 330 cd/m² / LED
Lieferumfang	
Tastatur / Maus	✓ (drahtlos) / Touchpad
Betriebssystem / installiert im UEFI-Modus / Secure-Boot	Windows 11 Home / ✓ / ✓
Updates aktuell / orig. Medium	✓ / n. v.
Anwendungs-Software	HP Tools, McAfee LiveSafe (12 Monate)
Treiber- / Recovery-CD / Handbuch	n. v. / n. v. / nur Kurzanleitung
Zubehör	Display-Abdeckung
Elektrische Leistungsaufnahme, Datentransfer-Messungen und Geräuscentwicklung	
Soft-off / Energie Sparen / Leistungsaufnahme (bei 130 cd/m²)	0,3 W / 0,7 W / 16 W
Volllast: CPU / CPU und Grafik	96 W / 100 W
SSD: Lesen (Schreiben)	4,9 (3,8) GByte/s
USB 3.2 Gen 2 (10 Gbit/s): Lesen (Schreiben)	1064 (1004) MByte/s
WLAN 5 GHz / 6 GHz: nah (20 m)	1321 (445) / 1433 (269) Mbit/s
Geräuscentwicklung: Leerlauf / Volllast (Note)	< 0,1 Sone (⊕⊕) / 0,1 Sone (⊕⊕)
Funktionstests	
Secure-Boot ab- / CSM einschaltbar	✓ / n. v.
USB: 5V in Soft-off / Wecken per USB-Tastatur aus: Standby (Soft-off)	✓ / ✓ (–)
Bootdauer bis Login	9 s
Systemleistung	
SYSmark 30	1331
Office / Productivity / Photo / Content Creation	1285 / 1400 / 1249 / 1398
Cinebench R23: 1T / MT	1650 / 5558
Cienbench 24: 1T / MT	98 / 324
3DMark: Fire Strike	3828
Bewertung	
Systemleistung: Office / Rendering / Spiele	⊕⊕ / ⊕ / ⊕⊕
Geräuscentwicklung	⊕⊕
Preis / Garantie	1299 € / 12 Monate
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊕⊖ sehr schlecht ✓ funktioniert – funktioniert nicht n. v. nicht vorhanden	



Irgendwie schnell

USB4-SSD Adata SE920 mit bis zu 3,8 GByte/s

USB4 verspricht eine Verdoppelung der Geschwindigkeit gegenüber USB 3.2 Gen 2x2. Die erste lieferbare USB4-SSD Adata SE920 übertrumpft beim Lesen jede bisherige USB-SSD, aber beim Schreiben hapert es noch. Und sie hat einen Lüfter.

Von Lutz Labs

Mehr als zwei Jahre nach der ersten Ankündigung ist die Adata SE920 jetzt da: die erste SSD mit dem 40 Gbit/s schnellen USB4. Die SSD nutzt den ersten zertifizierten USB4-Controller, den Asmedia ASM2464PD, der auch andere USB-Versionen sowie Thunderbolt versteht; dazu gesellen sich 1 oder 2 TByte NAND-Flash-Speicher.

Satte 4 GByte/s Datentransferrate versprach Adata bei der Vorstellung der SE920. Unser Test unter Windows 11 fing auch gut an: Mit USB4 kamen wir beim Lesen großer Dateien auf 3770 MByte/s. Doch die Ernüchterung folgte auf dem Fuß, denn beim Schreiben schaffte die SSD mit 280 MByte/s weniger als ein Zehntel der beworbenen Geschwindigkeit von ebenfalls knapp 3,7 GByte/s.

Wir wiederholten den Test mit verschiedenen Benchmarkprogrammen und auch an einem Intel NUC mit Thunderbolt 3. An einem solchen Anschluss verspricht

Adata 3,2 GByte/s, die die SE920 beim Lesen auch erreichte. Beim Schreiben schwächelte sie aber wieder: nur 260 MByte/s. Dann probierten wir einen Mac aus, und siehe da: Dort waren es 2,9 GByte/s beim Schreiben. Und an einem Windows-PC mit USB 3.2 Gen 2x2 (20 Gbit/s) brachte sie es auf 2,1 GByte/s. Die Adata SE920 kann also schnell schreiben, aber weshalb nicht unter Windows mit USB4 oder Thunderbolt?

Schreibcache einschalten

Auf diese Frage antwortete Adata mit dem Hinweis, wir sollten den Schreibcache einschalten, den Windows für USB-Datenträger jedoch standardmäßig deaktiviert. Seit der Windows-10-Version 1809 hat Microsoft die Standardeinstellung geändert, zuvor war der Schreibcache eingeschaltet. Ist er aktiv, sollte man die SSD nicht einfach vom Rechner abziehen, ohne sie zuvor über das entsprechende Symbol in der Taskleiste auszuwerfen – sonst droht Datenverlust. Wir messen USB-SSDs in der Standardeinstellung, um möglichst praxisnahe Daten zu ermitteln.

Weil macOS anders als Windows 11 weiterhin das Auswerfen externer Datenträger verlangt, ist die Erklärung für die höhere Geschwindigkeit am Apple-Gerät einfach: Hier spielt ebenfalls der Betriebssystem-Cache hinein.

Adata erklärte uns, man habe die beworbenen Transferraten unter Windows mit aktivem Schreibcache ermittelt. Nach einigem Hin und Her verwies Adata auf ein Windows-Problem bei USB4, das aber Microsoft lösen solle. Wir haben also die SSD ausnahmsweise mit Schreibcache vermessen, dann schreibt sie tatsächlich mit 3,7 GByte/s. Weitere Untersuchungen, darunter Ausdauerests wie das komplette Beschreiben mit H2testw, bescheinigten der SSD ebenfalls eine Schreibgeschwindigkeit weit oberhalb von 280 MByte/s. Der DRAM-Cache half dabei wenig, weil wir 1 TByte an Daten schrieben, das Testnotebook aber lediglich 16 GByte RAM hat. Einen genauen Wert für die USB4-Schreib-

Benchmarks USB4-SSD Adata SE920

	ohne Schreibcache	mit Schreibcache
	besser ►	besser ►
seq. Transferraten Schreiben / Lesen an USB4 ¹ [MByte/s]	280/3772	3725/3772
seq. Transferraten Schreiben / Lesen an Thunderbolt 3 ¹ [MByte/s]	258/3279	3067/3279

¹ gemessen mit Iometer, Blockgröße 512 KByte, Laufzeit 60 s



Die Adata SE920 schreibt unter Windows 11 erst dann schnell, wenn man den Schreibcache manuell aktiviert.

geschwindigkeit unter Windows müssen wir aber schuldig bleiben.

Noch ein Novum: ein Lüfter

Wir hatten bereits PCIe-SSDs mit Lüftern im Test, nun kommt die erste externe SSD mit Lüfter – immerhin abschaltbar. Das Gehäuse hat einen Federmechanismus, der ihn ein- und ausschaltet; im laufenden Zustand haben wir im Abstand von 25

Zentimetern eine Lautheit von 1,0 Sone gemessen. Ein leises Rauschen ist durchaus hörbar.

Doch erst nach einigen Minuten Dauerbetrieb erwärmte sich die SSD im Test so stark, dass eine Kühlung notwendig wäre. Wir empfehlen daher, den Lüfter nur einzuschalten, wenn wirklich lange Kopieraktionen anstehen. Man kann sich auch von einem Programm wie den Smartmontools warnen lassen, wenn die SSD zu heiß wird, siehe ct.de/yup9.

Wer die SSD permanent mit seinem PC verbunden lässt, den stört der Lüfter möglicherweise auch nach dem Abschalten des Rechners, falls der USB4-Port weiter Strom liefert. Das lässt sich jedoch im BIOS-Setup vieler Computer abschalten.

Fazit

Die Adata SE920 lässt sich rasend schnell auslesen, hinterlässt jedoch einen gemischten Eindruck. Die Ursache dafür liegt aber möglicherweise nicht bei

Adata, sondern bei Microsoft. Denn die SSD kann im Prinzip schnell schreiben, unter Windows jedoch erst mit einem Trick – und wie schnell sie genau ist, bleibt nach dem Test unklar. Wir warten nun auf ein Update für Windows 11 und weitere USB4-SSDs. Dann ergeben sich hoffentlich weitere Hinweise, wie sich die Geschwindigkeit von USB4 in der Praxis ausreizen lässt. Wer damit leben kann, dass der aktivierte Schreibcache den Komfort unter Windows einschränkt, bekommt mit der Adata SE920 eine extrem schnelle und im Vergleich günstige SSD. (ll@ct.de) **ct**

SMART-Programme: ct.de/yup9

Adata SE920

USB4-SSD	
Hersteller, URL	Adata, adata.com
Bezeichnung	SE920-1TCBK
Systemanf.	USB-Schnittstelle (USB4 empfohlen)
Preis	155 € (1 TByte, getestet), 220 € (2 TByte)



WERDEN SIE **ct**-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





E-Books im heise Shop



Jetzt viele Titel als
ePub, mobi und PDF
erhältlich.

Sofort im Zugriff,
dauerhaft in Ihrem
Account gespeichert.

shop.heise.de/e-books

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. E-Books können einem DRM-Schutz unterliegen.



Flash-Pastille

Die Firma Kioxia verkauft eine flinke SSD, die Exceria Plus Portable mit USB 3.2 Gen 2. Sie ist robust, aber etwas durstig.

Die aus der Flash-Speichersparte von Toshiba entstandene Marke Kioxia verkauft überwiegend interne SSDs. Mit der Exceria Plus Portable mischt Kioxia aber auch bei USB-SSDs mit. Unser Testmuster hatte 1 TByte, es gibt sie auch mit 0,5 oder 2 TByte.

Kioxia kombiniert in der Exceria Plus Portable eine M.2-SSD mit dem PCIe-USB-Bridge-Chip JMicron JMS583. Das Ergebnis sind solide Datentransferraten von fast 1,1 GByte/s beim Lesen und Schreiben, nennenswert schneller geht es via USB 3.2 Gen 2 mit 10 Gbit/s nicht. Zufällig verteilte Zugriffe auf kleine Datenhäppchen verarbeitet die SSD mit bis zu 94.900 IOPS rasant. Beim Schreiben und Lesen vieler kleiner Dateien liegt sie im Mittelfeld und bricht auch bei lange anhaltenden Schreibzugriffen nicht zu stark ein.

Das verschraubte Metallgehäuse wirkt solide und leitet die Wärme von SSD und USB-Bridge ab. Allerdings erwärmt es sich schon im Leerlauf auf rund 30 Grad Celsius, weil die USB-SSD dann 1,6 Watt nutzlos verbrät. Die sparsamen USB-SSDs brauchen nur ein Viertel davon. An ein Notebook sollte man die Kioxia-SSD nur bei Bedarf anstöpseln, damit sie den Akku nicht schneller leert.

Bis auf den zu großen Leerlaufstromdurst ist die flinke USB-SSD von Kioxia gelungen; der Preis passt auch. (ciw@ct.de)

Exceria Plus Portable 1 TB

USB-SSD mit 1 TByte Speicher, USB-C (USB 3.2 Gen 2 mit 10 Gbit/s)	
Hersteller, URL	Kioxia, kioxia.com
Bezeichnung	LXD10S001TG8
Leistungsaufn.	Leerlauf: 1,6 W / Schreiben: 4,2 W
Zubehör	USB-C-Kabel, USB-C/A-Kabel, je 25 cm
Preis	65 € (1 TByte; 2 TByte: 130 €)

Ableitklotz

Das Aluminiumgehäuse GeekPi Armor Case V5 kühlt die Chips des Raspberry Pi 5 auch ohne Lüfter einigermaßen gut.

Der neue Raspi 5 ist flott, aber sein ARM-Chip Broadcom BCM2712 heizt sich schnell auf: Bei 80 Grad Celsius beginnt er sich zu drosseln, dann sinkt seine Rechenleistung. Die Raspi-Entwickler empfehlen daher den Einsatz eines Lüfters. Eine geräuschlose Alternative dazu ist die Alubox Armor Case V5 der Firma GeekPi für 17 Euro. Sie hat einen Schlitz, um ein Flachbandkabel von der GPIO-Leiste herauszuführen. Eine NVMe-SSD im kommenden M.2-Adapter passt wohl nicht mit ins Armor Case V5.

Das Gehäuse kommt mit sechs rund zwei Millimeter dicken Wärmeleitpads, die man unter die Raspi-Platine sowie auf die fünf größten Chips kleben muss – eine Fummelarbeit. Das verschraubte Gehäuse passt nicht supergenau, die microSD-Karte muss man mit etwas Kraft in ihre Fassung drücken. Den Einschalttaster des Raspi 5 erreicht man nur mit einem Stift. Das Metallgehäuse schwächt die WLAN-Signale.

Die Kühlwirkung ist mitteltoll: Nach 20 Minuten Dauervollast bei 22 Grad Umgebungstemperatur meldete der BCM2712 (via vcgencmd) 73 Grad. Nach vierzig Minuten Dauerlast erreicht der BCM2712 sogar 80 Grad. Die Oberseite des Gehäuses wird dabei mit 58 Grad unangenehm heiß.

Das Armor Case V5 ist eine geräuschlose Alternative zu anderen Raspi-5-Gehäusen, wenn nicht ständig Vollast anliegt und die Umgebung kühl genug ist. (ciw@ct.de)

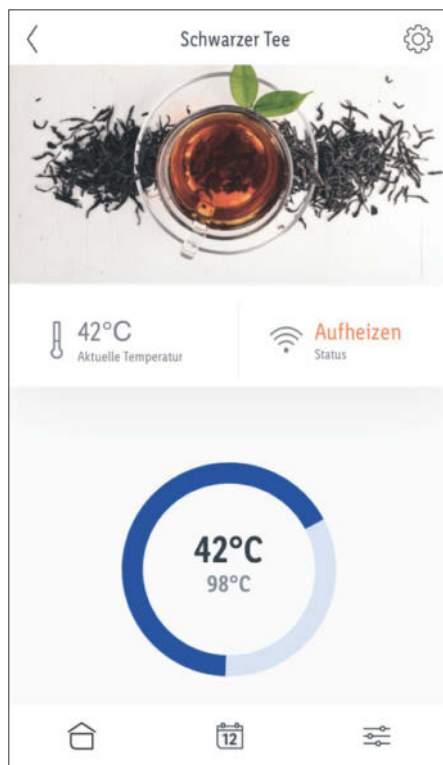
GeekPi Armor Case V5

Aluminiumgehäuse für den Raspberry Pi 5	
Anbieter, URL	GeekPi, wiki.52pi.com
Abmessungen	9,2 cm × 3 cm × 6,5 cm
Zubehör	6 Wärmeleitpads, 5 Schrauben, Inbusschlüssel
Preis	17 € (bei Amazon.de)

WLAN-Kocher

Braucht wirklich jedes Küchengerät eine WLAN-Anbindung? Lidl hat die Frage im Dezember mit: „Ja!“ beantwortet und brachte einen Wasserkocher mit App-Verbindung in die Läden und den Onlineshop. Der leistet für seinen Preis gute Arbeit, die Fernsteuerung ersetzt vor allem Bedienelemente am Gerät.

Zugegeben, so viele Szenarien fielen uns vor dem Test nicht ein, in denen man einen Wasserkocher aus der Ferne steuern möchte, zumal man auch sicherstellen muss, dass er mit Wasser befüllt ist, bevor man mit 2,5 Kilowatt heizt. Und dennoch hat Lidl im Baukasten des Smart-Home-OEM-Dienstleisters Tuya zugeschlagen und einen WLAN-Wasserkocher ins Sortiment aufgenommen. Loben muss man Lidl für die Strategie, dass alle in den vergangenen Jahren verkauften vernetzten Geräte von der Lampe bis zum Wasserkocher in einer App namens „Lidl Home“ gesteuert werden und ein gemeinsames System bilden; nicht selbstverständlich bei Smart-Home-Ware vom Discounter. Dass das nur mit einer Cloudverbindung funktioniert, muss man bei Geräten dieser Produktkategorie leider in Kauf nehmen.



In der App sind Profile mit maximaler Temperatur und Ziehzeit für verschiedene Teesorten hinterlegt.



Die Hardware ist gut verarbeitet und selbst wenn man die App nicht nutzt, bekommt man einen soliden Wasserkocher mit Siebeinsatz, in den man losen Tee werfen kann. Sobald der Wasserkocher sich über ein 2,4-GHz-WLAN mit dem Internet verbunden hat und in der App registriert ist, kann man ihn dort per Knopfdruck starten. Mehr noch: Er kann nicht nur Heizen bis zum Sieden, sondern beobachtet die Temperatur auch stets über einen Fühler im Boden. Daher darf man in der App eine Zieltemperatur festlegen und das Gerät zusätzlich anweisen, eine eingestellte Temperatur zu halten. Genießer von grünem Tee, die ihre Blätter bei 70 Grad ziehen lassen wollen, wissen solche Funktionen zu schätzen.

Nach mehreren Wochen im Alltag wird dann auch klar, warum WLAN an einem Wasserkocher doch keine Spielerei ist: Ums Fernsteuern von unterwegs geht es gar nicht. Schon weil man mit dem Kocher im selben WLAN sein muss, um ihn direkt zu starten, offenbar eine Sicherheitsmaßnahme. Die App ersetzt vielmehr mehrere Schalter und ein Display, an denen man Zieltemperatur und Warmhaltungsdauer einstellen würde. Will man doch mal aus der Ferne Wasser kochen, geht das mit einem kleinen Trick: Zeitsteuerung beherrscht er auch und um die zu aktivieren, darf man sich auch anderswo befinden.

(jam@ct.de)

Wasserkocher Smart, SWS 3000 A1

Wasserkocher mit WLAN	
Hersteller, URL	Silvercrest, lidl.de
Fassungsvermögen	1,7 Liter
max. Leistung/Standby-Verbrauch	2500 W/0,6 W
Konnektivität	WLAN (2,4 GHz), Bluetooth 4.2
Preis	49,99 € (online), 39,99 € (im Markt)

Heft + PDF
mit 28% Rabatt

Hype oder Hilfe?

Mit Künstlicher Intelligenz produktiv arbeiten

ct KI-PRAXIS
Mit Künstlicher Intelligenz produktiv arbeiten

Grenzen der Sprachmodelle erkennen

Warum die Sprachmodelle nicht trauen dürfen
Wie Urheber am großen Strich bestraft werden

KI-Programme anwenden

Wo KI-Assistenten tatsächlich helfen
KI-Skripts | Schreibwerkzeuge | Bildgeneratoren

Regeln für Schule und Arbeit

Wie KI Schule und Arbeit verändert
Was Unternehmen rechtlich beachten müssen

Die eigene Sprach-KI betreiben

Mit eigenem Sprachmodell
Vollständige Kontrolle - ohne Cloud

ct KI-PRAXIS
Mit Künstlicher Intelligenz produktiv arbeiten

Grenzen der Sprachmodelle erkennen

Warum die Sprachmodelle nicht trauen dürfen
Wie Urheber am großen Strich bestraft werden

KI-Programme anwenden

Wo KI-Assistenten tatsächlich helfen
KI-Skripts | Schreibwerkzeuge | Bildgeneratoren

Regeln für Schule und Arbeit

Wie KI Schule und Arbeit verändert
Was Unternehmen rechtlich beachten müssen

Die eigene Sprach-KI betreiben

Mit eigenem Sprachmodell
Vollständige Kontrolle - ohne Cloud

- KI-Programme anwenden
- Grenzen der Sprachmodelle erkennen
- Was Unternehmen rechtlich beachten müssen
- Die eigene Sprach-KI betreiben
- Wo KI-Assistenten tatsächlich helfen
- Wie KI Schule und Arbeit verändert

shop.heise.de/ct-ki23

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

Online-Shopping ohne Probleme: c't hilft.



Heft + PDF mit 29 % Rabatt

Ohne Reue günstig digital einkaufen und zahlen – aber sicher muss es sein. Das c't-Sonderheft gibt Rat, welches Zahlungsmittel Sie wählen sollten, um Ihr Geld zurückzubekommen und Cyberkriminellen nicht auf den Leim zu gehen.

- Die wichtigsten Regeln für den Onlinekauf
- Schützen Sie sich vor Betrug
- Kaufprobleme lösen
- Käuferschutz richtig einsetzen
- Digital bezahlen
- Auch als Heft + digitale Ausgabe mit 29 % Rabatt

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

 [shop.heise.de/
ct-sicher-einkaufen23](https://shop.heise.de/ct-sicher-einkaufen23)

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.

Mathe mit Beeren

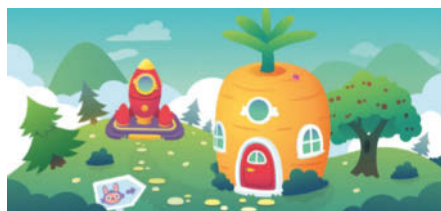
Kinder lernen mit der App „Mambio“ zählen und rechnen. Sie begleiten den lila Hasen Mambi, der in gelben Turnschuhen durch bonbonbunte Welten stiefelt, zum Zählen motiviert und knifflige Aufgaben stellt.

Schon die Datenschutzerklärung von Mambio fällt positiv auf, denn sie richtet sich verständlich und freundlich an Eltern und Kind. Nachdem die Eltern die Anwendung eingerichtet haben, stellt sich als Hauptfigur der lila Hase Mambi vor. Er führt das Kind durch den Einstufungstest, in dem es Punkte zählt und Strichmengen schätzt.

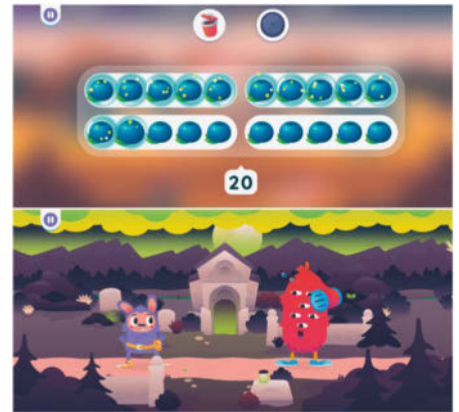
Gerade empfängt Mambi das Kind in seinem Karottenhaus, als plötzlich sein Telefon klingelt: Der Flugsaurier Bruchpilot will seinen Drachen steigen lassen, aber der fällt immer runter und Mambi soll helfen. Der Hase zögert nicht lange, düst mit seiner Rakete in die Dinowelt und repariert den Drachen. Zum Dank hilft Bruchpilot Mambi beim Zählen – das Lernabenteuer beginnt.

Später lernt man die Feen- und die Monsterwelt kennen und trifft das grummelige rosa Miezihorn, das haarige Monster Ohnekamm und weitere Figuren. Gemeinsam mit ihnen und Mambi erkundet sich das Kind die Welt der Zahlen und löst diverse Matheaufgaben. So muss es sich etwa bei der „Beerenversteckmaschine“ genau merken, wie viele Blaubeeren darin verschwunden sind. Nach der Einrichtung läuft Mambio sprachbasiert. Als Einstiegsalter geben die Macher fünf Jahre an.

Ein kleines Team aus Hamburg entwickelt die Lernapp, laut der Website mit dem Ziel, „allen Kindern das Zählen und Rechnen zugänglich zu machen“ – ob mit oder ohne Lernschwierigkeiten. Zu dem Zweck kann die Anwendung Mengen in der 5er- oder 2er-Bündelung darstellen.



In seinem Karottenhaus empfängt der lila Hase Mambi die Nutzer. Mit der roten Rakete düsen sie dann in ferne Mathe-Welten.



Hat ein Kind Schwierigkeiten, die in 5er-Gruppen angeordneten Beeren zu erfassen, wechselt die App in den 2er-Modus mit Kirschen.

Mambio reagiert auf Lernfortschritte: Löst das Kind eine Aufgabe korrekt, bekommt es als Nächstes eine etwas schwierigere Aufgabe, macht es einen Fehler, sinkt der Schwierigkeitsgrad. Die App wertet dazu die Lösungen und die Bearbeitungsdauer auf dem Gerät aus. Wer möchte, teilt die Nutzungsdaten freiwillig mit den Entwicklern, um die Anwendung zu verbessern.

Das Premiumabo der App kostet zunächst 8,99 Euro pro Monat, ab drei Monaten verringert sich der Preis. Für Schulen gibt es gesonderte Angebote. Wer skeptisch ist, darf Mambio ausführlich gratis testen: Die Testversion enthält den Zugang zu einer von drei Lernwelten (man besucht aber auch die anderen beiden Welten kurz) und umfasst vier von zehn Aufgabenformaten.

Nach drei längeren Besuchen in der Feenwelt und drei Stippvisiten in Dino- und Monsterwelt ist die Testversion durchgespielt. Um sie erneut zu spielen, muss man die App neu installieren. In der Premiumversion dagegen hat das Kind unbegrenzten Zugriff auf alle drei Lernwelten, erlebt mehr Lerngeschichten und übt alle Aufgabentypen, darunter Addition und Subtraktion. Künftig soll das Mambio-Abo mit dem Kind „mitwachsen“ und auch Mathe-Inhalte ab der zweiten Klasse behandeln. (gref@ct.de)

Mambio

Rechenlern-App	
Hersteller	neurodactis GmbH, mambio.de
Systemanf.	Android ab 8.1, iOS/iPadOS ab 12.0, macOS ab 11.0
Preis	8,99 € pro Monat (kostenlose Testversion)

Ruhepol

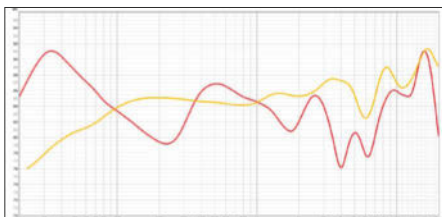
Günstiger Bluetooth-Kopfhörer mit ANC und Transparenzmodus: Sennheiser Accentum

Der Sennheiser Momentum 4 gehört dank tollen Klangs und guter Ausstattung zu den interessantesten ANC-Kopfhörern um 300 Euro. Der Accentum soll nun ähnliche Qualitäten für nur 150 Euro bieten.

Von Jörg Wirtgen

Auf den ersten Blick ähnelt der Accentum dem Momentum 4 und ist ähnlich gut verarbeitet. Das Kopfband hat eine Plastikverkleidung statt Textil, es fehlen ein Analogkabelanschluss, eine Tragetasche und ein Flugzeugadapter – alles verschmerzbar für den halben Preis. Die wechselbaren Ohrpolster sitzen recht straff und lassen innen 4×6 Zentimeter Platz, ähnlich tragen sich der Momentum 4 und andere zupackende ANC-Kopfhörer wie die Sony XM. Große Ohren finden unter Polstern mit 4,5 Zentimetern Breite wie beim Anker Soundcore Q45 komfortabler Platz. Den noch höheren Tragekomfort der Over-Ear-Riesen mit 5,5 Zentimetern wie den meisten Beyer Dynamics oder Hifimans findet man nur in wenigen Bluetooth-Modellen.

Man bedient den Accentum mit vier Tasten an der rechten Muschel, was für die



Der Sennheiser Accentum (rot) spielt mit kräftigem, aber durchaus präzisiertem Bass und hat wie auch der Momentum 4 ein kleine Delle um 200 Hz. Vom neutralen Sennheiser HD600 (gelb) ist er damit einiges entfernt.

Grundfunktionen intuitiver und unkomplizierter funktioniert als die Touchbedienung des Momentum 4. Zum Umschalten zwischen der Geräuschunterdrückung (Active Noise Cancelling, ANC) und dem Transparenzmodus muss man allerdings den Einschalter zweifach drücken, was sich erst nach Studium der Anleitung erschließt.

Belohnt wird man mit einem guten Klang samt einer für einen Over-Ear passenden Räumlichkeit. Die Höhen sitzen präzise, der Bass arbeitet kräftig und mit einer für diese Preisklasse guten Differenziertheit. Bei vielen anderen Kopfhörern hat man entweder den Eindruck, jemand hat die Bassdrum vom Schlagzeug geklaut oder unterherum dröhnt es nur ununterscheidbar. Beim Accentum hingegen hört man Bassgitarre und Kickdrum nicht nur, sondern kann sie auch auseinanderhalten. In der App hilft ein Fünfband-Equalizer, den Klang individuell anzupassen. Anders als beim Momentum 4 stoppt und startet Musik nicht automatisch beim Ablegen und Aufsetzen.

Der ANC-Modus arbeitet effektiv und kriegt Störgeräusche gut ausgeblendet oder zumindest gedämmt. Er rauscht allerdings leicht. Der Transparenzmodus leitet die Umgebung angenehm durch. In der App stellt man ein, ob Musik beim Aktivieren des Transparenzmodus automatisch gestoppt und danach wieder gestartet wird; eine weitere Abstufung wie beim Momentum 4 ist aber nicht vorgesehen. Es ist immer entweder ANC oder der Transparenzmodus aktiv.

Die Bluetooth-Kopplung mit bis zu zwei Geräten gleichzeitig funktioniert problemlos. Zusätzlich kann man den Accentum per USB-C parallel zu den Bluetooth-Verbindungen nutzen, auch das Mikrofon ist durchgeschleift. Allerdings überträgt die Buchse über das Kabel ungewöhnlich viel Schall von Körper und Tisch. Wenn das Kabel ungünstig liegt, hört man sich beispielsweise selbst tippen und bei Telefonaten hören andere das Kabel an der Kleidung schaben.



Das Mikrofon nimmt die eigene Stimme dünn auf, beim Momentum 4 klingt sie voller. Störgeräusche wie Tassengeklapper bleiben hörbar, dafür klingt die eigene Stimme währenddessen nur wenig digitalverzerrt. Man bekommt sich selbst beim Telefonieren eingblendet und kann die Stärke dieses Sidetones in der App konfigurieren. Der Ein-/Ausschalter fungiert während Gesprächen als Mute-Taste.

Fazit

Der Accentum ist eine gelungene Abgespeckversion des Momentum 4. Auf jeden Fall hat Sennheiser sein Top-Headset besser reduziert als beispielsweise Shure den inzwischen auf auch 150 Euro gefallen Aonic 40 gegenüber dem Aonic 50. Dem Momentum 4 kann er zwar weder klanglich noch funktionell das Wasser reichen, aber schließlich hat Sennheiser ihn auch nicht Momentum Mini oder ähnlich genannt. Einen komfortableren Sitz als der Accentum bei allerdings detailärmerem Klang und ähnlich schlechtem Mikrofon bietet der Anker Soundcore Q45 (c't 26/2022, S. 78). Etwas besser klingt der Audio Technica M50xBT2 (siehe c't 23/2021, S. 86), dem allerdings unter anderem ANC fehlt. Somit gehört der Accentum in seiner Preisklasse zu den Kopfhörern mit bestem Klang und wirkungsvollem ANC.

(jow@ct.de) **ct**

Hörproben des Mikrofons: [ct.de/yxt4](https://www.ct.de/yxt4)

Accentum

Bluetooth-Kopfhörer mit ANC	
Hersteller, URL	Sennheiser, www.sennheiser.de
Anbindung, Codecs	Bluetooth 5.2 (Multilink), USB-C / SBC, AAC, aptX
Lieferumfang	USB-Kabel (USB-A, 125 cm)
Preis	150 €

3D-Kopfhörer-studio

Kopfhörer Ollo S5X 1.1 mit Headtracker

Ollo bietet seinen professionellen Studiokopfhörer mit individueller Kalibrierung und einem Headtracker von Waves an. Damit soll er sich besonders für die Produktion von 3D-Musik in Dolby Atmos eignen.

Von Hartmut Gieselmann

Der slowenische Kopfhörerhersteller Ollo hat sein neuestes Kopfhörermodell S5X überarbeitet. Seit unserem Kurztest (c't 25/2022, S. 88) hat Ollo in der Version 1.1 die Klangcharakteristik angepasst. Ollo bewirbt den S5X insbesondere für Musik- und Spieleproduzenten, die 3D-Audio abmischen. Die neutrale Klangcharakteristik sei für die binaurale Wiedergabe von Dolby Atmos, 360RA und Auro 3D optimiert.

An der hervorragenden Verarbeitung und dem Tragekomfort des offenen Stereokopfhörers hat sich nichts geändert.

Das robuste Kabel ist beidseitig steckbar und lässt sich ebenso wie die Velours-polster und andere Komponenten einzeln austauschen. Auf letztere gewährt der Hersteller fünf Jahre Garantie.

Nach unseren Messungen und Eindrücken hat Ollo den Klang verbessert. Die leichte Mittenbetonung der Version 1.0 wurde ausgeglichen, sodass Bässe und Mitten nun über einen weiten Bereich neutral klingen. Die Höhen fallen sanft ab, wie es auch bei der Wiedergabe über Lautsprecher der Fall ist, da hohe Frequenzen auf ihrem Weg durch die Luft schneller Energie verlieren als tiefe. Für die binaurale Wiedergabe von 3D-Simulationen eignet sich der S5X 1.1 daher ideal.

Im Vergleich zum hundert Euro teureren Neumann NDH 30 muss man schon sehr genau hinhören, um Unterschiede zu entdecken. Der NDH 30 betont lediglich den Bereich um 1 kHz etwas stärker, Stimmen klingen dadurch kompakter, Sängerrinnen und Sänger werden stärker ins Ensemble eingebunden. Der Ollo hingegen betont den Bereich um 2 bis 5 kHz stärker. Dadurch treten Stimmen etwas präsenter hervor.



Eine Alternative ist der ähnlich neutral klingende Sennheiser HD 660S für 470 Euro mit einer etwas stärkeren Betonung der Höhen oberhalb von 10 kHz. Er wirkt dadurch offener und luftiger als der S5X und der NDH 30, unterscheidet sich aber vom Klangeindruck kalibrierter Abhörmonitore.

USC-Kalibrierung

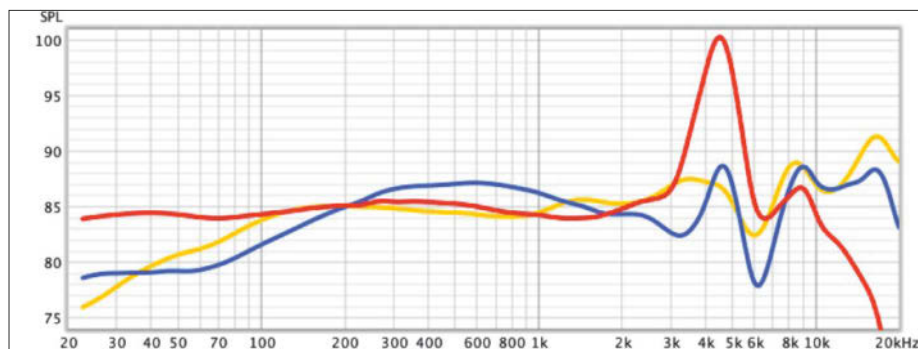
Der Hersteller bietet eine Einzelkalibrierung namens USC an, bei der man ein minimalphasiges Plug-in mit Kalibrierungsdatei zur jeweiligen Seriennummer erhält. Beim S5X 1.1 ist sie im Preis von 539 Euro enthalten. Besitzer älterer Modelle können sie für 49 Euro nachkaufen.

Die Datei unseres Testkopfhörers ließ sich mit einem Texteditor öffnen und enthielt Angaben für drei parametrische Filter. Sie hoben Bässe und Höhen sanft um 1 bis 1,5 Dezibel an und senkten den Bereich um 300 Hz um 1,5 Dezibel ab. Die minimalen Veränderungen waren allenfalls im direkten Vergleich wahrnehmbar. Die rechte und die linke Seite wurden nicht separat kalibriert. Sie unterschieden sich in unserer Messung aber auch nur um 0,5 Dezibel.

Waves NX mit Headtracker

Um auch die Kopfbewegungen zu erfassen, bietet Ollo zusätzlich das Waves Plug-in „NX - Virtual Room for Headphones“ für 25 Euro und den passenden Headtracker für 99 Euro an.

Der batteriebetriebene Bluetooth-Tracker wird mit einem Gummiband am Kopfbügel befestigt. Das funktioniert auch mit anderen Kopfhörern. Das Waves-Plug-in kann die Kopfbewegungen zwar auch per Webcam erfassen. Im Gegensatz zum schnellen und präzisen Tracker funktionierte das im Test aber nur träge und unzuverlässig (siehe Vergleichstest mit Alternativen in c't 22/2022, S. 104).



Im Unterschied zum S5X 1.0 (blau) hat Ollo beim S5X 1.1 (rot) die Bässe angehoben und Mitten abgesenkt. Die Höhen fallen gegenüber dem Sennheiser HD 600 (gelb) ab. Der rote Peak bei 4,5 kHz beruht auf einer Resonanz mit unserem Messgerät und war im Test nicht zu hören.

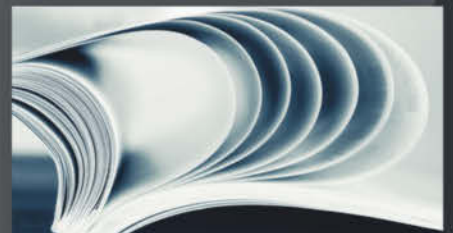
Ihr Partner für IT-Weiterbildung

Videokurse für
IT-Professionals



Azure Active Directory im hybriden Kontext

Lernen Sie Schritt für Schritt die Grundlagen, Strategien und fortgeschrittene Techniken für Planung und Betrieb in Azure und On-Premises.



Active Directory mit Windows Server 2019

Unser Experte Tom Wechsler zeigt Ihnen, wie Sie Active Directory-Domänendienste unter Windows Server 2019 planen, implementieren und verwalten.



Active Directory Security

Sichern Sie Ihre Vor-Ort- und Hybrid-Infrastruktur. Lernen Sie Schwachstellen und mögliche Angriffspunkte kennen, um eine sichere Active-Directory-Implementierung aufzusetzen.

Jetzt alle Videokurse
30 Tage kostenlos testen:
heise-academy.de



Das NX-Plug-in von Waves simuliert verschiedene Lautsprecher-Setups und verfolgt Kopfbewegungen über einen Tracker. Leider simuliert es keine 3D-Setups für Atmos und unterstützt in vielen DAWs nicht mal eine 7.1-Konfiguration.

Das NX-Plugin simuliert Lautsprecherkonfigurationen bis 7.1, allerdings keine 3D-Setups mit Deckenlautsprechern. Die Simulation überzeugt durch die sehr gute Klangabstimmung des S5X 1.1. Die Lautsprecher lassen sich gut orten und der Anteil des Raumhalls nach Belieben einstellen. Allerdings funktioniert sie in den meisten DAWs nur mit einem Stereo-Setup. In Logic Pro X war es nicht möglich, das Waves-Plugin in die Masterspur einzubinden oder zumindest die 7.1-Ausgabe des Dolby-Renderers auszugeben. Für Atmos-Setups ist das Plug-in daher ungeeignet.

Fazit

Der offene Ollo S5X 1.1 eignet sich wegen seiner neutralen und detailreichen Wiedergabe hervorragend, um Musik mit allen

Details zu genießen oder beim Mixen zu prüfen, egal ob in Stereo oder binaural mit 3D-Simulationen. Als etwas günstigere Alternative zum Neumann NDH 30 ist er sehr zu empfehlen. Die zusätzliche Kalibrierung passte den Klang unseres Testmodells nur sehr leicht an und ist in der Praxis selten notwendig. Das Headtracking von Waves funktioniert gut. Das Plug-in simuliert mit den S5X-Kopfhörern eine durchaus realistisch wirkende Lautsprecherwiedergabe, ist aber mangels Atmos-Unterstützung für die meisten 3D-Produktionen ungeeignet. Alternativ können Apples AirPods Max zwar Kopfbewegungen verfolgen, aufgrund ihres verbogenen Frequenzgangs klanglich aber bei Weitem nicht mit diesen Studiokopfhörern mithalten. (hag@ct.de) **ct**

Ollo S5X 1.1 mit Waves NX Headtracker

Stereokopfhörer mit Kabelanschluss und Headtracker

Hersteller, URL	Ollo Audio, olloaudio.com
Anschlüsse	Kopfhörer: 50 Ohm, Stereoklinke (3,5/6,3 mm), Tracker: Bluetooth
Systemanf.	Waves-Plug-in: VST 2/3, AU, AAX, macOS ab 10.15, Windows ab 10
Preise	S5X 1.1: 539 €, Waves NX Virtual Room: 25 €, Headtracker 99 €



Die sanft verlaufenden Kalibrierungskurven des S5X 1.1 lassen sich in einem Equalizer nachbauen.



Pixmas neues Outfit

Heim-Multifunktionsdrucker mit Touchscreen und Tintenabo

Canons neues Multifunktions-tintenmodell Pixma TS7750i soll mit verbesserter Bedienung und schnellerem Druck Kunden anlocken, die einen Familien-drucker suchen. Doch im Vergleich zum Vorgänger ist nicht alles besser, zum Beispiel die Druckqualität.

Von Rudolf Opitz

Suchen Sie einen Universalmultifunktionsdrucker für den Hausgebrauch, der Texte und Fotos in guter Qualität zu

Papier bringt, mehrere Briefseiten automatisch kopiert und scannt und dazu noch wenig Geld kostet? Diesen Vorgaben näherte sich Canon mit seiner Pixma-TS-Serie schon gut an. Nur bei der Bedienung haperte es. Das aktuelle Modell Pixma TS7750i tritt an, es besser zu machen.

Der kompakte Multifunktionsdrucker sieht mit seinem weißen Gehäuse und dem kippbaren Bedienpanel mit farbigem Touchdisplay deutlich schicker aus als sein erfolgreicher Vorgänger Pixma TS7450i [1]. Die praktische Papierzufuhr hat der TS7750i übernommen. Das frontale Papierfach unter der ausziehbaren Ablage fasst zwar nur 100 Blatt, doch gibt es hinten einen Multifunktionseinzug, der weitere 100 Blatt Normalpapier, aber auch Briefumschläge oder dickes Fotopapier bis 300 g/m² annimmt.

Die Konstruktion des Flachbettscanners kam uns von einigen HP-Modellen her bekannt vor: Die Glasfläche schließt vorn fast bündig mit der Gehäusekante ab, sodass sich ein Vorlagenblatt nach dem Scan bequem vom Scannerglas schieben lässt. Das für Scanner mit zusätzlichem Vorlageneinzug auf der Abdeckung typische Scanfenster an der linken Seite ist mit einer gewölbten transparenten Gleitfolie bestückt. Sie führt das Vorlagenblatt beim Vorbeischieben an der Scanzeile zurück zur Ablage des Einzugs. HP hatte diese Folie einfach festgeklebt, worauf einige Kunden sie in dem Glauben entfernten, sie gehöre zur Schutzverpackung. Canon hat es besser gemacht: Die leicht wechselbare Gleitfolie hat einen Rahmen, der an den Zeilenenden nur eingeklipst ist. Außerdem lässt sich die Scannerklappe in den Scharnieren um zwei Zentimeter anheben, was das Scannen dicker Bücher erleichtert.

Das Bedienpanel über der Papierablage enthält außer wenigen Funktionstasten einen gut lesbaren resistiven Touchscreen, der sich per Finger oder mit beliebigen Stiften bedienen lässt. Letzteres hilft bei randständigen Schaltflächen oder bei der Passwordeingabe. Das Touchdisplay macht die Bedienung flexibler: Die Kopienanzahl tippt man über virtuelle Zifferntasten direkt ein. Außerdem kann man nun Funktionen von Canons IJ Cloud Printing Service nutzen, um direkt zu Cloudspeichern wie Dropbox oder Google Drive zu scannen oder dort gespeicherte Dateien zu drucken. Am unteren Rand des Panels hat Canon eine LED-Lichtleiste eingebaut, die die Ablage beleuchtet.

Der Pixma TS7750i druckt mithilfe zweier Kombipatronen mit integriertem Druckkopf. Eine enthält die pigmentierte Schwarztinte, die andere drei Kammern mit den Grundfarben. Die mitgelieferten Standardpatronen (PG-585 und CL-586) wirken zwar groß, enthalten aber nur Tinte für mickrige 180 Farbseiten nach der Norm ISO/IEC 24711. Canon liefert auch XL-Patronen, die wiederum nur 300 Normseiten schaffen. Mit den Standardpatronen kostet eine ISO-Farbseite 27,8 Cent, mit den XL-Patronen sind es immer noch happige 21,7 Cent. Dazu kommt die Tinte, die der Canon-Drucker für die automatischen Reinigungsvorgänge verbraucht. Die verspritzte Tinte landet in einer „Wartungskassette“, die mit zwei Handgriffen gewechselt ist und deren Ersatz etwa 9 Euro kostet – eine das Drucker-

leben verlängernde Maßnahme. Im Be-
lichtungstest blichen die Druckproben auf
Normal- und Fotopapier sichtbar aus, auf
Normalpapier aber nicht so extrem wie
bei älteren Pixmas.

Die Alternative zum teuren Selbst-
kauf von Patronen heißt „Pixma Print
Plan“ [2]. Mit einem solchen Tintenabo
zahlt man nicht die Tinte – die wird bei zur
Neige gehendem Vorrat automatisch per
Post geschickt –, sondern die Druckseiten:
Bei einem monatlichen Pauschalbetrag
von rund 3 Euro sind 30 Druckseiten im
Monat inklusive, für 5 Euro gibt es 60 Sei-
ten, für 6 Euro 100 und für 10 Euro 200
Seiten. Zusätzliche Seiten kosten 10 Cent,
nicht genutzte Seiten werden bis zum dop-
pelten Monatskontingent auf den Folge-
monat übertragen. Der Print Plan ist also
verglichen mit den Patronen maximal
halb so teuer, doch der direkte Vergleich
hinkt. Beim Print Plan ist es egal, wie viel
Tinte für eine Seite verbraucht wird; ein
randloses A4-Foto kostet genauso viel wie
eine Briefseite. Auch die für die Reinigung
verbrauchte Tinte geht auf die Kosten von
Canon.

Pixma kann E-Mail

Die Ersteinrichtung des Pixma TS7750i
bereitet keine Probleme. Für den Netz-
werkbetrieb gibt es zwar nur WLAN, doch
funkst das auf 2,4 und 5 GHz und kennt
WPA3-Verschlüsselung. Per WPS lässt sich
der Drucker einfach mit dem Router kop-
peln. Das per Browser aufrufbare Web-
Frontend stellt Service- und Netzwerk-
funktionen bereit. Hier registriert man
den Pixma bei Canons Clouddienst „IJ
Cloud Printing Center“ und konfiguriert
die Scan-per-Mail-Funktion. Der TS7750i
kommuniziert dazu direkt mit SMTP-
Servern; eine Funktion, die man sonst nur
bei teureren Büromodellen findet.

Beim Drucken legt der TS7750i ein
merklich flotteres Tempo vor als sein Vor-
gänger TS7450i. Das fällt nicht so sehr in
der gut lesbaren Entwurfsqualität oder
beim Standarddruck auf, aber umso mehr
bei hoher Druckqualität: Hier war er im
Test mehr als doppelt so schnell. Dafür war
das Schriftbild nicht ganz so sauber, was
aber nur im direkten Vergleich unter der
Lupe auffiel.

Grafik druckte der TS7750i mit feinen
Details und etwas zu hellen Farben. Auch
beim Duplexdruck arbeitete er zügig. Pro-
bleme gab es dagegen beim Beschriften
von Umschlägen: Der randständige Ab-
sender war bei jedem zweiten Umschlag

doppelt und versetzt gedruckt. Die Tinte
überstand das Überstreichen mit dem
Textmarker 30 Sekunden nach Druck
ohne Verschmieren, erst bei nochmaligem
Überstreichen zeigten sich Schlieren.
Fotos hatten einen Hauch zu viel Blau, ins-
gesamt bot der Pixma-Drucker aber eine
für diese Preisklasse bemerkenswert gute
Bildqualität.

Auch als Kopierer macht der Pixma
TS7750i eine gute Figur: Kopien erstellte
er im Test flott und in guter Qualität. Nur
auf unserer Testgrafik fanden wir einige
Unsauberkeiten, aus Dunkelrot wurde bei-
spielsweise Schwarz. Der Vorlageneinzug
zog unsere geknickten Vorlagen leicht
schräg ein, optisch filterte der Drucker die
Knickstellen vorbildlich. Beidseitige Kop-
ien liefert das Gerät nicht automatisch,
doch gibt es per Touchscreen Anweisun-
gen zum korrekten Wiedereinlegen des
einmal gescannten Vorlagenstapels. Auch
sonst gefällt der TS7750i mit vielen Kop-
ierfunktionen, darunter Randloskopien
von Fotos, die abgesehen von kühler Farb-
gebung gut aussahen.

Zum Scannen über den PC stellt
Canon das gute ScanGear als Twain-Mo-
dul und ein praktisches „Scan Utility“ mit
Texterkennung bereit. Auf Scans von
Fotos vermissten wir dunkle Details, bei
Grafikvorlagen gerieten Farben etwas zu
hell. Die Texterkennung taugt wenig: Sie
machte schon bei normalgroßem Text
Fehler und erkannte etwa in kleineren Ta-
bellenschriften durchweg alle „a“ als „o“.

Fazit

Wer einen preiswerten Universaldrucker
für die Familie und das Homeoffice sucht,
macht mit dem gut ausgestatteten und im
Rahmen seiner Möglichkeiten flexiblen
Canon Pixma TS7750i nichts falsch. Das
Manko der extrem hohen Tintenkosten
lässt sich mit dem Print-Plan-Abo umge-
hen, für das allerdings ein Internetzugang
nötig ist. Damit braucht man etwa beim
Fotodruck nicht sorgenvoll auf die Tin-
tenstände zu schauen, denn gut gefüllte
Ersatzpatronen bestellt der Drucker auto-
matisch und die werden frei Haus gelie-
fert. (rop@ct.de) **ct**

Literatur

[1] Rudolf Opitz, Drucken für wenig Geld, Preisgüns-
tige Multifunktionsdrucker mit optionalem Tinten-
abo, c't 28/2023, S. 94
[2] Rudolf Opitz, Tinte frei Haus, Abodienste mit
monatlichen Seitenkontingenten für Drucker,
c't 20/2023, S. 90

Canon Pixma TS7750i

Tinten-Multifunktionsdrucker mit optionalem Tintenabo	
Hersteller	Canon, canon.de
Druckverfahren / Tinten	Bubblejet / 2 Kombipatronen
Tintenabo	Pixma Print Plan
max. Auflösung (Fotodruck) ¹	1200 dpi × 1200 dpi
Papiergewichte ¹	64 g/m² ... 300 g/m²
Papierzufuhr	100-Blatt-Fach, 100-Blatt-Einzug hinten
Papierablage ¹	50 Blatt
Duplex- / Randlosdruck	✓ / ✓
Scannen, Kopieren, Netzwerk und Cloud	
Auflösung physikalisch ¹	2400 dpi × 1200 dpi
Vorlageneinzug / Duplex	35 Blatt / –
Twain- / WIA-Modul	✓ / ✓
Scan to E-Mail / Cloud / FTP / SMB-Freigabe	✓ / ✓ / – / –
Druck-App	Canon Print (Android, iOS)
AirPrint / Android / Mopria	✓ / Canon Print Service / ✓
Hersteller-Dienst	IJ Cloud Printing Center
Sonstiges	
Schnittstellen	USB 2.0, WLAN (IEEE802.11n 2,4 u. 5 GHz), WiFi Direct
Betriebsabmessungen (B × T × H) / Gewicht	38 cm × 60,5 cm × 28 cm / 7,3 kg
Display	6,7-cm-Touchscreen, resistiv
Treiber für Windows	ab Windows 7 SP1
Treiber für Mac / Sonstige	macOS ab 10.15.7 / Linux (generische Treiber), Chrome OS
Software (Windows)	Canon IJ Scan Utility, Printer Assistant Tool, Easy Photo Print, Easy Layout, Poster Artist
Speicherkarten / USB-Host	– / –
Besonderheiten	Wartungskassette MC-G06 (9 €)
Tintenpatronen	
Schwarz (Reichweite ¹)	PG-585 (180 S.), PG-585XL (300 S.)
Farbe (Reichweite ¹)	CL-586 (180 S.), CL-586XL (300 S.)
mitgelieferte Tinte	PG-585 (180 S.), CL-586 (180 S.)
Tintenkosten pro ISO-Farb-seite (XL-Patrone)	21,67 ct, Schwarzanteil 10 ct
Tintenabo (30 S./Monat)	2,99 €
Messergebnisse und Bewertungen	
Druckzeiten [Min:Sek]	10 Seiten Duplex (Normal): 1:37 / 50 Seiten gemischt: 8:14 / Foto A4 (beste): 2:06
Druckleistung [ISO-Seiten / Minute]	Entwurf: 13,3 / Standard: 12 / Leise-Modus: 3,5 / Hoch: 2,6
Kopierzeiten [Min:Sek]	10 Kopien SW: 0:46 / Farbe: 0:56 / 10 ADF-Kopien: 1:30 / A4-Foto hohe Qualität: 2:09
Scanzeiten	Vorschau: 8 s / Foto 600 dpi: 39 s / Text 300 dpi: 13 s
Geräuscentwicklung	Drucken: 7,4 sone / Drucken leise: 3 sone / ADF-Scan: 4 sone / ADF-Scan leise: 2,8 sone
Leistungsaufnahme	Aus: 0,14 W / Sleep: 3,3 W / Bereit: 4,3 W / Kopieren: 24 W
Bedienung / Netzwerk	⊕ / ⊕
Text- / Grafikdruck	⊕ / ⊕
Fotodruck (Foto- / Normal-papier / SW / Mobil-App)	⊕ / ⊕ / ○ / ○
Kopierqualität Text / Grafik / Foto	⊕ / ○ / ⊕
Scanqualität Foto / Grafik / OCR	○ / ⊕ / ⊕⊕
Lichtbeständigkeit Normal- / Fotopapier	○ / ○
Herstellergarantie	1 Jahr, 2 Jahre im Canon Online-Shop
Gerätepreis	140 €
¹ Herstellerangabe ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden	



Flotter Schnitt

Videobearbeitung: CyberLink PowerDirector 365 vs. Magix Video Deluxe Plus 2024

Hobbyschneider erwarten einfach zu bedienende Programme, wollen sich aber auch kreativ austoben. Magix Video Deluxe 2024 und Cyberlink PowerDirector 365 versuchen diesen Spagat auch mithilfe von KI-Funktionen wie KI-Bildgenerierung. Wir haben die jeweils aktuelle Version getestet.

Von Joachim Sauer

Die Videoschnittprogramme Magix Video Deluxe und Cyberlink PowerDirector lassen sich kaum noch allein Amateuren zuordnen. Nach wie vor schneiden Heimanwender damit zwar ihre Familien- und Urlaubsvideos. Mit dem Siegeszug von Videos in sozialen Medien kam in den letzten Jahren aber eine große Nutzergruppe von Influencern und Marketingverantwortlichen in Unternehmen hinzu, die von PowerDirector und Video Deluxe keine verspielten Vorlagen und geführten Assistenten, sondern professionelle Ergebnisse erwarten.

Nutzer aller Zielgruppen setzen effiziente Workflows, stabile und schnelle Software sowie viele kreative Werkzeuge voraus. Jede Funktion sollte sich möglichst leicht bedienen lassen. Entwickler müssen den Spagat schaffen, profitaugliche Werkzeuge wie ausgefeilte Bildstabilisierung, Farbkorrektur, umfangreiche Audiofunktionen und einen guten Titel-editor auf verständliche Weise zu integrieren.

Zu den Grundlagen des Schnitts in der Zeitleiste gehören praktische Arbeitserleichterungen wie Slip: Der Ein- und Aus-

stiegs punkt eines Clips lässt sich dabei innerhalb des ihm zugewiesenen Bereichs in der Zeitleiste mit der Maus verschieben. Beim Verlängern dieses Bereichs kann die Videobearbeitung den davor oder danach liegenden Clip überschreiben. Moderne Kameras filmen mit hohen Bildraten, so dass Zeitlupen inzwischen selbst bei kurzen Social-Media-Clips häufig zu sehen sind – auch das sollte also drin sein.

Testumgebung

Getestet haben wir auf einer etwa vier Jahre alten Workstation mit Intel-Core-i9-Prozessor der neunten Generation, 64 GByte DDR4-Arbeitsspeicher und einer Grafikkarte des Typs Nvidia Quadro 4000. Mit dieser Ausstattung dürften sich beide Testkandidaten wohlfühlen. Wir haben die Programme aber auch auf verschiedenen Notebooks laufen lassen, um zu testen, wie sie sich unterwegs schlagen. Dass Notebooks bei manchen Aufgaben ins Schnaufen kommen, verwundert nicht. Prinzipiell arbeiten beide Programme aber sowohl hinsichtlich der Bedienung als auch der Leistungsfähigkeit gut auf mobilen Rechnern.

Als Videoclips haben wir Material von hochauflösenden Fotokameras von Full-HD bis hin zu 5,9K mit H.264-Codec sowie am Smartphone erstellte 4K-Clips (H.265) und 5,3K-Drohnenaufnahmen (H.265) eingesetzt. Eines kann man dabei für beide Testkandidaten schon festhalten: Sie importieren weitgehend alle derzeit gängigen Formate und Auflösungen bis hin zu 8K. Auch ein Auflösungs- und Formatmix stellt sie nicht vor Probleme. Allerdings fordern höhere Auflösungen und höhere Komprimierungen wie H.265 sowohl CPU als auch GPU, sodass die Anzahl der Spuren, die flüssig ohne Ruckler wiedergege-



CyberLink PowerDirector bindet einen KI-Bildgenerator ein und verpasst Videoclips einen künstlerischen Stil.

ben werden, stark von der Leistung des Rechners abhängt.

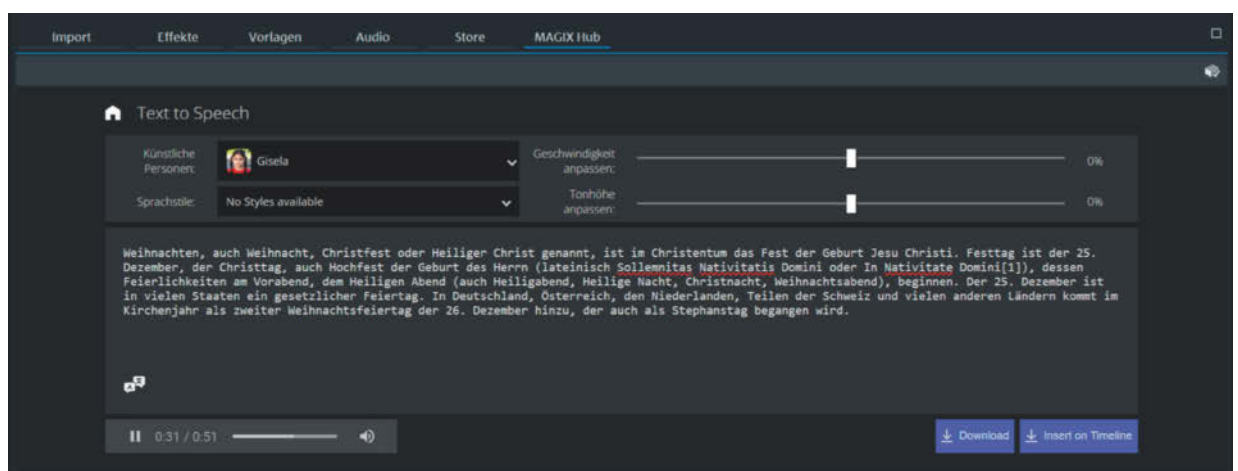
Effekte, Filter und Audio

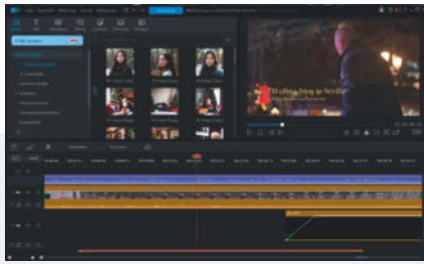
Außer Funktionen wie Kürzen, Zerschneiden und Anordnen von Clips enthalten beide Programme etliche Effekte, Filter, Übergänge, Vorlagen und Korrekturfunktionen. Zu ihnen gehören das Anpassen von Helligkeit und Kontrast, Farbkorrektur, Nachschärfen und Weichzeichnen. Magix implementiert neue Funktionen direkt in vorhandene Dialoge und Effektbereiche des Programms. CyberLink führt sie gerne über eigenständige Assistenten ein.

Einen Audiokommentar selbst einzusprechen, gehört der Vergangenheit an, zumal das viel Zeit kostet und dennoch oft unprofessionell wirkt. Die automatische Sprachausgabe von Magix Video Deluxe kann einen Text besser vorlesen als ein ungeschulter Sprecher und direkt dazu noch mit dem Film synchronisieren. Künstliche Intelligenz rettet bei Magix auch nahezu misslungene Audioaufnahmen, indem sie Störgeräusche herausfiltert. Für die abendfüllende Urlaubsdokumentation spielt die ausgefeilte Tonbearbeitung von Magix die wichtigere Rolle.

PowerDirector ist auf Audioseite weniger stark aufgestellt, kann aber ein zum

Magix Video Deluxe 2024 liest Text mit KI-Sprechern vor. Das Ergebnis ist oft besser als das ungeschulter Sprecher.





CyberLink PowerDirector 365

PowerDirector erstellt Projekte in verschiedenen Seitenverhältnissen, darunter 16:9, 9:16, 4:5 und 1:1. Letztere sind vor allem für soziale Medien wichtig. Auch 360-Grad-Videos bearbeitet das Schnittprogramm. Das Projektfenster zeigt Bibliothek und Einstellmenü links oben, Vorschaufenster daneben und die Zeitleiste unten. Die Navigation in der Zeitleiste gestaltet sich auch bei größeren Projekten unkompliziert.

Viele Funktionen öffnet PowerDirector in einem eigenen Fenster. Das gilt auch für die umfangreichen KI-Funktionen: Mit dem offiziell noch im Betastatus befindlichen, aber fest integrierten KI-Bildgenerator können Nutzer Bildideen umsetzen; die Auflösung beträgt 1024 x 1024 Pixel. Dabei wendet das Programm Stilvorlagen wie „Realistisch“, „Pop Art“ oder „Ölgemälde“ an. Probleme hat die KI mit Details wie Fingern.

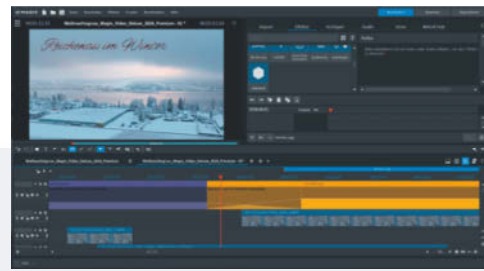
Das „KI Style Plugin“ überarbeitet Clips in künstlerischen Stilen. Als Vorbild dienen Gemälde unter anderem von Monet, Manet und van Gogh sowie impressionistische und traditionelle chinesische Malerei. Daraus berechnete Clips speichert PowerDirector als Kopie. Ähnlich funktioniert die KI-Himmelerersetzung, bei der Nutzer realistische bis fantasievolle Himmel auswählen können, welche der Dialog gegen den bestehenden Himmel austauscht. Der Regler „Landumgebung“ passt die Szene farblich an den ausgewählten Himmel an. Auch bei weicher Kante bleibt leider ein sichtbar schimmernder Übergang zwischen Horizont und Himmel bestehen. Neu ist auch die KI-Hintergrundentfernung, welche aber ebenfalls nicht ausgereift wirkt. Sie lässt immer wieder Lücken; individuell anpassen kann man sie nicht.

CyberLink stellt PowerDirector-Nutzern lizenzfreie Töneffekte sowie Musik, Bilder und Videos von Getty Images und iStock zur Verfügung. Bis zu 30 Premiuminhalte lassen sich monatlich einbinden, dazu unbegrenzt viele Standardinhalte. Die Suchfunktion der neuen Version findet Materialien in beiden Quellen gleichzeitig. Ein leicht bedienbares, aber leistungsfähiges Titelwerkzeug bietet eine Vielzahl Vorlagen. Effekte und Materialien lassen sich nun als Favoriten speichern.

Insgesamt lief PowerDirector im Test flüssig, solange es nur Full-HD- oder 4K-Material verarbeiten musste. Dann waren auf dem Core-i9-Test-PC auch 30 übereinanderliegende Spuren kein Problem. Erst bei drei übereinanderliegenden, stark komprimierten H.265-Aufnahmen in 5.9K-Auflösung stieß das Programm an seine Grenzen. Die zweiminütige Testdatei exportierte es zügig in exakt fünf Minuten.

- 👍 arbeitet stabil und schnell
- 👍 bietet umfangreiche Stock-Inhalte
- 👎 schlechter Hintergrundentferner

Preis: 139,99 € einmalig oder 74,99 € pro Jahr



Magix Video Deluxe Plus 2024

Das Videoschnittprogramm von Magix wirkt modern und aufgeräumt. Die großen Schaltflächen machen sich vor allem auf großen Monitoren gut. Auf kleineren muss man häufiger scrollen. Es öffnet Projekte mit einer Auflösung von bis zu 8K im 16:9-Format, unterstützt für Social-Media-Nutzer aber auch die Seitenverhältnisse 1:1, 9:16 und 4:5. Das Vorschaufenster platziert Magix oben links, den Dateibrowser oben rechts. Diese Anordnung überrascht auf den ersten Blick, weil sie mit Konventionen bricht. Arbeiten kann man damit jedoch gut. Sonst lässt sich die Oberfläche auch anpassen. Die Zeitleiste nimmt die gesamte untere Bildhälfte ein. Sie präsentiert sich klassisch unaufgeregt und lässt sich auch in den simpleren Storyboard-Modus umstellen.

In Vorversionen änderte Video Deluxe Objekt- und Textfenster nur durch Regler und Zahleneingabe im Eigenschaftsfenster. Jetzt platziert, skaliert und dreht man sie mit einer Mausbewegung im Vorschaufenster. Die Kombination „Strg + Mausrad“ vergrößert oder verkleinert entweder das gesamte Fenster oder ausgewählte Objekte darin. Das Programm läuft stabil mit 4K-Material und gibt bis zu 15 Spuren ohne Ruckler wieder. Bei der Wiedergabe von hochkomprimiertem H.265-Material in 5.9K-Auflösung ruckelte es.

Abonutzer können über den „Magix Hub“ Stockvideos und -musik von Storyblocks einbinden, allerdings nur in englischer Sprache. Im Magix Hub findet sich auch eine Text-to-Speech-Funktion. Das KI-Werkzeug stellt dafür KI-Sprecher und -Sprecherinnen in verschiedenen Stimmlagen zur Wahl. Sie beherrschen nicht nur die deutsche, sondern auch nahezu alle anderen Sprachen. So natürlich wie echte Sprecher klingen sie jedoch nicht. Tonhöhe und Sprachgeschwindigkeit kann man anpassen.

Die Option, im AV1-Codec zu exportieren, wirkt zunächst wie eine Kleinigkeit. Doch dieser Codec nutzt den weitverbreiteten MP4-Container und erzeugt bei geringerer Dateigröße weniger sichtbare Kompressionsartefakte als HEVC. Der AV1-Codec eignet sich vor allem bei langen Videos und hoher Auflösung. Damit ist er für die immer höheren Auflösungen im Web ideal und wahrscheinlich demnächst Standard.

Im Vergleichstest exportierte Video Deluxe eine zweiminütige Testdatei H.265-kodiert in 5:20 Minuten und damit geringfügig langsamer als PowerDirector. Beim AV1-Export war das Magix-Programm nicht langsamer als der Konkurrent von CyberLink.

- 👍 einfache und übersichtliche Oberfläche
- 👍 praxisnahe Audiofunktionen
- 👎 KI-Funktionen nur bedingt nutzbar

Preis: 69,99 € einmalig oder 47,88 € pro Jahr

Videoprojekt passendes KI-Standbild generieren oder per Partikelfilter Schnee und Regen in die Aufnahmen einfügen. CyberLink integriert mehr KI-Funktionen und Effektgeneratoren als Magix, was für eindrucksvolle, kurze Social-Media-Posts gut ist. In dem Zusammenhang sind nicht nur KI-Funktionen, sondern auch die mitgelieferten Content-Archive wichtig. Beide Videoschnittprogramme stellen registrierten Nutzern eine Vielzahl lizenzfreier Inhalte in Audio- und Videoform zur Verfügung. CyberLink hat mit zwei Anbietern und der besseren Suche mehr zu bieten als Magix. Das wird gerade Mitarbeiter aus Marketingabteilungen aufhorchen lassen, die täglich unter Druck stehen, Kanäle mit neuen Inhalten zu füllen. Auch bieten beide Kandidaten eine reichliche Effektauswahl. Dass CyberLink hier mehr als doppelt so viele liefert, fällt angesichts der Menge aber kaum ins Gewicht.


Fazit

Beide Schnittprogramme decken den Anspruch von Einsteigern ab, erfüllen aber auch die Bedürfnisse von Influencern und Marketingabteilungen, die täglich Inhalte ins Web stellen wollen.

Magix hat bei Video Deluxe 2024 den Fokus auf eine verbesserte Bedienoberfläche und Stabilität gelegt. In Sachen Übersichtlichkeit und einfacher Bedienung hat das Schnittprogramm der Berliner Entwickler die Nase vorn. Aber nicht in jedem Punkt: Mit der Integration von proDAD VitaScene V5 Pro legen sie ein gutes Effektprogramm bei. Unter dessen völlig anderer Bedienoberfläche leidet jedoch wiederum ein wenig die Bedienfreundlichkeit. Mit AV1 unterstützt Video Deluxe einen vielversprechenden Codec, der wohl in Zukunft zum Standard im Web werden dürfte. Nicht zuletzt arbeitet auch die Farbkorrektur bei Magix effektiver als in PowerDirector. Das verwundert nicht, denn CyberLink bietet die Farbkorrektursoftware ColorDirector an. Sie interagiert mit PowerDirector und bietet mehr als das Schnittprogramm allein, kostet unrabattiert aber auch 70 Euro pro Jahr oder 20 Euro pro Monat extra.

PowerDirectors KI-Hintergrundentfernung und die Himmelersetzung arbeiteten im Test nicht zufriedenstellend. Dennoch sind die Taiwanesen konsequenter an das Thema KI herangegangen als Magix. Überzeugen konnten bei CyberLink das „KI Style Plugin“ sowie der

integrierte Bildgenerator. Zusammen mit der umfangreichen Bibliothek an Stock-Material erhalten Nutzer viel Material an die Hand, um schnell eigene Videos zu

produzieren. Hinsichtlich des Umfangs und der kreativen Möglichkeiten stellt PowerDirector den Konkurrenten in den Schatten. (akr@ct.de) 

Videobearbeitung für Heimanwender und soziale Medien

Produkt	PowerDirector 365	Video Deluxe Plus 2024
Hersteller, URL	CyberLink, de.cyberlink.com	Magix, magix.com/de
Systemanforderungen	Windows ab 10 (64-Bit) / macOS ab 10.14	Windows ab 10 (64-Bit)
Bedienung		
Storyboard / Zeitleiste	✓ / ✓	✓ / ✓
Spuren: Video / Audio	unbegrenzt / unbegrenzt	unbegrenzt / unbegrenzt
Slip / Überschreiben / 3-Punkt / Time-stretch	✓ / ✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓ / ✓
Rendern im Hintergrund	–	–
Vorschau	Vollbild auf Zweitmonitor	Vollbild auf Zweitmonitor
automatischer Videoschnitt	✓	✓
Import und Aufnahme		
Videoformate	AVCHD, AVI, H.265, MKV, MOV, MPG, MP4, MVC, WMV	AVCHD, AVI, H.265, MKV, MOV, MPG, MP4, MVC, WMV, AV1
Audioformate	AAC, MP3, OGG, WAV	AAC, AC3, MP3, OGG, WAV
Bildformate	JPG, PNG, TIFF	JPG, PNG, TIFF
Batch-Capture	–	✓
Szenenerkennung nach Bandinfo / Inhalt	✓	✓
Titelgenerator		
Farbe / Schatten / Transparenz / 3D	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓
Keyframe-Bearbeitung	✓	✓
Animation	Kriechtitel, Rolltitel, Schriftanimation	Kriechtitel, Rolltitel, Schriftanimation
Animationsvorlagen	✓	✓
Effekte		
Blenden / davon 3D	474 / 44	177 / 49
Helligkeit / Kontrast / Sättigung	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Farbkorrektur / Weich- / Scharfzeichner	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Keyframe-Editing	teilweise	teilweise
Zeitleiste / -raffer / rückwärts	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Bild-in-Bild / Chroma Keying	✓ / ✓	✓ / ✓
Audiofunktionen		
Wellenform / Rubberband	✓ / ✓	✓ / ✓
Voice-Over / O-Ton abtrennen	✓ / ✓	✓ / ✓
Effekte	20	60
Filter (Rauschen / Tiefpass / Hochpass / Equalizer)	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓
Ausgabe		
Videoformate	M2T, AVCHD 50P, AVI, MPEG1 / 2, MPEG4 / H.264, QuickTime, WMV	AVCHD 50P, AVI, MPEG1 / 2, MPEG4 / H.264, QuickTime, WMV, AV1
Bitrate wählbar / variabel	✓ / ✓	✓ / ✓
DVD-Tonformat	AC3, PCM	AC3, PCM
AVCHD Smart Rendering	✓	✓
MPEG Smart Rendering	✓	✓
Authoring integriert / Menü-Vorlagen	✓ / ✓	✓ / ✓
animierte Menüs / Schaltflächen	✓ / ✓	✓ / ✓
Brennformate (DVD / AVCHD-DVD / Blu-ray)	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Brennformate 3D (3D-Blu-ray)	✓	✓
Bewertung		
Dokumentation / Bedienung	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕
Import	⊕⊕	⊕⊕
Full-HD- / 4K- / 6K-Bearbeitung	⊕⊕ / ⊕ / ○	⊕⊕ / ⊕ / ○
Effekte	⊕	○
Ton	○	⊕
Ausgabe	⊕	⊕
Preis: einmalig / Abo	139,99 € / 4,58 € pro Monat oder 74,99 € pro Jahr	69,99 € / 9,99 € pro Monat oder 47,88 € pro Jahr
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ funktioniert – nicht vorhanden		

Schlanker gleich besser?

Spielkonsole Sony PlayStation 5 Slim im Test

Sony hat das aktuelle PS5-Modell geschrumpft und so nimmt es weniger Platz im TV-Schrank ein. Der Test zeigt, ob sich auch bei der Effizienz und Leistung etwas getan hat.

Von Dennis Schirmmacher

Wie die herkömmliche PS5 berechnet die kompaktere und leichtere PS5 Slim wegen ihrer leistungsfähigen AMD-Zen-2-CPU und der RDNA-2-GPU Spiele mit maximal 3840 × 2160 Bildpunkten und 120 Bildern pro Sekunde. Neu ist die

Größe der Festplatte, die nun 1 TByte statt 825 GByte beträgt.

Im Vergleich

Die PS5 Slim gibt es wie auch das große Modell mit einem internen UHD-Blu-ray-Laufwerk oder als Digital Edition ohne Laufwerk. Neuerdings kann man das Laufwerk bei der digitalen Variante für 120 Euro nachrüsten. Dafür benötigt man nicht mal Werkzeug: Hat man die Seitenwand der Konsole durch Schieben mit der Hand entfernt, steckt man das Laufwerk einfach in den vorgesehenen Platz ein. Um das Laufwerk einmalig an einer Konsole zu aktivieren, ist eine Internetverbindung nötig.

Da die gleiche CPU und die gleiche GPU eingebaut ist, rechnet die PS5 Slim auf dem gleichen Niveau wie die bisherige Ausgabe und wir konnten in keinem der von uns ausprobierten Spiele einen Leistungszuwachs verzeichnen. Wie bei der ersten überarbeiteten Hardwareversion der herkömmlichen PS5 wird der Chip der PS5 Slim mit einer Strukturbreite von 6 nm gefertigt. Bei der allerersten Version der Spielkonsole aus 2020 waren das noch 7 nm. Im Test haben wir die PS5 Slim mit einer PS5 der ersten Generation (Modell CFI-1016A) mit 7-nm-Chip verglichen.

Das Kühlkonzept der Slim wurde überarbeitet und das macht sich im Vergleich bemerkbar: Wie wir gemessen haben, stößt die neue PS5-Version unter Last auf der Rückseite an der heißesten Stelle Luft mit maximal 61 Grad Celsius aus. Bei der alten PS5 sind es 56 Grad Celsius. Doch obwohl die Slim heißer wird, ist das Lüftergeräusch weniger störend. Die Ur-PS5 ist aber auch schon vergleichsweise leise (siehe Tabelle).

Bei den Anschlüssen hat Sony den vorderen USB-A-Anschluss durch eine USB-C-Buchse ersetzt, sodass man an der Front nun zwei Anschlüsse dieser Art findet.

Praktisch: Der Auswurfknopf für Discs findet sich jetzt am Laufwerk und nicht wie bei der alten Version in direkter Nähe zum Ausschaltknopf. Diese Anordnung sorgte regelmäßig dafür, dass man die Konsole versehentlich ausgeschaltet hat, wenn man nur die Disc auswerfen wollte.

Fazit

In der Summe ist die Slim-Version einen Tick leiser, wird gleichzeitig aber etwas heißer als die Ur-Version der Konsole. Die Leistungsaufnahme bleibt hingegen nahezu identisch. Unter Last mit dem Titel „Ratchet & Clank: Rift Apart“ genehmigte sich die aktuelle Version sogar ein paar Watt mehr. Auf der Habenseite sind der kleinere Formfaktor und die größere Festplatte zu verbuchen. Die Preise der neuen und alten Variante sind identisch. Der vertikale Standfuß ist aber nicht mehr dabei und kostet 30 Euro extra. Wer noch eine der ersten Versionen der PS5 besitzt, hat generell nur wenig Grund, neidisch auf die Slim-Variante zu schielen, außer man hat im TV-Schrank Platzprobleme. (des@ct.de) **ct**

PS5 vs. PS5 Slim

Spielkonsole	PS5 (Modell CFI-1016A)	PS5 Slim (Modell CFI-2016)
Leistungsaufnahme (gerundet)	Idle: 61 W, Last ¹ : 215 W, Blu-ray-Wiedergabe: 82 W, Stand-by ² : 1 W, Aus: 0,3 W	Idle: 57 W, Last ¹ : 219 W, Blu-ray-Wiedergabe: 87 W, Stand-by ² : 0,9 W, Aus: 0,2 W
Lautheit	Idle: 0,2 sone, Last ¹ : 0,8 sone, Blu-ray-Wiedergabe: 0,9 sone	Idle: <0,1 sone, Last ¹ : 0,6 W, Blu-ray-Wiedergabe: 0,7 sone
Temperatur ³	56 °C	61 °C

¹ Spiel für Test unter Last: „Ratchet & Clank: Rift Apart“ Grafikmodus Performance RT mit 60 fps ² Netzwerkfunktionen inkl. Remote Play aktiv ³ heißeste Stelle auf der Rückseite beim Luftausstoß

Sony PlayStation 5 Slim

Spielkonsole	
Hersteller, URL	Sony, playstation.com
Prozessor	AMD Zen 2 mit 8 Kernen und bis zu 3,5 GHz
Grafik	AMD RDNA 2 mit 36 CUs und bis zu 2230 MHz (10,3 TFlops)
RAM (verwendet von CPU und GPU)	16 GByte (GDDR6, 448 GByte/s)
Datenträger	1 TByte SSD PCIe Gen 4, NVMe
optisches Laufwerk	UHD Blu-ray (für digitale Version optional)
Videoausgang	HDMI 2.1 4K120 (inkl. 1440p)
HDR / VRR / ALLM	HDR10 / ✓ / ✓
USB-Anschlüsse	4 × USB 3.2 Gen 2 (2 × Typ C vorn, 2 × Typ A hinten)
Netzwerk / WLAN	1 × Gigabit-Ethernet / Wi-Fi 6 (801.11ax)
Maße / Gewicht	Disc Edition: 35,8 cm × 9,6 cm × 21,6 cm / 3,2 kg, Digital Edition: 35,8 cm × 8 cm × 21,6 cm / 2,6 kg
Lieferumfang	1 × Dualsense-Controller, HDMI-2.1-Kabel, 2 × horizontale Standfüße
Preis	550 € (mit Laufwerk), 450 € (ohne Laufwerk)



In Sachen Effizienz und Performance hat sich bei der PS Slim (links) im Vergleich zur herkömmlichen PS5 (rechts) nicht viel verändert. Dafür ist die neue Version kleiner und leichter.

Ausdauerwunder

Sport-Smartwatch Garmin Forerunner 265 im Test

Die Forerunner 265 ist eine sportliche Smartwatch mit viel Ausdauer, die jede Menge Fitness- und Gesundheitsdaten erfasst. Eine umfangreiche App gehört mit dazu.

Von Steffen Herget

Die Forerunner 265 ist keine kleine, aber trotzdem eine ziemlich leichte Uhr. Das Gehäuse besteht aus Kunststoff und wirkt eher zweckmäßig als schick oder edel. Das zweifarbiges Silikonarmband ist auch für stabile Handgelenke lang genug und sorgt für sicheren Sitz. Garmin bewirbt die Smartwatch vor allem für Läufer, sie ist aber eine Multisportuhr und taugt auch für viele andere Sportarten.

GPS und Herzfrequenzmessung arbeiteten im Test sehr genau, der von der Uhr gemessene Pulsschlag lag höchstens drei Schläge neben dem, was der parallel getragene Brustgurt ermittelte. Das GPS-Modul beherrscht Multifrequenz-GNSS für exaktere Positionsbestimmung, man kann diese Option fest einstellen oder die Automatik entscheiden lassen, ob diese höhere Genauigkeit notwendig ist. Bereits im Automatikmodus trackt die 265 sehr genau, den höheren Stromverbrauch für durchgehend Multifrequenz kann man sich sparen. Auf Wunsch gibt die Uhr jede Rundenzeit nicht nur auf dem Display, sondern auch akustisch aus.

Dem 1,3 Zoll (3,3 cm) großen OLED-Display fehlt eine automatische Helligkeitsregulierung und auch manuell stehen nur drei Stufen zur Wahl. Die mittlere Helligkeit war im Test stets hell genug, in dunkler Umgebung strahlt selbst die unterste noch zu kräftig für müde Augen. Während des Trainings bleibt das Display in der Standardeinstellung auf niedriger

Helligkeit eingeschaltet. Dreht man das Handgelenk und schaut auf die Uhr, wird es heller.

Bedient wird die Forerunner auf zwei Arten: per Touch und mit Knöpfen. Der Touchscreen reagiert flott, einzig Wischgesten vom Rand nach innen erkannte er im Test teils erst im zweiten Versuch. Während des Trainings ist Touch standardmäßig ausgeschaltet und muss aktiviert werden. In Bewegung oder mit Handschuhen sind die Knöpfe aber ohnehin praktischer. Einziger Haken: Die Taste oben rechts, die Workouts startet und beendet, drückt man hier und da unabsichtlich, wenn man das Handgelenk stark anwinkelt.

Lange Laufzeit

Über 30 Sportarten kann die Forerunner begleiten, von Triathlon über Freiwasserschwimmen bis Cyclocross und HIIT sollte da für alle etwas dabei sein. Neben den klassischen Gesundheitsfunktionen errechnet die 265 auch Dinge wie den Stresslevel, misst die Herzfrequenzvariabilität und ermittelt aus den vielen Daten Schlussfolgerungen. So soll etwa die Body Battery Aufschluss über den Energielevel geben, die Trainingsbereitschaft soll auf einer Skala von 1 bis 100 klären, ob die müden Knochen Ruhe brauchen oder man sich verausgaben kann.

Egal in welcher Sportart, die Forerunner 265 hat mehr Ausdauer als die Person, die mit ihr trainiert. Garmin verspricht bis zu 13 Tage Laufzeit als Smartwatch, und die Uhr löst das Versprechen ziemlich genau ein. Mit drei bis vier im Schnitt einstündigen Laufeinheiten in der Woche und getragen rund um die Uhr samt Schlaftracking musste die Uhr nie vor dem Abend des elften Tages ans Ladegerät. Mit Always-on-Display in voller Helligkeit ist das allerdings – logisch – nicht zu schaffen. Geladen wird über den proprietären Ladeanschluss von Garmin.

Als Smartwatch beherrscht die Uhr eine Reihe von grundlegenden Funktio-

nen, aufgrund des proprietären Betriebssystems bleibt ihr die App-Vielfalt von Apple oder Google aber verschlossen. Benachrichtigungen von Smartphone-Apps kommen zuverlässig an, Nachrichten lassen sich mit festgelegten Textschnipseln beantworten. Bezahlen kann man ausschließlich über Garmin Pay, da muss die eigene Bank mitspielen. Die Liste der teilnehmenden Geldinstitute ist jedoch ernüchternd kurz.

Wer eine Garmin-Uhr kauft, braucht die Connect-App zum Einrichten. Das klappte im Test problemlos, doch die App kann mehr. Sie visualisiert jede Menge Daten, die die Uhr und andere gekoppelte Garmin-Geräte erfassen, hält Trainingspläne für alle möglichen Sportarten bereit, begleitet auf Wunsch bei der Vorbereitung auf ein Sportevent oder verwaltet Notfallkontakte und Livetracking.

Fazit

Sowohl beim Sport als auch im Alltag überzeugt die Forerunner 265 mit sauberer Leistung. Sie bietet zwar weniger Funktionen und Apps als reine Smartwatches, überzeugt aber mit genauen Sensoren und extremer Ausdauer. Die Garmin-App kommt als Pluspunkt obendrauf. Die unpräzise Optik muss man mögen, eine schicke Uhr für schöne Anlässe ist sie nicht. Der aktuelle Straßenpreis von etwa 450 Euro ist angemessen. (sht@ct.de) **ct**



Garmin Forerunner 265

Sport-Smartwatch	
Hersteller, URL	Garmin, garmin.com
Maße / Gewicht ohne Band	46 mm × 46 mm × 13 mm / 32 g
Displaytyp / -auflösung / -größe	OLED / 416 × 416 Pixel / 1,3 Zoll
Konnektivität / Wasserschutz	Bluetooth, ANT+, Wi-Fi / 5 ATM
Kompatibilität	Android ab 7.0, iOS ab 15.0
UVP / Straßenpreis	500 € / 450 €

Durchblicker

Kamerabrille Ray-Ban Meta Wayfarer im Test



Die smarte Brille von Ray-Ban und Meta versteckt eine Kamera, zwei Lautsprecher und fünf Mikrofone im klassischen Gestell. Damit kann man fotografieren, filmen, telefonieren und Musik hören.

Von Steffen Herget und
Jan Philipp Wöbbeking

Durch diese Brille sieht man doppelt: einmal mit den Augen durch die Gläser und zusätzlich mit der Kamera im Rahmen. Die Ray-Ban Meta Wayfarer entstammt einer Kooperation der Brillenmarke mit dem Facebook-Mutterkonzern Meta. Sie ist mit getönten Gläsern ebenso erhältlich wie mit klaren oder selbsttönenden sowie mit geschliffenen Gläsern in der gewünschten Sehstärke.

Das Design entspricht weitgehend dem der klassischen Wayfarer-Brille von Ray-Ban, mit einer kleinen Abwandlung. An den Ecken im Rahmen, die sonst mit zwei kleinen Chromelementen verziert sind, sitzen eine Kamera auf der linken und eine LED auf der rechten Seite. Solange die LED nicht leuchtet, sehen beide Seiten symmetrisch aus – und unauffällig. Die Kamera sowie die LED sind Ton in Ton mit dem schwarzen Rahmen gestaltet und verschmelzen aus gewisser Entfernung betrachtet optisch mit der Brille. Alternativ ist die Kamerabrille auch als Modell Headliner in anderer Form erhältlich.

Die Bügel der Meta-Brille sind dicker als die der normalen Wayfarer, denn auch hier bringt Ray-Ban Technik unter. Sie beherbergen den Schiebeschalter zum Ein- und Ausschalten innen links, den Kameraauslöser rechts oben sowie vier der fünf Mikrofone und jeweils einen Lautsprecher. Die Außenseite des rechten Bügels ist touchsensitiv, hier regelt man mit Wischgesten die Laut-

stärke und startet oder stoppt die Audiowiedergabe durch Antippen. Die Verarbeitung der Bügel unseres Testmusters ließ zu wünschen übrig, oben und unten an den Bügeln störten fühlbare Grate auf der ansonsten spiegelglatten Oberfläche. Das Brillengestell besteht bis auf die metallenen Scharniere aus Kunststoff.

In der Brille steckt ein Snapdragon AR1 Gen 1, Qualcomm's erster Chip für XR-Brillen. Als Datenspeicher nutzt er eine 32 GByte große EMMC, Platz für eine microSD-Karte gibt es ebenso wenig wie für eine SIM. Die Meta Wayfarer verbindet sich über Bluetooth 5.3 mit dem iPhone oder Android-Smartphone, WLAN auf 2,4 und 5 GHz im Wi-Fi-6-Standard beherrscht sie ebenfalls.

Die Brille kann fotografieren und filmen, letzteres sowohl gespeichert auf der Brille als auch als Livestream über Facebook und Instagram. Foto schießt die Wayfarer Meta mit einer Auflösung von 12 Megapixel, Videos mit etwas aufgeböhrtem Full-HD in 1920 × 1440 Pixeln und 30 Bildern pro Sekunde. Bilder und Videos werden, ganz gemäß der Generation Smartphone, hochkant aufgenommen. Wer quadratische Bilder oder Querformat möchte, muss cropen und verliert damit Teile des Bildes.

Kamera für Schnappschüsse

Die Fotoqualität ist nicht mit der guter Smartphones vergleichbar, die schießen Aufnahmen mit mehr Schärfe, weniger Bildrauschen und satteren Farben. Für Schnappschüsse und alltägliche Fotos aus Ego-Shooter-Perspektive macht die Ray-Ban aber einen ordentlichen Job, solange man die Bilder nicht großformatig ausdruckt oder auf einem großen Monitor betrachtet. Diese Kamera soll Momente einfangen, und das tut sie. Der Blickwinkel ist arg weitwinklig und ähnelt eher dem einer Actioncam als einem Smartphone oder einer Kompaktkamera.

Bei Videoaufnahmen fehlt der Wayfarer eine optische Videostabilisierung, bei schnellen Bewegungen wird es ruckelig.

Insgesamt ist die Qualität brauchbar, solange noch ein wenig Licht vorhanden ist. Während der Aufnahmen leuchtet die LED dauerhaft in sanft wechselnder Helligkeit. Damit man niemanden ganz ohne diese Warnleuchte unbemerkt filmen oder fotografieren kann, hat der Hersteller eine zusätzliche Sicherheit eingebaut: Klebt man die LED ab oder hält sie zu, sind keine Aufnahmen möglich und eine Ansage fordert dazu auf, das Hindernis zu beseitigen. Auch die App sendet eine entsprechende Benachrichtigung. Eine weitere kleine LED an der Innenseite des Rahmens leuchtet während der Aufnahme und erinnert den Träger so optisch daran, dass die Kamera läuft.

Alternativ zum Knöpfchen drücken nimmt die Wayfarer auch Sprachbefehle nach dem Kommando „Hey Meta“ an. So lassen sich Fotos und Videos aufnehmen, Anrufe annehmen, Nachrichten verschicken und die Musik steuern.

Der simple Aufbau der Kamerabrille bringt einige Nachteile mit sich. So gibt es keine der vom Smartphone gewohnten Foto- oder Videomodi, etwa für Porträts oder Nachtaufnahmen. Videos sind auf eine Länge von 60 Sekunden begrenzt, Spielfilmlänge ist also nicht drin.

Gesteuert und konfiguriert wird die Wayfarer mit der Meta-View-App, die – wenig überraschend – ein Facebook-Konto verlangt. Das Koppeln dauerte im Test mit einem Google Pixel 8 Pro meist knapp eine halbe Minute. Nur über die App kann man Fotos und Videos von der Brille auf das Smartphone ziehen. Dazu muss allerdings ein eventuell laufendes VPN abgeschaltet werden, sonst verweigert diese Funktion den Dienst. In den Datenschutzeinstellungen lässt sich die standardmäßig aktivierte Aufzeichnung von Transkripten und Interaktionen abschalten, sie werden sonst von Meta maschinell und händisch ausgewertet und verarbeitet. Alle erkannten Sprachbefehle werden aufgelistet, man kann sie sich erneut anhören und einzeln oder en bloc löschen.

Dezenter Sound

Der Sound der kleinen Lautsprecher bringt kaum Bass rüber, ist jedoch gut verständlich. Anspruchsvollen Menschen wird das Gebotene nicht genügen; für den Podcast oder etwas Musik als Untermalung im Alltag macht es aber Spaß und reicht aus. Bei mittlerer Lautstärke in einem ruhigen Raum nehmen Menschen ab etwa einem Meter Entfernung den Klang sehr leise wahr, in belebter Umgebung dürfte man auch voll aufgedreht niemanden belästigen.

Beim Telefonieren mit der Brille spielt vor allem das Mikrofon rechts knapp unter der Nasenaufklappe der Brille eine Rolle. An sich ist die Verständigung auf beiden Seiten der Leitung in den meisten Situationen gut, allerdings kommt es vor, dass man beim Sprechen das Mikrofon mit den Wangen zeitweise abdeckt. Das passierte jedoch im Test nicht allen Personen, und wenn man die Brille etwas weiter nach vorne schiebt, lässt sich das Problem aus der Welt schaffen.

Meta und Ray-Ban versprechen eine Laufzeit von etwa vier Stunden mit einer

Akkuladung. Das kommt im Mischbetrieb recht gut hin, wenn man ab und an fotografiert und filmt, Musik hört und telefoniert. Beim Streamen oder bei ausgiebigem Kameraeinsatz ist der Akku deutlich schneller leer. Wer meist nur durch die Brille schaut und die smarten Features selten nutzt, schafft auch einen ganzen Tag. Zum Aufladen macht es sich die Brille im Etui gemütlich, der Strom wird über zwei Kontakte am Steg übertragen. Der Akku des Case reicht laut Hersteller für rund 32 Stunden, auch das ist ein realistischer Wert. Den Akkustand sagt die Brille per Sprachbefehl auch akustisch an. Ladekabel und Netzteil muss man selbst mitbringen, sie gehören nicht zum Lieferumfang.

Die Facebook-Mutter Meta hat neue Funktionen angekündigt, die demnächst per Update ihren Weg auf die Wayfarer finden sollen. Dazu gehören etwa das KI-Sprachmodell Llama 2 sowie eine KI-gestützte Objekterkennung. Die Möglichkeiten, sich mit der Brille zu unterhalten, dürfte das verbessern, ebenso den Nutzwert, wenn man beispielsweise durch die Brille

ein Gemälde betrachtet und sich vom Sprachassistenten Informationen darüber liefern lässt.

Fazit

Klassisch zeitloses Design, brauchbare Kamera, ordentlicher Sound: Die Ray-Ban Meta Wayfarer macht im Alltag trotz auf dem Papier kurzer Akkulaufzeit eine gute Figur. Die Funktionen sind auf das Wesentliche beschränkt, und wenn das die eigenen Anforderungen ausreichend erfüllt, gibt es derzeit kaum Konkurrenz.

(sht@ct.de) **ct**

Ray-Ban Meta Wayfarer

Kamerabrille	
Hersteller, URL	Ray-Ban, ray-ban.com
Maße (H × B × T) / Gewicht / Schutzart	4,6 × 14 × 15,3 cm / 49 g / IPX4
Kamera Auflösung / Blende / OIS	12 MP / f2,2 / —
Audio	2 Lautsprecher, 5 Mikrofone
Akku / wechselbar	154 mAh / —
Konnektivität	Wi-Fi 6, Bluetooth 5.3
Kompatibilität	Android ab 10.0, iOS ab 14.4
Preis	ab 359 €

Bestens verdrahtet!

Auch als
Heft + PDF
mit 28 % Rabatt



Schnelles WLAN, eine komplette Abdeckung in Ihrem Zuhause und bei Bedarf das eigene VPN. Das c't-Sonderheft deckt alle wichtigen Netzwerkthemen ab mit einem Schwerpunkt rund um den beliebten Fritzbox-Router und seinem stark verbesserten FritzOS:

- Fritzbox einrichten und tunen
- Kaufberatung: die beste Fritzbox für jeden Anschluss
- Mesh & Repeater optimal auswählen
- Mit speziellen VPNs die Privatsphäre schützen
- Netzwerke bauen
- Das bringen Wi-Fi-6E und Wi-Fi-7

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

inkl.
50
Seiten
Fritzbox

shop.heise.de/ct-netzwerke23



Datenheime

Vier x86-NAS als Netzwerkdatspeicher im Vergleich

Das eigene Datenlager macht unabhängig von Providerwillkür und Internetstau. Wir haben vier aktuelle NAS-Leergehäuse auf Leistung und Serverpotenzial getestet. Manche strotzen vor Funktionen, andere lassen sich flexibel umbauen.

Von Ernst Ahlers

Cloud ist bequem, aber Cloud ist auch unsicher: Mit dem Upload gibt man die Herrschaft über die eigenen Daten auf, so sie nicht verschlüsselt sind. Wenn es der Regierung des Landes gefällt, in dem Ihre Daten gerade lagern, dann gibt es von heute auf morgen keinen Zugriff mehr darauf oder der Provider schnüffelt selbst darin herum. Und der Cloudanbieter kann sich jederzeit überlegen, seine Preise drastisch anzuheben.

Wer sich vor solchen Überraschungen schützen möchte, lagert wichtige Daten

lieber in den eigenen vier Wänden auf einem Netzwerkspeicher alias NAS (Network Attached Storage). Schneller als der Upload über die langsame Internetleitung ist es im Heimnetz auch. Wir haben vier aktuelle NAS zum Selbstbestücken mit Massenspeicher intensiv Probe gefahren, unter anderem untersucht, was ein SSD-Cache bringt und geben Tipps für den Alltagsbetrieb.

Der hiesige NAS-Markt konzentriert sich auf immer weniger Marken. Neben den Urgesteinen QNAP und Synology findet man nur noch zwei Anbieter, die regelmäßig neue Modelle einführen: Asustor als eigenständiger Ableger des Mainboard- und Notebookherstellers Asus sowie die chinesische Firma TerraMaster.

Netgear, früher mit seiner ReadyNAS-Marke präsent, hat schon lange keine neuen Geräte mehr angekündigt. Die Netgear-Webseite zeigt keine NAS mehr und beim Aufruf von readynas.com landet man auf den Supportseiten. Nur noch drei Anfang 2016 eingeführte Modelle werden als unterstützt gelistet: RN212, 214 und 3138. Doch auch für die dürfte bald das End-of-Life-Totenglöckchen läuten.

Auch um Western Digital's (WD) My Cloud sollte man künftig lieber einen Bogen machen: In den vergangenen Jahren offenbarten sich immer wieder Sicherheitslücken. Nach einem Cyber-Einbruch im Frühjahr 2023 sah sich WD sogar genötigt, alle Kunden vom Clouddienst mycloud.com auszuschließen, die die Firmware ihrer WD-NAS nicht aktualisieren (ct.de/-9192217).

Für diesen Test suchten wir aktuelle NAS, die nicht nur als Datentümpel fungieren, sondern sich mit einem x86-Prozessor und optimalerweise erweiterbarem RAM auch gut für Container und Virtualisierung eignen. So können sie zum Mikroserver werden, dessen Dienste unabhängig von der Softwarepflege des Herstellers up to date bleiben. Wenn irgendwann keine neue Firmware mehr kommt, braucht man nur den Zugriff von außen auf direkt vom NAS bereitgestellte Dienste abzuschalten, um das Gerät sicher weiter nutzen zu können.

Es fanden sich vier Modelle derselben Leistungsklasse: Asustor AS5402T, QNAP TS-264, Synology DS723+ und TerraMaster F2-423. Sie haben je zwei Platten-

schächte, zwei Ethernet-Ports und sind als unbestückte Leergehäuse ungefähr gleich teuer. Drei nutzen den Quad-Core-Prozessor Intel Celeron N5095/N5105 und unterstützen Multigigabit-Ethernet mit 2,5 Gbit/s im LAN. Das DS723+ bildet die Ausnahme mit seinem AMD-Dual-Core Ryzen R1600 – wegen Simultaneous Multi-Threading, SMT, quasi auch ein Quad-Core – und den auf 1 Gbit/s beschränkten Ethernet-Ports. Das LAN-Nadelöhr lässt sich mit einem preisgünstigen USB-Adapter für Multigigabit-Ethernet weiten [1]; was das praktisch bringt, beschreiben wir weiter unten.

Loslegen

Die Prüflinge lassen sich bequem per Browser einrichten, überall nimmt ein Einrichtungsassistent Neulinge an die Hand und führt durch die wichtigsten Schritte. Die vorgeschlagenen Einstellungen sind nach unserem Empfinden überall sinnvoll. Wir sind aber an manchen Stellen (Dateisystem EXT4 statt BTRFS, RAID 1 statt SHR) davon abgewichen, um vergleichbare Messwerte zu erhalten.

Gelegentlich muss man anschließend noch Hand anlegen: Ende 2023 gab es in Deutschland laut Google [2] eine IPv6-Verfügbarkeit von 72 Prozent, auch die Verbreitung in Österreich und der Schweiz war mit 31 beziehungsweise 41 Prozent alles andere als vernachlässigbar. Doch Synology und TerraMaster sind anscheinend noch nicht in den 2020ern angekommen: Nach dem assistentenunterstützten Einrichten war IPv6 ausgeschaltet. Auch der voreingestellten Zeitzone sollte man einen Blick gönnen.

Den Browseroberflächen von QNAP und Synology merkt man die lange Erfahrung an. Asustor kommt nah heran, beim TerraMaster sind die Kanten noch etwas rauer, aber funktional. Alle drängen die NAS-Nutzer dazu, ihr Gerät an die Herstellercloud anzubinden. Das ist beispiels-



Das Asustor AS5402T (links) nimmt bis zu vier M.2-SSDs auf, muss aber aufgeschraubt werden. Zwei Klappen im Boden des Synology DS723+ machen das Cache-Bestücken leicht.

weise für die Fernwartung per App unumgänglich, aber die Geräte laufen auch ohne.

Dienstbar

Ähnlich wie die Oberflächen unterscheiden sich auch die angebotenen Dienste (siehe Tabelle auf S. 97). Als Datenspeicher taugen alle gut. Auch wer Funktionen wie die zentrale Nutzer-Authentifizierung gegen einen Server braucht (Active Directory oder LDAP), wird fündig. Über nachrüstbare Erweiterungen aus den Herstellerlagern, mal App Center, mal Paketzentrum genannt, kann man je nach Modell mehr oder weniger viele Optionen nachrüsten. Das sind einfache wie ein DLNA-Medienserver bis komplexe wie ein Radius-Server für individuelle Authentifizierung im WLAN.

Doch dabei ist man auf langfristige Pflege der Add-ons durch die Hersteller angewiesen. Wer sich darauf nicht verlassen will, kann bei allen mithilfe einer installierbaren Docker-Erweiterung auf einen riesigen Softwarefundus zurückgreifen.

Wenn die „Virtualisierung Light“ per Container nicht genügt, kann man bei den vier NAS auch vollwertige virtuelle Ma-

schinen starten. Das läuft über KVM (Kernel-based Virtual Machine), das in dem den NAS-Betriebssystemen zugrunde liegenden Linux steckt, und einen Aufsatz, entweder QEMU oder eine Virtualbox-Erweiterung. Die Steuerung für beides haben die Hersteller browserkompatibel verpackt. Meist lässt sich die VM nur übers LAN fernbedienen, bei Synology mangels HDMI-Port ohnehin, bei QNAP im Browser und bei TerraMaster per RDP. Den schmalbrüstigen NAS-CPU's geschuldet sollte man aber keine VM-Geschwindigkeit wie auf einem ausgewachsenen PC erwarten.

Dateien schaufeln

Was die NAS als Netzwerkspeicher leisten, haben wir mit dem c't-NAS-Benchmark ausgemessen (ct.de/ys46). Alle Geräte bekamen die gleiche Plattenbestückung, auf der wir eine unverschlüsselte und eine verschlüsselte Windows-Freigabe einrichteten. Dann testeten wir, mit welcher Geschwindigkeit die NAS unterschiedliche Dateigruppen speichern.

Die so gemessenen Durchsätze lagen alle weitgehend in derselben Region. Ein großer Haufen kleiner Dateien (1000 × 256 KByte) fließt am langsamsten, weil die häufigen Systemaufrufe im PC- und NAS-Betriebssystem viel Zeit fressen. Bei wenigen großen Dateien (10 × 400 MByte) können die NAS hingegen ihre LAN-Ports ausschöpfen und bis zu 280 MByte/s übertragen. Schaffte ein NAS bei großen Dateien beim Schreiben und Lesen summierte 400 MByte/s, gab es dafür eine gute Note. Bei 500 MByte/s und mehr resultierte ein „Sehr gut“.

Nachbrenner

In die getesteten Netzwerkspeicher kann man je zwei M.2-SSDs als Zwischenspeicher (Cache) oder als schnellen lokalen Speicher für VMs und Container einbauen. Am einfachsten klappt das beim DS723+

2-Bay-x86-NAS: Performance, Geräusch und Strombedarf

	1000 × 256 KByte		100 × 2 MByte		10 × 400 MByte		IOPS ohne	mit SSD-Cache	Idle-Geräusch [sone]	Idle-Leistung [W]
	schreiben [MByte/s]	lesen [MByte/s]	schreiben [MByte/s]	lesen [MByte/s]	schreiben [MByte/s]	lesen [MByte/s]				
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	◀ besser	◀ besser
Asustor AS5402T	65	22	181	100	242	252	1320	9600	0,9	24,0
QNAP TS-264	62	28	173	110	229	281	2600	21600	0,7	24,7
Synology DS723+	54	19	96	62	111	113	1370	4100	0,5	21,7
Synology DS723+ ¹	47	22	125	80	189	259	1460	3970	0,5	22,4
TerraMaster F2-423	32	18	115	79	225	219	1440	2840	0,2	20,8

gemessen mit c't-NAS-Bench aus/auf RAM-Disk sowie Microsoft DiskSpd, Windows-10-PC mit Ryzen 5 5600G und 10GE-NIC Asus XG-C100C ¹ zum Vergleich mit 2,5-Gbit/s-USB-Ethernet-Adapter (Delock DN-3025)



Selbst kleine x86-NAS wie Synology DS723+ (oben) und QNAP TS-264 lassen sich inzwischen mit 10-Gigabit-Ethernet-Karten in PCI-Express-Slots beschleunigen. Das lohnt, wenn SATA-SSDs als Massenspeicher drin stecken, mehr noch mit M.2-NVMe-SSDs.

dank seiner Klappen im Boden, doch ebenso leicht kann sich ein Langfinger die Speicherstreifen greifen.

Beim TS-264 erreicht man die M.2-Slots mit etwas Geschick von vorn bei herausgezogenen Festplattenhaltern. Das AS5402T ist durch Lösen von zwei Schrauben und Abziehen einer Gehäusehälfte zu zerlegen. Beim F2-423 wird noch etwas mehr Aufwand fällig, um an die Platine zu kommen (vier Schrauben lösen, Rückwand hochkant stellen, Gehäuseprofil nach oben abziehen). Das werten wir aber nicht als Handhabungsnachteil, weil es sehr selten nötig ist.

Ein SSD-Cache beschleunigt hauptsächlich datenbankähnliche, zufällige Zugriffe auf große Dateien. Wir testeten das mit Microsofts DiskSpd-Benchmark (ct.de/ys46), für den wir auf einer unverschlüsselten SMB-Freigabe eine Datei der sechsfachen NAS-RAM-Größe mit Zufallswerten ablegten. Dann ließen wir DiskSpd für drei Minuten mit vier Threads, 4K-Blockgröße und einem Schreib-/Leseverhältnis von 20:80 zehnmal mit einer einminütigen Pause dazwischen darauf los. Denn der SSD-Cache füllt sich bei diesem Test erst allmählich und zeigt dann Wirkung.

Der in der Tabelle angegebene IOPS-Wert (Input/Output operations Per Second) ist die Summe der gemessenen Schreib- und Lesefrequenzen des zehnten Laufs erst ohne, dann mit SSD-Cache. Wie stark der SSD-Cache solche datenbankähnlichen Zugriffe beschleunigt, verrät der dabei auftretende Faktor. Beim Asustor AS5402T maßen wir tatsächlich eine Verdreißigfachung, wenn auch auf niedrigerem Niveau als beim flinkeren QNAP TS-264.

Fürs Schreiben oder Lesen kompletter Dateien brachte der SSD-Cache in unseren Messungen nur bei zwei Geräten mit einer optionalen Einstellung einen Vorteil: War beim QNAP-NAS der SSD-Cache für „Alle E/A“ eingerichtet und beim TerraMaster-Gerät kein Haken bei „SSD-Cache überspringen...“ gesetzt, dann flutschten manche Dateigrößen je nach Übertragungsrichtung etwas besser. Die von uns gemessene, aber kaum spürbare Beschleunigung um maximal 40 Prozent beim Zugriff auf mittelgroße Dateien und höchstens 30 Prozent bei großen muss man gegen den erhöhten Verschleiß der Cache-SSDs abwägen.

Ohne Extras

Zahlen Sie beim Bestücken des Caches keinen unnötigen Aufschlag für extra-schnelle M.2-NVMe-SSDs, sondern nehmen Sie preisgünstige Markenprodukte: Die vier getesteten Geräte binden M.2-SSDs mit PCI-Express 3.0 über nur je eine PCIe-Lane an. So schaffen die SSDs gerade mal circa 800 MByte/s bei linearem Zugriff statt der maximal möglichen 3500 MByte/s, doch das genügt für die NAS voll auf. Erstens können die Geräte über Ethernet ohnehin höchstens 280 MByte/s transportieren und zweitens profitieren Sie beim SSD-Cache trotz der schmalen PCIe-Anbindung von der erheblich kleineren Latenz gegenüber konventionellen Festplatten.

Setzen Sie immer zwei gleich große Cache-SSDs ein. Denn die NAS erlauben korrekterweise das Einrichten eines Schreibcaches erst auf einer RAID-1-Konfiguration. Eine Kapazität von 250 bis 500 GByte genügt vollauf. Lassen Sie das NAS nur rund 80 Prozent davon nutzen und den Rest brachliegen (Overprovisioning), damit genügend Reserveblöcke für den unweigerlichen Flash-Verschleiß bereitstehen und die SSDs lange halten. Energiemäßig tragen Cache-SSDs unserer Erfahrung nach kaum auf: Der Idle-Mehrbedarf liegt deutlich unter einem Watt und ist damit vernachlässigbar.

Klar ist, dass sich ein SSD-Cache erst dann lohnt, wenn Sie Anwendungen mit dem oben beschriebenen datenbankähnlichen Verhalten betreiben und diese auch häufig auf Daten zugreifen. Ein klassisches Beispiel wäre eine auf dem NAS im Container laufende Nextcloud nebst SQL-Datenbank. Dient das NAS hingegen hauptsächlich als Datentümpel, sparen Sie sich das Geld für M.2-Cache-SSDs.



Asustor AS5402T

Asustors AS5402T fasst nicht nur zwei SATA-Massenspeicher, sondern auf Wunsch auch bis zu vier M.2-SSDs. Die machen es leise, schnell und energiesparend, für große Speicherkapazitäten aber auch teuer. Am HDMI-Port zeigt ein Bildschirm nach Installation der App das Asustor-Portal. Auf dem Quasidesktop kann man verschiedene Apps starten, etwa Firefox mit Bookmarks für Netflix, YouTube etc. Dort lässt sich auch Virtualbox bequem wie vom PC bekannt per Maus konfigurieren; VMs waren bei uns aber nicht immer per USB-Peripherie lokal zu bedienen. Asustor beschränkt das auf eine laufende Maschine, was angesichts der RAM-Größe sinnvoll scheint.

↑ preisgünstig

↑ vier M.2-Slots

↓ VMs lokal ruckelig

Preis: 401 Euro

Ein dringender Rat

Richten Sie nicht nur für alle bestückten Festplatten und Cache-SSDs die SMART-Überwachung der Massenspeichergerätesundheit ein, sondern auch die Benachrichtigung per E-Mail, App oder SMS. Nutzen Sie möglichst zwei Wege parallel, damit Sie garantiert und rechtzeitig von drohenden Ausfällen erfahren. Prüfen Sie nach der Konfiguration, ob die Benachrichtigung so funktioniert, wie sie soll.

Malade Festplatten warnen mit einer kontinuierlich steigenden Zahl neu zugeordneter Sektoren, je nach Hersteller „Reallocated Sector Count“ oder „... Event Count“. Kommt es zum Ausfall, dann schützt RAID 1 den Datenbestand, weil das NAS mit der anderen Platte nahtlos weiterläuft. Eine zweite Festplatte gleicher Kapazität ist also eine gute Investition in



QNAP TS-264

QNAP richtet seine Netzwerkspeicher traditionell auf Mediendienste als Nebenaufgabe aus. Das merkt man neben dem HDMI-Port am integrierten Infrarotsensor für die optionale Fernbedienung RM-IR004. Der Performance als NAS tut das keinen Abbruch, in unserem Testfeld stach das TS-264 besonders bei den datenbankrelevanten IOPS positiv hervor. Wie beim DS723+ kann man das QNAP-Gerät mit einer schnellen Netzwerkkarte ausstatten, die bei SSD-Bestückung weit mehr als die bei Platten maximal möglichen 280 MByte/s erlaubt. Der große Nachteil des TS-264: Das RAM ist nicht erweiterbar, doch die vorhandenen 8 GByte sollten für einige Container genügen.

- ↑ viele Funktionen
- ↑ hohe IOPS-Leistung
- ↓ feste RAM-Größe

Preis: 464 Euro



Synology DS723+

Die Hauptaufgabe des DS723+ ist das Datenspeichern: Anders als der Rest des Testfeldes hat das Gerät keinen HDMI-Port, um einen Bildschirm anzuschließen. Auch ist der bestückte Hauptspeicher mit 2 GByte vergleichsweise klein, aber als ECC-RAM vor den häufigsten Bitfehlern geschützt. Wer mehr als zwei, drei genügsame Docker-Container starten will, sollte mindestens 4 GByte dazustecken, für vollwertige Virtualisierung besser 16. Zum Ausgleich gibt es einen eSATA-Port, an den man bei hohem Speicherbedarf ein Erweiterungsgehäuse für zusätzliche Platten hängen kann. Wie das TS-264 hat das DS723+ einen PCI-Express-Slot für eine schnelle LAN-Karte.

- ↑ breiter Funktionsumfang
- ↓ ab Werk nur Gigabit-Ethernet
- ↓ IPv6 in der Voreinstellung aus

Preis: 480 Euro



TerraMaster F2-423

Mit bald sieben Jahren auf dem hiesigen Markt gilt TerraMaster noch als NAS-Newcomer, doch die Hardware ist ausgereift: Ein F2-220 läuft in der c't-Redaktion durchgehend seit über drei Jahren unter Openmediavault. Der Nachfolger F2-423 hat einen wesentlich flotteren Prozessor und hält performancemäßig mit den Mitbewerbern mit. Doch es gibt Juckepunkte, die nachdenklich machen: Die E-Mail-Benachrichtigung geht ab Werk über „Lokaler SMTP-Server“. Der läuft aber keinesfalls lokal, sondern in China (ABC Hongkong, abchk.net). Der Versand über ein web.de-Konto scheiterte, die Ursache verriet das NAS nicht. Ab Werk war das unsichere SMB v1 aktiv, was man per Browser auf 2.0 als Minimum ändern sollte.

- ↑ preisgünstig
- ↑ leicht zum Server umbaubar
- ↓ IPv6 in der Voreinstellung aus

Preis: 400 Euro

Sachen Datensicherheit. Aber tauschen Sie bei einem Ausfall die defekte Platte zügig aus.

Wählen Sie sich während des dann anlaufenden, je nach Massenspeichergröße viele Stunden bis wenige Tage dauernden RAID-Rebuild nicht in falscher Sicherheit: Auch frisch gekaufte Festplatten können früh ausfallen und nach einigen Jahren Dauerbetrieb steigt die Wahrscheinlichkeit fürs Spätleben stark an. Uns haben schon Berichte erreicht, dass die verbliebene Altplatte während des Rebuilds die Grätsche gemacht hat. Nicht erst bei einem Kapazitätsupgrade, sondern schon vorher prophylaktisch zu wechseln, ist deshalb keine schlechte Idee: Die Altplatten können mit einem USB-zu-SATA-Dock noch lange als Backupziel dienen.

Ein zweiter Rat

Zwar gibt es in NAS-Betriebssystemen inzwischen Papierkörbe wie bei Desktopbetriebssystemen. Diese fangen viele Fehler ab, aber nicht alle komplett verlustfrei: Maus verrutscht, falscher Teilbaum gelöscht, alle Kinderfotos futsch! Denn zum einen haben die Papierkörbe typischerweise eine begrenzte Kapazität, außerdem verwerfen sie alte Daten nach einer meist einstellbaren Weile automatisch. Zum anderen gibt es in den NAS-Browserseiten auch Direkt-Löschen-Funktionen, die die Daten am Papierkorb vorbei in den Reißwolf befördern.

RAID ist genauso wenig ein Backup wie das Spiegeln des Datenbestandes auf ein zweites NAS. Beides speichert Bedienungsfehler ebenso getreulich wie alles andere. Gewöhnen Sie sich also das regel-

mäßige Datensichern auf externe Massenspeicher nach der 3,2,1-Regel an: Drei Backups auf zwei Medientypen, davon eines außer Haus gelagert [3].

Ob Sie die Daten mit einer ins NAS-Betriebssystem eingebauten Funktion sichern oder per Backupsoftware auf dem PC auf eine dort angeschlossene USB-Festplatte, ist einerlei. Jedes Backup ist besser als keines. Selbst wenn die NAS-Elektronik noch vor dem ersten Backup stirbt, ist nicht alles verloren: Wie Sie mit unserem Desinfec't-Linux Daten von NAS-Platten retten können, haben wir vor ein paar Jahren beschrieben [4].

Der dritte Rat

Lassen Sie, wenn im NAS-Betriebssystem vorhanden, automatische Firmware-Updates aktiviert. Viele Hersteller stopfen

erkannte Sicherheitslücken zeitnah, aber Sie bekommen das nicht immer mit. Besser, das NAS macht das sofort, als Sie verspätet. Das gilt besonders, falls Sie Funktionen des NAS-Betriebssystems ins Internet freigegeben haben, um von unterwegs auf die daheim lagernden Daten zugreifen zu können.

Zwar mag sich das NAS in seltenen Fällen beim Neustart nach dem Autoupdate verhaken und einen harten Reset per kurzzeitigem Entzug der Stromversorgung brauchen. Aber es ist gewiss erträglicher, eine kurze Zeit auf die NAS-Dienste zu verzichten, als alle Daten fremdverschlüsselt zu haben und sich einer Lösegeldforderung ausgesetzt zu sehen.

Ein VPN-Zugang ins Heimnetz ist übrigens nicht per se der Dienstfreigabe im Router überlegen: Schädlinge können von infizierten PCs aus das NAS angreifen, logischerweise auch remote per VPN.

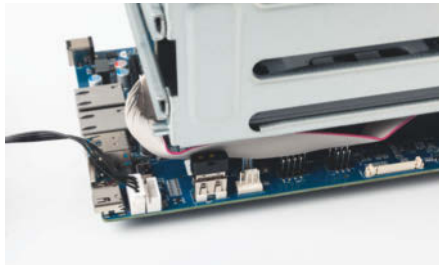
Schauen Sie schließlich ab und zu per Browser auf der NAS-Oberfläche nach dem Rechten, denn manchmal gehen Benachrichtigungswege verloren, ohne dass man das bemerkt. Wenn etwa der Gratis-mailprovider Konten schließt, weil sie zu selten per Web-Login abgefragt werden, kann das NAS keine Warnmails mehr absetzen.

Geräusch und Energie

Setzt man Festplatten ein, dann bestimmt deren typabhängiges Geräusch maßgeblich, wie „lärmig“ der Netzwerkspeicher wird. Wir maßen die Geräuscentwicklung bei allen Kandidaten deshalb mit gleicher Plattenbestückung, einmal im Idle-Zustand (Platten drehen, keine Schreiblesekopfbewegungen) und einmal im Ruhezustand (Platten schlafen).

In Ruhe ist nur das Rauschen des NAS-Lüfters zu hören. Das ist auch der Referenzwert für alle, die ihren Netzwerkspeicher ausschließlich mit SSDs bestücken. Mit solchen Massenspeichern entfällt dann prinzipbedingt auch das Klackern der Schreibleseköpfe, das sich bei Festplattenbestückung nicht weg-dämpfen lässt.

Das Synology-NAS zeigte auf dem Audiomesstisch eine Resonanz, die das Laufgeräusch unserer Testplatten hervorhob. Auf einer Schaumstoffunterlage und mit einem Gewicht beschwert beruhigte sich das DS723+ von guten 0,5 auf sehr gute 0,2 sone. Wer sein NAS in der Wohnung auf eine feste Oberfläche stellt, soll-



Wer aus dem TerraMaster F2-423 einen Mikroserver mit einem Betriebssystem eigener Wahl machen will, muss vor der Inbetriebnahme nur den internen USB-Stick abziehen, um das originale NAS-OS rückstandsfrei loszuwerden.

te ihm ebenfalls eine Lage Schaumstoff spendieren.

Die Leistungsaufnahme lag bei den vier Prüflingen im Idle etwas oberhalb 20 Watt, da sie alle eine ähnliche Hardwaregrundlage haben. Ab 25 Watt hätten wir „schlecht“ gefunden, unter 20 Watt „gut“, was aber nicht auftrat. Gehen die Platten schlafen, dann bleibt die Basislast des NAS übrig. Hier fanden wir deutliche Unterschiede. Unter 10 Watt resultierte eine gute Note, ab 15 Watt eine schlechte. Wie beim Geräusch gilt bei SSD-Bestückung der niedrige Wert als Idle-Leistung.

LAN-Turbo

Peppt man das DS723+ mit einem 30-Euro-USB-Adapter für Multigigabit-Ethernet bei 2,5 GBit/s auf [1], dann saugt es mit 0,7 Watt ein klein wenig mehr Leistung aus der Steckdose. Dafür liefert es große Dateien mit doppelter Geschwindigkeit (259 statt 113 MByte/s, siehe Balkendiagramm) und zieht mit dem restlichen Testfeld gleich. Bei mittelgroßen Dateien gab es auch einen Sprung, aber der fiel nicht so hoch aus. Die IOPS verbesserten sich durch den 2G5-Adapter nicht nennenswert (1460 statt 1370 Hz ohne SSD-Cache).

Wer das Synology-NAS mit SATA- oder M.2-SSDs als Hauptdatenträger bestückt, kann den 130 Euro teuren PCIe-Adapter E10G22-T1-Mini einbauen. Der liefert 500 beziehungsweise 800 MByte/s, treibt aber die Idle-Leistungsaufnahme des DS723+ bei einer 10-Gbit/s-LAN-Verbindung um satte 5 Watt hoch [5].

Alternativbetrieb


Dank ihres HDMI-Ausgangs eignen sich drei Prüflinge nicht nur als Netzwerkspei-

cher. Mit einem Bildschirm und USB-Peripherie konnten wir beim Hochfahren per Tastendruck – F2 bei Asustor, Esc bei QNAP und TerraMaster – das BIOS-Setup erreichen. Dort ließ sich das Bootmedium auf externe USB-Massenspeicher umschwenken. Xubuntu 22.04 und Desinfec't starteten problemlos von USB-Medien. Wer alles im Griff haben will, kann also andere Betriebssysteme auf der NAS-Hardware installieren, beispielsweise Openmediavault, Ubuntu Server oder Unraid.

Besonders leicht fällt das beim TerraMaster-Gerät: Innen sitzt ein USB-Stick, der den Umlader fürs TerraMaster OS (TOS) enthält. Den Stick zieht man vor der Inbetriebnahme ab, um gleich mit einem eigenen Betriebssystem loszulegen.

Fazit

Sie wollen nur Daten speichern und sich möglichst nicht um die Hardware kümmern, abgesehen vom regelmäßigen Backup? Dafür eignen sich alle Kandidaten dieses Testfeldes. Besonders energiesparend und leise in Bereitschaft zeigten sich Synologys DS723+ und das F2-423 von TerraMaster. Die höchste Performance brachte in diesem Test QNAPs TS-264, aber der Abstand zu den Verfolgern war klein. Ansonsten dürfen Sie nach der Ausstattung und den gebotenen Funktionen wählen.

Soll das NAS irgendwann mehr Aufgaben übernehmen, können Sie die mit den nachinstallierbaren Erweiterungen erledigen. Hier bieten QNAP und Synology die größte Auswahl, übrigens auch die besten Aussichten auf lange Firmware-Pflege und damit NAS-Nutzbarkeit. Unabhängig von den Hersteller-„App-Stores“ werden Sie mit Containern, die per Docker-Erweiterung eine riesige Softwareauswahl eröffnen. (ea@ct.de) 

Literatur

- [1] Dušan Živadinović, Nachbrenner, Synology-NAS-Geräte auf Multigigabit-Ethernet aufrüsten, c't 23/2023, S. 138
- [2] Google-Statistik IPv6-Einführung pro Land, google.de/ipv6
- [3] Jan Schüssler, FAQ: Backup, c't 19/2022, S. 178, auch online: ct.de/-7238206
- [4] Peter Siering, NAS-Auslese, Mit Desinfec't Daten von NAS-Platten kratzen, c't 17/2018, S. 152
- [5] Ernst Ahlers, Zwei Turbos optional, Netzwerkspeicher Synology DS723+ getestet, c't 7/2023, S. 74

c't-NAS-Benchmark, Microsoft DiskSpd: ct.de/ys46

2-Bay-NAS-Leergehäuse – technische Daten und Testergebnisse

Modell	AS5402T	TS-264	DS723+	F2-423
Hersteller/Marke	Asustor	QNAP	Synology	TerraMaster
Getestete Firmware / Linux-Kernel	ADM 4.2.5.RN33 / 5.13	QTS 5.1.3.2578 / 5.10.60	DSM 7.2.1-69057.3 / 4.4.302	TOS 5.1.103 / 5.15.59
Hardware				
Prozessor / Takt (Burst) / SMT	Celeron N5105 / 4 × 2,0 (2,9) GHz / –	Celeron N5105 / 4 × 2,0 (2,9) GHz / –	Ryzen R1600 / 2 × 2,6 (3,1) GHz / ✓	Celeron N5095 / 4 × 2,0 (2,9) GHz / –
RAM / erweiterbar bis	4 / 16 GByte	8 / – GByte	2 / 32 GByte (ECC)	4 / 32 GByte
M.2-Slots (Typ, Bus)	4 (2280, NVMe, 1 Lane)	2 (2280, NVMe, 1 Lane)	2 (2280, NVMe, 1 Lane)	2 (2280, NVMe, 1 Lane)
LAN-Ports	2 (2,5 Gbit/s)	2 (2,5 Gbit/s)	2 (1 Gbit/s)	2 (2,5 Gbit/s)
USB-Ports (Typ, Datenrate)	3 (A, 10 Gbit/s)	4 (A, 2 × 0,5, 2 × 10 Gbit/s)	1 (A, 5 Gbit/s)	2 (A, 10 Gbit/s)
weitere Anschlüsse	HDMI 2.0b	HDMI 2.1, Expansion-Slot PCIe 3.0 x2, IR-Sensor	eSATA, Expansion-Slot PCIe 3.0 x2	HDMI 2.0b
Bedienelemente	Ein, Copy, Reset	Ein, Copy, Reset	Ein, Reset	Ein, Reset
Anzeigen	10 Leuchten	9 Leuchten	8 Leuchten	8 Leuchten
Maße (B × H × T)	10,5 × 17 × 22 cm	10,5 × 17 × 22,5 cm	10,5 × 16,5 × 22 cm	12 × 13 × 22,5 cm
Sharing-Funktionen				
SMB-Versionen voreingestellt / Samba-Server	2.1-3.11 / 4.12.8 (Okt. 2020)	2.0-3.11 / 4.15.13 (Dez. 2022)	2.0-3.11 / 4.15.13 (Dez. 2022)	1-3.11 / 4.15.6 (März 2022)
Webdavs / FTPS / NFS	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ ¹ / ✓	✓ ¹ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
AppleShare (AFP) / TimeMachine	✓ / ✓	✓ / ✓ ¹	✓ / ✓	✓ / ✓
Rsync / abschaltbar / iSCSI-Target	✓ / ✓ / ✓	✓ ¹ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ ¹
Printserver / Protokoll	✓ / IPP, Remote-USB	– / –	– / –	– / –
Medienserver	(10 Apps) ¹	(2 Apps) ¹	(5 Apps) ¹	(4 Apps) ¹
weitere vorinstallierte Server-Dienste	Web, SFTP, TFTP, Reverse Proxy	Web, SFTP, TFTP, Reverse Proxy, Syslog, Radius	SFTP, TFTP, Reverse Proxy	SFTP
Nutzer-Auth. gegen Active Directory / LDAP	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
LDAP- / AD-Server (Domaincontroller)	– / –	✓ / ✓	✓ ¹ / –	– / –
Wartung und Logging				
SSH / Root-Shell möglich	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
SNMP / Traps	1,2c,3 / ✓	1,2c,3 / ✓	1,2c,3 / ✓	1,2c / ✓
Logging: Syslog-Client / Alarme	✓ / E-Mail, SMS, App-Push ²	✓ / E-Mail, SMS, IM ² , App-Push ²	✓ / E-Mail, SMS, IM, App-Push, Webhooks	– / E-Mail
NTP-Client / bel. Quelle / Sommerz. / Server	✓ / ✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / – / – / ✓
Port-Forwards per UPnP / DynDNS (Anzahl) / individuell	✓ / ✓ (37) / –	✓ / ✓ (14) / ✓	✓ / ✓ (13) / ✓	– / ✓ (11) / ✓
herstellereigener DynDNS-Dienst / mit IPv6-Auflösung	✓ ² / ✓	✓ ² / ✓	✓ ² / ✓	– / –
Massenspeicher				
Idle-Timeout / SMART-Wächter / Zeitplan	✓ (5-60 min) / ✓ / ✓	✓ (5-60 min) / ✓ / ✓	✓ (10-300 min) / ✓ / ✓	✓ (30-300 min) / ✓ / ✓
internes Dateisystem vorgeschlagen / alternativ	EXT4 / BTRFS	EXT4 / –	BTRFS / EXT4	BTRFS / EXT4
externe Dateisysteme (USB-Massenspeicher)	EXT4, BTRFS, NTFS, exFAT3, FAT32, HFS+	EXT4, NTFS, exFAT3, FAT32, HFS+	EXT4, BTRFS, NTFS, exFAT3, FAT32, HFS+	EXT4, NTFS, FAT32, HFS+
Verschlüsselung pro Freigabe / Volume	✓ / –	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / –
Extras				
Betrieb nach Zeitplan / Wake on LAN	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	– / ✓
Fernzugriff per App für Android / iOS	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Sync-Tool für Clients / Betriebssysteme	EZ Sync / Android, iOS, Windows	Qsync Pro / Android, iOS, Windows, macOS, Ubuntu	Synology Drive / Android, iOS, Windows, macOS, Ubuntu	TerraSync / Android, iOS, Windows, macOS
Sicherung/Mirroring übers Netz mit	rsync, SMB, FTP, Cloud ¹	Hybrid Backup Sync 3 ¹ (rsync, RTRR, TimeMachine, SMB, FTP, Cloud)	rsync, Cloud ¹ , Active Backup1, Hyper Backup ¹	rsync, FTP, Cloud ¹
USV-Kopplung per USB / SNMP / NUT / NUT-Server	✓ / ✓ / – / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓
Messwerte (mit 2 × ST12000VN0008, RAID 1, Schreiben / Lesen)				
SMB-Durchsatz kleine Dateien unverschlüsselt	65 / 22 MByte/s	62 / 28 MByte/s	54 / 19 MByte/s	32 / 18 MByte/s
mittlere Dateien	181 / 100 MByte/s	173 / 110 MByte/s	96 / 62 MByte/s	115 / 79 MByte/s
große Dateien	242 / 252 MByte/s	229 / 281 MByte/s	111 / 113 MByte/s ⁴	225 / 219 MByte/s
IOPS ohne / mit SSD-Cache (Faktor)	320 / 9600 (30)	2600 / 21600 (8,3)	1370 / 4100 (3,0)	440 / 2840 (6,5)
SMB-Durchsatz kleine Dateien verschlüsselt	50 / 22 MByte/s	49 / 21 MByte/s	40 / 19 MByte/s	44 / 22 MByte/s
mittlere Dateien	149 / 48 MByte/s	155 / 84 MByte/s	83 / 45 MByte/s	130 / 72 MByte/s
große Dateien	224 / 245 MByte/s	223 / 247 MByte/s	111 / 113 MByte/s ⁴	138 / 247 MByte/s
Verschlüsselung (AES 256 CBC / mit AES-NI)	136 / 783 MByte/s	158 / 783 MByte/s	216 / 835 MByte/s	116 / 783 MByte/s
Geräuschentwicklung Idle / Platten aus	0,9 / 0,1 sone	0,7 / 0,6 sone	0,5 / 0,1 sone	0,2 / <0,1 sone
Leistungsaufnahme Idle / Platten aus	24,0 / 15,0	24,7 / 16,4 W	21,7 / 9,5	20,8 / 12,2 W
Bewertung				
Funktionsumfang	⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕
Durchsatz große Dateien	⊕	⊕⊕	○ (⊕) ⁴	⊕
Geräusch Idle / HDD aus	⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
Energieeffizienz Idle / HDD aus	○ / ⊖	○ / ⊖	○ / ⊕	○ / ○
Preis (ohne Platten)	401 €	464 €	480 €	400 €

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

¹ nachrüstbar aus Hersteller-App-Store ² nur mit Herstellercloudanbindung/Cloud-ID ³ eventuell kostenpflichtige Lizenz nötig ⁴ mit 2,5-Gbit/s-USB-Adapter auf Niveau der anderen NAS, siehe Text



Bild: KI Midjourney | Collage c't

Startklar

Den Browser zu einem persönlichen Dashboard aufrüsten

Wie oft haben Sie heute einen neuen Tab bei ihrem Browser geöffnet? Für viele Nutzer dürfte die „Neuer-Tab“-Seite die am häufigsten aufgerufene Seite sein. Mit Add-ons und Online-diensten machen Sie sie zu einem Multifunktionswerkzeug, mit dem Sie schneller und bequemer ans Ziel kommen.

Von Jo Bager

Die Links auf die meistbesuchten Sites, eine Übersicht der wichtigsten News, eine To-do-Liste, der Kalender, die Uhrzeit, das Wetter sowie Eingabefelder für Google und ChatGPT: Die „Neuer-Tab“-Seite kann viel nützlicher sein, als das, was viele Browser per Default darauf anbieten.

Dieser Artikel präsentiert Online-dienste sowie Erweiterungen für Desktop-Browser, die die „Neuer Tab“-Seite zum vielseitigen Dashboard aufwerten. Wir haben aus der Fülle der verfügbaren Anwendungen Produkte ausgewählt, die uns bei der Vorrecherche den größten Nutzen versprochen oder die wir selbst im Alltag verwenden. Im Einzelnen stellen wir Ihnen Anori, Momentum Dash, Nova New Tab, Protopage, Renewed Tab und start.me ausführlich vor. Bei Anori, Momentum, Nova New Tab und Renewed Tab handelt es sich

um Browsererweiterungen. start.me und Protopage sind Onlineportale.

Add-ons und Portale

Die Onlinedienste start.me und Protopage lassen sich mit sämtlichen Desktop-Browsern nutzen, start.me funktioniert sogar mobil. Anori und Renewed Tab liegen in Versionen für Firefox- und Chromium-Browser vor (also Chrome, Edge, Vivaldi, Brave und andere). Von Momentum gibt es zusätzlich eine Ausgabe für Safari. Nova New Tab ist nur für Chromium-Browser verfügbar.

Anori und Renewed Tab sind kostenlos. Momentum, Nova New Tab, Protopage und Start.me verfolgen ein Freemium-Modell: Basisfunktionen stellen sie kostenlos bereit; wer den vollen Funktionsumfang ausschöpfen will, muss die Brieftasche zü-

cken. Zwischen 24 Euro (start.me) und 40 US-Dollar (Protopage) kosten die Dienste pro Jahr für Einzelnutzer.

Manche Betreiber bieten zusätzlich noch Versionen für Arbeitsgruppen an. Die Tabelle und die Einzelbesprechungen der Freemium-Angebote enthalten eine Beschreibung der kostenpflichtigen Versionen für Einzelnutzer. Auf Unterschiede zwischen Gratis- und Bezahlversionen gehen wir in den Besprechungskästen kurz ein.

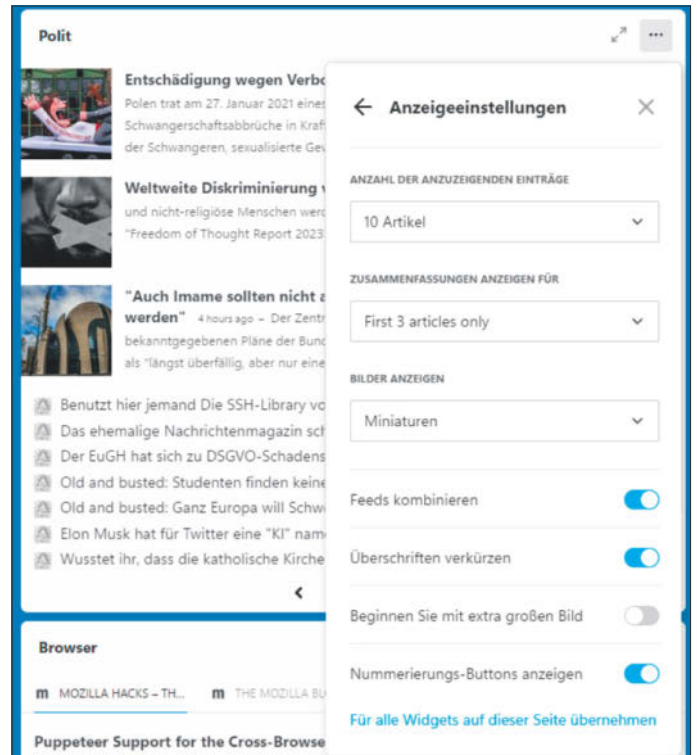
Neue Tabs umbiegen

Die vier Browsererweiterungen kümmern sich selbst darum, dass ihr Browser sie anzeigt, sobald der Benutzer einen neuen Tab öffnet. Bei den beiden Webdiensten ist es komplizierter, denn sowohl Chrome als auch Firefox ermöglichen es von Haus aus nicht, in den Einstellungen eine neue Seite für einen neuen Tab festzulegen. Beide Anbieter stellen zwar Browsererweiterungen zur Verfügung. Die haben aber einen eingeschränkten Funktionsumfang.

Protopage bietet nur eine Chrome-Erweiterung. Damit greift man aus dem Menü für die Erweiterungen schnell auf seine Protopage zu und speichert die geöffnete Seite als Bookmark oder News-Widget im Portal. Die Erweiterung ersetzt allerdings nicht die Standard-Einstellung für die Seite, die der Browser bei neuen Tabs anzeigt.

Die Erweiterung „start.me Bookmarker“ für Chrome und Firefox fügt nur Lesezeichen zum Portal hinzu. Sie biegt aber die Seite, die Firefox bei neuen Lesezeichen anzeigt, nicht auf start.me um. Das erledigt unter Chrome eine Erweiterung namens „Neuer Tab-Seite von start.me“.

start.me bietet ausgefeilte Funktionen für RSS-Feeds.



Wer Protopage oder start.me unter Firefox verwendet, muss also anders dafür sorgen, dass der Browser das Portal anzeigt, wenn er einen neuen Tab öffnet: Unter Chromium-Browsern erledigt das die Erweiterung Fast New Tab Redirect Reborn, unter Firefox das Add-on New Tab Override.

Schön und bunt

Alle Dashboards stellen etliche, oft mehrere Dutzend unterschiedliche Widgets bereit, von der Lesezeichenverwaltung über Pomodoro-Timer bis hin zum Kalender. Man pickt sich die gewünschten Widgets heraus und ordnet sie auf einer Leinwand an. Dabei geben einem alle Angebote Freiräume, um den Look an den eigenen Geschmack anzupassen.

Im Detail gibt es deutliche Unterschiede. Bei Renewed Tab zum Beispiel gestaltet man den Hintergrund mit einer Farbe, einem Farbverlauf, einem importierten oder verlinkten Bild oder wechselnden Bildern aus einem Unsplash- oder RSS-Feed. Anori dagegen bietet lediglich acht Themes mit je einem Hintergrundbild und Farbschema an. Und während man bei Renewed Tab und Anori die Widgets in kleinteiligen Rastern und bei Protopage sogar völlig frei auf dem Hintergrund platziert, sehen Momentum Dash und Nova New Tab für Widgets feste Plätze vor.

Nova New Tab bietet eine Besonderheit, die sogar über die „Neue Seite“ hinausgeht: Die Erweiterung klinkt sich in Form einer Seitenleiste dauerhaft in den Browser ein. Damit stehen die Funktionen des Dashboards beim Surfen permanent zum Abruf bereit.

Startbahnen

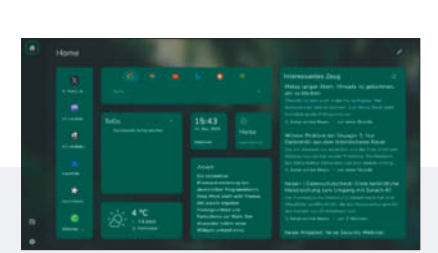
Sämtliche Dashboards stellen Lesezeichen ansehnlicher und übersichtlicher dar als die simplen Lesezeichenverwaltungen der Browser. Um eine doppelte Buchführung mit dem Lesezeichenbestand des Browsers zu vermeiden, greifen die Browsererweiterungen darauf zu. Die beiden Onlinedienste können das nicht.

Der Benutzer pickt sich die benötigten Links und Ordner für sein Dashboard heraus, inklusive der vom Browser automatisch generierten „häufig besuchten Sites“. Den Onlineportalen steht diese Option nicht zur Verfügung. start.me immerhin importiert die Bookmarks der Browser, Protopage kann nicht einmal das.

Ein Wetter-Widget gehört bei allen Dashboards ebenso dazu wie eine Uhr mit Datumsanzeige. Sämtliche Dashboards stellen zudem Suchschlitze für diverse Suchmaschinen bereit. Bei Nova New Tab, Protopage, Renewed Tab und start.me kann man diese Auswahl um eigene, individuelle Suchdienste ergänzen. Momentum Dash und Nova New Tab betten

c't kompakt

- Die Neuer-Tab-Seite im Browser lässt sich mit Erweiterungen und Onlinediensten zum vielseitigen Dashboard aufrüsten.
- Die Webdienste start.me und Protopage stellen Links und Werkzeuge browserübergreifend bereit.
- Browsererweiterungen können auf die Bookmarks des Browsers zugreifen, Nova New Tab erweitert ihn sogar um eine Funktionsleiste.



Anori

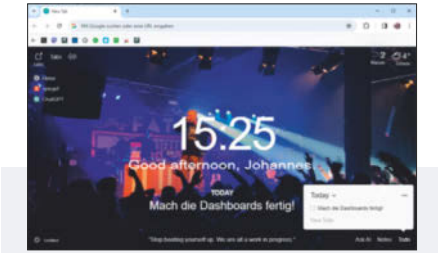
Die kostenlose Browsererweiterung des Programmierers Oleg Wock stellt acht Themes mit jeweils eigenem Hintergrundbild und Farbschema zur Wahl. Der Anwender ordnet seine Widgets anhand eines kleinteiligen Rasters an. Die Browsererweiterung hält mehrere Seiten mit Widgets vor. Damit trennt man zum Beispiel das dienstliche vom privaten Setup.

13 Widgets hält Anori bereit. Bookmarks legt die Browsererweiterung einzeln oder als Gruppe ab, die sie auf einen Klick gemeinsam öffnet. Außerdem kann Anori die am häufigsten besuchten Webseiten und die zuletzt geschlossenen Tabs im Dashboard anzeigen.

Das RSS-Widget fasst die Nachrichten verschiedener Quellen in einem Feed zusammen und stellt entweder nur die Schlagzeilen oder zusätzlich die Anrisstexte der Meldungen dar. Das Suchmaschinen-Widget steuert Google, Google Images, YouTube, Bing, DuckDuckGo und Ecosia an, individuelle Suchmaschinen lassen sich nicht definieren.

Externe Websites öffnet Anori innerhalb eines vorgegebenen Fensters im Raster oder als Overlay. Mit einem weiteren Klick übergibt man die geöffnete Seite an ein normales Browserfenster. Kalender-, Notizen- und To-do-Widget sind auf das Minimum beschränkte Insellösungen.

- ↑ einfach zu bedienen
- ↑ mehrere Seiten mit Widgets
- ↓ eingeschränkter Funktionsumfang



Momentum Dash

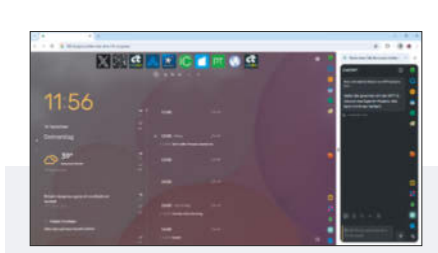
Momentum Dash verzichtet als einziges Dashboard auf RSS-Reader und Kalender. Das darf aber nicht über seine Funktionsfülle hinwegtäuschen. Hinter der aufgeräumten Oberfläche haben alle Elemente ihren festen Platz: Die Uhr befindet sich in der Mitte, die Bookmarks des Browsers am oberen Rand und Verweise auf den KI-Assistenten, den Aufgaben- und den Notizenverwalter unten rechts.

Die Browsererweiterung soll dem Anwender helfen, sich zu fokussieren. Dabei fungiert der Aufgabenmanager als das zentrale Element, um die Arbeit zu strukturieren. Momentum Dash kann seine To-dos mit neun externen Diensten synchronisieren. Aufgaben blendet Momentum Dash als zentrales Tagesziel dauerhaft ein. „Countdowns“ und „Metrics“ sollen helfen, weitere Ziele im Blick zu behalten.

Ein Pomodoro-Timer unterstützt den Nutzer dabei, Arbeits- und Ruhephasen einzuhalten. Individualisierbare Soundscapes erzeugen einen Klangteppich, der beim Konzentrieren helfen soll. „Stash Tabs“ schließt alle geöffneten Browser-Tabs (und öffnet sie bei Bedarf wieder). ChatGPT steht für direkte Fragen zur Verfügung, wurde aber auch gut in das Notizen-Widget integriert, wo es zum Beispiel Texte übersetzt oder zusammenfasst.

Momentum Dash ist in einer stark eingeschränkten Version kostenlos erhältlich. Darin fehlen unter anderem die Notizen, die Integration der anderen To-do-Dienste, der Pomodoro-Timer, die ChatGPT-Funktionen und vieles mehr. Der Hersteller bietet auch eine Version für Teams an.

- ↑ durchdachte, einfache Oberfläche
- ↑ sinnvolle ChatGPT-Integration
- ↓ Kalender und RSS-Reader fehlen



Nova New Tab

Die Browsererweiterung firmiert auch unter der Bezeichnung „Ultimativer neuer Tab mit Kalender und ChatGPT“ im Chrome Web Store, an einigen Stellen der App erscheint die Bezeichnung „Meomni“ – verwirrend. Nova New Tab stellt neun schöne Basislayouts zur Wahl, die man in Bezug auf das Hintergrundbild und die Farbpalette anpasst.

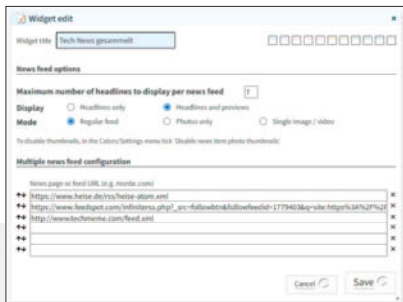
Die Position der Widgets auf dem Hintergrund lässt sich nicht ändern – will man Aufgaben oder Kalender anzeigen, gibt das Add-on die Platzierung vor. Nova New Tab kann sich in Form einer Seitenleiste dauerhaft in den Browser einklinken. Alles in allem ist die Bedienung von Nova New Tab ein wenig gewöhnungsbedürftig.

Der RSS-Reader gibt neun News-Kategorien mit jeweils ein paar Quellen vor. Man kann eigene Feeds ergänzen, aber weder die vorgegebenen Quellen löschen, noch die Kategorien ändern. Die simple ChatGPT-Oberfläche verwaltet keine Gesprächskontexte, eignet sich also nur für einfache Aufgaben.

Nova New Tab synchronisiert Kalender und Aufgaben mit Google-, Microsoft- und Todoist-Accounts. Zu den weiteren Besonderheiten zählen ein Pomodoro-Timer, eine Meditieren-Funktion, die zum ruhigen Ein- und Ausatmen animiert, und smarte Bookmarks. Damit soll Nova New Tab die Preise bestimmter Produkte in Online-Shops im Blick behalten und den Benutzer über Preisänderungen informieren.

Nova New Tab ist in einer rudimentären Version kostenlos – ohne Kalender- und To-do-Listen-Synchronisation, ohne eigene RSS-Feeds und Suchmaschinen und ohne ChatGPT.

- ↑ Seitenleiste immer verfügbar
- ↑ Kalender-/Aufgabensynchronisation
- ↓ Bedienung gewöhnungsbedürftig



Protopage

Protopage stammt aus dem Jahr 2005. Das sieht man dem angestaubten Layout an. Der Benutzer ordnet Widgets auf mehreren Tabs in einem ein- bis fünfspaltigen Raster an oder positioniert sie frei. Tabs sollen sich für andere Nutzer freigeben lassen. Das funktionierte in unseren Versuchen aber nicht.

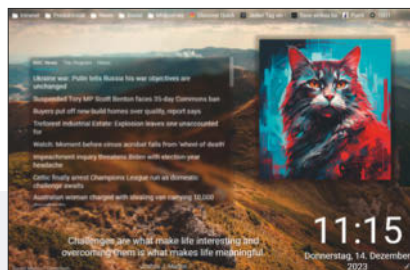
Das Dashboard greift weder direkt auf die Bookmarks der Browser zu, noch importiert es Bookmarkdateien. In der Suchleiste lassen sich eigene Suchmaschinen ergänzen.

Die RSS-Widgets rufen Nachrichten eines oder mehrerer Feeds ab, die sie Feed für Feed untereinander hängen. Sie präsentieren entweder nur die Überschriften oder auch die Anrisstexte. Für Podcasts enthält Protopage einen kleinen Player. Das Widget-Verzeichnis umfasst eine kleine Auswahl an RSS-Feeds, Podcasts und Online-Comicstrips. Man kann aber auch eigene Feed-URLs eintragen oder eine RSS-Lesezeichendatei im OPML-Format importieren und daraus einzelne Feeds abonnieren.

Photo, YouTube, Weather, Stock Prices, Sports Scores, Digital clock, Stopwatch: Man kann seine Tabs mit viel Kleinkram zuklebstern. Die einfach gestrickten To-do-, Calendar- und Sticky-Notes-Widgets haben keine Anbindung an externe Dienste. Immerhin gibt es noch Widgets für Google Calendar sowie „Web Page“ und „Web Widget Code“, mit denen man externe Inhalte einbindet.

Protopage finanziert sich durch ein großes Werbefeld am oberen Fensterand. Für 40 US-Dollar pro Jahr wird man es los. Ansonsten unterscheidet sich die Bezahlversion nicht von der kostenlosen.

- 🟢 RSS-Verzeichnis
- 🟢 große Flexibilität beim Layout
- 🔴 eingeschränkter Funktionsumfang



Renewed Tab

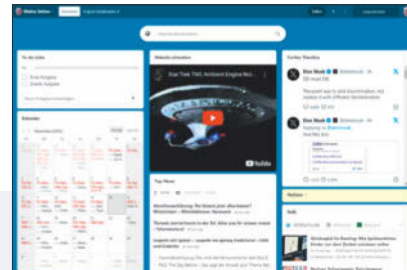
Renewed Tab bietet flexible Layoutoptionen. Den Hintergrund gestaltet das kostenlose Browser-Add-on mit einer Farbe, einem Farbverlauf, einem importierten oder verlinkten Bild oder wechselnden Bildern aus einem Unsplash- oder RSS-Feed. Ein feines magnetisches Raster hilft beim Anordnen der halbtransparenten Widgets. Wer mag, hübscht den Look mit eigenem CSS auf.

Der Benutzer ordnet Bookmarks von Hand in Listen-Widgets an. Alternativ zeigt Renewed Tab die Browser-Bookmarks in einer Leiste am oberen Fensterand an. Das RSS-Widget präsentiert die Schlagzeilen eines oder mehrerer Feeds. Zwischen denen schaltet man mit Reitern hin und her oder man lässt sie von Renewed Tab in einen gemeinsamen Feed zusammenfassen. Die Nachrichten lassen sich nach Schlüsselbegriffen filtern.

Das Suchwidget erfüllt eine Doppelfunktion: Es durchforstet die Widget-Inhalte und eine Suchmaschine der Wahl – die auch benutzerdefiniert sein kann. Per IFrame lassen sich externe Inhalte einbetten und per eigenem HTML sogar individuelle Widgets bauen. Die Notizen- und To-do-Widgets sind simple Inselfösungen.

Unter den knapp zwei Dutzend Widgets finden sich neben vielen Standards (Wetter, Uhr, Begrüßung, Bild) einige von zweifelhaftem Nutzen oder mit spitzer Zielgruppe: englischsprachige Zitate, Jahresfortschritt als Balken, Alter, anstehende Weltraumstarts. Die Einstellungen von Renewed Tab lassen sich als JSON-Datei exportieren und importieren.

- 🟢 vielfältig konfigurierbar
- 🟢 einfach zu bedienen
- 🔴 nur eine Seite mit Widgets



start.me

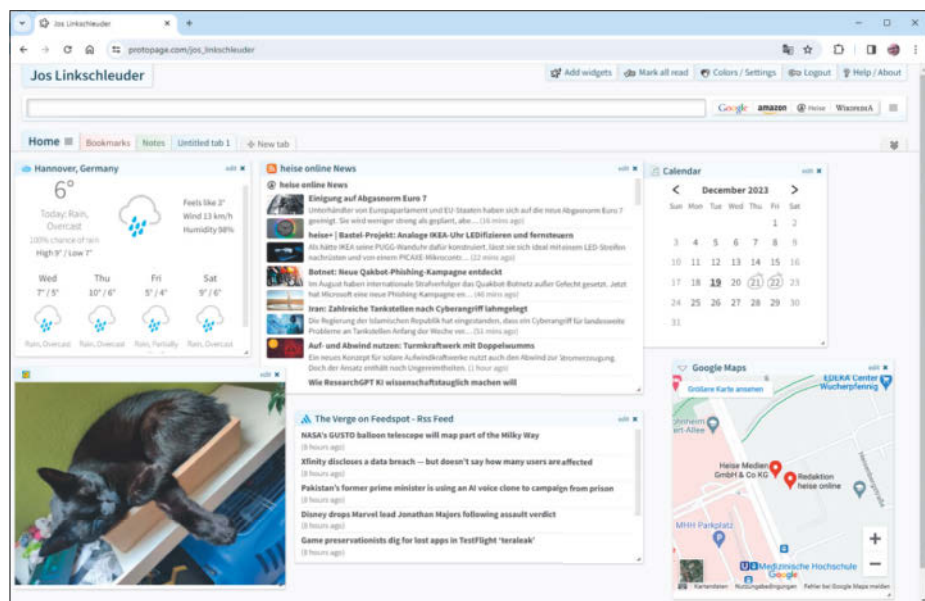
Der Webdienst ordnet Widgets in bis zu fünf Spalten an. Seiten und Widgets lassen sich für Dritte freigeben. Davon machen etliche Nutzer Gebrauch, siehe start.me/pages/int. start.me eignet sich als einziges Dashboard für die Nutzung mit einem Mobilbrowser.

Der Dienst bietet ausgefeilte Darstellungsoptionen für RSS-Feeds. Das RSS-Widget zeigt Feeds entweder per Tabs getrennt an oder verbindet sie zu einem gemeinsamen Stream. Man gibt vor, für wie viele Artikel das Widget Zusammenfassungen anzeigen und wie groß es Bilder in der Übersicht darstellen soll.

start.me bietet Widgets für X-Handles und Facebook-Seiten. Letzteres funktionierte in unseren Tests aber nicht. Das Kalender-Widget verbindet sich mit Google- oder anderen Kalendern, die eine ICS-Datei publizieren. Zu den weiteren besonderen Widgets zählen „Google AdSense“, „Google Analytics“, „Google Tasks“ sowie „Diagramm“. Letzteres stellt per Hand eingegebene oder per CSV-Datei abrufbare Daten in einer Handvoll Diagrammformaten dar.

Die kostenlose Version zeigt Werbung an und ist auf einige Basiswidgets und drei Seiten beschränkt. Wer mehr Seiten benötigt, Seiten für Dritte zur Bearbeitung freigeben, die Werbung loswerden und das Kalender-Widget nutzen will, benötigt die Bezahlversion für 24 Euro im Jahr. Der Betreiber bietet zudem noch Team-Lizenzen an. Für 30 Euro pro Monat umfassen sie 20 Nutzerlizenzen und einen privaten Teamarbeitsbereich.

- 🟢 Teilen-Funktionen
- 🟢 RSS-Darstellungsoptionen
- 🟢 mobil nutzbar



Bei Protopage kann man die Widgets völlig frei anordnen.

ChatGPT ein.

Alle Dashboards außer Momentum Dash stellen RSS-Reader bereit. Diese lesen die RSS-Feeds aus, mit denen viele Websites ihre Schlagzeilen und Nachrichteninhalte bereitstellen. Aus den Feeds der bevorzugten Newsquellen baut man sich ein persönliches Nachrichtenpaket zusammen. Der RSS-Reader von Renewed Tab filtert den Volltext der Nachrichten sogar. So kann man sich gezielt Nachrichten anzeigen lassen, die das Wort „Browser“ enthalten, oder von Renewed Tab alles, in dem „Elon“ oder „Musk“ vorkommt, ausblenden lassen.

Produktivitätssteigerer

Gängige Produktivitäts-Apps in Form von Widgets für Aufgaben, Kalender und Notizen gehören fast überall dazu. In den meisten Fällen handelt es sich dabei allerdings um simpel gestrickte, proprietäre und fest mit den Dashboards verdrahtete Apps, die nicht mit externen Anwendungen interagieren.

Falls man eine externe Anwendung für To-dos, Termine oder Notizen einsetzt, ist es hilfreich, wenn sich das Dashboard damit synchronisiert. Die Tabelle rechts listet auf, welche Widgets bei welchen Dashboards Synchronisationsfunktionen besitzen und mit welchen externen Diensten sie sich abgleichen.

Die Kandidaten halten darüber hinaus einen bunten Reigen von Widgets bereit, die mehr oder weniger nützliche Inhalte einbetten: von YouTube-Videos über Ak-

tienkurse bis hin zu motivierenden Zitaten berühmter Personen.

Mit einem Pomodoro-Timer überwachen einige Dashboards Arbeits- und Ruhephasen. Das soll einem helfen, besser in einen „Flow“ zu kommen. Manche Dashboards ermöglichen es, externe Inhalte per Iframe einzubetten. Das funktioniert aber nicht immer, weil viele Website-Betreiber das Einbinden ihrer Inhalte an anderer Stelle unterbinden.

Vertrauensfrage

Die Entwickler von Anori und Renewed Tab haben den Quellcode ihrer Erweiterungen freigegeben. Beide Browsererweiterungen speichern alle Einstellungen und Daten lokal. Das bedeutet, dass man sie nicht automatisch zwischen verschiedenen Browsern synchronisieren kann. Wer eine der Erweiterungen unter verschiedenen Browsern einsetzen will, muss ihre Einstellungen von Hand ex- und importieren.

Die Onlineportale Protopage und start.me sowie die Erweiterungen Momentum Dash und Nova New Tab setzen ein Login voraus; ihre Einstellungen sind automatisch für alle Browser synchron, mit denen man sie nutzt.

Die beiden Onlinedienste Protopage und start.me speichern Daten wie Lesezeichen und Termine auf ihren Servern. Und Momentum Dash und Nova New Tab greifen im Browser darauf zu und könnten sie zumindest theoretisch an ihre Hersteller senden. Im Hinblick auf den Datenschutz muss man den Herstellern dieser

vier Anwendungen vertrauen.

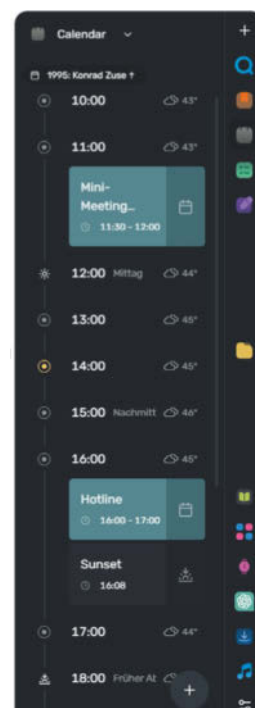
Fazit

Browser-Dashboards sind Universalisten: Sie agieren als Lesezeichenverwaltung, Nachrichtenjongleur, Zeitmanager, Unterhaltungskünstler und vieles mehr. Dabei reichen ihre Fähigkeiten nicht an die auf die einzelnen Aufgaben spezialisierten Angebote heran. Vielmehr macht die Mischung: Unter einem Dach versammeln sie eine Auswahl nützlicher Werkzeuge und Links.

Wer erst einmal ausprobieren will, ob eine alternative Neuer-Tab-Seite einen Zusatznutzen bringt, der sollte mit Anori oder Renewed Tab anfangen: Beide sind kostenlos, quelloffen und datenschutzfreundlich. Anori ist ein wenig hübscher, Renewed Tab bietet ein paar Funktionen mehr.

Die Webdienste start.me und Protopage stellen Links und Werkzeuge browserübergreifend bereit. Beide Dienste eignen sich gut, um anderen eine Linksammlung freizugeben. Mit der kostenpflichtigen Version von start.me können Sie Linksammlungen, andere Widgets und Seiten zum Bearbeiten freigeben. Das eröffnet neue Nutzungsmöglichkeiten, etwa als kollektives Planungswerkzeug für einen gemeinsamen Urlaub. start.me funktioniert als einziges Dashboard in diesem Test auch mobil.

Nova New Tab und Momentum Dash



Nova New Tab kann sich als Seitenleiste permanent in den Browser einklinken.

punkten mit ihren weitergehenden Funktionen, zum Beispiel mit der ChatGPT-Integration und der Verknüpfung mit externen Diensten. Nova New Tab ist stylish. Mit seiner Browserleiste steht das

Dashboard dem Nutzer dauerhaft zur Seite. Allerdings ist seine Bedienoberfläche gewöhnungsbedürftig. Momentum Dash dagegen überzeugt durch den durchdachten Aufbau – eine gute Wahl,

wenn man auf einen Kalender verzichten kann.
(jo@ct.de) **ct**

Webdienste und Add-ons: ct.de/yjfh

Browser-Dashboards

Produktname	Anori	Momentum Dash	Nova New Tab	Protopage	Renewed Tab	start.me
Hersteller	Oleh Kornienko	Momentum Dashboard Corp.	Ruslan Zhunussov	Protopage Ltd.	Andrew Ward	start.me BV
URL	anori.app	momentumdash.com	chromewebstore.google.com/detail/cmfhop-mhaagcfnjfppceclmkenjkpc	www.protopage.com/	renewedtab.com	de.about.start.me
System						
Typ	Browsererweiterung	Browsererweiterung	Browsererweiterung	Online-Portal	Browsererweiterung	Online-Portal
Open Source	✓	–	–	–	✓	–
Läuft unter Chromium/Firefox/Safari	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓	✓ / – / –	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓
Automatische Synchronisation der Einstellungen	–	✓	✓	✓	–	✓
Einstellungen im- und exportieren	✓	–	–	–	✓	✓ (Lesezeichen)
Team-Funktionen	–	Team-weite Apps, Ankündigungen und Countdowns, Knowledge Base, eigenes Branding	–	✓ (öffentliche und zugangsbeschränkte Seiten)	–	✓ (öffentliche zugangsbeschränkte und zur Bearbeitung freigegebene Seiten)
Erscheinungsbild						
Positionierung von Widgets	Raster	1 Spalte, Positionen fest vorgegeben	Positionen fest vorgegeben	1 - 5 Spalten oder frei	Raster	1 - 5 Spalten
Mehrere eigene Seiten	✓	–	–	✓	–	✓
Hintergrund: Farbe/einzelnes Bild/wechselndes Bild (Quelle)	– / ✓ (8 vorgegebene Themes mit Hintergrundbild) / –	– / ✓ / ✓ (Momentum)	✓ / ✓ / ✓ (Unsplash)	✓ / ✓ (ca. 90 vorgegebene Bilder) / –	✓ / ✓ / ✓ (Unsplash/Atom-, JSON- oder RSS-Feed)	✓ / ✓ / –
Eigenes CSS	–	–	–	–	✓	–
Sprache	Deutsch	Englisch	Englisch	Englisch	Deutsch	Deutsch
Widgets						
Zugriff auf Bookmarks des Browsers/meistbesuchte Websites	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	– / –	✓ / ✓	✓ ¹ / –
Eigene Suchmaschinen vorgeben	–	–	✓	✓	✓	✓
RSS-Reader/mehrere Feeds zusammenfassen/Filter	✓ / ✓ / –	– / – / –	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / –
OPML-Import	–	–	–	✓	–	✓
Freitextfeld	–	✓	–	✓	✓	–
Eigenes HTML/eingebettete Seite	– / ✓	– / –	– / –	✓ / ✓	✓ / ✓	– / ✓
Bilder/Bilderalben	– / –	– / –	– / –	✓ / –	✓ / –	✓ / ✓
Pomodoro Timer	–	✓	✓	–	–	–
Kalender/Synchronisation mit	✓ / –	– / –	✓ / Google Calendar, Outlook, Todoist	✓ / Google Calendar	– / –	✓ / Google Calendar, ics
To-do-Listen/Synchronisation mit	✓ / –	✓ / Asana, Basecamp, Bitbucket, ClickUp, GitHub, Google Tasks, Microsoft To Do, Todoist, Trello	✓ / Google Calendar, Outlook, Todoist	✓ / –	✓ / –	✓ / Google Tasks
Notizen/Synchronisation mit	✓ / –	✓ / –	✓ / –	✓ / –	✓ / –	✓ / –
KI-Assistent	–	ChatGPT	ChatGPT	–	–	–
Social-Feeds	–	–	–	X	–	X, Facebook
Weitere Widgets	Systemstatus, Taschenrechner, zuletzt geschlossene Tabs,	Countdowns, Metriken, Soundscapes	Konverter, Minesweeper, Passwortgenerator, Rechner, Zufallsgenerator, Internet-radio	Börsenkurse, Google Maps, Marktindizes, Sportergebnisse, Stoppuhr, YouTube	Alter, Gruß, Jahresfortschritt, Button, Tagesziel, Währungen, Weltraumstarts, Zitate (englisch)	Aktienkurse, Diagramm, Google AdSense, Google Analytics, Profil, Rechner, Trello
sonstige Funktionen	–	Tab Stash	Smartmarks mit Vorschau-bildern, Seitenleiste	Podcast Player	–	Seiten/Widgets freigeben, Teams-Funktionen
Bewertung und Preis						
Konfigurierbarkeit	+	○	–	+	+	○
Funktionsumfang	–	+	+	○	○	+
Bedienfreundlichkeit	++	++	○	+	++	++
Preis	kostenlos	kostenlos, Plus: 39,95 US-\$/Jahr (4,95 US-\$/Monat), Team: 3 US-\$/Nutzer+Monat	kostenlos, Plus: 29,99 US-\$/Jahr	kostenlos, werbefrei: 39,99/Jahr	kostenlos	kostenlos, Personal Pro: 24 €/Jahr, Team: 30 €/Monat
¹ mit der Browsererweiterung start.me Bookmarker						
✓ vorhanden – nicht vorhanden ++ sehr gut + gut ○ zufriedenstellend – schlecht -- sehr schlecht						



Bild: KI Midjourney | Collage c't

Magische Pinsel

Bildretusche mit künstlicher Intelligenz

Retusche unerwünschter Objekte vom Pickel bis zum Strommast gehört zu den aufwendigen und eher unangenehmen Basisaufgaben der Bildbearbeitung. Wo das Stempelwerkzeug früher Artefakte hinterließ und Zeit fraß, übernimmt jetzt generative KI den Löwenanteil der Fleißarbeit. Wir haben getestet, was Photoshop, Luminar Neo, Google Fotos und MS Paint in dieser Disziplin leisten.

Von André Kramer

Bildgeneratoren wie Dall-E, Midjourney und Stable Diffusion haben in wenigen Monaten eine neue Art geschaffen, Bilder zu erzeugen und nebenbei auch eine bisher nicht gesehene Ästhetik eingeführt. Ebenso schnell hält generative künstliche Intelligenz Einzug in die Bildbearbeitung: Ein Hersteller nach dem anderen baut derzeit intelligente Retuschewerkzeuge in seine Programme ein.

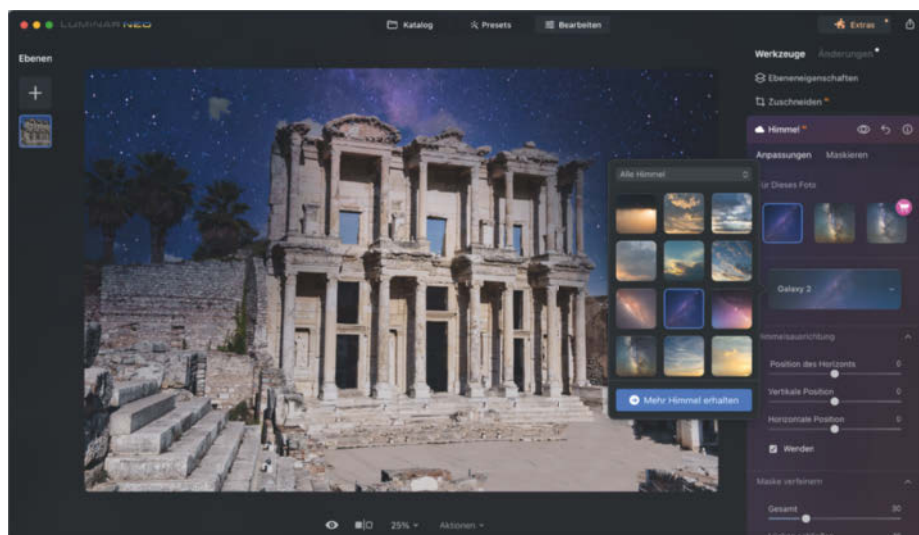
Skylum leistet mit seinem Programm Luminar Neo seit Jahren Pionierarbeit in Sachen KI-Bildbearbeitung und stellt eine ganze Sammlung smarter Dialoge zur Wahl, die ihre Arbeit auf Grundlage maschinellen Lernens verrichten: Sie ersetzen beispielsweise langweiligen oder überbelichteten Himmel durch ansprechende Wolken oder retuschieren hässliche Stromleitungen. Im November 2023 kamen die

Dialoge „Generatives Löschen“ und „Generativer Tausch“ hinzu, die ganze Bildbereiche mithilfe von KI retuschieren oder durch alternative Motive ersetzen.

Im Frühjahr 2023 baute Adobe in Photoshop einen intelligenten Retuschepinsel ein, der die Fähigkeiten bisheriger Werkzeuge in den Schatten stellt. Er dient vor allem professioneller Bildbearbeitung. Seit Herbst bindet Photoshop die generative KI Adobe Firefly ein. Damit bieten beide Programme ähnliche Werkzeuge für Retusche und Montage an. Beide kosten jeweils knapp 12 Euro monatlich; Skylum gewährt Rabatte auf Luminar Neo bei längerer Laufzeit.

Gelegenheitsnutzer finden im magischen Radierer von Google Fotos ein Werkzeug zum Aufhübschen privater Schnappschüsse auf dem Smartphone. Google Fotos schlägt sogar selbsttätig unliebsame Motive vor, die es nach einem Fingertipp entfernt. Auch Microsoft Paint hat mittlerweile einen KI-Bildgenerator integriert. Beide Programme lassen sich kostenlos einsetzen.

Nutzen und Einsatzszenario unterscheiden sich von Produkt zu Produkt. Eines haben sie aber gemeinsam: Sie versprechen, langwierige und ermüdende



Luminar Neo, ein Pionier der KI-Bildbearbeitung, tauscht nach wenigen Mausklicks den Himmel aus und füllt sogar die Lücken in den Fenstern der antiken Fassade.

Fleißarbeit obsolet zu machen. Künstliche Intelligenz ist besonders gut in der Disziplin, Muster zu erkennen: Wo das Stempelwerkzeug entlarvende Bildwiederholungen und verwischte Übergänge hinterlässt, rekonstruiert KI spielend und überzeugend grüne Wiesen, wolkenverhangenen Himmel oder Mauern aus Naturstein. Die Ergebnisse sind, wenn auch nicht immer fehlerfrei, doch erstaunlich, und bieten sich mindestens als Basis für eine eingehende Retusche an.

Himmel austauschen

Frühe Vertreter smarter Retusche wählen den Himmel aus und ersetzen ihn durch ansprechende Varianten mit hübschen Wolkenstrukturen. Der KI-Anteil besteht vor allem darin, die Partie des Himmels

exakt freizustellen. Verglichen mit automatischer Motivauswahl fällt es einer künstlichen Intelligenz relativ leicht, den Himmel auszuwählen: Er ist in der Regel blau und arm an Struktur. Daher machte diese Disziplin den Anfang. Die verfügbaren Himmel sind noch nicht KI-generiert, sondern stammen aus einer Datenbank mit Fotos. Erstmals erschien die Funktion Ende 2019 unter dem Namen „Himmel AI“ in Luminar 4.0 vom Softwarehersteller Skylum. 2021 zog Adobe Photoshop nach. Dort fristet die Funktion seither unter „Bearbeiten/Himmel austauschen...“ ein Nischendasein. Photoshop liefert 24 Himmelsbilder mit. Lumi-

nar Neo hat derzeit 35 mitgelieferte Himmel in petto und bietet weitere Himmelspakete als kostenpflichtige Downloads an.

Beide Programme stellen den Himmel nahezu perfekt frei. Auch feine Strukturen wie Antennen separieren sie sauber vom Hintergrund. Leichte Farbsäume können auftreten, die aber auch als chromatische Aberrationen der Kameralinse interpretiert werden könnten. Luminar Neo lässt zuweilen Einschlüsse aus, wenn beispielsweise ein Stück Himmel durch einen Torbogen sichtbar ist. Solche Fehler unterlaufen Photoshop seltener. In beiden Programmen lässt sich die Maske und Perspektive automatisch und mit überzeugendem Resultat an. Selbst realistische Spiegelungen im Wasser ergänzen sie.

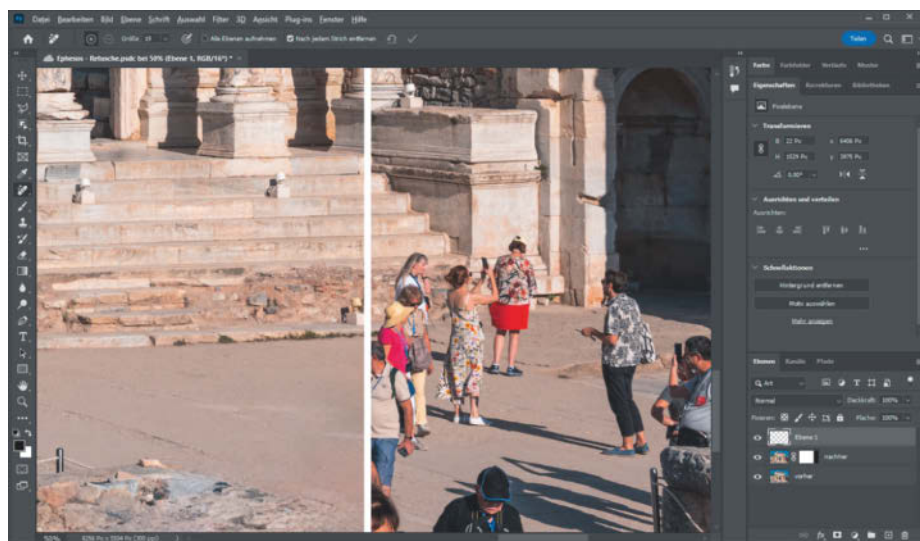
Photoshop: retuschieren mit KI

Im Mai 2023 erschien zusammen mit Photoshop 24.5 ein neues Pinselwerkzeug, das seither den schlichten Namen „Entfernen“ trägt und seinen Namen tatsächlich verdient. Denn es retuschiert den Hintergrund erstmals glaubhaft und ohne viel Handarbeit. Außer in Photoshop ist es auch in der Autorenumgebung für Social-Media-Grafiken Adobe Express enthalten.

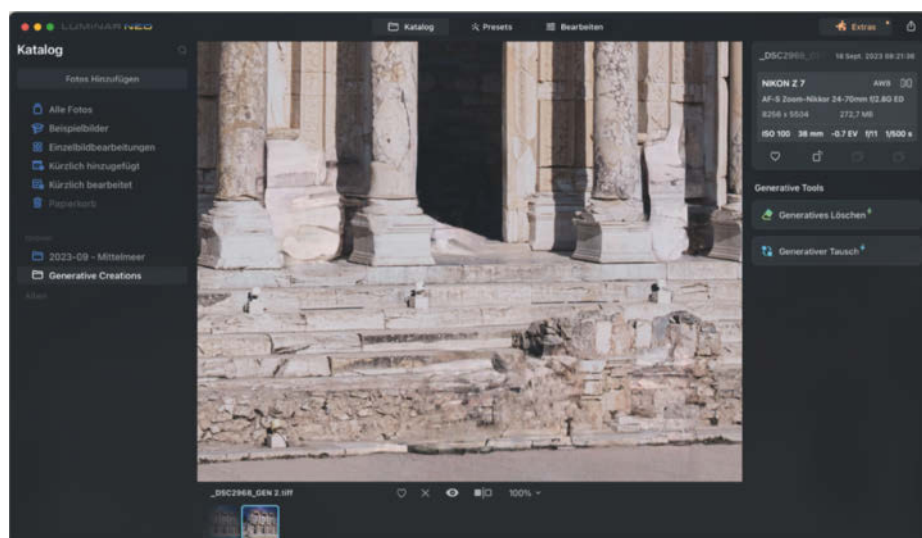
Die KI hinter dem Entfernen-Werkzeug arbeitet grundsätzlich auch offline, mit Internetverbindung aber deutlich schneller. Wie bei anderen Pinselwerkzeugen lässt sich die Größe der Spitze einstellen. Optional nimmt es alle darunterliegenden Ebenen auf, kann die retuschierte Fläche also auf eine leere Ebene legen. Es

c't kompakt

- Schon Ende 2019 konnte Luminar Neo den Himmel in Fotos austauschen. Photoshop legte bald nach.
- Seit 2023 retuschieren Google Fotos, Photoshop und Luminar Neo mit generativer künstlicher Intelligenz.
- Selbst zur Komposition nutzen Bildbearbeitungsprogramme mittlerweile generative KI. Dabei passen sie Belichtung, Farbe und Perspektive an.



Rechts vorher, links nachher: Das Entfernen-Werkzeug von Adobe Photoshop 25.0 retuschiert große Gruppen von Touristen mit wenigen Pinselstrichen.



Luminar Neo verwendet beim Werkzeug „Generatives Löschen“ Stable Diffusion, um den Hintergrund zu rekonstruieren. Das klappt recht gut, erzeugt aber noch einige Fehler.

funktioniert optional wie ein Lasso: Einkreiste Objekte retuschiert es komplett.

Schwierigen Hintergrund wie das antike Mauer- und Pflasterwerk im Bildbeispiel rekonstruiert Photoshop mit erstaunlich gutem Resultat, nahtlosen Anschlüssen und einem kohärenten Bildeindruck. Bei großen Flächen wie im Bildbeispiel, das voller Touristen steckte, traten durch aus kleine Bildwiederholungen auf, die auch bei mehrfachem Übermalen nicht vollständig verschwanden. Außerdem wirkten einige Retuschen leicht unscharf. Perfekt arbeitet das Werkzeug also nicht. Dennoch gab es bisher keine bessere und effizientere Methode zur Bildretusche.

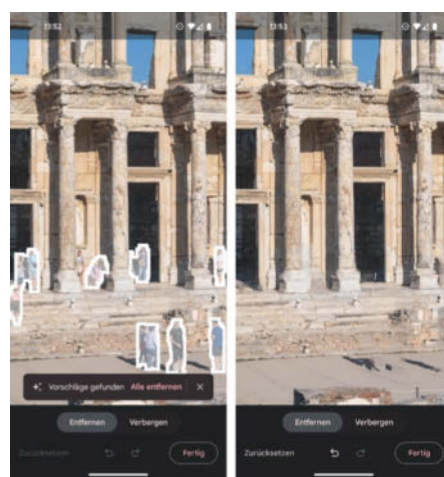
Radieren mit Luminar Neo

Die Bildbearbeitung Luminar Neo von Skylum versammelt verschiedene Filter, um mithilfe künstlicher Intelligenz beispielsweise Porträts oder Landschaftsaufnahmen zu verbessern, Bildrauschen zu entfernen, Kontrast oder Farben zu verstärken. Der Dialog „Radieren“ entfernt Staub und Stromleitungen. Letztere findet er jedoch nur im Bereich des Himmels – vor Bäumen und Hausfassaden bleiben die Kabel meist erhalten. Das Radieren-Werkzeug selbst stellt einen Pinsel zur Verfügung, um damit Bildbereiche mit ähnlichem Resultat wie mit Photoshop's Ausbessern-Werkzeug oder Reparaturpinsel (siehe Kasten) zu übermalen.

Ende Oktober 2023 erschien das Werkzeug „Generatives Löschen“ (GenErase). Es funktioniert wie Photoshop's Entfernen-Werkzeug. Der smarte Radier-

er nutzt zur Rekonstruktion der Bildstruktur Stable Diffusion 2.0 und benötigt dafür eine Onlineverbindung. Skylum versicherte im Gespräch mit c't jedoch, keine Input- oder Output-Bilder auf seinen Servern zu speichern. Um Bilder zu retuschieren, nutzt es intern negative Prompts: Begriffe, die es explizit aus der Anfrage ausschließt. Der Radierer erzeugt Flecken mit einer maximalen Auflösung von 1536 × 1536 Pixeln. Stable Diffusion 2.0 selbst generiert Bilder mit bis zu 2048 × 2048 Pixeln.

Die Touristen im Beispielbild retuschierte Luminar Neo damit besser als mit dem älteren Radieren-Werkzeug, jedoch nicht ganz so überzeugend wie Photoshop.

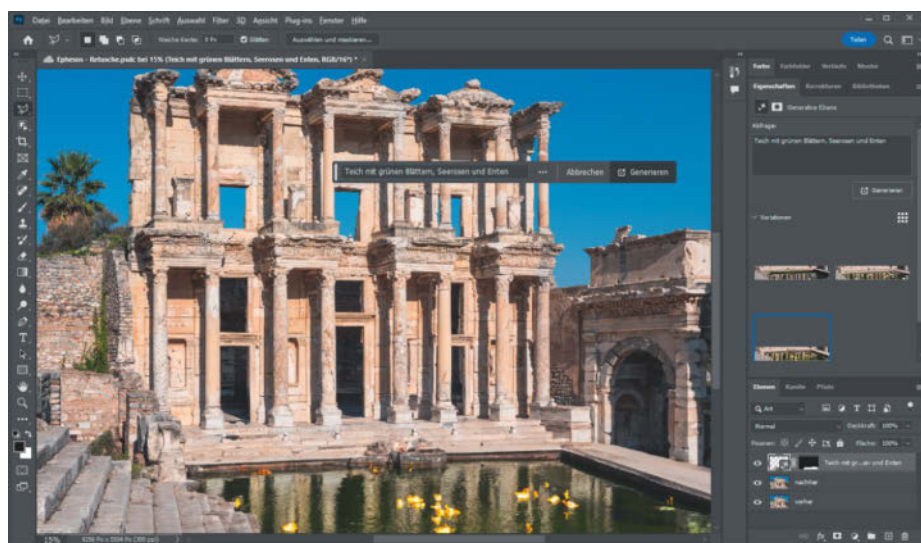


Der magische Radierer von Google Fotos erkennt und retuschiert störende Bildelemente automatisch. Hier zeigt sich die KI ausgesucht menschenfeindlich, vergisst dabei aber die Schatten.

Die durchgängige erste Treppenstufe mit Grasbewuchs bildete Luminar Neo nach, auch hier blieben aber unscharfe, verschwommene Bereiche im Bild zurück.

Der magische Radierer von Google Fotos

In Google Fotos stand bereits Oktober 2021 die Funktion „Magischer Radierer“ zur Verfügung, anfänglich jedoch nur für Nutzer des Pixel 6 und Pixel 6 Pro. Seit Februar 2023 liefert Google sein Retusche-Tool für alle Android- und Apple-Nutzer aus. Es verbirgt sich im Bereich „Bearbeiten“ unter „Tools“ und läuft in der Google-Cloud.



Adobe Firefly hat zwar seine Schwierigkeiten mit komplexen Motiven. Perspektive, Farbe und sogar Spiegelung dieses generierten Teichs passte Photoshop aber perfekt in die Szene ein.

Hype

B U Z Z W O R D

B - I - N - G - O

1

Disruption

Paradigmen-
wechsel

Skalierbar-
keit

Omni-
channel

Neuronale
Netzwerke

2

Voice
Control

Benchmark

Data driven

Blockchain

Funnel-
Optimierung

3

NFT

Deep Dive

Low-Hanging
Fruit

Gamechanger

E-Sports

4

Agile

Im Loop
halten

Proof of
concept

Change-
Management

Krypto

5

Pain Point

Trans-
formation

Synergie

No Brainer

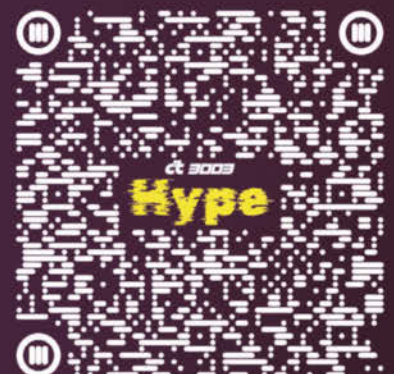
Mindset



ct 3003 Newsletter

Kein Buzzword-Bingo, einfach nur Technik.
Erfahrt, was wirklich zählt!

Jetzt KOSTENLOS abonnieren:
ct.de/hype



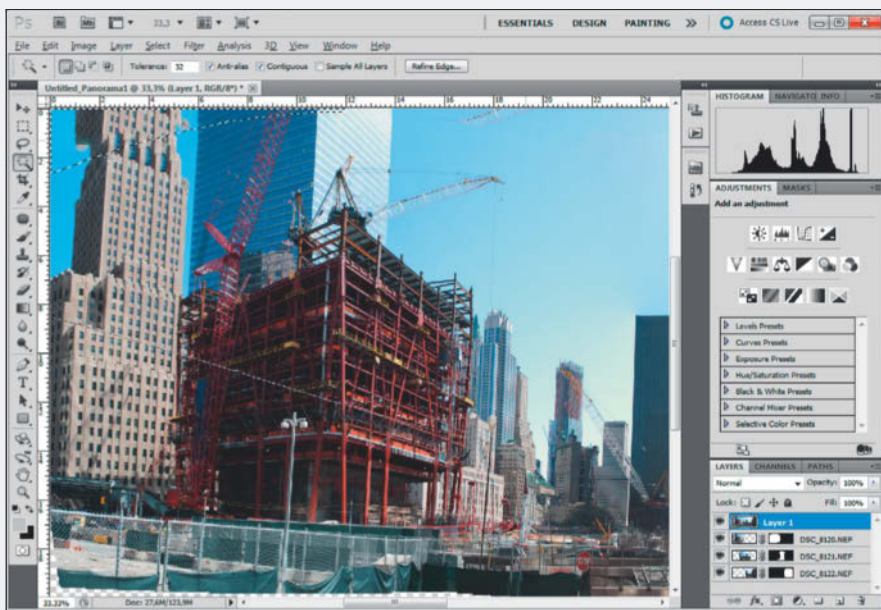
Eine kurze Geschichte der Bildretusche

Stalins Handlanger mussten mühsam schnippeln und pinseln, um ehemalige Weggefährten wie Trotzki aus Gruppenfotos zu tilgen. In den späten Achtzigerjahren führt Adobe Photoshop noch vor der Ebenenpalette den Kopierstempel ein. Viele Jahre gab es nichts Besseres, um Plastiktüten, Stromleitungen und (andere) Touristen aus Fotos zu tilgen. Bei diesem Ansatz bestimmt man einen Quellpunkt im Bild und überträgt diesen wie einen Stempel an eine andere Stelle. Auffällige Bildwiederholungen und Farbfehler sind oft die Folge. Der Reparaturpinsel und das Ausbessern-Werkzeug passen seit Photoshop 7.0 (2002) Helligkeit und Farbe an. Der Bereichsreparaturpinsel, 2005 mit Photoshop CS2 erschienen, rekonstruierte den übermalten Bereich schon selbstständig aus den umliegenden Pixeln.

Im Jahr 2010 hielt das Werkzeug „inhaltsbasierte Füllung“ (Content-Aware Fill) Einzug in Photoshop CS5: Ein aus-

gewählter Bildbereich lässt sich damit aufgrund der umliegenden Pixel rekonstruieren. Es diente ursprünglich dazu, fehlende Bilder in beschädigten Videodateien zu rekonstruieren, kann aber auch Objekte auf Grundlage der übrigen Bilder im Video retuschieren. Es eignet sich aber ebenfalls für die Bildbearbeitung in Photoshop.

Seit Mai 2012 nutzen das Ausbessern-Werkzeug („Patch Tool“) und der Reparaturpinsel („Healing Brush“) in Photoshop CS6 die Technik der inhaltsbasierten Füllung. Alle genannten Werkzeuge sind noch Bestandteil von Photoshop. Ihre Fähigkeiten gehen zwar weit über diejenigen des Kopierstempels hinaus, sind jedoch noch meilenweit von generativer künstlicher Intelligenz entfernt, die rund zehn Jahre später auf die Bildinformation in Milliarden Datensätzen zurückgreift, um ganze Szenen aus dem Nichts zu erzeugen.



Die 2010 in Photoshop CS5 eingeführte „inhaltsbasierte Füllung“, hier beim Anflücken eines Panoramas links oben, hielt noch nicht das Versprechen glaubwürdiger Bildrekonstruktion.

Im Arbeitsbereich „Entfernen“ schlägt der Radierer selbsttätig unliebsame Motive vor. Dazu zählen die Touristen im Bildbeispiel, aber auch andere Standardmotive wie Stromleitungen. Die Auswahl lässt sich mit einem Pinselwerkzeug ergänzen und

verfeinern. Im Beispiel hatte Google beispielsweise eine Touristin zu markieren vergessen, deren pastellfarbene Kleidung sie besonders gut vor dem Sandstein tarnte. Ein Fingertipp auf „Entfernen“ retuschiert alle markierten Bildbereiche.

Das Resultat hinterlässt sichtbar unscharfe Geisterbilder, wo zuvor die Personen standen. Außerdem vergaß Google, den Schattenwurf zu markieren – er blieb im Test vollständig erhalten. Das Resultat ist schlechter als bei Luminar Neo und sehr viel schlechter als bei Photoshop.

Eine subtilere Alternative zum „Entfernen“ bietet der zweite Arbeitsbereich des Radierers. Er heißt „Verbergen“ und lässt Personen hinsichtlich Beleuchtung und Farbe mit dem Hintergrund verschmelzen, ohne einzelne Pixel zu übermalen. Künstliche Intelligenz setzt Google hier nur bei der automatischen Auswahl der retuschierten Objekte ein.

Fotos mit Adobe Firefly ergänzen

Das Photoshop-Werkzeug „Generative Füllung“ kann die Bildretusche des Entfernen-Werkzeugs sinnvoll unterstützen oder ergänzen. Photoshop CC 25.0 blendet eine schwebende Leiste ein, die zunächst – ebenfalls mit künstlicher Intelligenz – auf Wunsch das Motiv oder den Himmel auswählt. Besteht bereits eine Auswahl, bietet sie an, diese mit Inhalten aus dem KI-Bildgenerator Adobe Firefly zu füllen. Nach einem Druck auf die Taste „Generative Füllung“ rekonstruiert Photoshop im gewählten Bildbereich den Hintergrund. Die Leiste enthält aber auch ein Feld, in das man einen Prompt eintippt, um Motive zu generieren, die Photoshop in die Szene einbaut. Dabei erzeugt Firefly Bilder mit 2000 × 2000 Pixeln. Adobe hat Firefly mit lizenzierten und gemeinfreien Inhalten aus Adobe Stock trainiert. Die Inhalte sind damit laut Hersteller für die kommerzielle Nutzung freigegeben. Für jedes generierte Bild zieht Adobe einen Credit ab; jeden Monat erhalten Abonnenten 25 Credits.

Adobe Firefly erzeugt in Photoshop für jeden Prompt jeweils drei Varianten, von denen man eine auswählen kann. Bei einfachen Motiven wie einem Teich oder Swimmingpool überzeugt Firefly. Kommen schwierigere Elemente wie Seerosen und Enten respektive aufblasbare Flamingos hinzu, gerät die KI an ihre Grenzen und malt deformierte Gebilde. Bei der generativen Füllung erzeugt Photoshop allerdings nicht nur Motive, sondern passt sie auch hinsichtlich Perspektive, Belichtung, Farbgebung, Schattenwurf und sogar Spiegelung in die Szene ein. Der Teich im retuschierten Bild spiegelt die Säulen der antiken Ruine auf erstaunlich realistische Weise.

Luminar Neos generativer Tausch

Am 16. November legte Skylum mit dem Werkzeug „Generativer Tausch“ (Gen-Swap) nach. Es arbeitet ähnlich wie „Generative Füllung“ in Photoshop. Seit Mitte Dezember erhält es Unterstützung von „Generativem Erweitern“ (GenExpand). Mit ihm lässt sich die Bildfläche kontextbezogen erweitern, um beispielsweise ein Porträt mit quadratischem Seitenverhältnis auf 16:9 zu bringen, ohne Pixel zu opfern.

Beide Werkzeuge kommen mit einem Prompt-Feld, das wie das Radieren-Werkzeug auf Stable Diffusion 2.0 zurückgreift. Pro Arbeitsauftrag erzeugt Stable Diffusion in Luminar Neo nur ein Bild. Auf Anhieb zaubert es selten passende Motive. Auch wiederholt gelang es nicht, glaubwürdige Schwimmtiere zu generieren. Den Swimmingpool passte Luminar Neo aber perspektivisch korrekt und mit gutem Anschluss in die Szene.

Microsoft Paint mit Dall-E 3

Selbst Microsoft Paint hat seit Dezember 2023 einen KI-Bildgenerator. Das Werkzeug heißt Cocreator und bindet Dall-E 3 von OpenAI ein. Verfügbar ist es ausschließlich unter Windows 11 ab der Paint-Version 11.2309.20.0. Cocreator arbeitet genauso wie der Bildgenerator in der Suchmaschine Bing: Nach Eingabe eines Prompts erstellt die generative KI ein Bild. Die Funktion setzt eine Internetverbindung und ein Microsoft-Konto voraus. Für den Cocreator kann man sich auf eine Warteliste setzen lassen. Im Anschluss gewährt



Luminar Neo erzeugt unter „Generativer Tausch“ mit Stable Diffusion 2.0 Bilder und fügt sie glaubhaft in die Szene ein. Wie bei Photoshop hapert es an den Details.

Microsoft 50 Credits, die man sogleich nutzen kann, um Bilder mit Dall-E zu generieren.

Im Textfeld des Cocreator nimmt Dall-E 3 den Prompt entgegen und erzeugt drei Bildvarianten. MS Paint kopiert sie in der Standardeinstellung hart auf das vorliegende Bild. Am besten erzeugt man also vorher eine neue Ebene, denn auch das kann die aktuelle Paint-Version mittlerweile. Das Bildmotiv setzte Dall-E 3 besser um als Adobe Firefly und Stable Diffusion. Perspektive, Farbe und Beleuchtung passt

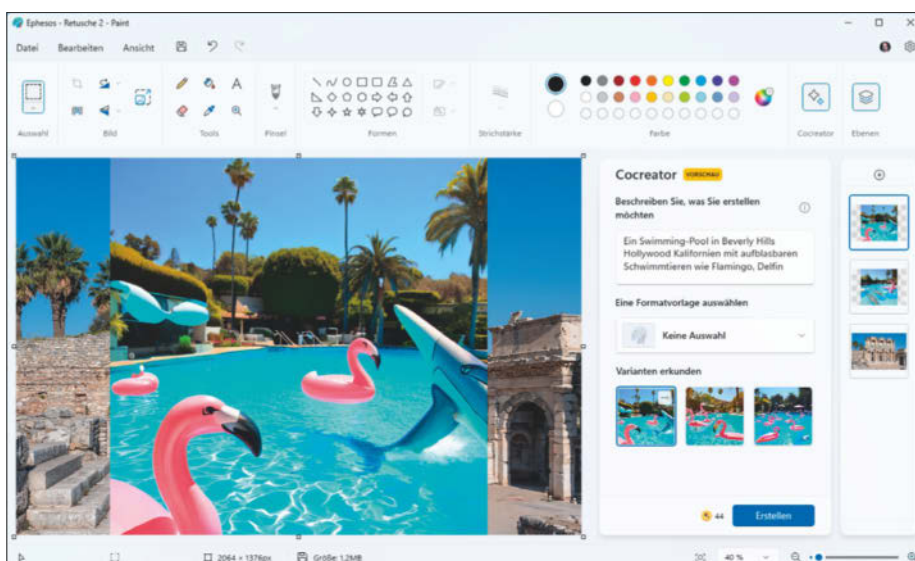
Paint jedoch nicht an. Somit ist es weiterhin keine Konkurrenz für Photoshop und Luminar Neo – trotzdem gut und richtig, dass Paint als kostenloses Windows-Bordmittel auf Dall-E zugreift.

Fazit

Luminar Neo und Photoshop tauschen spielend und zuverlässig nach wenigen Klicks den Himmel in einem Foto aus – eine Aufgabe, die 2019 noch viel Handarbeit und Augenmaß erforderte. Vor allem die KI-gestützte Auswahl von Himmel und Motiven gehört seitdem zum Basisrepertoire der Bildbearbeitung mit künstlicher Intelligenz.

Bei der intelligenten Retusche werden Unterschiede sichtbar. Google Fotos war hier Vorreiter, arbeitet aber nicht überzeugend. „Generatives Löschen“ von Luminar Neo funktioniert schon besser. Das Entfernen-Werkzeug von Photoshop legt noch eine Schippe drauf.

Beim generativen Ergänzen sind weder Photoshop mit dem Bildgenerator Adobe Firefly noch Luminar Neo mit Stable Diffusion 2.0 perfekt, sie passen aber Perspektive, Farbe und Belichtung überzeugend an. Die Funktion weist damit den Weg in die Zukunft. Nicht nur Retusche, sondern auch Montage dürfte in Kürze mit wenigen Mausklicks funktionieren und damit abermals die Bildbearbeitung ein Stück weiter demokratisieren. (akr@ct.de) **ct**



Microsoft Paint unterstützt unter Windows 11 jetzt Ebenen und bindet Dall-E 3 von OpenAI ein, kann das generierte Bild aber nicht in die Szene integrieren.

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 €



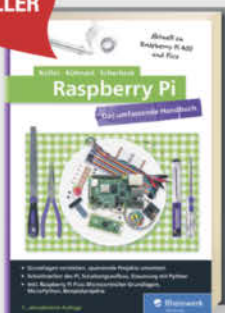
Thomas Kaffka

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 DS0-138 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 €

Zahlen, Daten, Fakten

Fitness-Hardware und -Apps

Nicht nur Schulen und Büros, auch Fitnessstudios waren während der Pandemiejahre 2020 und 2021 lange Zeit geschlossen. Die Nachfrage nach Onlinekursen, Sport-Apps und spezieller Fitness-Hardware war groß.

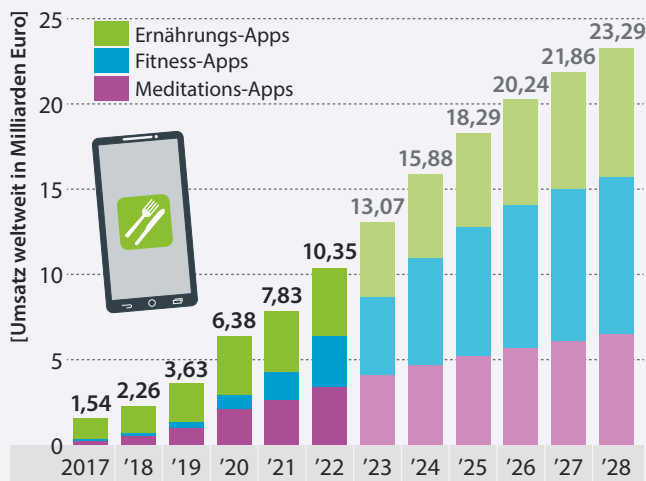
Was ist von diesem Trend geblieben und wie lauten die Umsatzprognosen für Apps und Gadgets rund um Sport und Wellness? Die Experten des Statistikportals

Statista sehen weltweit steigenden Umsatz für Fitness-Apps und -Hardware. Die Apps teilen sie in drei Gruppen auf: zur gesunden Ernährung beziehungsweise Gewichtsreduktion, für individuelles Sporttraining und für die psychische Gesundheit, insbesondere Meditationsanleitungen. Die meisten Nutzer haben demnach Sport-Apps, der Umsatz pro Nutzer ist dagegen bei Meditations-Apps am höchsten.

In ihrer „Health-Study 2023“ werfen die Experten von Zühlke einen detaillierten Blick auf die Märkte in Deutschland, Österreich und der Schweiz. Sie betrachten neben Hard- und Software für Fitness, Ernährung und Meditation auch Tracker für Schlafqualität, Blutdruck und Blutzuckerwerte. Anleitungen für Fitnessübungen liegen auch in dieser Statistik vorn, insbesondere bei jüngeren Nutzern. (dwi@ct.de) **ct**

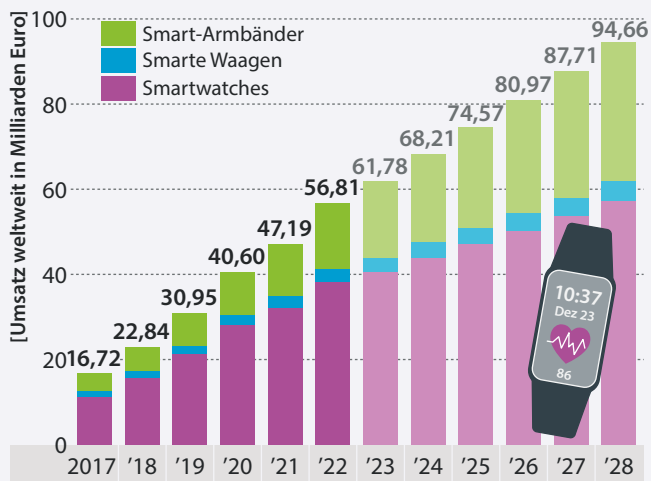
► Umsatzprognose Fitness-Apps

Die Marktforscher von Statista gehen bei Apps für Ernährung, Fitness und Meditation von steigenden Umsätzen aus.¹



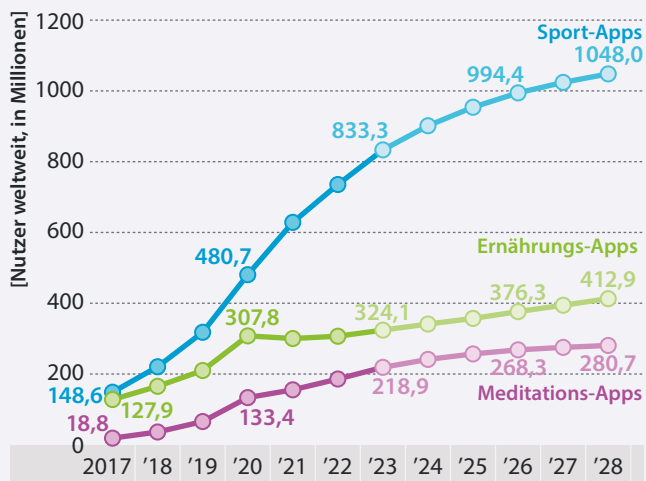
► Hardware: hoher Umsatz

Für den Markt der Fitness-Armbänder, Smarte Waagen und Smartwatches erwarten die Experten bei Statista ebenfalls Umsatzsteigerungen.¹



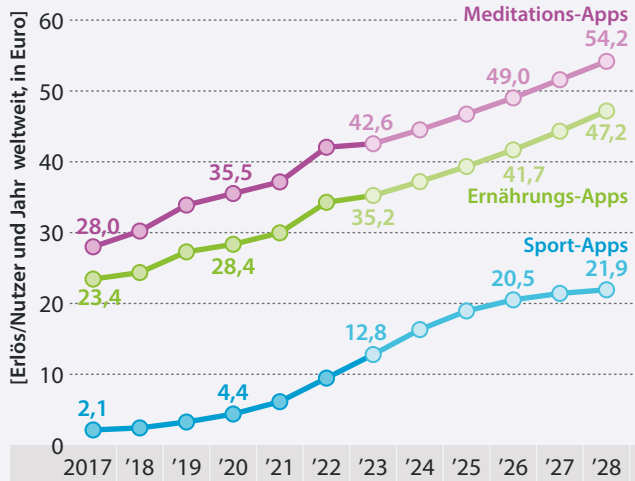
► Fitness-Apps: Nutzer

Insbesondere für Sport-Apps sagen die Marktforscher von Statista deutlich steigende Nutzerzahlen voraus.¹



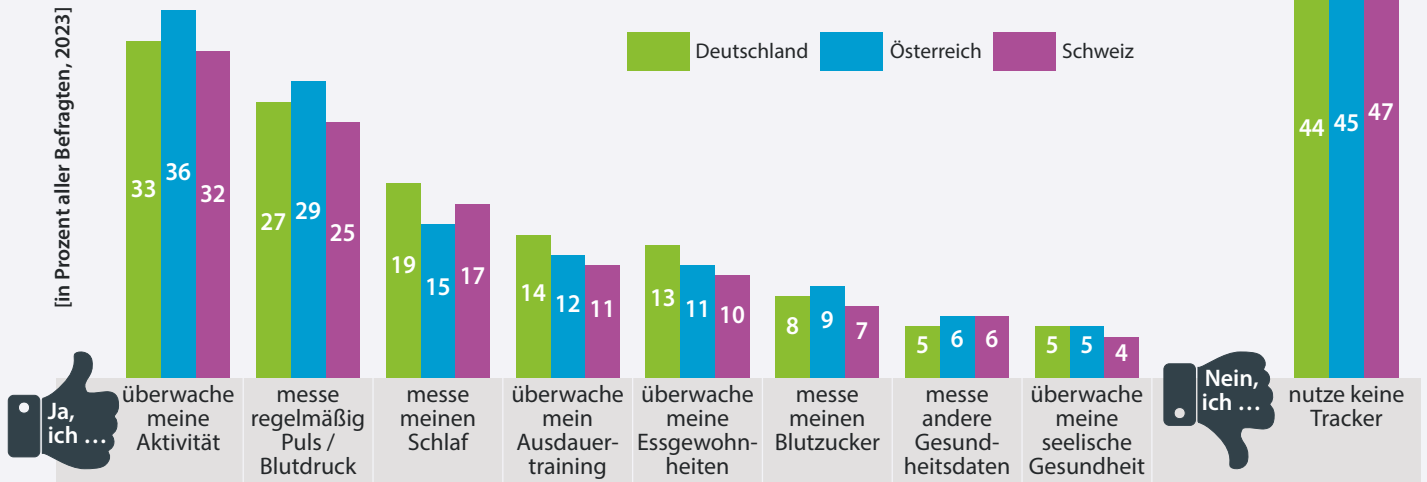
► Fitness-Apps: Erlöse

Apps zum Meditieren haben zwar weniger Nutzer als Ernährungs- und Sport-Apps, doch der Erlös pro Nutzer ist besonders hoch.¹



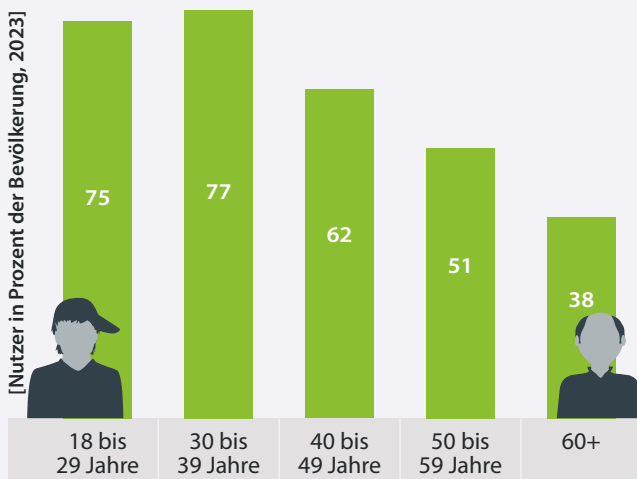
► Was wird getrackt?

In der Zühlke Health-Study 2023 geht es um Fitness-Apps und Schrittzähler, außerdem ums Tracking von Schlafqualität, Blutdruck und Blutzucker.²



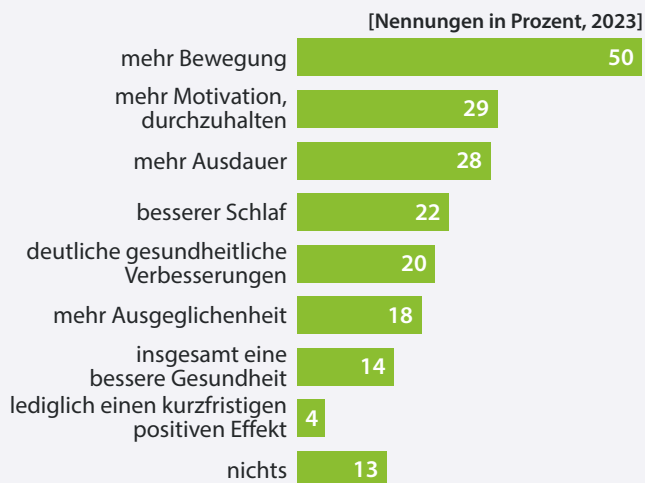
► Trackernutzung nach Alter

Jüngere greifen etwas öfter zu Trackern oder Apps, um ihre Gesundheit zu überwachen.²



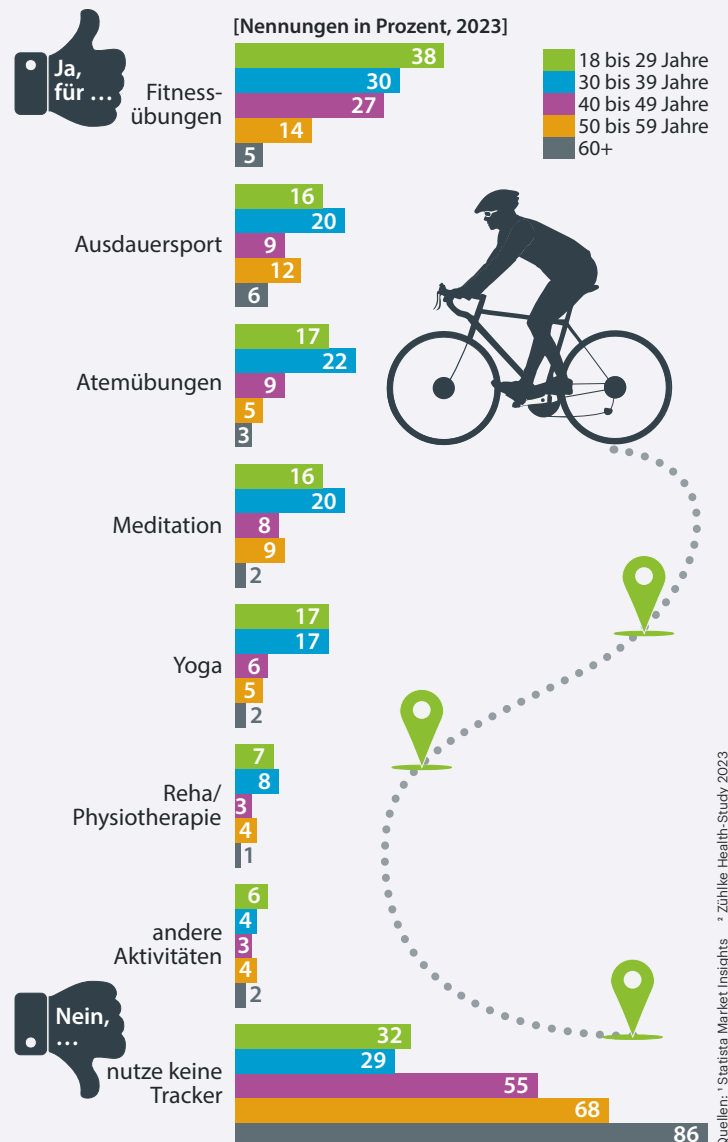
► Was bringt es?

87 Prozent der Nutzer von Fitnesstrackern oder -Apps berichten von positiven Effekten.²



► Trainings-Apps

Bei den Apps für Sport und Wellness sind laut der Zühlke Health Study solche mit Fitnessübungen besonders beliebt.²



Ein-Sterne-Betrug

Wie Cyberkriminelle Gastronomen erpressen

Erpresser verschicken derzeit gehäuft Mails an Gastronomiebetriebe und drohen mit geschäftsschädigenden Negativrezensionen. Wir erklären, was dahintersteckt und wie Sie sich dagegen wehren.

Von Markus Montz

Sie betreiben erfolgreich ein kleines Bistro und freuen sich über viel Lob von ihren Gästen. Das spiegelt sich auch bei Google und Portalen wie Yelp wider, wo Sie mit einem Wert im soliden Viererbereich von fünf möglichen Punkten auftauchen. Aus dem Nichts flattert Ihnen nun eine Mail in den Posteingang. Eine Ihnen unbekannte Gruppe fordert Geld. Wenn Sie nicht zahlen, so die Drohung, werde man Sie massenhaft mit negativen Bewertungen samt passenden Rezensionen überziehen.

Gegen solche Erpressungen sollten Sie auf jeden Fall vorgehen. Wir haben uns die Masche angesehen und geben Tipps, wie Sie möglichen Schaden abwenden können. Außerdem werfen wir einen Blick auf ähnlich gelagerte Angriffe.

Geld her, sonst Fake-Rezensionen

In Ihrem Posteingang taucht die Nachricht der Erpresser mit Betreffzeilen wie „Das Ende von Restaurant Zur goldenen Suppenkelle“ auf. Als Absender firmieren nach Erkenntnissen des LKA beispielsweise die „Business Army“ oder die „Ukrainen Cyber Force“ (Rechtschreibfehler haben wir belassen). Die tatsächlichen Mailadressen dahinter variieren.

In holprig und fehlerhaft formuliertem deutschen Text der Mail schreiben die Täter, dass bei einem schlechten Ruf die

Gäste schnell weg seien und: „Durch unsere Lang jährige Erfahrung im Bereich Sozial Media, Google, Künstliche Intelligenz und das Programmieren von Automatisierten Programmen sind wir absolute Experten darin Gastro Betreib zu zerstören.“

Angeblich habe ein Konkurrent Geld dafür gezahlt, genau dies zu tun. Da er aber „ein xxxxxloch“ sei, gebe man Ihnen als Inhaber die Chance, die Rufschädigung zu verhindern. Dazu müssten sie bis zu einem Stichtag Geld in Bitcoin auf ein Wallet überweisen. Dessen Adresse liefern die Täter gleich mit, inklusive Servicetipp: einfach „Wie Kauf ich Bitcoin“ googeln.

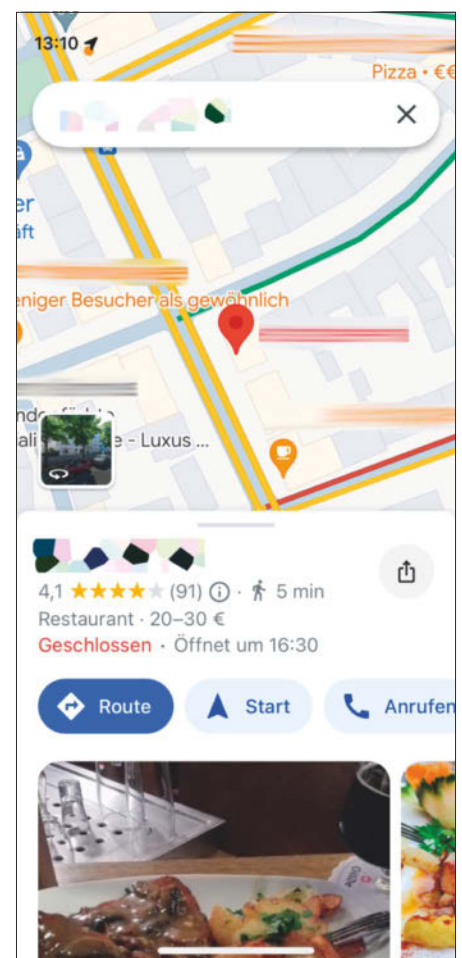
Für den Fall, dass Sie „auf diese eine Chance“ nicht reagieren, drohen die Täter, den Betrieb zu zerstören. Man säße im Ausland und könne Bots aktivieren, die Bewertungen auf etlichen Kanälen von Google über Facebook bis Instagram automatisiert auf einen Stern senken. Die Bots wären außerdem so programmiert, dass es Google & Co. nicht auffällt, dass die Bewertungen und Beiträge nicht echt sind. Wer anschließend nach dem Namen oder der Adresse der Restaurantsuche, die an dieser Stelle wiederum genannt sind, würde von Lebensmittelvergiftungen und schlechtem Service lesen.

Die Täter setzen ein Ultimatum. Da alles automatisch passiere, würde der Vorgang selbst dann starten, wenn die Polizei sie verhafte. Dem Adressaten bleibe also nicht anderes übrig, als zu zahlen, wenn er Schlimmeres verhindern wolle. Bei Zahlung bekäme er obendrein noch den Namen der Person, die hinter dem ursprünglichen Auftrag stecke.

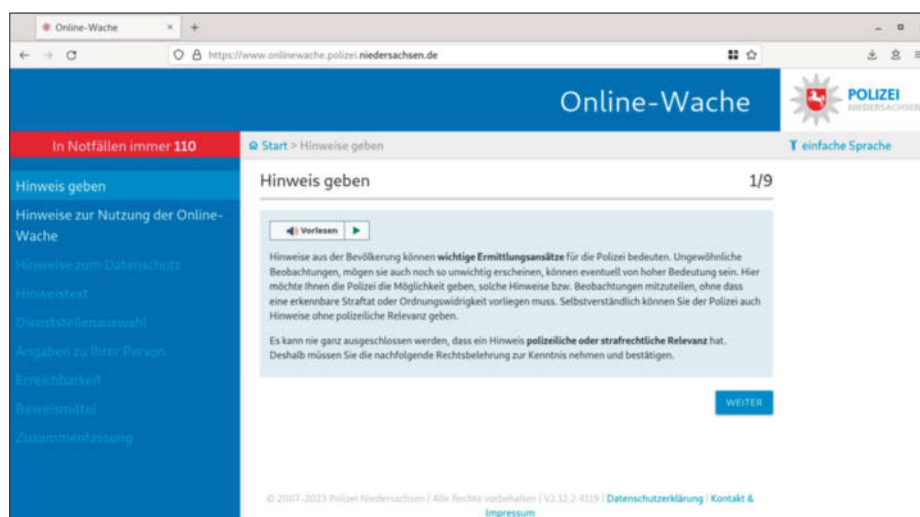
Genaue Erkenntnisse über die Angreifer gibt es bislang nicht. Die Absenderadressen lassen sich fälschen, ebenso andere Herkunftsdaten wie IP-Adressen. Um Opfer zu finden, müssen sie lediglich öffentlich zugängliche Quellen wie Google Maps oder Websites auswerten. Anschließend verschicken sie massenhaft Mails.

Interna, aus denen man schließen könnte, dass die Täter beispielsweise gehackte Mailkonten auswerten, enthalten die bislang bekannt gewordenen Mails nicht. Eine Prüfung der eigenen Passwörter auf einschlägigen Websites wie „Have I Been Pwned?“ ist dennoch nie verkehrt. Näheres dazu finden sie auf ct.de/y4ga.

Unklar ist, ob die Täter technisch so gut ausgestattet sind, wie sie vorgeben. In der Vergangenheit besaß die Drohkulisse bei ähnlichen Erpressungsstrategien nur selten Substanz. So erwiesen sich Spam-Mails, die vorgaben, man habe den Computer „gehackt“ und könne Pornokonsum öffentlich machen, stets als heiße Luft. Die Täter hofften mit einigermaßen guter Trefferquote darauf, dass sich jemand er tappt fühlte und zahlte. Bei der neuen Masche nutzen sie aus, dass Bewertungsportale offen für Manipulation sind und Gastronomen ein trauriges Lied davon singen



Die Täter drohen Betreibern gut bewerteter Restaurants, sie mit einer Welle von Negativrezensionen zu überziehen. Ziele suchen sie sich auf Plattformen wie Google Maps.



Über die Onlinewachen der Bundesländer können Sie Anzeige erstatten und erhalten eine Vorgangsnummer, die Ihnen auch als Beleg bei Google & Co. hilft.

können. Da bei dem uns vorliegenden Fall eine erste Deadline am 2. Dezember verstrichen ist, ohne dass dem LKA Niedersachsen oder uns bis zum Redaktionsschluss Mitte Dezember tatsächlich massenhaft auftretende schlechte Bewertungen bekannt geworden wären, liegt dieses folgenlose Szenario nahe.

Was tun?

Reagieren Sie daher gelassen, antworten Sie nicht auf die Mail und zahlen Sie auf keinen Fall. Wenn die Mail einen Anhang oder Link enthält, öffnen Sie diesen unter keinen Umständen. Löschen Sie die Mail aber nicht, sondern archivieren Sie diese. Sie können die Mail vorsorglich auch bei Google und anderen Dienstleistern melden, sollten aber keine Reaktion erwarten.

Im nächsten Schritt erstatten Sie Anzeige bei einer Polizeidienststelle oder einer Onlinewache (ct.de/y4ga), sofern Ihr Bundesland diese Möglichkeit anbietet. Finden Sie dort keine zu Erpressung passende Kategorie, wählen Sie „Andere Strafanzeige“ oder eine vergleichbare Option. Anschließend behalten Sie die einschlägigen Bewertungsportale und Google regelmäßig im Blick. Es schadet nicht, Ihre Nutzerkonten auf den gängigen Social-Media-Kanälen zu prüfen und hin und wieder den Namen Ihrer Gaststätte in die Suche einzugeben. So können Sie nebenbei ganz allgemein prüfen, ob jemand Fake-Accounts in Ihrem Namen betreibt, und diese gegebenenfalls melden.

Entdecken Sie tatsächlich in großem Umfang schlechte Bewertungen, machen Sie davon Screenshots und reichen diese Ihrer Anzeige nach. Melden Sie die Bewertungen außerdem beim Portal selbst und nennen Sie dabei auch die Vorgangsnummer Ihrer Anzeige. Wenn Sie Mitglied im Deutschen Hotel- und Gaststättenverband (Dehoga) sind, können Sie die zuständige Geschäftsstelle in Ihrer Region um eine Rechtsberatung bitten. Die Kontaktdaten erhalten Sie auf den Homepages der Landesverbände (ct.de/y4ga). Kommen Sie nicht weiter, sollten Sie einen Anwalt einschalten. Erfahrungsgemäß erwirkt ein guter Rechtsbeistand mit einem Schreiben an die Portalbetreiber eher eine Reaktion als ein Nutzer, der etwas meldet.

Zweite Masche: Löschung mieser Rezensionen gegen Geld

Bewertungsportale sind immer wieder ein Hebel für Kriminelle. Organisierte Banden lassen Strohleute Dutzende schlechte Rezensionen schreiben. Die sitzen genau wie die Banden selbst meist in Billiglohnländern und arbeiten im Akkord. Opfer können Dienstleister aller Art sein, also nicht nur Gastronomen. Auftraggeber schlechter Rezensionen sind entweder missgünstige Konkurrenten oder es geht um Erpressung.

Dieses kriminelle Geschäft betreiben organisierte Banden in großem Stil. Sie legen zunächst unter verschiedenen Namen Nutzerkonten bei Google oder in sozialen Medien an. Anschließend können sie fast beliebig viele negative Rezensionen über Betriebe aus der Gastrono-

mie, dem Einzelhandel oder Serviceeinrichtungen wie Kfz-Werkstätten schreiben. Bei kleinen Betrieben genügen oft wenige Bewertungen, um den Durchschnitt in den Keller zu schicken. Den Betroffenen bieten die Täter dann als Dienstleister getarnt an, die Rezensionen gegen Geld wieder zu löschen.

Google antwortete auf unsere Anfrage mit einer nichtssagenden Leerformel. Rezensionen würden rund um die Uhr durch Menschen und Technologie auf betrügerische Inhalte geprüft. Entdecke man Scammer, deren Beiträge andere täuschen sollen, entferne man die Inhalte, lösche Nutzerkonten dahinter und behalte sich rechtliche Schritte vor. 2022 habe man 115 Millionen Rezensionen entfernt oder gar nicht erst zugelassen und 20 Millionen Versuche gestoppt, falsche Geschäftsprofile anzulegen.

Doch wie c't unlängst zeigte, sind Geschäftsleute trotzdem nicht davor sicher, dass jemand gefälschte, diffamierende Unternehmensprofile anlegt. In dem uns bekannten Fall hatten die Täter auf Google ein gefälschtes Firmenprofil einer „Kotz Alanya Gammelfleisch GbR“ an genau der Adresse angelegt, an der sich tatsächlich ein Imbiss namens „Öz Alanya Döner & Restaurant“ befand. Das Fake-Profil zeigte Google Maps besser sichtbar als das korrekte Profil an, verpackt als Anzeige von Lieferando [1].

Fazit

Wichtig bleibt, dass Sie Erpressungsversuche mit betrügerischen Rezensionen dokumentieren und anzeigen. Außerdem melden Sie diese beim Bewertungsportal und bestehen auf Löschung. Ziehen Sie juristische Hilfe hinzu. Rechtsanwälte können oft mehr Druck aufbauen, damit die Dienstleister solche Rezensionen zügig prüfen und löschen. Auch wer anhand solcher Rezensionen nach einem Café oder Shop sucht, sollte die Möglichkeit solcher Erpressungsangriffe im Hinterkopf haben und sich an weiteren Stellen informieren – oder er geht einfach hin und gibt dem Laden eine Chance.

(mon@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Mirko Dölle, Ausgeliefert, Lieferando bewirbt Hate-Profil auf Google Maps, c't 25/2023, S. 46

Have I been Pwned, Onlinewachen:
ct.de/y4ga



Bild: KI Midjourney | Collage ct

„Mit einem Plattformansatz können wir den Durchbruch schaffen“

Interview mit Malte Spitz über die Digitalisierung des Staates

Als Mitglied des Normenkontrollrates setzt sich Malte Spitz für Bürokratieabbau und Digitalisierung ein. Im c't-Interview kritisiert er das von Bund und Ländern propagierte „Einer-für-alle-Prinzip“ und fordert stattdessen einen „Plattformansatz“.

Von Christian Wölbelt

c't: Herr Spitz, der Bundeskanzler hat im September einen neuen Plan für die Digitalisierung vorgestellt. Er will, dass die Bundesländer 15 wichtige Verwaltungsleistungen wie die Wohnsitzummeldung bis Ende 2024 digitalisieren. Erwarten Sie davon den erhofften Durchbruch?

Malte Spitz: Nein, ich glaube nicht, dass das der Durchbruch ist, auf den wir seit 20 Jahren warten. Die Probleme lassen sich nicht mit einem Fingerschnipsen lösen. Das gilt vor allem für die strukturellen Schwierigkeiten bei der Abstimmung zwischen den Ebenen.

c't: Welche strukturellen Schwierigkeiten meinen Sie konkret?

Spitz: Es funktioniert einfach nicht, wenn Bund, Länder und Kommunen in unterschiedliche Richtungen laufen. Der eine will dies, der andere hätte gerne etwas anderes, und dann verliert man sich in Abstimmungsschleifen. Ich will damit nicht sagen, dass der Föderalismus schuld ist. Aber wer mit IT-Projekten zu tun hat, weiß: Es wird schwierig mit so vielen unterschiedlichen Stakeholdern, die eigene Interessen haben. Wir fordern deshalb, dass Standards, Schnittstellen und Basiskomponenten verbindlich vorgegeben werden. Mit einem solchen Plattformansatz können wir tatsächlich den Durchbruch schaffen.

c't: Es gibt schon einige Standards, etwa für Datenfelder und Datentransport,

sowie Basiskomponenten wie den elektronischen Personalausweis, die BundID und das Bezahlmodul ePayBL. Was fehlt noch für Ihren Plattformansatz?

Spitz: Das ist richtig, aber vieles fehlt noch oder ist nicht verbindlich. Die BundID soll mit dem neuen Onlinezugangsgesetz zur Pflicht werden, das ist aber noch nicht vom Bundestag beschlossen. Wir bewegen uns also an einzelnen Stellen in diese Richtung, aber wir haben noch keine Plattform, auf die unterschiedliche Anbieter etwa von Onlinediensten aufsetzen könnten.

Und im Moment verfolgen Bund und Länder das Einer-für-alle-Prinzip. Das ist von der Struktur her gerade nicht der Plattformgedanke. Sondern: Ein Bundesland entwickelt einen Onlinedienst, im Zweifel einen proprietären, und alle anderen können diesen einkaufen.

Ich erkläre das immer am Beispiel Hausbau. Wir haben aktuell den Ansatz, dass wir alle Einrichtungsgegenstände standardisieren. Alle haben das gleiche Sofa, den gleichen Esstisch. Aber wir haben noch gar kein trockenes Fundament, noch keine Stromkabel, noch keine Internetverbindung zu anderen Häusern. Und wir wissen alle: Wenn das Fundament falsch gegossen wurde, hat man nach hinten raus echt viel Stress und muss noch viel mehr Geld einsetzen.

c't: Ist das Einer-für-alle-Prinzip nicht ein großer Fortschritt? Schließlich kann man viel Geld sparen, wenn nicht mehr alle Bundesländer ihre eigene Software entwickeln.

Spitz: Es ist schlau, wenn nicht alle alles selber machen. Es ist aber der falsche Weg, wenn es nur noch einen Anbieter gibt mit einem Verfahren, das dann alle anderen übernehmen sollen. Das passt oft nicht zu den IT-Strukturen vor Ort, es schafft deutliche Abhängigkeiten und es verzerrt den Wettbewerb. Da werden künstliche Monopole geschaffen, die mit Steuergeld gepampert werden.

c't: Der Bund hat während der Corona-Krise 1,5 Milliarden Euro für Onlinedienste bereitgestellt, die nach dem Einer-für-alle-Prinzip entwickelt werden. Dieses Geld ist also schlecht angelegt?

Spitz: Das war eine einmalige Finanzierung. Viele Länder und Kommunen überlegen sich nun, wie sie die Dienste weiterentwi-

ckeln sollen, wenn diese Förderung auslaufen ist. Und ich vermute, dass wir in einigen Jahren das eine oder andere Projekt mit zusätzlichen Steuergeldern wieder aufpöppeln müssen. Oder es wird nicht weiterentwickelt, was auch nicht schön wäre.

Und de facto sehen wir bis heute kein funktionierendes Einer-für-alle-Prinzip. Es gibt keinen Bereich, in dem das bundesweit dauerhaft geklappt hätte, außer einmalig bei der Einmalzahlung für Studierende. Denn die Prozesse und Strukturen vor Ort unterscheiden sich nun einmal.

c't: Wenn man statt dem Einer-für-Alle-Prinzip Ihrem Plattformansatz folgt, dann muss irgendjemand die Standards vorgeben. Sollte der Bund das tun?

Spitz: Der Bund muss nicht von Anfang an alles vorgeben. Wir brauchen aber einen Mechanismus für den Fall, dass Bund und Länder sich in ihrem gemeinsamen Gremium, dem IT-Planungsrat, nicht einigen.



Bild: NKR / Trutschel / Photothek

Aktivist, Politiker, Datenschutzexperte – Malte Spitz hatte in seinem Leben schon viele Hüte auf. 2011 verklagte er die Telekom erfolgreich auf Herausgabe seiner persönlichen Mobilfunk-Vorratsdaten. Die Visualisierung der Daten zeigte, wie lückenlos Menschen damit überwacht werden können. Von 2006 bis 2013 saß Spitz im Bundesvorstand der Grünen. Seit 2022 ist er Mitglied des Nationalen Normenkontrollrates und dort Berichterstatter für das Thema digitale Verwaltung. Die insgesamt zehn Mitglieder des Rates werden vom Bundesjustizminister vorgeschlagen und beraten die Bundesregierung beim Bürokratieabbau.

Wenn es dort nicht klappt, sehen wir das Bundesinnenministerium in der Pflicht, eine Vorgabe zu machen. Das Ministerium hat sogar schon seit Längerem die Möglichkeit dazu, hat diese aber nicht genutzt.

c't: Neben der Standardisierung gibt es auch noch den Ansatz der Zentralisierung. In den sogenannten Dresdner Forderungen verlangen einige Kommunen, dass der Bund mehr Onlinedienste selbst betreibt, um Städte und Gemeinden zu entlasten. Was halten Sie davon?

Spitz: Das ist gerade in den Bereichen absolut sinnvoll, in denen die kommunale Ebene letztendlich nur noch Service-Einheit ist. Etwa im Bereich Kfz-Zulassung, wo von Flensburg bis Garmisch-Partenkirchen alles gleich abläuft. Da sehen wir großes Potenzial in zentralen Angeboten mit einer besseren User Experience. Das würde auch den Fachkräftemangel auf der kommunalen Ebene abfedern.

c't: Birgt diese Zentralisierung nicht wie das Einer-für-alle-Prinzip die Gefahr der Abhängigkeit von einem Anbieter?

Spitz: Der Unterschied zum Einer-für-alle-Prinzip ist, dass bei der Zentralisierung auch die Zuständigkeit geändert wird. Das wäre also kein künstliches Monopol, sondern ein natürliches. Aber ja, wenn Riesenverfahren mit nur einem Softwareanbieter entstehen, müssen wir uns die Frage stellen, ob man sich nicht besser zwei oder drei Anbieter gönnt, um Abhängigkeiten zu vermeiden. Oder man zentralisiert wie bei Elster nur die Schnittstelle und überlässt es vielen privaten Anbietern, Anwendungen für diese Schnittstelle zu programmieren. Das ist auch ein Weg, den Wettbewerb aufrechtzuerhalten.

c't: Diskutiert wurde auch die Idee, Bürger und Unternehmen mit einem Rechtsanspruch auf eine digitale Verwaltung auszustatten. Wäre das sinnvoll?

Spitz: Das haben wir als Überlegung selbst aufgebracht. Allerdings ist die Umsetzung schwierig. Denn es ist schwer zu sagen, wer am Ende haften soll. Ist es die Kommune, die ein digitales Verfahren nicht anbietet? Ist es das Bundesland, das noch nicht die Einer-für-alle-Leistung zur Verfügung gestellt hat? Ist es die Behörde, die nicht den automatischen Datenaustausch ermöglicht? Da besteht die Gefahr, dass man sich in langen Rechtsstreitigkeiten verzettelt.

c't: Ansätze wie Standardisierung und Zentralisierung sind keine Hebel, die von heute auf morgen wirken. Sehen Sie denn irgendeinen Hebel, der schneller wirkt?

Spitz: Nein, es gibt nichts, was in wenigen Monaten den großen Wechsel bringt. Wir brauchen Zeit und finanzielle Ressourcen. Vor allem aber brauchen wir verbindliche Entscheidungsstrukturen, zum Beispiel für die Festlegung von Standards und Basiskomponenten. Deswegen bin ich auch immer skeptisch bei Ankündigungen auf politischer Ebene, laut denen bis zu einem gewissen Datum alles wunderbar laufen soll. Verwaltungsdigitalisierung ist nicht wie ein Laptop, bei dem man ein Update einspielt und schwups, hat man eine ganz neue Experience.

Doch auch wenn die Hebel nicht von heute auf morgen wirken: Man muss sie jetzt umlegen, damit sie wenigstens in fünf oder zehn Jahren wirken. Sonst geht das Durchwurschteln einfach weiter wie bisher.

c't: Als Beobachter hat man das Gefühl, dass das Thema Digitalisierung nur sporadisch auf dem Radar des Bundeskanzlers und der Ministerpräsidenten auftaucht. Nehmen Sie das ähnlich wahr?

Spitz: Dieser Themenkomplex hat zurzeit nicht die politische Priorität, die er verdient. Obwohl es gerade nicht nur um technische Fragen geht, sondern um das Vertrauen der Menschen in die Handlungs- und Lösungsfähigkeit des Staates. Man kann nicht mehr argumentieren, das sei Neuland, wenn selbst die Kreissparkasse bessere Angebote hinbekommt.

c't: Uns ist aufgefallen, dass es in manchen Bereichen zwar Onlinedienste gibt, diese aber schlecht angenommen werden. Bei der Kfz-Zulassung etwa lag die Digitalquote im Jahr 2021 bei 0,6 Prozent. Braucht das einfach Zeit? Oder liegt da etwas im Argen?

Spitz: Man kann sich bei jedem dieser Onlinedienste darüber streiten, ob die Anmutung so ist, dass die Menschen darauf Lust haben. Viel grundsätzlicher ist aber, dass viele gar nicht wissen, was es für Angebote gibt. Es gibt dafür keine Werbung, keine flächendeckenden Hinweise.

Und natürlich zählt dazu, dass der Personalausweis mit seinen Onlinefunktionen seit 12, 13 Jahren nicht die Nutzung hat, die wünschenswert wäre. Und, dass

man im Idealfall auch die Prozesse und Strukturen hinter den Onlinediensten anpasst, sie verkürzt, schneller, besser und günstiger macht. Das hat oftmals nicht stattgefunden. Sondern man hat letztendlich das, was es schon die letzten 20, 30 Jahre gab, mit Eingabemasken ins Internet überführt.

c't: Damit neue Gesetze digitalisierungsfreundlicher werden, gibt es nun seit gut einem Jahr den sogenannten Digitalcheck. Dafür sind auch Sie als Normenkontrollrat zuständig. Was genau tun Sie da?

Spitz: Die Bundesministerien führen den Digitalcheck durch, wenn sie ein neues Gesetz oder eine Verordnung auf den Weg bringen. Und wir sind dazu da, diesen

»Man muss die Hebel jetzt umlegen, damit sie in fünf oder zehn Jahren wirken.«

Check zu kontrollieren und Verbesserungsvorschläge zu machen. Was wir 2023 zum Beispiel eingeführt haben, ist die Anregung an die Ministerien, die Umsetzung ihrer Gesetze zu visualisieren. Das führt zu einem ganz anderen Blick auf die Regulierung, weil man auf einmal die Komplexität sehen kann. Stark eingebracht haben wir uns auch in den Austausch über die Kindergrundsicherung.

c't: Ist die Kindergrundsicherung nicht eher ein Beispiel für ein wenig digitalfreundliches Gesetz? Die Bundesagentur für Arbeit hat im Sommer geschätzt, dass sie für die Umsetzung etwa 3500 neue Stellen schaffen müsste.

Spitz: Es war von Anfang an klar, dass mit dem Start der Kindergrundsicherung keine vollwertige Automatisierung stattfinden kann. Aber unser Anspruch ist, dass jetzt die Grundlagen dafür geschaffen werden. Das ist aber nichts, was man in zwölf Monaten umsetzen kann. Da braucht es Grundlagenarbeit, auch mit Blick auf die Registermodernisierung.

c't: Mit der Registermodernisierung wollen Bund und Länder ihre Datenbanken so vernetzen, dass Behörden die Stammdaten von Bürgern sowie Nachweise automatisiert abrufen können. Ziel ist, dass Bürger das nicht immer wieder neu eingeben müssen. Gruselt es Sie als Datenschützer davor? Oder sind Sie entspannt?

Spitz: Gruseln ist übertrieben, entspannt ist untertrieben. Aber ich glaube, es ist sinnvoll, diesen Ansatz jetzt weiterzugehen. Wir sehen einfach bei allen Themen, die wir gerade besprochen haben, dass dieser fehlende Datenaustausch uns an ganz vielen Stellen hemmt. Wir müssen aber während der Umsetzung der Registermodernisierung darauf achten, dass es nicht zu einer zu starken Profilbildung kommt, dazu wurde der Datenschutz jetzt im weiteren Ausbau gestärkt.

c't: Bund und Länder wollen bis Ende 2025 den Datenaustausch bei den ersten 18 Registern ermöglichen. Glauben Sie, dass diese Deadline eingehalten wird?

Spitz: Ich kenne aus diesem Themenfeld keine Deadline, die eingehalten wurde. Mein Sohn wird jetzt bald 11. Ich glaube nicht, dass das alles schon funktioniert, wenn er mit 18 Jahren seinen Führerschein beantragen darf. Deshalb ist es wichtig, dass da auch Druck aus der EU kommt. Um Verwaltungsleistungen auch grenzüberschreitend digital nutzen zu können, müssen wir unsere Register modernisieren. Dazu zählen auch die Register für Unternehmen. Auch die wollen ihre Daten nicht immer neu eingeben müssen.

c't: Gibt es denn irgendwas, was Sie optimistisch stimmt, dass Deutschland das mit der Digitalisierung hinbekommt?

Spitz: Ich nehme wahr, dass viele Mitarbeiter der Verwaltung sich untereinander stärker vernetzen, aus ihren Silos ausbrechen und an der Digitalisierung mitarbeiten wollen. Gleichzeitig bekommt das Thema Bürokratieabbau in letzter Zeit mehr Aufmerksamkeit, und davon profitiert auch die Verwaltungsdigitalisierung. Wir haben zum Beispiel gesehen, dass mit dem Bürokratieentlastungsgesetz der Hotel-Meldeschein entfallen soll, obwohl die Polizei aufgeschrien hat, dass man den angeblich noch bräuchte. Das sind zarte Pflänzchen, die hoffen lassen.

(cwo@ct.de) **ct**

Wir schreiben Zukunft.



35 %
Rabatt

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

mit-tr.de/testen

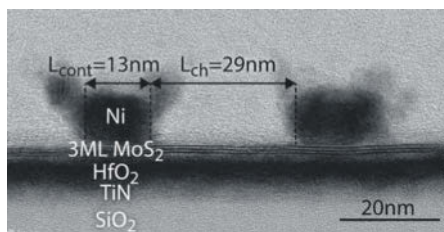
Superdünne Schichten

Chiphersteller tüfteln an Transistoren für künftige Fertigungstechnik

Einige Schichten in kommenden Halbleiterbauelementen sollen nur wenige Atomlagen dick sein. Forscher suchen nach Möglichkeiten, solche filigranen Strukturen zuverlässig in Großserie zu produzieren.

Von Christof Windeck

Die Entwicklung neuer Chipgenerationen ist sehr teuer. Sie kann bei einem aktuellen 3-Nanometer-Prozessor mit über 50 Milliarden Transistoren mehrere 100 Millionen US-Dollar kosten. Das lohnt sich nur, wenn der neue Chip ausreichend große Vorteile im Vergleich zu seinem Vorgänger bringt. Dazu wiederum reicht die Verkleinerung der Strukturen des Chips alleine längst nicht mehr aus. Vielmehr sind zusätzliche Innovationen und Optimierungen nötig. Einige davon stellten Chiphersteller auf dem International Electron Device Meeting (IEDM) im



Das Forschungszentrum IMEC präsentierte 2019 Messwerte eines Transistors mit einem Kanal aus dem 2D-Material MoS_2 , das unter der Gate-Elektrode aus Nickel auf Schichten aus Hafniumdioxid, Titanitrid und Siliziumdioxid liegt.

Dezember vor. Sie könnten bei Fertigungsverfahren der 2-Nanometer-Klasse zum Einsatz kommen, die Intel (Intel 18A) und TSMC (N2) etwa ab 2025 planen.

Schon seit einiger Zeit untersuchen Forscher Materialien wie Molybdändisulfid (MoS_2) und Wolframdiselenid (WSe_2), die zu den Übergangsmetall-Dichalkogeniden (Transitional Metal Dichalcogenides, TMD) gehören. Sie bilden superdünne Kristalle von wenigen Atomlagen Dicke aus, weshalb man in Bezug auf die Chiptechnik von 2D-Materialien spricht. Sie eignen sich dank besonderer elektrischer Eigenschaften für den leitenden Kanal von Feldeffekttransistoren (FETs).

Paarweise komplementär verschaltete FETs bilden einen elektrischen Invertierer, die Grundsaltung für sogenannte „Logikchips“ wie Prozessoren, Grafikchips, Smartphone-SoCs und KI-Beschleuniger. Dabei sind ein n-Kanal- und ein p-Kanal-FET miteinander verbunden und man spricht von Complementary Metal Oxide Silicon (CMOS). Etwa seit der 22-Nanometer-Chipgeneration fertigt man diese FETs mit dreidimensionaler, finnenförmiger Gate-Elektrode (FinFET). Dabei umschließt das steuernde Gate den leitenden Kanal (Channel) an mehreren Seiten, was Vorteile wie kürzere Schaltzeiten und geringere Schaltverluste bringt.

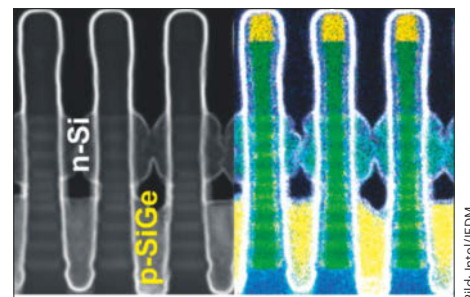
Ab der 3-Nanometer-Generation fertigen einige Chiphersteller FETs mit neuartiger Geometrie, die den Kanal in mehrere superdünne Schichten oder Blättchen (Sheets) unterteilt. Je nach Firma heißt das Gate All Around (GAA-FET) oder Nanosheet (NSFET). Diese Sheets möchten unter anderem Intel und TSMC künftig aus TMD-Materialien fertigen. Dazu müssen die superdünnen Lagen jedoch ausreichend robust sein, um nachfolgende Fertigungsschritte zuverlässig zu überstehen.

Außerdem sind für n- und p-FETs jeweils unterschiedliche TMD-Materialien besser: MoS_2 für den n-FET, WSe_2 für den p-FET. Zusätzlich müssen die komplementären Transistoren so hergestellt werden, dass ihre Eigenschaften zueinander passen. TSMC und Intel präsentierten auf der IEDM optimistische Messergebnisse dazu.

Kontaktierung

Die Fertigung von Chips lohnt sich nur, wenn man bei hohen Stückzahlen eine ausreichende Ausbeute guter Exemplare erzielt (Yield). Daher sind die Anforderungen an Genauigkeit und Reproduzierbarkeit atemberaubend, wenn man auf einer schallplattengroßen Siliziumscheibe (300-Millimeter-Wafer) mehrere hundert Chips mit jeweils rund 100 Milliarden Transistoren produzieren möchte. Selbst anscheinend simple Aufgaben verlangen ausgeklügelte Lösungen, etwa die Fertigung eines zuverlässigen Kontakts zwischen einer metallischen Leiterbahn und den als FET-Kanal dienenden Nanoschichten an jedem einzelnen Transistor. Dazu hat TSMC gemeinsam mit Forschern der Yang Ming Chiao Tung University in Taiwan ein Verfahren ausgearbeitet, bei dem eine C-förmige Metallstruktur mehrere MoS_2 -Lagen kontaktiert.

Doch auch die im Vergleich dazu makroskopische Verschaltung der Milliarden Transistoren und der Funktionsblöcke soll sich ändern, und zwar durch Backside Power Delivery (BPD). Bisher liegen sämtliche Verdrahtungslagen in sogenannten Metal Layers oberhalb der eigentlichen Funktionsschichten auf dem Wafer, also über den Transistoren. Sie entstehen nach der Fertigung der Transistoren (Front-End-of-Line-Bearbeitung, FEoL) im Pro-



Intel zeigte auf dem IEDM einen Schnitt durch CFETs, die aus übereinandergestapelten n- und p-FETs bestehen, die jeweils Kanäle aus drei Nanosheets haben.

duktionsabschnitt namens Back End of Line (BEoL); dabei geht es um wesentlich größere Strukturen als bei den Transistoren selbst.

In den unteren, feineren Lagen laufen die digitalen Signale, darüber die breiteren und höheren Leitungen für die Stromzufuhr. Dabei müssen die Strompfade die darunter liegenden Datenleitungen durchdringen, um an die Transistoren heranzureichen. Und der Platz für Leitungen wird immer knapper, je mehr Funktionen auf dem Chip sitzen.

Per BPD entflechtet man künftig Daten- und Stromleitungen auf dem Chip, indem letztere auf die Rückseite (Backside) des Wafers wandern. Man gewinnt dadurch Platz für mehr Datenleitungen und die Strompfade können breiter und höher werden, um ihren Widerstand zu mindern, was wiederum Verluste reduziert. Allerdings müssen nun Stromleitungen senkrecht durch den Wafer hindurch zu den Transistoren führen. Dazu wird der Wafer erst abgeschliffen (gedünnt) und dann mit Durchkontaktierungen (Vias) versehen. Intel nennt die Technik Power Vias.

Stapeln für Moore

Die Chiphersteller sind bestrebt, das Moore'sche Gesetz zu erfüllen, also mit jeder neuen Chipgeneration mehr Transistoren auf jeden Quadratmillimeter Silizium zu packen. Doch manche Strukturen moderner Chips bestehen aus so wenigen Atomlagen, dass sie sich nicht weiter verkleinern lassen. Ein Ausweg ist das Stapeln von Funktionslagen; Hersteller von NAND-Flash-Speicherchips schaffen bereits über 200 Lagen.

Bei Logiktransistoren, die mit rund 6 GHz Taktfrequenz schalten, ist die Stapellei schwieriger. Sowohl Intel als auch TSMC entwickeln sogenannte Complementary-FET-Pärchen (CFET). Dabei sitzen ein n-FET und ein p-FET übereinander und sind mit einer gemeinsamen Gate-Elektrode verbunden. Die einzelnen FETs sind dabei als GAA-FETs mit MoS₂- oder WSe₂-Kanälen ausgebildet.

Nichtflüchtiges NVD RAM

Micron hat auf dem IEDM einen neuartigen Speichertyp vorgestellt, den das Unternehmen Non-Volatile Dynamic RAM (NVD RAM) nennt – was ein Widerspruch in sich ist. Denn die Bezeichnung „dynamisch“ steht bei RAM eigentlich für flüchtige Speicherzellen, deren Inhalt regelmä-

Ab Ende 2024 will Intel mit der PowerVia-Technik die Verdrahtungsebenen für Daten und Strom auf Chips verändern. Links ein Schnitt durch einen herkömmlichen Chip, rechts durch einen mit Power Vias: Die markierte Schicht mit den Transistoren liegt zwischen den unteren Strom- und den oberen Datenleitungen.

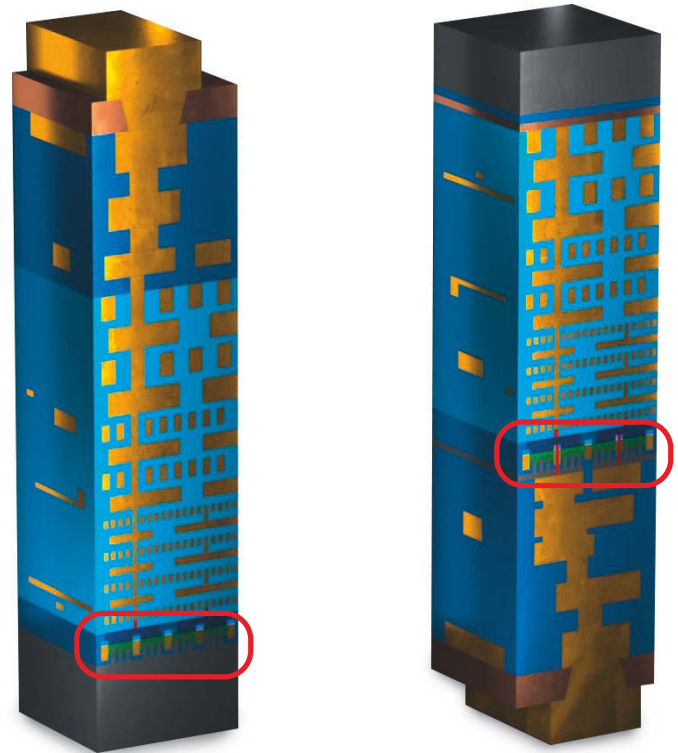


Bild: Intel

ßig aufgefrischt werden muss, um nicht verloren zu gehen. Micron deutet mit dem Akronym jedoch an, dass der neue Speichertyp ähnlich schnell arbeiten soll wie heutiges DRAM, aber den Inhalt seiner Speicherzellen auch ohne Stromzufuhr erhält. Auch die Kapazität der Chips ist konkurrenzfähig und beträgt mit 32 Milliarden Bit (32 Gigabit/GBit) ebenso viel wie bei den neuesten DDR5-SDRAMs.

Zwei Tricks wendet Micron bei NVD RAM an: Einerseits hat jede Zelle einen ferroelektrischen Kondensator, es handelt sich also um FRAM, auch FeRAM genannt. Und andererseits stapelt Micron

mehrere Funktionslagen übereinander: zwei Lagen mit FRAM-Zellen über einer CMOS-Funktionsschicht. Das spart Siliziumfläche.

Nicht verraten hat Micron allerdings, wie schnell die ersten NVDRAM-Chips arbeiten – aktuelles DDR5-SDRAM rennt mit 2,8 GHz (DDR5-5600) – und wann sie auf den Markt kommen sollen. Als Verwendungsbereich erwartet Micron KI, ohne den genauen Nutzen für KI-Algorithmen näher zu erläutern. Aber heutzutage zielen viele neue Entwicklungen angeblich auf KI, weil das Thema eben im Trend liegt. (ciw@ct.de) **ct**

Beim sogenannten „NVDRAM“ setzt Micron auf ferroelektrische Speicherkondensatoren in mehreren Lagen übereinander.

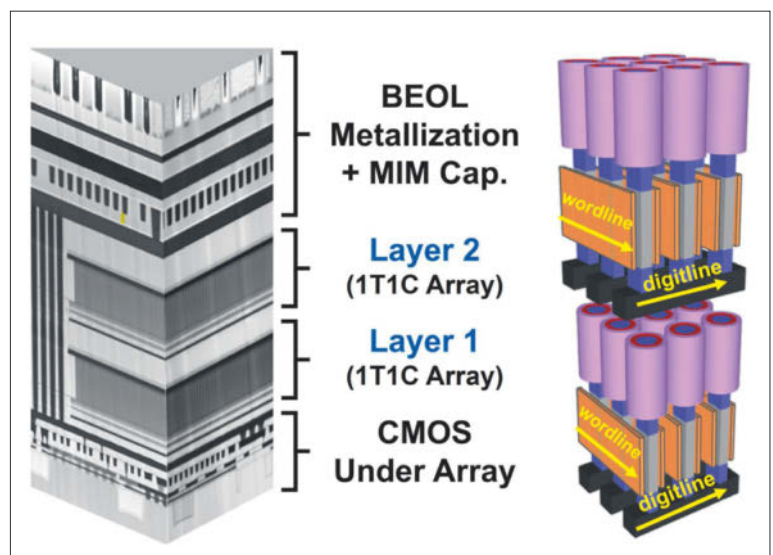


Bild: Micron/IEDM

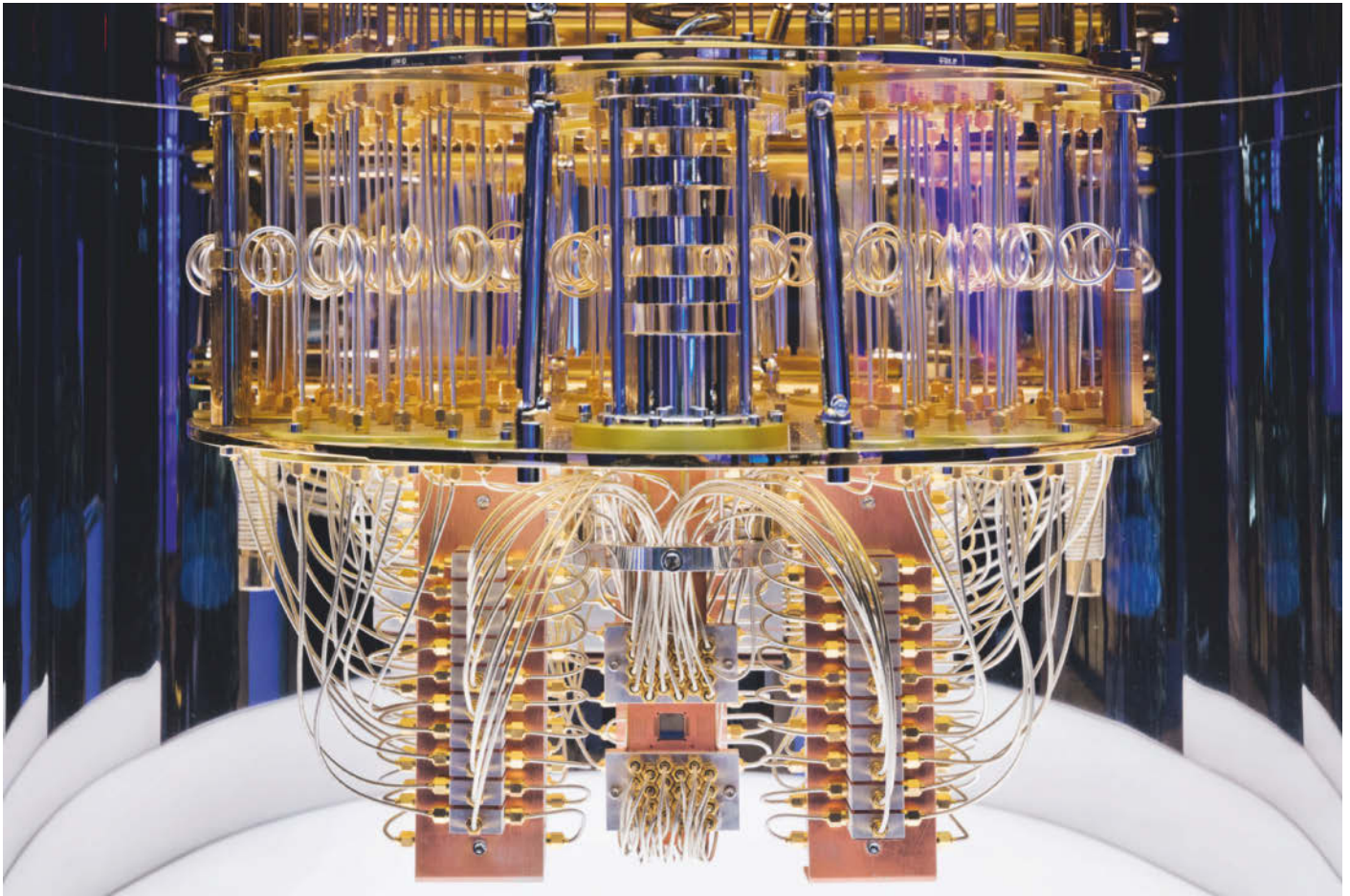


Bild: IBM

Unvergleichliche Quantencomputer

Unterschiedliche Qubit-Konzepte behindern Leistungsvergleiche

Wer Quantencomputer bewerten will, benötigt umfassende Kenntnisse in Quantenphysik, Elektronik, Quantenalgorithmen und Statistik. Verschiedene Ansätze versuchen, das Leistungsvermögen der Quantencomputer in nur einer Metrik abzubilden, aber derzeit hinkt jeder Vergleich.

Von Wadim Wormsbecher

Die Theorie des Quantencomputing und auch die Hersteller der ersten Qubit-Systeme versprechen revolutionäre Möglichkeiten: Der sogenannte Quantenvorteil erlaube es problemlos, alle Passwörter zu knacken, beliebig komplexe Moleküle zu simulieren und zu falten und die schwierigsten Optimierungsprobleme in Rekordzeit zu lösen. Faszinierenderweise sind diese Behauptungen alle wahr. Der Haken dabei ist aber, dass noch ein weiter Weg zu gehen ist, bis Quantencomputer die dafür notwendige Reife erreicht haben. In der Innovationsabteilung der Bundesdruckerei beschäftigen wir uns im Projekt Qu-Gov mit diesen Potenzialen, aber auch mit den Risiken von Quantentechnologien.

Quantencomputer lassen sich in ihrer Funktionsweise nur sehr begrenzt mit den uns bekannten Computern vergleichen. Vielmehr handelt es sich bei modernen Quantencomputern um Laboraufbauten, die grob gesagt aus zwei Arten von Bauteilen bestehen: den Steuer- und den Rechenelementen. Steuerelemente sind hochpräzise Apparaturen wie Laser, Magnete, Kühlungs- und Vakuumpumpen. Bei den Rechenelementen handelt es sich stets um Qubits, die kleinsten Recheneinheiten der Quantencomputer, konzeptionell vergleichbar mit den Bits bei klassischen Computern.

Man kann sich ein Bit als liegende Münze entweder im Kopf- oder Zahl-Zustand vorstellen. Qubits können aber auch

c't kompakt

- Seit wenigen Jahren entwickeln Hersteller erste Quantencomputer, die sich in ihrer zugrundeliegenden Technik erheblich unterscheiden.
- Einfache Maßzahlen wie die Anzahl der einsetzbaren Qubits sind als Vergleichsgröße wenig geeignet.
- Auch das heute als Leistungs-Benchmark verbreitete Quantenvolumen hat als Maß seine Tücken.

Superpositionen dieser Zustände nutzen, das heißt „gleichzeitig“ im Kopf- und Zahl-Zustand sein. Ein Bild dafür ist eine in die Luft geworfene Münze. Quantencomputer rechnen sozusagen während des Wurfes. Zudem lassen sich Qubits miteinander verschränken. Das kann man sich wie einen festen Stock zwischen zwei Münzen vorstellen. Wirft man eine Münze, fliegt auch die andere. Wenn eine gelandet ist, ist es die andere auch und aus dem Zustand der einen ergibt sich durch die feste Verbindung zwingend der Zustand der anderen. Die Effekte Verschränkung und Superposition erlauben es einem Quantencomputer, eine Vielzahl von Möglichkeiten in einem Schritt zu berechnen. Das ist der sogenannte Quantenvorteil.

Verschiedene Hersteller verwirklichen Qubits mittels unterschiedlicher physikalischer Phänomene, woraus dann ganz verschiedene technische Konzepte für Quantencomputer resultieren. Im weiteren Text folgen noch Beispiele, wie die Machart der Qubits die Leistungsfähigkeit von Quantencomputern beeinflusst. Bisher realisierte Ansätze sind etwa supraleitende Qubits (IBM, Google, Rigetti, IQM), ionenbasierte (IonQ, Quantinuum, AQT), Stickstoff-Fehlstellen-Zentren in einem Diamantgitter (sogenannte NV-Zentren, beispielsweise bei SaxonQ, Quantum Brilliance, XeedQ), neutrale Atome (PASQAL, Atom Computing, QuEra) und photonische Qubits (Xanadu, Q.Ant, QuiX).

Qubits sind sehr fragile Objekte. Sie müssen stets von der Umwelt abgeschirmt werden, damit sie nicht mit ihrer Umgebung interagieren. Sonst kommt es zum Kollaps des Quantenzustandes und ein Qubit wird zum normalen Bit: Die Münze wird gefangen und ihr Zustand ist dann entweder Kopf oder Zahl. Damit ist dann keine Quanten-

rechnung mehr möglich und der Quantencomputer wird zu einem sehr umständlich arbeitenden klassischen Computer.

Wegen der Probleme, Quantenzustände sicher aufrechtzuerhalten, wird zwischen physischen Qubits und nahezu ideal funktionierenden logischen Qubits unterschieden. Physische Qubits sind reale Objekte, die bei Rechenoperationen immer eine gewisse Fehlerrate aufweisen. Darin liegt der Hauptgrund dafür, dass der Quantenvorteil heute noch nicht ausnutzbar ist.

Jedes logische Qubit bildet man aus einer großen Anzahl physischer Qubits, die gemeinsam durch fehlerkorrigierende Algorithmen die physikalischen Störeinflüsse aus ihrer Umwelt abfedern. Auch wenn die akademische Forschung bereits logische Qubits in kleinem Umfang demonstrieren konnte, werden sie derzeit noch nicht kommerziell eingesetzt. Der Bedarf an physischen Qubits, um ein einzelnes logisches Qubit zu realisieren, liegt zwischen 10 und 10.000, je nachdem, wie der Hersteller die Qubits technisch realisiert, welches Fehlerkorrekturverfahren der Anwender einsetzt und welche Fehler-sicherheit er damit anstrebt.

Zu wenig Qubits, zu viele Fehler

Trotz aller Entwicklungsanstrengungen stecken derzeit die Quantencomputer in der sogenannten NISQ-Ära (Noisy-Intermediate-Scale-Quantum). Dieser Begriff wurde von dem Physiker John Preskill im Jahr 2018 eingeführt, um die Grenzen aktueller Quantencomputer hervorzuheben. Demnach können Anwender heute weder fehlerfreie Berechnungen ausführen (das Noisy in NISQ), noch steht ihnen eine ausreichende Menge an Qubits zur Verfügung, um relevante Ergebnisse zu produzieren (Intermediate-Scale). Eine wichtige Eigenschaft der NISQ-Ära ist allerdings

die rasante Weiterentwicklung der Quantencomputer.

Für eine objektive Einschätzung der Leistungsfähigkeit heutiger Quantencomputer haben verschiedene Firmen und Wissenschaftler Bewertungskriterien entwickelt. Leider erweist es sich als sehr schwer, einen fairen Vergleich zwischen verschiedenen technischen Ansätzen zu ziehen. Für das Benchmarking müssen die Steuer- und Rechenelemente einzeln, aber auch als Gesamtheit bewertet werden.

Als anschauliches Beispiel dienen die bekanntesten Quantencomputer. Sie werden von IBM, IonQ und Quantinuum hergestellt, IBM bot als erstes Unternehmen kommerziell nutzbare Quantencomputer an. IBM-Geräte nutzen als Rechenelemente physische Qubits auf Basis eines supraleitenden Schaltkreises, das sogenannte Transmon. Solche Schaltkreise werden auf Halbleiterchips hergestellt und erzeugen synthetische Qubits, die niemals hundertprozentig identisch sind. Ihre kleinen Unterschiede können Probleme auslösen. Außerdem muss IBM die Qubits seiner Quantencomputer intensiv kühlen, damit Supraleitung entstehen kann und störende Wärme so weit minimiert wird, dass die physischen Qubits nicht zu Bits kollabieren.

Sowohl IonQ als auch Quantinuum bieten Qubits auf Ionenfallenbasis an, also als positiv geladene Atome. Durch die positive Ladung können sie in einem elektromagnetischen Feld, der Ionenfalle, gehalten und manipuliert werden. Gleichartige Ionen sind immer identisch und man bezeichnet sie als natürliche Qubits. Präzisionslaser regen die Ionen zu quantenmechanischen Übergängen an, verknüpfen die Quantenzustände verschiedener Qubits und führen so Berechnungen aus. Ionenfallen-Quantenrechner erfordern ein stabiles und starkes Vakuum, um

Blick in eine Ionenfalle: Eine Ausgründung der Universität Innsbruck bietet derzeit Quantencomputer im 19-Zoll-Server-Rack, hier am Leibniz-Rechenzentrum in Garching mit 20 Qubits.

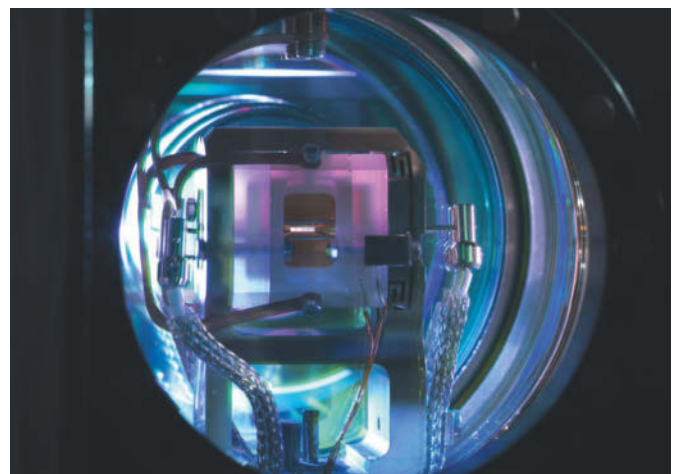


Bild: AQT/Dieter Kuhl

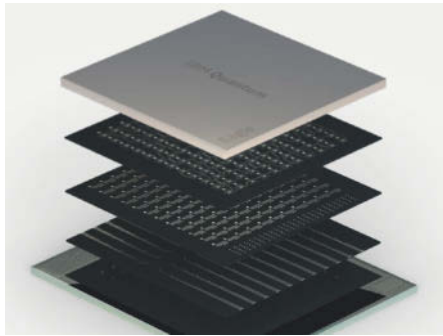


Bild: IBM

Der Quantenprozessor Eagle in einer Schichtendarstellung: 127 Qubits sind hier physisch in Form supraleitender Schleifen angelegt und nur zum Teil direkt miteinander verbunden.

Einflüsse von außen etwa durch andere Moleküle in der Luft zu vermeiden.

Benchmark für Koryphäen

Benchmarking-Verfahren stützen sich zu meist auf das Prinzip, Berechnungen und deren Ergebnisse mit idealen Resultaten zu vergleichen. Mithilfe der theoretischen Quantenmechanik lassen sich Berechnungen von Qubitsystemen simulieren, die korrekte Lösung ist bekannt. Jede Abweichung ist dann auf die Fehlerrate des Quantencomputers zurückzuführen. Aber selbst bei den simpelsten Bewertungskriterien ergeben sich Probleme in der Vergleichbarkeit. Dazu gehören:

Die Zwei-Qubit-Operationsgenauigkeit (Gate Fidelity): Berechnungen auf Quantencomputern bestehen aus Einzeloperationen, die entweder auf einem Qubit oder auf zwei Qubits ausgeführt werden. Häufig ist der limitierende Faktor für Berechnungen die Genauigkeit (Fidelity) von Zwei-Qubit-Operationen. Bei Ionenfallen liegt dieser Wert häufig zwischen 99,2 und 99,8 Prozent. Für supraleitende Qubits finden sich Werte um 98 Prozent. Dies sind gewaltige Unterschiede und in jedem Fall zu geringe Werte, um damit relevante Berechnungen mit Quantenvorteil auszuführen.

Kohärenzzeit: Das ist die Zeitspanne, für die die Qubits während einer Berechnung ihren Quantenzustand beibehalten können, ehe sie zu Bits kollabieren. Die Länge eines Berechnungsalgorithmus ist begrenzt durch diesen Wert. Ionenfallen-Quantencomputer erreichen Kohärenzzeiten von mehreren Sekunden, während supraleitende Quantencomputer nur im Mikrosekundenbereich stabil bleiben. Ein großer Unterschied zugunsten der Ionenfallen.

Operationsgeschwindigkeit (Gate-Speed): Die Zeit, die es braucht, um eine Rechenoperation auf Qubits durchzuführen. Die Zeit aller Operationen darf nicht die Kohärenzzeit übersteigen, da die Rechnung sonst kollabiert. Eine schnelle Operationsgeschwindigkeit ist essenziell für komplexe Berechnungen. Hier brillieren die supraleitenden Quantencomputer, da auf ihren Chips nur kurzzeitige Ströme fließen müssen. Bei der Manipulation von Ionen müssen Laser diese zuerst ansteuern, sie zueinander bewegen und die atomaren Übergänge erzeugen. Supraleitende Quantencomputer rechnen also wesentlich schneller.

Anzahl der Qubits: Für komplexe Rechnungen wird eine große Anzahl an Qubits benötigt. Supraleitende Qubits besitzen bereits heute mehrere hundert Qubits – IBM hat bereits konkrete Pläne für Tausende von Qubits auf einem Chip veröffentlicht. Ionenfallen-Quantencomputer stellen derzeit bis zu circa 30 Qubits zur Verfügung und es ist eine große Herausforderung, höhere Anzahlen zu realisieren. Viele Qubits bedeuten aber nicht, dass die Anwender diese auch gleichzeitig nutzen können (siehe Konnektivität).

Konnektivität: In einem Algorithmus ist es wichtig, alle beteiligten Qubits miteinander rechnerisch in einer Zwei-Qubit-Operation verknüpfen zu können. Bei Ionenfallen-Quantencomputern ist stets eine maximale Konnektivität zwischen den Qubits gegeben. Bei supraleitenden Rechnern ist dies nicht möglich, da die Qubits in einer Architektur fest verbaut sind. Manche Qubits auf dem Chip sind benachbart, andere sind weit voneinander entfernt. Um sie miteinander zu verbinden, muss der supraleitende Quantencomputer zunächst sogenannte Swap-Operationen ausführen, welche fehleranfällig und daher nur begrenzt einsetzbar sind.

Das Zusammenspiel entscheidet


Die bisher genannten Bewertungskriterien beschreiben nur einzelne technische Grundlagen von Quantencomputern, die für sich allein betrachtet offenbar nicht die Leistungsunterschiede der verschiedenen Systeme darstellen können. Beim Benchmarking wäre daher zu fragen, wie die einzelnen Komponenten zusammenspielen und wie gut umfangreiche Algorithmen auf der Plattform ablaufen. Ein Beispiel für diese Herangehensweise ist das Quantenvolumen, das IBM bereits 2019 als relevante Metrik einführte.

Um das Quantenvolumen zu ermitteln, durchmischt der Algorithmus abwechselnd eine feste Menge an Qubits (sogenannte Permutationen) und steuert sie danach mit zufälligen Zwei-Qubit-Operationen an. Dieser Vorgang wird so lange wiederholt, bis das Ergebnis von den idealen Werten abweicht. Daraus leitet sich dann eine Obergrenze der Qubit-Operationen abhängig von der Problemgröße ab.

Wie sich heute zeigt, liefert das Quantenvolumen keinen fairen Vergleich. Obwohl es auf einem Vorschlag von IBM beruht, benachteiligt diese Maßzahl supraleitende Qubit-Systeme gegenüber solchen in Ionenfallen. Das liegt an deren unterschiedlicher Konnektivität: Das Durchmischen löst bei supraleitenden Rechnern hohe Fehlerraten aus, bei Ionenfallen-Quantencomputern dagegen keine. So erreichen supraleitende Quantencomputer im Quantenvolumen typischerweise Werte zwischen 32 und 128, während Ionenfallen-Quantencomputer in dieser Disziplin bereits Ergebnisse von mehreren Tausend erzielt haben.

Fazit

Eine allgemein akzeptierte Metrik für Quantencomputer unterschiedlichster Konzeption hat sich bis heute nicht durchgesetzt. Supraleitende Maschinen scheinen in vielen Benchmarks eher benachteiligt zu sein. Das hängt auch damit zusammen, dass sich Berechnungen insbesondere auf supraleitenden Qubits nachbearbeiten lassen, die sogenannte Error Mitigation (Fehlerrückführung), auch wenn dieser Prozess zu einem erhöhten Arbeitsaufwand führt. Die Hersteller arbeiten daran, diesen Prozess zu automatisieren und zugänglich zu machen. Vorläufige Ergebnisse erscheinen vielversprechend.

In den nächsten Jahren werden weitere Quantencomputertypen erwartet mit wiederum anderen Eigenschaften und Leistungsparametern. Angesichts dieser Entwicklung wird das Benchmarking von Quantencomputern in naher Zukunft eine umso wichtigere Frage. Zum Abschluss: Dieser Beitrag kratzt nur an der Oberfläche des Themas. Das Benchmarking ist eines der interdisziplinärsten und fachlich intensivsten Forschungsthemen des Quantencomputings. (agr@ct.de) 

Dr. Wadim Wormsbecher ist Senior Innovation Developer und arbeitet im Projekt Qu-Gov in der Innovationsabteilung der Bundesdruckerei.



Qualifizieren Sie Ihre Fachkräfte für die Zukunft der IT

Mit Ihrem Partner für digitale IT-Weiterbildung

**JETZT
KOSTENLOS
TESTEN**

Die Zukunft des Lernens ist digital

Mit dem academy Pass nehmen Ihre IT-Fachkräfte ihre Weiterbildung selbst in die Hand und entscheiden individuell und im eigenen Tempo, wie, was und wo sie lernen möchten.

Stetig wachsendes Kursangebot

100 digitale Webinare, über 100 Videokurse und viele Features wie Notizen, Transkript und Übungsaufgaben ermöglichen ein interaktives und nachhaltiges Lernen.

Themen von heute und morgen

Stetig wachsende Kursbibliothek mit berufsrelevanten und praxisnahen Lernangeboten aus den Bereichen Softwareentwicklung, Webtechnologie, IT-Security und vielem mehr.

Weitere Vorteile:

- Einfache Angebotsabwicklung
- Volle Kostenkontrolle durch individuelle Gruppenlizenzen
- Teilnahmebescheinigungen

Jetzt 30-Tage-Test für Ihr Team anfragen:
heise-academy.de/academy-pass





Bild: KI Midjourney | Bearbeitung ct

Verschlüsseln, signieren, vertrauen

Grundwissen: asymmetrische Kryptografie in der Praxis, Teil 1

S/MIME-Nutzer brauchen sie genau wie Admins: Schlüssel-paare, Zertifikate und Signierungsanforderungen. Public-Key-Infrastruktur ist elementar für die Sicherheit im Internet, und doch geraten die Details gern in Vergessenheit. Zeit für eine ausführliche Übersicht.

Von Jan Mahn

Q WACs (Qualified Website Authentication Certificates), eine neue Gattung von Zertifikaten, die Politiker in der EU gerade per Gesetz in Browsern erzwingen wollen, waren der Hauptdarsteller unserer Titelgeschichte der Ausgabe 29/2023 [1]. In diesem Zusammenhang haben wir uns genauer angesehen, wo Browser und Betriebssysteme ihre Stammzertifikate verwalten und wie Sie einzelnen Zertifikaten gezielt misstrauen können. Viele Details konnten wir hierbei nur anreißen, weil man zu Public-Key-Infrastruktur ganze Bücherregale füllen kann. Und auch diese Artikelreihe erhebt keinen

Anspruch auf Vollständigkeit. Sie versucht vielmehr, den Umgang mit asymmetrischer Kryptografie – um die geht es hier – anhand von typischen Szenarien zu beschreiben und auf dem Weg wichtiges theoretisches Wissen zu liefern. Teil 1 befasst sich mit öffentlichen und privaten Schlüsseln, in einer der nächsten Ausgaben werden daraus Zertifikate.

Werkzeugkasten

Das populärste Werkzeug für den Umgang mit privaten und öffentlichen Schlüsseln, mit Zertifikaten und Zertifizierungsanfragen, ist der Kommandozeilenbefehl

`openssl` auf der Kommandozeile. Aber nicht überall, wo sich `openssl` meldet, muss auch die Bibliothek OpenSSL drin stecken. Im Jahr 2014, nachdem die schwere OpenSSL-Sicherheitslücke Heartbleed publik wurde, entstand unter anderem der Fork LibreSSL mit dem Anspruch, den Code mal gründlich aufzuräumen und Fehler zu beseitigen. Um die Softwarebibliothek soll es im Folgenden aber nicht gehen, sondern um den Kommandozeilenbefehl, der auch dann `openssl` heißt, wenn im Hintergrund LibreSSL arbeitet. Mit `openssl version` erfahren Sie, welche Bibliothek installiert ist.

Der `openssl`-Werkzeugkasten ist seit Ewigkeiten in den meisten Linux-Distributionen sowie in macOS enthalten (dort von Haus aus mit LibreSSL). Wenn nicht, heißt das Paket in Linux-Paketmanagern in der Regel auch `openssl`. Windows-Nutzer müssen die Software in jedem Fall nachrüsten und sich für eine inoffizielle Windows-Variante entscheiden. Über ct.de/y55f finden Sie passende Installationspakete. Wer sich die Installation ersparen will, kann auch zum Windows Subsystem for Linux (WSL) greifen (kostenlose FAQ unter heise.de/-7435154).

Geben Sie den Befehl `openssl` ohne Parameter ein, werden Sie von einer langen Liste mit Unterbefehlen und Parametern erschlagen. Nur die wenigsten Befehle brauchen Sie im Alltag.

Ein Schlüsselpaar

Die Reise durch die Welt asymmetrischer Kryptografie beginnt stets mit einem Schlüsselpaar. Der Kern der Idee in Kurzform: Den privaten Teil des Paares besitzen nur Sie, er verlässt den Computer niemals und gehört gut geschützt. Den öffentlichen Teil hingegen darf jeder kennen. Mit beiden Schlüsseln kann man Nachrichten verschlüsseln, mit dem jeweils anderen wieder entschlüsseln. Wenn zum Beispiel ein Kommunikationspartner Ihren öffentlichen Schlüssel kennt, kann er diesen dafür nutzen, eine vertrauliche Nachricht zu verschlüsseln – die einzige Person, die das wieder umkehren kann, sind Sie mit dem privaten Gegenstück. In der Praxis ist das noch um eine Ecke komplizierter. In der Regel verschlüsselt man die Nachricht mit einem symmetrischen Verschlüsselungsalgorithmus (wie AES), nutzt als Schlüssel eine Zufallszeichenkette, die dann wiederum mit dem asymmetrischen Verfahren verschlüsselt und angehängt wird – das nennt sich hybride Verschlüsselung.

Die andere Aufgabe eines Schlüsselpaares ist das Signieren, also das digitale Unterschreiben. Ein Signaturalgorithmus nimmt eine Zeichenkette entgegen, von der Sie beweisen wollen, dass nur Sie sie verfasst haben können. Der Algorithmus bildet zunächst einen Hash der Nachricht und verschlüsselt diesen mit dem privaten Schlüssel. Den verschlüsselten Hash hängt er als Signatur an die Nachricht an. Ein Empfänger kann mit einer einfachen Prüfung feststellen, dass nur derjenige die Signatur erzeugt haben kann, der im Besitz des privaten Schlüssels ist, der zu einem öffentlichen Schlüssel gehört: Das Gegenüber nimmt den öffentlichen Schlüssel, entschlüsselt damit die Signatur und bildet dann selbst den Hash der Nachricht. Wenn er zum selben Ergebnis kommt, kann er sicher sein, dass die Nachricht echt ist, weil niemand anderes den Hash so hätte verschlüsseln können. Auf diesem Grundprinzip funktioniert später auch die Beglaubigung von Zertifikaten.

Mit `openssl` erzeugen Sie ein Schlüsselpaar in zwei Schritten. Zuerst produzieren Sie eine Datei, die den privaten und öffentlichen Schlüssel enthält. Aus der extrahieren Sie später den öffentlichen Schlüssel. Den ersten Schritt findet man in den meisten Anleitungen in folgender Form:

```
openssl genrsa -out rsa.pem 2048
```

Der Unterbefehl `genrsa` steht für „generate RSA“, also für einen Schlüssel aus dem RSA-Kryptosystem. Der Befehl ist aber veraltet, denn in der Dokumentation der Software findet sich bereits seit Jahren der Hinweis, dass der Nachfolger `genpkey` heißt. Dem gibt man dann per Parameter die Information mit, welches Verfahren er nutzen soll. In der neuen Schreibweise führt folgender Befehl zum selben Ergebnis:

```
openssl genpkey -algorithm RSA \
  -pkeyopt rsa_keygen_bits:2048 \
  -out rsa.pem
```

Bei RSA handelt es sich um ein Verfahren aus den 1970ern, das aber immer noch aktuell ist – sofern der Schlüssel lang genug ist. Die Länge legen Sie mit der Zahl am Ende oder in der neuen Syntax mit `rsa_keygen_bits` fest. In beiden Beispielen erzeugt `openssl` je einen RSA-Schlüssel mit 2048 Bit Länge und generiert dafür rund 300-stellige Primzahlen [2].

ct kompakt

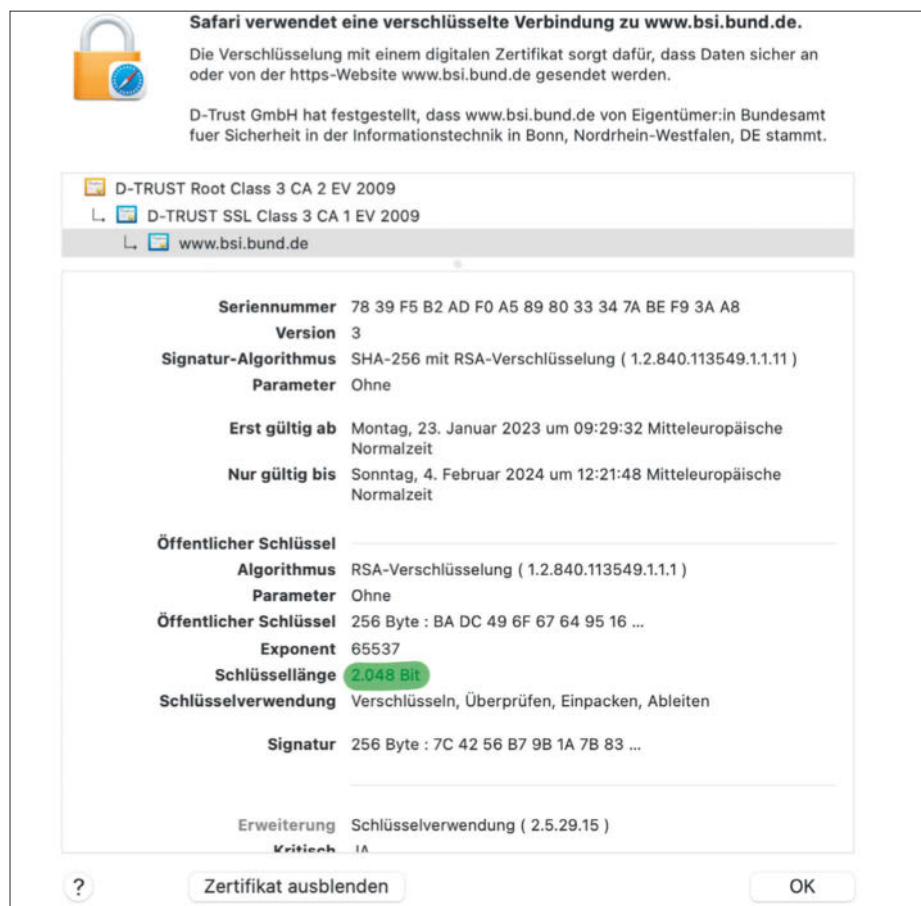
- Mit dem Kommandozeilenbefehl `openssl` erzeugen und bearbeiten Sie Schlüsselpaare mit verschiedenen Verfahren.
- Das aus den Siebzigern stammende RSA-Verfahren ist bis heute Stand der Technik, obwohl bessere Alternativen bereitstehen.
- Private Schlüssel können selbst verschlüsselt gelagert werden.

Wie lang ein RSA-Schlüssel heute sein muss, ist immer Wette – und zwar auf die Entwicklung der Computertechnik. Denn wer sicher sein will, dass eine verschlüsselte Nachricht auch in zehn Jahren nicht geknackt wird, muss eine Abschätzung darüber treffen, wie schnell Supercomputer dann rechnen können oder ob Quantencomputer RSA pulverisieren. In der Praxis kommen bei RSA Schlüssellängen von 2048, 3072 oder 4096 Bit vor. Mehr Sicherheit bei kürzeren Schlüsseln gibt es mit elliptischen Kurven – zu dieser Diskussion später mehr.

Die Datei, die `openssl genrsa` oder `genpkey` ausgespuckt hat, enthält alle mathematischen Bausteine von öffentlichem und privatem Schlüssel. Wer sich für die Details interessiert oder RSA in Schule oder Universität unterrichten muss, kann die auch sichtbar machen. In der Praxis gibt es keinen Grund, die Inhalte auf folgende Weise auszugeben:

```
openssl rsa -in rsa.pem -text -noout
```

Auf der Kommandozeile erscheinen mehrere Zeichenketten (fast alle in hexadezimaler Schreibweise) mit einer Beschriftung: Die Blöcke `modulus` und `publicExponent` sind Komponenten des öffentlichen Schlüssels – wenn Sie mehrere Schlüssel nacheinander erzeugen und auf diese Weise untersuchen, werden Sie stets die Zahl 65537 als Exponent vorfinden. Das ist ein Kompromiss, die Zahl ist lang genug, um sicher zu sein, und klein genug, um die Performance nicht zu ruinieren. Mit dem Parameter `-pkeyopt rsa_keygen_pubexp:<Zahl>` könnten Sie den Exponenten beim Erzeugen des privaten Schlüssels ändern. Lassen Sie davon besser die Finger, Änderungen führen ziemlich sicher zu einer Verschlechterung.



Geht es nach den Empfehlungen des BSI, sollen RSA-Schlüssel mindestens 3000 Bit lang sein. Die eigene Website [bsi.bund.de](https://www.bsi.bund.de) lieferte das Bundesamt im Dezember 2023 noch mit 2048 Bit aus. Eine Gefahr für die Sicherheit ist das nicht, auch 2048 hat noch niemand geknackt.

Es folgen in der Schlüsseldatei der private Exponent und unter anderem die beiden Primzahlen, aus denen die Schlüssel generiert wurden. Alle mathematischen Hintergründe lesen Sie in [2].

Extrahieren

Sobald die Datei mit dem privaten Schlüssel auf der Festplatte liegt, können Sie den öffentlichen Schlüssel extrahieren. Dafür brauchen Sie folgenden Befehl, der als Parameter `-in` den Dateinamen entgegennimmt. Der Parameter `-pubout` stellt sicher, dass nur der öffentliche Schlüssel entnommen wird:

```
openssl pkey -in rsa.pem 2
↳ -pubout -out pubkey.pem
```

Heraus kommt eine Datei, der man oft ebenfalls die Endung `.pem` verpasst. Die Bezeichnung der Formate, in denen Schlüssel abgelegt sind, ist einigermaßen verwirrend. Im Kern liegen die Schlüssel in der „Abstract Syntax Notation One“ (ASN.1) vor, einem recht alten Format für

Datenstrukturen. Damit man diese Datenstruktur speichern kann, wird sie zuerst mit dem Verfahren „Distinguished Encoding Rules“ (DER) zu einer Zeichenkette serialisiert. Weil das Ergebnis dieser Serialisierung binäre Daten sind, die nicht immer fehlerfrei übertragen werden können, kodiert man sie mit Base64 [3] – herauskommt eine Zeichenkette, die man gemeinhin als PEM bezeichnet. Der Name geht auf das Verfahren „Privacy Enhanced Mail“ zurück, das selbst nicht mehr existiert und nur seinen Namen hinterlassen hat. Würde man die Werkzeuge heute noch mal neu erfinden, würde man sich das Hantieren mit ASN.1 und DER vermutlich sparen und stattdessen die Komponenten in eine JSON-Datei verpacken.

Damit eine Software, die PEM-Zeichenketten verfüttert bekommt, auch weiß, welche Art Schlüssel sie darin zu erwarten hat, gibt es in einer PEM-Datei zusätzlich eine Kopf- und eine Fußzeile. Wenn Sie einen Blick in beide Dateien werfen, werden Sie in der Mitte jeweils einen Base64-Block erkennen, der mit `-----` eingerahmt wird. Die

Datei mit dem privaten Schlüssel beginnt mit `-----BEGIN PRIVATE KEY-----` und endet mit `-----END PRIVATE KEY-----`, vorm öffentlichen Schlüssel steht in der ersten Zeile `PUBLIC KEY`.

Zurück zu den Daten innerhalb der ASN.1-Datenstruktur: Aus was ein privater Schlüssel besteht, ist im Standard PKCS#8 (Public-Key Cryptography Standards #8) definiert, der als RFC 5208 bei der IETF geführt wird (siehe ct.de/y55f). Teil der Datenstruktur ist auch ein Feld, das verrät, dass es sich um RSA handelt. Das war nicht immer so: In älteren Versionen von `openssl` erzeugt `genrsa` eine Datenstruktur gemäß PKCS#1, die selbst keinen Hinweis auf das verwendete Verfahren enthält. Damals war es üblich, diese Information in Kopf- und Fußzeile zu schreiben. In der ersten Zeile stand dann `BEGIN RSA PRIVATE KEY`. Falls Sie in einer Dokumentation mal explizit die Anforderung finden, einen privaten Schlüssel im Format PKCS#1 zu erzeugen, entlocken Sie `openssl` eine solche Datei mit dem Befehl

```
openssl genrsa --traditional 2
↳ -out rsa.pem 2048
```

Weil das noch nicht verwirrend genug ist, haben manche Anwendungen zusätzlich damit begonnen, andere Dateiendungen als `.pem` zu etablieren. Beim Webserver Apache hat die Datei mit dem privaten Schlüssel zum Beispiel die Endung `.key`. Dadurch sieht man immerhin auf den ersten Blick, dass die Datei schützenswert ist und niemals irgendwo liegen sollte, wo Fremde Zugriff darauf haben – wie zum Beispiel im Verzeichnis für die Webseiten!

Ebenfalls eine Welt für sich ist der SSH-Server OpenSSH mit einer ganz eigenen Syntax für den öffentlichen Schlüssel. Die Anmeldung auf einem Server per SSH erfolgt in der Regel auch über ein Schlüsselpaar. Dafür hat man den privaten Schlüssel auf dem eigenen Rechner und legt den öffentlichen Schlüssel in der Datei `~/.ssh/authorized_keys` auf dem Server ab. Die Syntax dort: eine Zeile pro Schlüssel. Um einen solchen SSH-tauglichen Schlüssel aus einem bestehenden privaten Schlüssel zu erzeugen, müssen Sie das Hilfsmittel `ssh-keygen` benutzen, das immer installiert ist, wenn ein SSH-Client installiert ist (was mittlerweile sogar unter Windows der Fall ist). Der Befehl zum Umformatieren:

```
ssh-keygen -y -f rsa.pem > ssh.pub
```


Im Hintergrund nutzt auch `ssh-keygen` eine Bibliothek wie `OpenSSL` oder `LibreSSL`, und in der Praxis gibt es meist keinen guten Grund, erst einen privaten Schlüssel mit `openssl` zu erzeugen. Stattdessen besorgt man sich ein fertiges Schlüsselpaar mit:

```
ssh-keygen -t rsa -b 4096
```

Der Assistent erfragt unter anderem einen Speicherort für das Schlüsselpaar und ein optionales Kennwort zum Verschlüsseln des Schlüssels. Dann erzeugt er zwei Dateien, eine ohne Dateiendung mit dem privaten Schlüssel und eine Datei mit dem öffentlichen Schlüssel und der Endung `.pub`.

Schlüssel sichern

Wenn Sie nichts weiter unternehmen, ist ein mit `openssl rsa` oder `genrsa` erzeugter Schlüssel nur durch die Zugriffsberechtigungen des Dateisystems geschützt. Wer mit Ihren Nutzerrechten auf Ihrem Rechner arbeitet, darf den Schlüssel zum Verschlüsseln und Signieren nutzen. Mehr Sicherheit kann man erreichen, indem man den Schlüssel für das asymmetrische Verfahren (wie RSA) mit einem symmetrischen Verfahren wie AES verschlüsselt und in dieser Form auf der Platte ablegt. Damit erreichen Sie quasi eine Zwei-Faktor-Prüfung, bestehend aus Besitz der Datei und Wissen über das Kennwort. Mit `openssl` geht das direkt beim Erzeugen, indem man den Namen des symmetrischen Verfahrens übergibt:

```
openssl genpkey -algorithm RSA \
  -pkeyopt rsa_keygen_bits:2048 \
  -out rsa.pem -aes-256-cbc
```

Die Software fragt nach einem Kennwort, heraus kommt ein mit AES-256 verschlüsselter RSA-Schlüssel. Praktikabel ist das immer dann, wenn nur ein Mensch und kein Serverdienst diesen Schlüssel nutzen soll. Als privater Schlüssel für HTTPS auf einem Webserver empfiehlt es sich nicht, weil sonst bei jedem Neustart ein Mensch das Kennwort zum Entschlüsseln eintippen müsste. Verschlüsselte Schlüssel erkennen Sie mit einem Blick in die Datei. In Kopf- und Fußzeile des PEM-Containers finden Sie den Hinweis `ENCRYPTED PRIVATE KEY`.

Falls Sie mal vor dem Problem stehen, einen verschlüsselten Schlüssel von seinem Kennwortschutz befreien zu müssen, hilft `pkey` mit Angabe von Quelldatei und Zieldatei. Sie werden aufgefordert, das

Kennwort einzugeben, heraus kommt eine entschlüsselte Datei:

```
openssl pkey -in rsa.pem -out ohne.pem
```

Elliptische Kurven

Dass die Performance von RSA leidet, wenn die Schlüssel zu lang werden, haben wir schon thematisiert. Sollte man deshalb in jedem Fall auf den Heilsbringer elliptische Kurven setzen? Das hängt davon ab, was Sie mit Ihrem Schlüsselpaar anstellen wollen. Wenn Sie den Schlüssel brauchen, um daraus ein Zertifikat für HTTPS oder andere TLS-Aufgaben zu erzeugen, gibt es aktuell keinen Grund, etwas anderes als einen RSA-Schlüssel mit 2048 Bit zu produzieren. Der längste je von einem Verbund aus Supercomputern gebrochene Schlüssel hatte eine Länge von 829 Bit. Aufgewendet wurden dafür bereits 2700 CPU-Jahre.

Das deutsche Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) empfiehlt in Teil 2 seiner Richtlinie BSI TR-02102-1 aus dem Januar 2023, ab spätestens Januar 2024 RSA-Schlüssel mit mindestens 3000 Bit einzusetzen. Die eigene Website lieferte das BSI im Dezember 2023, als dieser Artikel entstand, mit 2048 Bit aus – und war damit in guter Gesellschaft. Wir fanden keine große Website, die längere RSA-Schlüssel nutzte. Und es ist auch nicht schlau, den Prozessor des Servers mit 4096-Bit-RSA-Schlüsseln zu quälen. Der „kurze“ Schlüssel führt nämlich keineswegs dazu, dass Angreifer heute Ihren TLS-Verkehr mitschneiden und in zehn Jahren knacken können – denn RSA wird bei TLS nur für Signaturen verwendet und nicht für die Verschlüsselung selbst. Der RSA-Schlüssel muss also nur so gut sein, dass bis zum Ablaufdatum eines Zertifikats (also meist innerhalb des nächsten Jahres) voraussichtlich niemand das Verfahren brechen und sich so als Ihr Server ausgeben kann. Das stellen Sie mit RSA und 2048 Bit problemlos sicher. Mehr zur Auswahl der passenden Verfahren für TLS lesen Sie ausführlich in [2].

Langfristig wird RSA im Bereich TLS dennoch den Rückzug antreten; die ersten Zertifizierungsstellen bieten schon Zertifikate mit elliptischen Kurven an – auch Let's Encrypt stellt solche bereits aus. Für TLS besteht noch keine Eile zum Umstieg, abseits von TLS sollten Sie elliptische Kurven schon jetzt in Betracht ziehen: bei Schlüsseln für OpenPGP zum Beispiel oder bei SSH. Da bekommen Sie mehr Si-

cherheit bei kürzeren Schlüsseln und dadurch bessere Performance. Die mathematischen Hintergründe und die Auswahl des besten Verfahrens sind ein Thema für einen eigenen Artikel, die Kurzform: Nutzen möchte man ED25519. `openssl` erzeugt einen privaten Schlüssel mit:

```
openssl genpkey \
  -algorithm ed25519 -out private.pem
```

Spätestens hier erkennen Sie die Überlegenheit der neuen Syntax: Sie ändern nur den Algorithmus mit dem Parameter `-algorithm`, der Rest bleibt gleich. Den Befehl, um den öffentlichen Schlüssel zu extrahieren, haben Sie im Kontext von RSA bereits kennengelernt:

```
openssl pkey -in private.pem \
  -pubout -out public.pem
```

Unbedingt erforderlich ist auch hier der Parameter `-pubout`. Vergisst man den, liegt in der Datei `public.pem` ein privater Schlüssel, was in einer Katastrophe enden könnte.

Wollen Sie elliptische Kurven für SSH nutzen, greifen Sie wieder zu `ssh-keygen` und erzeugen ein Schlüsselpaar mit:

```
ssh-keygen -t ed25519
```

Fazit

Asymmetrische Verschlüsselung hält das Internet zusammen – und das schon seit Jahrzehnten. Genau das merkt man immer wieder beim Umgang mit Schlüsselpaaren an der Syntax von Werkzeugen und am Wildwuchs bei Dateiformaten. In einer der nächsten Ausgaben lesen Sie im zweiten Teil dieses Streifzugs, wie Sie Schlüsselpaare mit einer Identität verknüpfen, die eine unabhängige Stelle zertifiziert: Aus Schlüsseln werden dann Zertifikate und historisch bedingte Ausnahmen sind auch in diesem Schritt garantiert. (jam@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Kathrin Stoll, Vertrauenssache, EU-Zertifikate: Streit um eIDAS-Novelle, c't 29/2023, S. 16
- [2] Wilhelm Drehling, Primzahlen jonglieren, Wie die RSA-Verschlüsselung funktioniert, c't 8/2022, S. 136
- [3] Oliver Lau, Gut gebettet, Mit Daten-URLs Bilder und andere Daten in Textdokumente integrieren, c't 10/2023, S. 152
- [4] Jan Mahn, Transportverschlüsselungsverwirrung, Sichere Cipher-Suites für TLS auswählen, c't 2/2022, S. 142

RFCs: [ct.de/y55f](https://www.rfc-editor.org/rfc/rfc4555)

Bitte melde dich!

Kern-zu-Kern-Antwortzeiten moderner Prozessoren

Die Geschwindigkeit einer CPU hängt nicht nur von Takt und Aufbau ihrer Recheneinheiten ab, sondern auch davon, wie schnell die Kerne miteinander kommunizieren. Chiplet-Bauweise, unterschiedliche Kerntypen und Topologien führen zu Unterschieden innerhalb desselben Prozessors.

Von Christian Hirsch

Um die Performance von Prozessoren weiter zu steigern, drehen die Hersteller an vielen Stellschrauben. Intel führte Ende 2021 mit Core i-12000 „Alder Lake“ die ersten Hybrid-CPU für Desktop-PCs ein, die unterschiedlich starke P- und E-Kerne haben. Zudem stehen die Mobilprozessoren Core Ultra „Meteor Lake“ vor der Tür, bei denen es dann drei verschiedene Kernklassen verteilt auf zwei Halbleiter-Chiplets gibt. In AMDs High-End-Workstation-CPU Ryzen Threadripper 7000 rechnen wiederum bis zu 96 Kerne. Die Prozessoren bestehen deshalb aus 13 einzelnen Chips.

Klassische Prozessordesigns aus einem einzelnen Halbleiter-Die, in dem außer den CPU-Kernen auch integrierte Grafik, Speichercontroller und I/O-Einheiten für PCI Express, SATA und USB sitzen, sind hingegen auf dem Rückzug. Der Wechsel von solchen monolithischen Prozessoren zu Chiplets und Tiles hat mehrere Gründe. Bei leistungsstarken Server- und Workstation-Prozessoren liegt es schlicht an der Größe. Mit heutiger Technik lassen sich Chips mit maximal 800 mm² Fläche belichten. Das entspricht einem Quadrat mit 28 Millime-

tern Kantenlänge. Zudem ist die Ausbeute bei Riesenchips schlechter, weshalb AMD, Intel & Co. deshalb statt einem großen mehrere kleine Dies verwenden.

Ein weiterer Grund ist, dass die Schaltkreise für Rechenwerke, Caches, GPU-Shader und I/O-Controller unterschiedliche Anforderungen an die Fertigungstechnik stellen. Die Transistoren in CPU-Kernen sollen möglichst hohe Taktschwindigkeiten erreichen, in anderen Prozessorteilen kommt es eher auf eine hohe Dichte der Bauelemente oder einen geringen Energiebedarf an. Zudem unterscheidet sich die Breite der Leitungspfade.

Ring-Bus versus Punkt zu Punkt

Abhängig von der Anzahl der Kerne und Chiplets nutzen die Prozessorhersteller unterschiedliche Topologien für die Kommunikation zwischen den Kernen. Von dieser und vom Aufbau der CPU hängt dann ab, wie schnell die einzelnen Kerne Daten miteinander austauschen können.

Dabei geht es weniger um die Datentransferrate, denn dabei sind die internen Verbindungen sehr flott. In aktuellen

Core-i-Prozessoren schafft der Ring-Bus bis zu 1 TByte/s.

Wichtiger ist die Zeit, bis ein Datenpaket einen anderen Kern erreicht. Diese Latenz spielt beispielsweise bei 3D-Spielen eine wichtige Rolle, weil mehrere Threads parallel laufen, die aber voneinander abhängen. Findet im Spiel eine Kollision zweier Objekte statt, müssen die Threads für die Sound- und Physikeffekte sowie die für die grafische Darstellung synchronisiert die jeweiligen Berechnungen durchführen. Antwortet nur einer der Threads später, bremst das den gesamten Renderprozess aus und die Bildrate sinkt.

Für wenige Kerne ist der bereits erwähnte Ring-Bus der beste Kompromiss. Dabei sitzen die einzelnen Kerne wie auf

einer Perlenkette aufgereiht. Allerdings können die Daten in beide Richtungen laufen, das hält die Latenzen gleichmäßig kurz. Den Ring-Bus verwendet Intel seit den Core i-2000 „Sandy Bridge“, die 2011 erschienen sind. Er liegt zusammen mit dem Level-3-Cache, den Intel auch als Last Level Cache bezeichnet, in einer separaten Taktdomäne des Prozessors. Der Ring-Bus-Takt ändert sich wie auch der Kerntakt dynamisch mit der jeweiligen Auslastung. Er läuft ein paar Hundert Megahertz langsamer als der schnellste aktive CPU-Kern.

Die Performance-Kerne aktueller Core-i-Prozessoren wie Core i-14000 „Raptor Lake Refresh“ hängen einzeln am Ring-Bus und haben eine Latenz von um die 40 Nanosekunden. Arbeitet ein CPU-Kern mit 4 GHz, bedeutet das, dass er rund 160 Zyklen warten muss, bevor er das Rechenergebnis von einem anderen Kern erhält. Die kompakteren Effizienzkerne sitzen bei Core-i-Prozessoren gemeinsam in einem Vierer-Cluster und teilen sich dadurch nicht nur einen Level-2-Cache, sondern auch die Anbindung an den Ring-Bus. In der Praxis dauert eine Antwort von einem E-Kern deshalb etwa 7 bis 10 Nanosekunden länger als von einem P-Kern. Ein Spezialfall sind die Serie-N-Billig-CPU „Alder Lake-N“, die nur aus E-Kernen bestehen. Sie sind für möglichst geringe Leistungsaufnahme abgespeckt und takten sehr niedrig, weshalb die Latenzen hier mit über 100 Nanosekunden deutlich höher sind.

AMD verwendet je nach CPU verschiedene Kommunikationswege. Innerhalb eines Core Complexes (CCX) der Ryzen, Ryzen Threadripper und Epyc kommt wie bei Intel ein Ring-Bus zum Einsatz. Da an diesem ausschließlich bis zu acht Kerne hängen und keine weiteren Funktionsblöcke, fallen die Antwortzeiten mit rund 20 Nanosekunden sehr kurz aus.

Mit den übrigen Bestandteilen in monolithischen Chips wie den Mobilprozessoren Ryzen 7000U „Phoenix“ sowie mit dem I/O-Die bei Chiplet-CPU kommuniziert das CCX über die Punkt-zu-Punkt-Verbindung Infinity Fabric. Zu dieser Gruppe gehören die Desktop-Varianten Ryzen 7000 „Raphael“, der Workstation-Prozessoren Ryzen Threadripper 7000 „Storm Peak“ und die Server-CPU Epyc 7004 „Genoa“. Das verursacht unterschiedliche Latenzen, je nachdem, ob der Zielkern im gleichen CCX sitzt oder nicht.



Ab ins Gitter

Beim 64-Kerner Ryzen Threadripper 7980X dauert die Rückmeldung rund 70 Nanosekunden und damit viermal so lang wie im gleichen CCX. Zudem konnten wir einen geringfügigen Unterschied von etwa 5 Nanosekunden zwischen den drei benachbarten und den vier etwas weiter entfernten CCXs herausmessen.

Intel setzt bei seinen Workstation- und Serverprozessoren der Xeon-Familie auf ein sogenanntes Mesh. Die Kerne, aber auch andere Bestandteile wie Speichercontroller, PCI Root Hubs und die Ultra-Path-Interconnect-Links (UPI) für Multi-Socket-Systeme sind dabei in einem Gitter untergebracht. Der Xeon Platinum 8490H besteht aus vier Tiles mit jeweils 15 CPU-Kernen, die über Embedded Multi-Die Interconnect Bridges (EMIBs) miteinander verbunden sind. Im Mesh sind die Latenzen zwar deutlich höher als bei Ring-Bus-CPU, dafür lassen sich darüber aber deutlich mehr Knoten miteinander verknüpfen.

Bei Server-CPU spielen niedrige Latenzen eine geringere Rolle als bei Desktop- und Mobilprozessoren. Stattdessen sollen sie möglichst identisch sein, weil auf Servern viele Prozesse parallel laufen. Im Mittel braucht es 265 Nanosekunden für eine Antwort. In den meisten Servern steckt jedoch nicht nur eine CPU, sondern derer zwei.

Um auf die Rechenergebnisse der anderen 60 Kerne zuzugreifen, müssen die Daten nicht nur durchs eigene Mesh des Prozessors laufen, sondern zusätzlich über UPI und das Mesh der CPU in der zweiten Fassung. Dadurch verdoppelt sich die Latenz fast auf knapp 500 Nanosekunden. Moderne Betriebssysteme kennen aber die Zuordnung der Kerne und platzieren zusammengehörige Threads möglichst auf einem der Prozessoren, damit solche Zugriffe selten passieren.

Latenzen selbst messen

Wenn Sie selbst die Kern-zu-Kern-Latenzen Ihres Rechners messen wollen, benötigen Sie dafür unter Windows das Diagnoseprogramm Sisoft Sandra. Dies enthält auch einige Benchmark-Funktionen. Für die Latenzmessungen reicht die kostenlose Lite-Testversion vollkommen aus. Wir empfehlen, während der Messungen alle anderen geöffneten Anwendungen zu schließen.

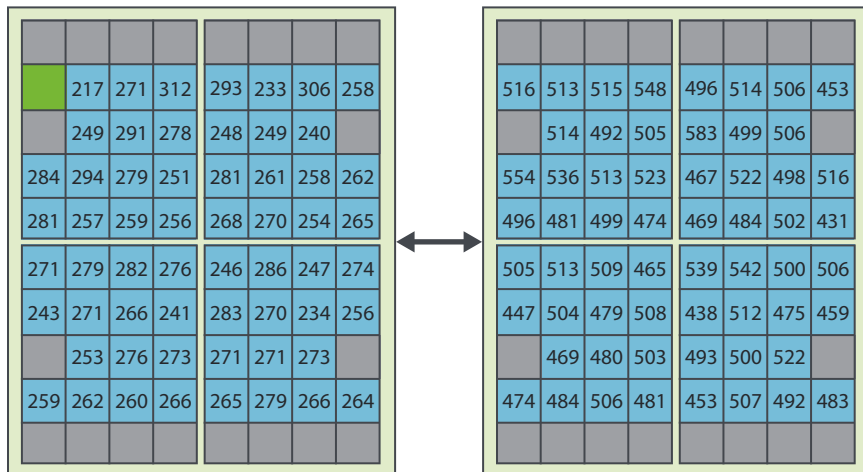
Um die Kern-zu-Kernlatenzen zu ermitteln, wechseln Sie in Sisoft Sandra in den Reiter Benchmarks und wählen dort unter Prozessor den Punkt Mehrkern-Effi-

Kern-zu-Kern-Latenzen bei modernen CPUs

Die Antwortzeiten der einzelnen Kerne hängen vom Aufbau des Prozessors ab. Die Werte geben die Latenzen vom ersten, grün markierten Kern in Nanosekunden an. Für bessere Übersicht ist der Aufbau der Prozessoren vereinfacht dargestellt.

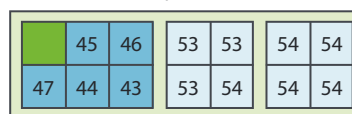
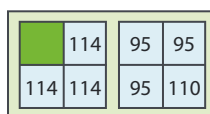
Dual-Socket-System aus zwei Mesh-Prozessoren über UPI verbunden:

2 x Xeon Platinum 8490H „Sapphire Rapids“

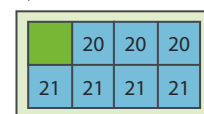


Monolithische Prozessoren mit Ring-Bus:

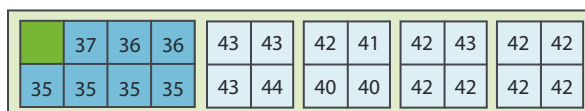
Core i3-N300 „Alder Lake-N“ Core i7-1370P „Raptor Lake“



Ryzen 7 7870U

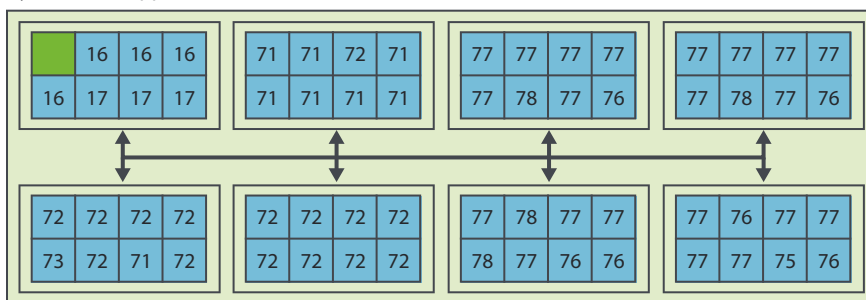


Core-i9-14900K „Raptor Lake Refresh“



Chiplet-Prozessor mit Ring-Bus in den CCDs und Infinity Fabric zwischen den CCDs:

Ryzen Threadripper 7980X „Storm Peak“



zienz aus. In dem sich öffnenden Fenster müssen Sie bei „Parallelismus“ noch auf „Nur Multi-Prozessorkern (MC)“ umstellen, sonst messen Sie die Latenz mit den logischen Kernen von SMT beziehungsweise Hyperthreading. Der Test startet dann von selbst.

Statt der wenig aussagekräftigen Durchschnittswerte in der Grafik interessieren die Rohwerte der Latenzen. Die

Werte für die einzelnen Kernpaare stehen ganz unten in dem Teilfenster. Um sie zu exportieren, kopiert man sie über das zweite Icon in der Leiste am unteren Fens- terrand in die Zwischenablage und kann sie dann in einer Textdatei abspeichern oder in einer Tabellenkalkulation weiter- verarbeiten. (chh@ct.de) **ct**

Download Sisoft Sandra: ct.de/y23b



Präsenzerkennung gehört zu den Basics im smarten Zuhause und wer ohnehin schon Bluetooth-Beacons wie Tile & Co. verwendet, kann diese auch dafür einsetzen. Die Firmware OpenMQTTGateway für den WLAN- und Bluetooth-Mikrocontroller ESP32 macht das besonders leicht.

Von Andrijan Möcker

Fitness-Armbänder, Beacons, Kopfhörer, Smartphones et cetera – allerhand Bluetooth-Geräte funken heutzutage dauerhaft ihre Anwesenheitsbekundungen in die Umgebung. Sei es, damit man sie schnell hinzufügen kann oder um Suchfunktionen wie Apples Find My zu bedienen.

Betreiben Sie ein cloudloses Smart Home mit openHAB, Node-Red, Home Assistant oder einer anderen herstellerunabhängigen Smart-Home-Zentrale, können Sie diese dauerhafte Funkerei auch für die Präsenzerkennung nutzen und so etwa die Heizung steuern oder das Licht in der Einfahrt einschalten, sobald ein Gerät nach längerer Zeit das erste Mal wieder „gesehen“ wird.

Zwar kann man das auch mit dem Einplatinencomputer Raspberry Pi erledigen [1], der oft als Smart-Home-Zentrale genutzt wird. Seine Platinenantenne für Bluetooth ist jedoch nicht das Gelbe vom Ei, schon gar nicht, wenn das Gerät in einem metallischen Netzwerkverteilerschrank liegt.

Die quelloffene Firmware OpenMQTTGateway ist eine gute Alternative. Sie kann unter anderem Bluetooth-Advertisements über das Telemetrieprotokoll MQTT weiterleiten – inklusive Name, Signalstärke und andere Erkennungsmerkmale. Gemacht ist OpenMQTTGateway für den preisgünstigen WLAN- und Bluetooth-fähigen Mikrocontroller ESP32 von Espressif. Er hat zwei 32-Bit-Kerne mit 160 bis 240 MHz Taktrate, 530 KByte RAM und 4 bis 16 MByte SPI-Flash – ideal für kleine Aufgaben rund ums Internet der Dinge (IoT).

Den ESP32 gibts nicht nur mit Platinenantenne, sondern auch mit u.FL-Antennenanschluss, womit man dem Lausch-

Blauzahn-Wachtürme

Bluetooth-Präsenzerkennung mit OpenMQTTGateway

posten große Ohren (Antennen) verpassen kann. ESP32-Boards sind ab 4 bis 8 Euro erhältlich.

Welche Hardware Sie kaufen müssen und wie Sie mit OpenMQTTGateway loslegen, erfahren Sie in diesem Artikel. Grundlagenartikel zu MQTT, Node-Red und weiteren Cloudless-Smart-Home-Themen finden Sie in den Literaturverweisen.

Voraussetzungen

OpenMQTTGateway ist – wie der Name sagt – ein MQTT-Gateway und fängt erst an zu arbeiten, wenn eine Verbindung zu einem MQTT-Broker besteht. Der ist also das Minimum, um die Firmware einzusetzen, auch wenn die Suchergebnisse der Scans ebenso im Webinterface angezeigt werden.

ESP32-Platinchen kommen in der Regel ohne Firmware und müssen somit noch bespielt werden; der geübte Bastler spricht vom „Flashen“. Dazu benötigen Sie, neben einem zur Platine passenden USB-Kabel, einen Rechner mit einem Betriebssystem, auf dem wahlweise Google Chrome, Microsoft Edge oder Opera in aktueller Version läuft – zumindest wenn das Flashen der ESP32-Firmware unkompliziert und ohne Zusatzsoftware laufen soll. Diese drei Browser unterstützen nämlich das dafür nötige WebSerial-API, mit dem Websites lokale serielle Schnittstellen anfassen können. Die von uns im nächsten Absatz vorgeschlagenen Platinen beherbergen allesamt einen USB-Seriell-Chip, sodass keine weiteren Adapter nötig sind.

Beachten Sie, dass Sie, je nach eingesetztem Betriebssystem, eventuell Berechtigungen richtig einstellen müssen, damit Browser auf USB-beziehungweise serielle Schnittstellen zugreifen dürfen. Näheres verrät die Dokumentation des jeweiligen Betriebssystems.

Einen der drei Browser zu installieren, halten wir zwar für vertretbares Übel, Hinweise zu alternativen Installationswegen finden Sie aber trotzdem später im Artikel, wenn es ans Flashen geht.

Nach dem Flashen ist der Computer nicht mehr nötig, denn der ESP32 arbeitet autark. Die Spannungsversorgung kann ein einfaches USB-Netzteil ab 500 Milliampere Ausgangsstrom erledigen.

Um OpenMQTTGateway mit Ihrem WLAN zu verbinden, benötigen Sie ein beliebiges WLAN-fähiges Gerät mit Browser. Der ESP32 öffnet nach der Installation

c't kompakt

- OpenMQTTGateway läuft auf einem ESP32-Mikrocontroller und leitet Bluetooth-Advertisements per MQTT weiter.
- Das Telemetrieprotokoll MQTT wird von vielen Smart-Home-Zentralen unterstützt.
- Den ESP32 gibt es auch mit Anschluss für externe Antennen, was den Empfang verbessert.

ein Konfigurations-WLAN, mit dem Sie sich zunächst verbinden müssen. Nach dem Einstellen ist das Gerät in Ihrem Heimnetz erreichbar.

Hardware

Die Hardwareauswahl ist bei diesem Projekt vergleichsweise simpel: Der Espressif ESP32 ist die erste Wahl für das Vorhaben. Entscheiden müssen Sie sich aber für eine Antennen- und Platinenform; „ESP32“ bezeichnet nur den Mikrocontroller an sich und nicht den Unterbau.

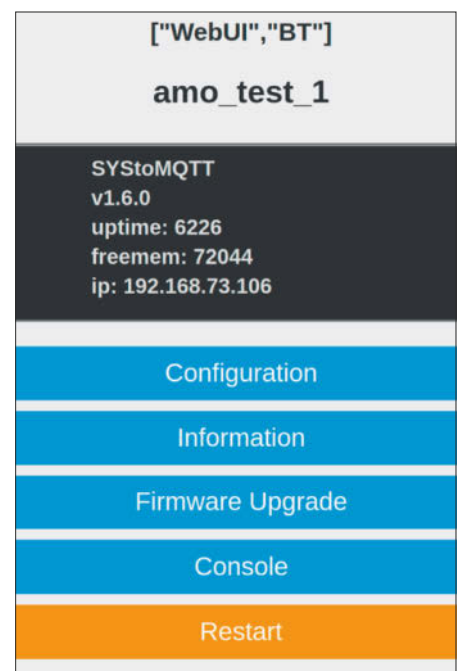
Die geläufigste Bauform heißt „NodeMCU“, etabliert von den Entwicklern des gleichnamigen Betriebssystems für den ESP32-Vorgänger ESP8266. Etwas kompakter ist der ESP32 D1 Mini. Einzeln bekommt man die Platinchen ab etwa 8 Euro, in größeren Stückzahlen sinkt der Preis auf 4 bis 7 Euro. Gemeinsam haben die Boards, dass sie ausschließlich eine Platinenantenne haben, die sich unter der schwarzen Fläche am Ende des Moduls befindet. Damit können Sie also direkt loslauschen, wenn auch etwas schlechter als mit einer größeren Antenne.

Einen Hirose-U.FL-Anschluss für externe Antennen bekommen Sie mit der ESP32-Bauform „ESP32-WROOM-32U“ (siehe Bild auf S. 134). Sie ist ideal, um eine größere Wohnung oder ein Haus abzudecken, da die Ergebnisse mit größeren Antennen deutlich besser sind. Diese Module liegen im selben Preisbereich wie die anderen ESP32-Platinchen. Weil das Modul sonst keine Antenne besitzt, müssen Sie dafür direkt ein passendes U.FL-SMA-Adapterstück und eine Antenne einplanen. Bedienen Sie sich dafür einfach an Sets aus dem WLAN-Bereich; Bluetooth arbeitet ebenso bei 2,4 GHz. Das erhöht den Setpreis um rund 5 bis 10 Euro.

Da es ESP32-Bauformen gibt, die sowohl eine Platinenantenne als auch einen U.FL-Anschluss haben, sollten Sie beim Kauf genau darauf achten, dass es sich um das WROOM-32U handelt: Besitzt das Modul auch eine Platinenantenne, gibt es eine Brücke auf der Platine, die versetzt werden muss, um die U.FL-Buchse zu aktivieren. Dafür benötigen Sie einen HeißluftlötKolben oder einen LötKolben mit sehr feiner Spitze – und immer eine ruhige Hand.

Stört es Sie nicht, ein bis zwei Wochen auf eine Sendung aus China zu warten, können Sie auch bei AliExpress ESP32-USB-Sticks bestellen. Der kompakte Dongle kostet inklusive Gehäuse rund 7 Euro und arbeitet an üblichen USB-Netzteilen. Die Antenne ist zwar noch mickriger als bei NodeMCU & Co., doch gerade für Indoor-Lokalisierung ist das ideal. Gute WLAN-Abdeckung vorausgesetzt, denn dafür nutzt der ESP dieselbe Antenne.

Den nackten Platinchen aus der Auswahl sollten Sie noch ein Gehäuse verpassen. Dafür gibt es allerhand 3D-Druck-Vorlagen, ein 08/15-Projektgehäuse mit Verschraubungen zur Zugentlastung tut's aber auch. Um ein Loch für die übliche SMA-Antennenbuchse (Ø 6,19 mm am Gewinde) zu schaffen, benötigen Sie einen



Das OpenMQTTGateway besitzt ein einfaches Webinterface, über das man die Konfiguration erledigt. Programmierkenntnisse sind nicht notwendig.

Akkubohrer sowie einen 6,5-Millimeter-Bohrer.

Links zu den zuvor erwähnten ESP32-Bauformen, Antennensets und 3D-Druck-Vorlagen finden Sie über ct.de/ynke.

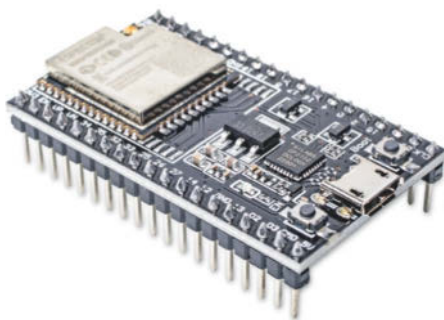
Installation & Einrichtung

Ist Ihr ESP32-Platinchen eingetroffen, können Sie es mit OpenMQTTGateway flashen. Öffnen Sie dazu Chrome, Edge oder Opera und rufen Sie über ct.de/ynke den OpenMQTTGateway-Webflasher auf. In dessen Dropdown-Menü wählen Sie „esp32dev-ble“, stellen sicher, dass der Haken bei „Erase Flash [...]“ gesetzt ist, und klicken dann auf „Install“.

Im folgenden Pop-up müssen Sie die serielle Schnittstelle auswählen, die Ihr Rechner dem ESP32 zugewiesen hat. In der Regel erkennen Sie diese durch die Beschreibung, die etwa „USB-Serial“ enthält. Wählen Sie die Schnittstelle aus und klicken Sie auf „Verbinden“, um die Installation zu starten.

Endet diese wenige Sekunden später mit einer Fehlermeldung, ist der Webflasher wahrscheinlich dabei gescheitert, den ESP32 in den Flash-Modus zu bringen. In diesem Fall drücken und halten Sie den mit „Boot“ beschrifteten Mikrotaster auf dem Platinchen und starten den Webflasher währenddessen erneut. Sobald ein Fortschrittsbalken erscheint, können Sie den Boot-Taster loslassen und das Flashen abwarten.

Im Anschluss müssen Sie sich mit dem Konfigurations-WLAN des ESPs verbinden: Suchen Sie dazu in Ihrer WLAN-Übersicht nach dem OpenMQTTGateway-WLAN „OMG_ESP32_BLE“ und geben Sie den Schlüssel „your_password“ ein. Sofern Ihr Gerät nicht automatisch einen Browser öffnet, machen Sie das und rufen dann die Konfigurationsseite unter <http://192.168.4.1> auf.



Die ESP32-Bauform Wroom-32U bietet – anders als die meisten ESP-Platinen – einen Anschluss für externe Antennen.

Dort klicken Sie auf „Configure WiFi“, wählen Ihr WLAN aus der Liste und geben den Netzschlüssel (Passwort) ein. Scrollen Sie herunter und ersetzen Sie den Parameter „ota password“ durch ein sicheres, einzigartiges Passwort. Der Parameter ist sowohl für Firmware-Updates als auch für den Zugang zum Webinterface nötig.

Sie können jetzt wahlweise mit den MQTT-Parametern fortfahren oder direkt auf „Save“ klicken, um das etwa von einem Rechner in Ihrem Heimnetz aus zu erledigen. Im letzteren Fall nutzen Sie einen IP-Scanner oder die Weboberfläche Ihres Routers, um die neue IP-Adresse des ESPs zu ermitteln. Dann rufen Sie diese im Browser auf und melden sich mit dem Benutzer „admin“ und dem zuvor gesetzten OTA-Passwort an.

Die MQTT-Einstellungen finden Sie unter „Configuration/Configure MQTT“. Die Parameter sind größtenteils selbsterklärend. Wichtig ist nur, dass der „gateway name“ hinter das „mqtt base topic“ gesetzt wird, um das tatsächliche Basis-Topic zu bilden.

Die vorgebauten Firmwares von OpenMQTTGateway unterstützen allerdings kein MQTT-TLS, da dafür das Root-Zertifikat eingebacken werden muss. Im

Heimbetrieb ist das kein Drama, in Unternehmen und anderen größeren Netzen sollten Sie jedoch nur verschlüsseltes MQTT einsetzen. Die Details dessen sprengen diesen Artikel, sind aber im OpenMQTTGateway-Wiki erklärt und unter ct.de/ynke verlinkt.


Konfiguration

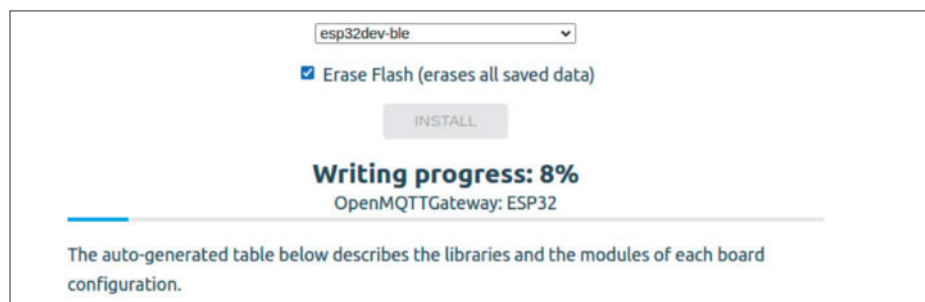
Steht die Verbindung zum MQTT-Broker, ist Ihr OpenMQTTGateway einsatzbereit. Haben Sie noch keine Smart-Home-Zentrale, können Sie die Datenpakete auch mit einem MQTT-Client wie dem MQTT-Explorer (ct.de/ynke) anzeigen.

Um Ihre Geräte zu identifizieren und deren MAC-Adressen zu notieren, bringen Sie sie nah an Ihren ESP32 und beobachten, bei welchem Gerät die Signalstärke steigt, diese steht im Parameter „rssi“. Obacht: Es handelt sich nahezu immer um negative Werte; mehr sieht also auf den ersten Blick nach weniger aus.

Je nach Smart-Home-Zentrale variiert das weitere Konfigurieren etwas. Home-Assistent-Nutzer können sich jedoch glücklich schätzen, denn OpenMQTTGateway spricht das Home-Assistent-Auto-Discovery-Protokoll und Geräte, die die Firmware als Tracker erkennt (Tiles, Fitnesstracker etc.), werden der Zentrale automatisch bekannt gemacht.

Unabhängig davon gehört das Verarbeiten von JSON-Objekten, wie OpenMQTTGateway sie auswirft, bei den meisten herstellernunabhängigen Smart-Home-Zentralen zur Standardausstattung. Läuft das Setup, steht dem Erweitern nichts im Wege. Mit weiteren ESP32 können Sie sich auch eine Indoor-Lokalisierung aufbauen.

OpenMQTTGateway kann weit mehr, als dieser Artikel abdecken kann. Links zum umfangreichen englischen Wiki der Firmware finden Sie deshalb über ct.de/ynke. (amo@ct.de) 



Der Webflasher für das OpenMQTTGateway macht das Installieren der Firmware auf dem Mikrocontroller besonders einfach. Derzeit klappt das mit den Browsern Chrome, Edge und Opera.

Literatur

- [1] Andrijan Möcker, Blauzahnerkennung, Node-Red: Präsenzerkennung per Bluetooth, c't 4/2019, S. 162
- [2] Jan Mahn, Reaktionsmaschine, Einstieg in Heimautomation mit Node-Red, c't 15/2018, S. 142
- [3] Jan Mahn, Weltsprache, Das Protokoll MQTT für robusten Datenaustausch in Industrie und Hausautomation, c't 6/2018, S. 164
- [4] Andrijan Möcker, Smart-Home-Zaun, Node-Red & Traccar: Mit Geofences Energie sparen, c't 11/2022, S. 152
- [5] Stefan Porteck, Leitstelle, Philips Hue mit OpenHAB 3 steuern und erweitern, c't 20/2022, S. 144

Einkaufslinks, Webflasher, Dokumentation: ct.de/ynke



TAUCHE EIN IN DIGITALE WELTEN – MIT DEM c't DIGITALABO

Jetzt 6 × c't lesen

für 23,40 €
statt 30,90 €

**35 %
Rabatt!**



c't MINIABO DIGITAL AUF EINEN BLICK:

- 6 Ausgaben digital in der App, im Browser und als PDF
- Inklusive Geschenk nach Wahl
- Mit dem Digitalabo Geld und Papier sparen
- Zugriff auf das Artikel-Archiv

Jetzt bestellen:
ct.de/digitalangebot





Post ans Planungstool

Mails per QuickSteps und Regeln weiterleiten

Durch Weiterleiten an eine spezielle Adresse lässt sich aus einer Mail eine Aufgabe oder Notiz in Tools wie Todoist, Trello oder Evernote machen. Mit Outlook-QuickSteps und Nachrichtenfiltern in Thunderbird geht das komfortabler als per manueller Weiterleitung.

Von Stefan Wischner

Viele Programme und Onlinedienste, vor allem aus dem Bereich Wissensmanagement, Projekt- und Terminplanung, können Sie per Mail an eine spezielle Adresse mit Daten versorgen, damit sie darin sichtbar und verplanbar wird. So eine Mail schreiben Sie entweder selbst oder Sie leiten eine be-

reits im Posteingang oder einem anderen Ordner vorhandene Nachricht weiter.

Zwar gibt es für viele Programme und Dienste Outlook-Add-ins, mit denen sich per Mausklick ebenfalls Mails versenden lassen. Damit gibt es aber neuerdings ein Problem: Microsoft hat den bisherigen technischen Unterbau der Office-Add-ins (COM und VST) zugunsten von Web-Add-ins aufgegeben. Die alten Add-ins funktionieren zwar noch im „klassischen“ Outlook, nicht jedoch im beworbenen „neuen Outlook“. Die meisten Hersteller haben aber die alten Add-ins bereits gegen die neue Spielart ausgetauscht und stellen die COM-Variante nicht mehr zur Verfügung. Die moderneren Web-Add-ins funktionieren in aller Regel nur in Verbindung mit einem Microsoft-/Exchange-Konto. Wählen Sie in Outlook zum Beispiel einen IMAP-Ordner, dann fehlen die Add-ins in der Symbolleiste und lassen sich auch nicht anderweitig aktivieren.

Für Mozilla Thunderbird existiert lediglich ein einfaches Add-in für den Aufgabenplaner Todoist (ct.de/ybm3) ohne solche Einschränkungen. Für andere Dienste haben wir keine passenden Add-ins gefunden.

Unabhängig von Add-ins und Mailclient funktioniert immerhin die Weiterleitung von Nachrichten an einen externen Planungsdienst, wenn auch etwas unkomfortabler: Mail markieren, „Weiterleiten“ anklicken, Mailadresse herausuchen und eintragen, nötigenfalls Betreffzeile anpassen, senden. Deutlich komfortabler und schneller geht es mit Outlooks QuickSteps. Mozilla Thunderbird fehlt zwar eine vergleichbare Funktion, über dessen Nachrichtenfilter lässt sich das aber weitgehend ausgleichen.

Mailadressen und Parameter

Um einem Planungstool oder -dienst Inhalte per Mail zukommen zu lassen, benötigen

Sie zunächst die Mailadresse, unter der das Tool Ihre Nachricht Ihrem Konto zuordnen kann. Das Notizprogramm Evernote beispielsweise verpasst jedem Konto eine E-Mail-Adresse nach dem Muster <Benutzername>.abcd123@m.evernote.com.

Diese Adresse finden Sie auf der Webseite bei den Kontoinformationen ganz unten unter „Allgemein“. Aus dem Evernote-Client öffnen Sie diese Seite mit einem Klick auf den Kontonamen links oben und nach Wahl von „Kontoinformationen ...“. Der Inhalt von Mails an diese Adresse landet im Standard-Notizbuch bei Evernote. Um eine Nachricht in ein anderes Notizbuch zu speichern, ergänzen Sie vor der Weiterleitung die ursprüngliche Betreffzeile. Dem Namen des gewünschten Zielnotizbuchs stellen Sie ein @ voran. Zudem können Sie ein oder mehrere Schlagworte zuordnen, indem Sie sie mit vorangestelltem # und durch Leerzeichen getrennt nacheinander eintippen.

Der Taskplaner Todoist organisiert alle Einträge in Aufgabenlisten, Projekte genannt. Jedes Projekt bekommt eine Mailadresse, sodass Sie neue Einträge per Mail einer bestimmten Liste zuordnen können; auch der Ordner „Eingang“ gilt als eigenes Projekt. Die jeweilige Adresse finden Sie heraus, indem Sie ein Projekt anklicken und rechts oben aus dem Dreipunktemenü den Eintrag „Aufgaben per E-Mail an Projekt senden“ wählen.

E-Mails, die Sie an ein Projekt senden, verwandeln sich in Aufgaben mit der Betreffzeile als Bezeichnung. Der Nachrichteninhalte wird zu einem Kommentar. Auch angehängte Dateien bis zu einer Größe von 25 MByte landen im Aufgabeneintrag.

Sie können die Betreffzeile um weitere Informationen ergänzen, um zum Beispiel Etiketten hinzuzufügen (@Etikettenname), eine Priorität (p1) oder um ein Fälligkeitsdatum festzulegen (<Datum Freitag> oder <Datum Morgen>). Eine Anleitung zu den Parametern finden Sie unter ct.de/ybm3.

Als Nutzer des Kanban-Planungstools Trello erzeugen Sie aus E-Mails Karten in einem bestimmten Board, wobei jedem eine eigene Mailadresse zugeordnet ist. Die finden Sie über das Dreipunktemenü rechts oben und den Menübefehl „E-Mail an Board“. Im Abschnitt „Ihre über E-Mail verschickten Karten erscheinen in...“ wählen Sie die Liste aus, in der die neue Karte erscheint. Über „Position“ bestimmen Sie, ob die neue Karte oben oder unten angehängt wird. Auch Trello interpretiert bestimmte Zusatzangaben in der Betreffzeile: Mit einem vorangestellten # weisen Sie der Karte Labelnamen, -farbe oder -nummer zu. @<Name> fügt der Karte in Trello weitere Mitglieder hinzu. Der ursprüngliche Betrefftext wird zum Kartentitel, der Inhalt zum Kommentar. Dateianhänge werden auch übernommen, solange die Größe der gesamten Nachricht inklusive Anhang 10 MByte nicht überschreitet.

Sie können die jeweilige Adresse problemlos mit einem eingängigen Namen versehen, sie dem Adressbuch Ihres E-Mail-Clients hinzufügen und mit der Weiterleitungsfunktion Nachrichten von Hand dem externen Programm zukommen lassen, gegebenenfalls nach einer vorherigen manuellen Anpassung der Betreffzeile. Mit einem Quickstep in Outlook und einer Filterregel in Thunderbird lässt sich dieser Vorgang vereinfachen.

ct kompakt

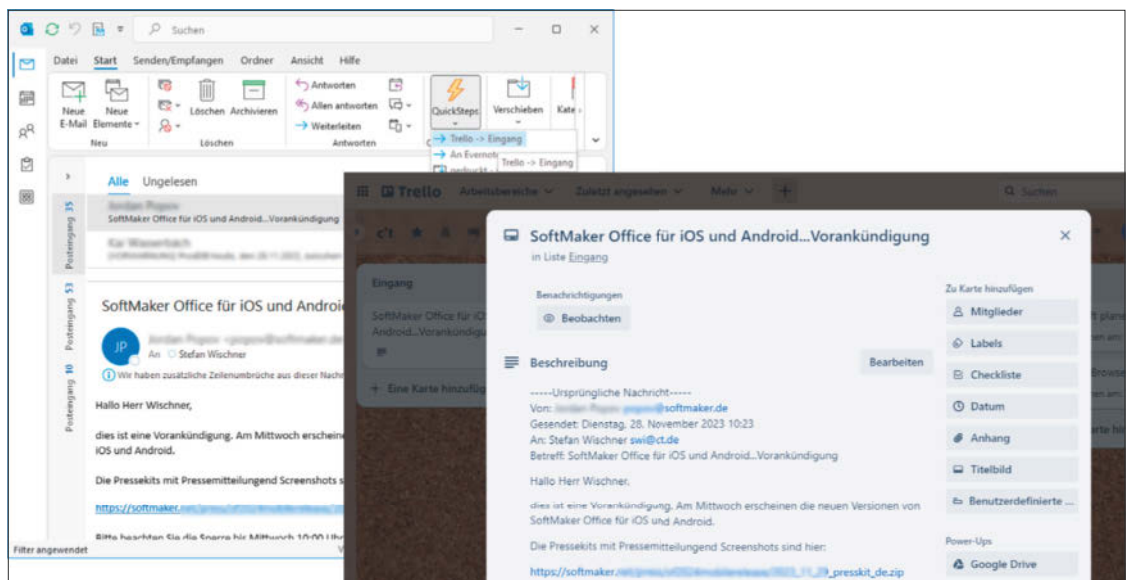
- Manche Planungs- und Notizprogramme können Sie per E-Mail mit Inhalten versorgen.
- Dafür gibt es zwar spezielle Outlook-Add-ins; die sind aber neuerdings eingeschränkt.
- Einfacher als die manuelle Weiterleitung funktionieren Outlook-QuickSteps und Thunderbird-Filterregeln.

Microsoft Outlook: QuickSteps

Ein Alleinstellungsmerkmal des E-Mail-Clients von Microsoft, jedoch nur unter Windows, ist die Funktion „QuickSteps“. Das sind einzelne oder kombinierte Aktionen, die die gerade markierte Nachricht behandeln. QuickSteps werden per Maus oder Tastenkürzel gestartet und verschieben zum Beispiel die aktuelle Nachricht in einen bestimmten Ordner oder leiten sie an eine voreingestellte Adresse weiter, auf Wunsch sogar mit geänderter Betreffzeile.

So legen Sie in Outlook für Windows einen neuen QuickStep an: Klicken Sie im Menüband „Start“ auf „QuickSteps“ und wählen Sie „Neuer QuickStep/Benutzerdefiniert ...“. In der folgenden Dialogbox vergeben Sie im Feld „Name“ eine sprechende Bezeichnung, etwa „An Evernote“ oder „Todoist-Aufgabe“. Danach fügen Sie über das Ausklappfeld eine oder mehrere Aktionen für die gerade markierte Nach-

An Trello weitergeleitete Mails, hier per Outlook-QuickStep, landen nebst Inhalt als neue Karte im zur jeweiligen Mailadresse gehörenden Board.



Aufgaben per E-Mail an Projekt senden

Versende eine E-Mail an diese Adresse oder leite eine E-Mail an diese Adresse weiter, um eine Aufgabe zu erstellen. Der E-Mail-Betreff wird zum Aufgabennamen und der E-Mail-Inhalt wird als Aufgabenkommentar hinzugefügt.

Inbox <add.task.229@todoist.com> 1587@toc **E-Mail-Adresse kopieren**

Fälligkeitsdaten festlegen

Leg Fälligkeitsdaten direkt von deinem E-Mail-Client aus fest. Füge einfach <Datum morgen> in den Betreff oder den Text der E-Mail ein. Du kannst alle Todoist-Datumsformate verwenden, z. B. <Datum jeden Tag>.
[Mehr über Todoist-Datumsformate erfahren...](#)

E-Mail-Aufgaben mit Etiketten versehen

Füge Etiketten zu deinen E-Mail-Aufgaben hinzu, indem du entweder in der Betreffzeile oder im E-Mail-Text Etiketten einfügst (z. B. @Einkaufen).

Prioritätsstufen festlegen

Leg Prioritätsstufen für deine E-Mail-Aufgaben fest, indem du im Betreff oder im E-Mail-Text Prioritätsstufen einfügst (z. B. !).

Deaktiviere die aktuelle E-Mail-Adresse und erstelle eine neue:

Aktuelle E-Mail-Adresse deaktivieren

Die Ihrem Konto oder einem Projekt zugeordnete E-Mail-Adresse finden Sie in den Einstellungen oder Kontoinformationen des jeweiligen Programms. Im Bild: Todoist.

lassen, zum Beispiel die Mail in einen anderen Outlook-Ordner verschieben oder löschen. Legen Sie nach Belieben weitere QuickSteps an, die zum Beispiel unterschiedliche Notizbücher in Evernote bestücken oder Nachrichten mit verschiedenen Schlagwörtern versehen.

Sie starten QuickSteps, nachdem Sie die betreffende Nachricht markiert haben, mit dem zuvor zugewiesenen Tastenkürzel, über den Eintrag „QuickSteps“ im Kontextmenü oder über das Ausklappenmenü, das sich nach einem Klick auf das Quickstep-Symbol oben in der Menüleiste öffnet.

Microsoft Outlook: Regeln

Eine andere Methode, in Outlook Nachrichten automatisch an eine bestimmte Adresse weiterzuleiten, sind Regeln. Allerdings lassen sich die nicht manuell auf die gerade markierten Nachrichten anwenden, sondern springen automatisch beim Empfang von Mails an. An eine Regel können Sie bestimmte Bedingungen knüpfen, zum Beispiel einen bestimmten Absender oder einen Begriff aus der Betreffzeile. Letztere lässt sich vor der automatischen Weiterleitung jedoch anders als bei den QuickSteps nicht ändern. Somit landen per Outlook-Regel an ein externes Programm weitergeleitete Mails grundsätzlich im jeweiligen Standardeingang ohne zusätzliche Infos wie Schlagwörter oder Projektlisten.

Outlook-Regeln bieten sich immer dann an, wenn Sie grundsätzlich und ausnahmslos Nachrichten an ein externes Programm weiterleiten wollen, sobald eine bestimmte Bedingung zutrifft. Etwa, um alles von einem bestimmten Absender oder mit einem Projektnamen in der Betreffzeile in Evernote zu speichern. Eine Alternative zum manuellen Weiterleiten oder zu QuickSteps sind sie nicht.

Eine neue Regel legen Sie in Outlook über das Ausklappenmenü „Regeln“ im Abschnitt „Verschieben“ des „Start“-Menübands an. Klicken Sie auf „Regel erstellen“ und im folgenden Dialog auf „Erweiterte Optionen“. Daraufhin werden Sie durch die Definition von Bedingungen, Ausnahmen und auszuführenden Aktionen geführt. Im unteren Bereich der Dialoge baut sich die Regel im Klartext zusammen, einzelne Parameter ändern Sie darin mit einem Klick auf die jeweils blau unterstrichenen Links. Im letzten Dialog bestimmen Sie, ob die Regel scharfgeschaltet ist und können sie auf Nachrichten anwen-

richt hinzu. Die wichtigste bei der hier beschriebenen Aufgabenstellung ist „Weiterleiten“. Es öffnet sich ein „An ...“-Feld, in das Sie die Adresse des jeweiligen Dienstes oder Programms eintragen. Klicken Sie dann auf „Optionen anzeigen“, worauf weitere Felder sichtbar werden. Modifizieren Sie nötigenfalls das Betrefffeld, indem Sie zum Beispiel das „WG:“ entfernen und Parameter hinzufügen, zum Beispiel @notizbuch für Evernote oder #Label für Trello.

Das Kästchen neben „Nach 1 Minute Verzögerung automatisch senden“ sollten Sie ankreuzen, weil die Nachricht ansonsten bei Aufruf des QuickSteps zuerst im Editor gezeigt und Outlook sie erst nach einem weiteren Mausklick abschickt. Unter „Tastenkombination“ stellen Sie optional noch einen Shortcut ein, der den QuickStep startet. Zur Verfügung stehen die Tasten 1 bis 9 in Verbindung mit Strg+Umschalt.

Bei Bedarf können Sie über „Aktion hinzufügen“ weitere Aktionen ausführen

QuickStep bearbeiten

Name: An Evernote

Bearbeiten Sie die vom QuickStep auszuführenden Aktionen.

Aktionen:

→ Weiterleiten

An... [@m.evernote.com](#) **Optionen ausblenden**

Betreff: <Betreff> @E-Mails #Mails #Outlook

Kennzeichnung: Keine Kennzeichnung

Wichtigkeit: Keine Änderung

Text:

☒ Nach 1 Minute Verzögerung automatisch senden.

Aktion hinzufügen

Optional:

Tastenkombination: STRG+UMSCHALT+1

QuickInfo-Text: An Evernote (Ordner: E-Mails)

Speichern **Abbrechen**

Besonders praktisch sind die QuickSteps von Outlook. Sie werden manuell angeschoben und erlauben auch die Modifikation der Betreffzeile, um dem externen Programm zusätzliche Parameter mitzugeben.

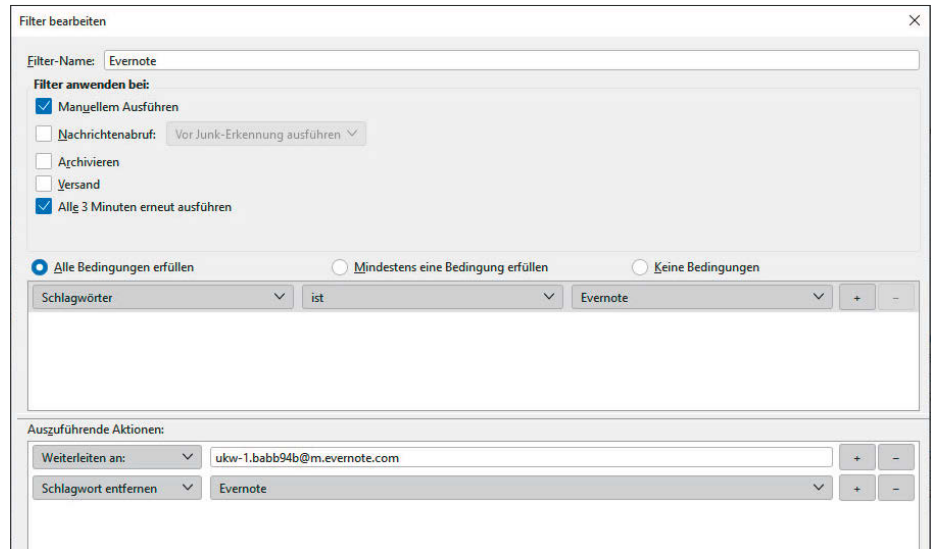
den, die bereits im jeweiligen Ordner vorhanden sind.

Mozilla Thunderbird: Filterregeln plus Add-in

Mozillas Mailprogramm Thunderbird kennt keine Entsprechung zu Outlooks QuickSteps, sondern lediglich zu dessen Regeln, die in Thunderbird „Filterregeln“ heißen. Wie auch die Outlook-Regeln lassen sich Filter in Thunderbird nicht manuell auf eine oder mehrere selektierte Nachrichten anwenden, sondern nur automatisch auf alle Mails, die eine oder mehrere Bedingungen erfüllen. Zudem erlaubt es auch das Filterregelsystem von Thunderbird nicht, die Betreffzeile zu ändern. Daher ist es nicht möglich, zusätzliche Parameter an das Zielprogramm zu übermitteln. Mit einem Kniff und der Hilfe eines Add-ins können Sie aber zumindest den manuellen Versand einrichten.

Anders als die Outlook-Regeln lassen sich die Filterregeln in Thunderbird nämlich nicht nur beim Empfang von Mails triggern, sondern automatisch in regelmäßigem Abstand auslösen. Ist die zugehörige Option aktiv, prüft das Programm alle zehn Minuten alle Nachrichten des Ordners auf die in der Regeldefinition vorgegebene Bedingung und agiert danach. Das können Sie ausnutzen, indem Sie eine passende Bedingung für ausgewählte Nachrichten von Hand stricken. Dafür bieten sich frei definierbare Schlagwörter in Thunderbird an, die anders als die ähnlich funktionierenden Kategorien in Outlook nicht nur mit Exchange-Konten funktionieren.

Die Idee: Sie weisen einer Nachricht, die Sie an einen externen Dienst weiterleiten wollen, ein bestimmtes Schlagwort zu. Dieses Schlagwort dient als Bedingung für eine Filterregel, die nach Ablauf des Prüfintervals eine Aktion auslöst, in diesem Fall die Weiterleitung. In Thunderbird sind schon einige Schlagwörter wie „Wichtig“ oder „Persönlich“ definiert, die können Sie aber unter „Einstellungen/Allgemein“ im Abschnitt „Schlagwörter“ ändern oder eigene hinzufügen, zum Beispiel „Evernote“ zum Weiterleiten ans Notizprogramm. Das Schlagwort weisen Sie dann zuvor markierten Nachrichten über das Kontextmenü („Schlagwörter“) oder ein Tastenkürzel zu. Letztere sind fest vorgegeben: Sie tippen die Ziffer, die der Position des Schlagwortes in der Liste entspricht. Um einer Mail das erste Schlagwort der Liste zuzuweisen, drücken Sie also einfach die 1. Die Posi-



Mozillas Thunderbird kennt keine QuickSteps. Sie lassen sich aber halbwegs per periodisch ausgeführter Filterregel, Schlagwörtern und dem Add-in Filtaquilla nachbilden.

tion können Sie im Schlagwort-Einstellungsdialog ändern.

Jetzt ist noch ein Problem zu lösen: Nachdem der automatische Filter ausgelöst wurde und Thunderbird alle Mails mit dem passenden Schlagwort weitergeleitet hat, bleiben die Nachrichten mit diesem Schlagwort markiert. Bei der nächsten Prüfung würden sie erneut weitergeleitet. Um das zu verhindern, müsste die Filterregel mit einer weiteren Aktion dafür sorgen, dass die Nachricht aus der Reichweite des Filters gelangt. Letzteres erreichen Sie, indem Sie die Nachricht löschen oder in einen anderen Ordner verschieben lassen. Dummerweise gibt es im Filtersystem von Thunderbird keine Aktion, die einfach das Schlagwort wieder entfernt, was die eleganteste Lösung wäre.

Diese Möglichkeit können Sie jedoch mit dem Add-in „Filtaquilla“ (ct.de/ybm3) nachrüsten. Es erweitert die Filterfunktion um zusätzliche Aktionen, darunter auch „Schlagwort entfernen“. Mit Filtaquilla kann man auch die Betreffzeile ändern. Jedoch haben wir es damit nicht hinbekommen, valide Parameter mitzugeben, weil notwendige Leerzeichen verschwinden. Möglicherweise wird das Problem in einem Update des Add-ins behoben.

So definieren Sie eine Weiterleitungsfilterregel in Thunderbird: Öffnen Sie das „Hamburger“-Menü, wählen Sie darin „Werkzeuge/Nachrichtenfilter“. Im folgenden Dialog vergeben Sie oben einen Namen, kreuzen unter „Filter ausführen bei“ die Kästchen „Manuellem Ausführen“ und „Alle 10 Minuten erneut ausführen“ an und aktivieren „Alle Bedingungen erfüllen“.

Im oberen der beiden folgenden Bereiche wählen Sie „Schlagwörter“, „ist“ und das Schlagwort, mit dem Sie betreffende Mails markieren, im vorigen Beispiel wäre das „Evernote“. Im unteren („Auszuführende Aktionen“) wählen Sie „Weiterleiten an:“ und die Mailadresse des Planungs- oder Dienstleistungs-Tools. Klicken Sie auf das Pluszeichen rechts daneben und definieren Sie eine weitere Aktion, die nach der Weiterleitung ausgeführt werden soll, zum Beispiel das Löschen der Auslösenachricht oder das Verschieben in einen Ordner. Wenn Sie Mails nicht löschen oder verschieben wollen und Sie das Add-in Filtaquilla nutzen, steht als Aktion „Schlagwort entfernen“ zur Verfügung, wobei Sie dasselbe Schlagwort angeben wie zuvor. Schließen Sie die Filterdefinition mit „Ok“ ab. Fortan werden alle Nachrichten, die Sie mit dem festgelegten Schlagwort versehen, etwa zehn Minuten später an die externe Adresse weitergeleitet.

Wenn Ihnen das Zehnminutenintervall zu lang ist, können Sie es ändern: Wählen Sie in den Thunderbird-Einstellungen den Abschnitt „Allgemein“ und scrollen Sie darin ganz nach unten, wo Sie auf „Konfiguration bearbeiten...“ klicken. Es erscheint eine Liste mit allen erweiterten Einstellungen und Systemvariablen. Sie ist so lang, dass es eine Weile dauern kann, bis sie geladen ist. Suchen Sie darin nach dem Wert „mail.server.default.periodicFilterRateMinutes“ und ändern Sie ihn von 10 auf ein kürzeres Intervall. (swi@ct.de) **ct**

Thunderbird-Add-ins: ct.de/ybm3

Zufälliges Treffen

Schlüssellänge eines Vigenère-kodierten Textes mithilfe des Friedman-Tests bestimmen

In der historischen Kryptografie genießt die Vigenère-Chiffre ein besonders hohes Ansehen. Umso größer der Ruhm, wenn ein Kryptologe einen erfolgreichen Angriff entdeckt. Nach Kasiski 1863 fand Friedman 1922 einen weiteren Angriff, den wir in diesem Artikel genauer betrachten.

Von Wilhelm Drehling

Unter den historischen Verfahren zum Verschlüsseln von Texten ist die Vigenère-Chiffre eine der bedeutendsten, denn sie galt 300 Jahre lang als unknackbar. Das änderte sich im 19. Jahrhundert: Schuld daran war der preußische Offizier Friedrich Wilhelm Kasiski, der einen Test erfand, mit dem man die Schlüssellänge eines Vigenère-kodierten Textes herausbekommt [1]. Doch der Kasiski-Test ist nicht die einzige Möglichkeit, eine Schlüssellänge für einen Vigenère-kodierten Text zu berechnen. Eine völlig andere Herangehensweise erdachte William Frederick Friedman 1922: Anstatt auf Wiederholungen von Buchstabenfolgen im Geheimtext zu achten, fußte seine Methode auf Wahrscheinlichkeiten.

Doch bevor wir erklären, wie der Friedman-Test funktioniert, resümieren wir in aller Kürze, wie die Vigenère-Chiffre funktioniert: Stellen Sie sich das Alphabet als ein Kreis vor, an dem jeder Buchstabe entlang der Außenlinie steht, bis Z oben wieder auf A trifft. Am Buchstaben, der kodiert werden soll, ist ein Cursor. Bei der Chiffrierung wird nun jeder Buchstabe des Klartextes um eine bestimmte Anzahl im Kreis verschoben, sodass der fertig kodierte Buchstabe am Cursor ablesbar ist. Im Unterschied zur Cäsar-Chiffre, bei der die Verschiebung bei jedem Buchstaben iden-

tisch ist, legt bei der Vigenère-Chiffre ein Schlüsselwort die Rotation fest. Ein C im Schlüssel verschiebt den ersten Buchstaben des Klartextes um 2, ein folgendes E den zweiten Buchstaben des Klartextes um 4 und so weiter. Ist man am Ende des Schlüsselwortes angekommen, fängt man wieder beim ersten Buchstaben des Schlüssels an. Eine ausführlichere Erklärung finden Sie in dem kostenfreien Artikel [2] (siehe ct.de/yqa2).

Eine Geschichte zweier Buchstaben

Es gibt zwei Friedman-Tests, die von unterschiedlichen Personen sind. Damit keine Missverständnisse aufkommen: In diesem Artikel sprechen wir über den Test des US-Kryptologen William Frederick Friedman.

Die Liste seiner Verdienste in der Kryptografie ist lang. Um Ihnen ein Überblick über seine Arbeit zu verschaffen, hier ein kleiner Auszug: Im Zweiten Weltkrieg knackte eine Gruppe von Kryptologen unter seiner Leitung den japanischen Code namens PURPLE, er entwickelte die Kodiermaschine SIGABA für das US-Militär und arbeitete nach dem Weltkrieg als führender Kryptologe für die NSA.

Eine seiner weiteren Errungenschaften ist der Koinzidenzindex, der die Grundlage des Friedman-Tests bildet. Der Koinzidenzindex wird in der Kryptanalyse alter Geheimtexte verwendet und dient als Indikator dafür, wie zufällig die Buchstaben in einem Text verteilt sind. Daraus lässt sich zum Beispiel schließen, ob ein Text mit einer polyalphabetischen oder einer monoalphabetischen Chiffre kodiert wurde. Dazu gleich mehr.

Der Index stellt die Wahrscheinlichkeit dar, dass zwei x-beliebig ausgewählte Buchstaben in einem Text identisch sind. Um den Wert zu bestimmen, zählt man zuerst, wie oft jeder Buchstabe vorkommt. Angenommen, das A taucht in einem Text mit 200 Zeichen insgesamt 12-mal auf. Dann beträgt die Wahrscheinlichkeit sei-

nes Auftretens 12/200. Diese multipliziert man mit der Wahrscheinlichkeit, das A zufällig erneut auszuwählen: $12/200 \cdot 11/199 = 0,0033$. Die Wahrscheinlichkeit, in dem Beispieltext von 200 Zeichen zufällig zweimal das A auszuwählen, beträgt also etwa 0,33 Prozent. Das wiederholt man nun für die restlichen 25 Buchstaben des Alphabets und summiert alle Werte, um den Koinzidenzindex des Textes zu erhalten.

In der deutschen Sprache liegt der Koinzidenzindex bei 26 Buchstaben bei 0,0765 (Umlaute und Eszett werden als AE, OE, UE und SS ausgeschrieben). Das heißt, die Wahrscheinlichkeit, in einem deutschen Text zufällig zwei identische Buchstaben herauszupicken, beträgt 7,65 Prozent. Jede Sprache hat so einen Index, für die englische Sprache beispielsweise beläuft er sich auf 6,6 Prozent.

Der Clou: Bei einem Text mit 26 perfekt verteilten Buchstaben liegt der Koinzidenzindex bei 3,85 Prozent (1/26), also gut ein paar Prozentpunkte unter dem Wert für die deutsche Sprache. Texte, die mit der Vigenère-Chiffre kodiert wurden, liegen meistens über 3,85, aber deutlich unter dem Koinzidenzindex einer natürlichen Sprache. Friedman erkannte dies und schuf ein Verfahren, mit dem man anhand der Differenz beider Werte die Schlüssellänge herausfinden kann.

Kleines Helferlein

Damit Sie nicht alle Buchstaben zählen und mit einem Taschenrechner für jedes Paar den Koinzidenzindex berechnen müssen, erledigt folgender kleiner Python-Code die Aufgabe für Sie:

```
from collections import Counter

text = "EMYAMAYQA"
letter_frequencies = Counter(text)
index = 0
for n in letter_frequencies.values():
    index += (n/len(text)) * 2
    ((n - 1)/(len(text) - 1))
print(index)
```


Schlüssellänge herausfinden

Üblicherweise erfordert der Friedman-Test Berechnungen mit zum Teil gruselig aussehenden Formeln, die wir Ihnen an dieser Stelle (vorerst) ersparen. Es ist möglich, allein mit dem Index die Schlüssellänge herauszufinden.

Der erste Schritt besteht darin, eine Schlüssellänge zu raten. Die Idee dahinter ist simpel: Da die Vigenère-Chiffre fortlaufend das gleiche Schlüsselwort benutzt, bedeutet dies, dass alle paar Buchstaben die gleiche Verschiebung angewendet wird. Bei einem Schlüssel der Länge 4 kodiert der erste Buchstabe des Schlüssels die Buchstaben an den Stellen 1, 5, 9 ... des Klartextes, der zweite Buchstabe 2, 6, 10 und so weiter.

Damit will man die einzelnen Rotationen pro Buchstabe umkehren und alle Buchstaben mit der gleichen Verschiebung zusammenlegen. Denn wenn man die Schlüssellänge korrekt geraten hat, dann sollte der Koinzidenzindex für diese Gruppen weitaus näher an dem eines unverschlüsselten deutschen Textes liegen als bei anderen möglichen Schlüssellängen. Bei einer unzutreffenden Schlüssellänge bleibt der Koinzidenzindex dagegen klein.

Wie das aussieht, zeigen wir an einem kleinen Beispiel. Dazu fängt man bei einer Schlüssellänge von 2 an, auch wenn es eine sehr unwahrscheinliche Länge ist, und arbeitet sich von hier aus hoch. Für das Beispiel haben wir die ersten beiden Sätze aus dem Kasiski-Artikel mit einem Schlüsselwort kodiert:

```
UIQJPUFNUHXKDQEBDZEREHQIAZUIQBDEQDUS
BILUTHQEILUTHFMEDJUOYTEZEPNVFXFQUQETLZ
FRVRZRBQIDQIIZYAXKEDXINKKQZNQESUEN
```

Bei einer Schlüssellänge von 2 muss der Text nach dem gerade beschriebenen Schema in zwei Gruppen aufgeteilt werden:

```
Gruppe 1: UQPFUHQKBZRHZIBDEBLTQLTFEJ
          OTZPNVUFUELFVZBIQIYXEXNKZQSE
Gruppe 2: IJUNEXDEDEEQAUEQUSIUHEUHMDU
          YEEVFXQQTZRRRQDIZAKDIKQNEUN
```

Nun berechnet man den Koinzidenzindex für jede der Gruppen und kalkuliert den Schnitt. Dafür kommt 0,0569 heraus. Das ist weit unter dem Wert der deutschen Sprache von 0,0765.

Also nimmt man die nächsthöhere Schlüssellänge von 3, teilt den Text wieder

in Gruppen auf und berechnet den Koinzidenzindex.

Diesmal liegt dieser deutlich höher, nämlich bei 0,081. Für die Schlüssellänge 4 fällt der Koinzidenzindex wieder auf 0,053 ab. Es sieht ganz so aus, als sei die Schlüssellänge 3. Und das ist korrekt, denn das Schlüsselwort war RAM.

Im Codekasten unten finde Sie ein kleines Python-Programm, das den Koinzidenzindex für gleich mehrere Schlüssellängen auf einmal berechnet. Am Ergebnis lesen Sie direkt ab, bei welcher Schlüssellänge der Index abweicht. Den Code haben wir auch unter ct.de/yqa2 verlinkt.

Friedman-Test

Der Koinzidenzindex ist an sich schon ein mächtiges Werkzeug. Doch das war noch nicht der Friedman-Test. Dieser besteht nur aus einer einzigen Formel und spuckt direkt eine Annäherung der Schlüssellänge k aus. Eine Herleitung haben wir unter ct.de/yqa2 verlinkt. Die Formel sieht auf den ersten Blick ein bisschen wild aus:

$$k = \frac{n(I_d I_z)}{I_d(n-1)(I_z n + I_d)}$$

Aber keine Sorge, alle Elemente haben Sie im Verlauf des Artikels kennengelernt: I_d ist der Koinzidenzindex der deutschen Sprache (0,0765), I_z der eines komplett zufällig verteilten Textes (0,0385) und n ist die Länge des Textes (für die Beispielchiffre wäre das 110). I steht für den Ko-

inzidenzindex eines Textes; für das Beispiel wäre das 0,056.


Nun setzt man alle Werte ein und erhält

$$\frac{110(0,0765-0,0385)}{0,056(110-1)(0,0385 \cdot 110 + 0,0765)} \approx 2,33$$

Der Test legt damit nahe, dass die Schlüssellänge wahrscheinlich zwischen 2 und 3 liegt. Das Ergebnis ist aber lediglich eine Annäherung. Um eine genauere Aussage zu treffen, zieht man den Kasiski-Test als zweite Meinung hinzu.

Fazit

Mit dem Friedman-Test und dem Koinzidenzindex haben Sie gleich zwei weitere Ansätze kennengelernt, um einen Vigenère-kodierten Text zu analysieren. Dieser Artikel bildet den Abschluss der Reihe zu der Vigenère-Chiffre. Falls Sie noch tiefer in die Materie eintauchen wollen, haben wir eine kleine Sammlung von Unterlagen und Links zu dem Thema unter ct.de/yqa2 verlinkt.

(wid@ct.de) 

Literatur

- [1] Wilhelm Drehling, Ausgezählt, Historische Kryptografie: Vigenère-Chiffre mit dem Kasiski-Test knacken, c't 28/2023, S. 142
- [2] Wilhelm Drehling, Cäsar im Quadrat, Historische Kryptografie: Vigenère-Chiffre in Python programmiert, c't 25/2023, S. 154

Herleitung und Linksammlung:
ct.de/yqa2

```
from collections import Counter, defaultdict

def calculate_single_index(group):
    return sum((n / len(group)) * ((n - 1) / (len(group) - 1))
               for n in Counter(group).values())

def calculate_avg_index(text, key_length):
    groups = ["" * key_length
               for i, char in enumerate(text):
                   groups[i % key_length] += char
    total = sum(calculate_single_index(group)
                 for group in groups)
    return total / key_length

text = "UIQJPUFNUHXKDQEBDZEREHQIAZUIQBDEQDUS".upper()
min_key_length, max_key_length = 2, 10
for key_length in range(min_key_length, max_key_length + 1):
    average_index = calculate_avg_index(text, key_length)
    print(f"Für die Schlüssellänge {key_length:2d} kommt der "
          f"Koinzidenzindex {average_index:.4f} heraus")
```

Das kleine Python-Programm teilt den Geheimtext für die Schlüssellängen von 2 bis 10 in ihre Gruppen auf, berechnet für alle den Koinzidenzindex und gibt diese nacheinander aus. Aus dem Ergebnis erkennt man direkt, bei welcher Schlüssellänge der Koinzidenzindex ausschlägt.

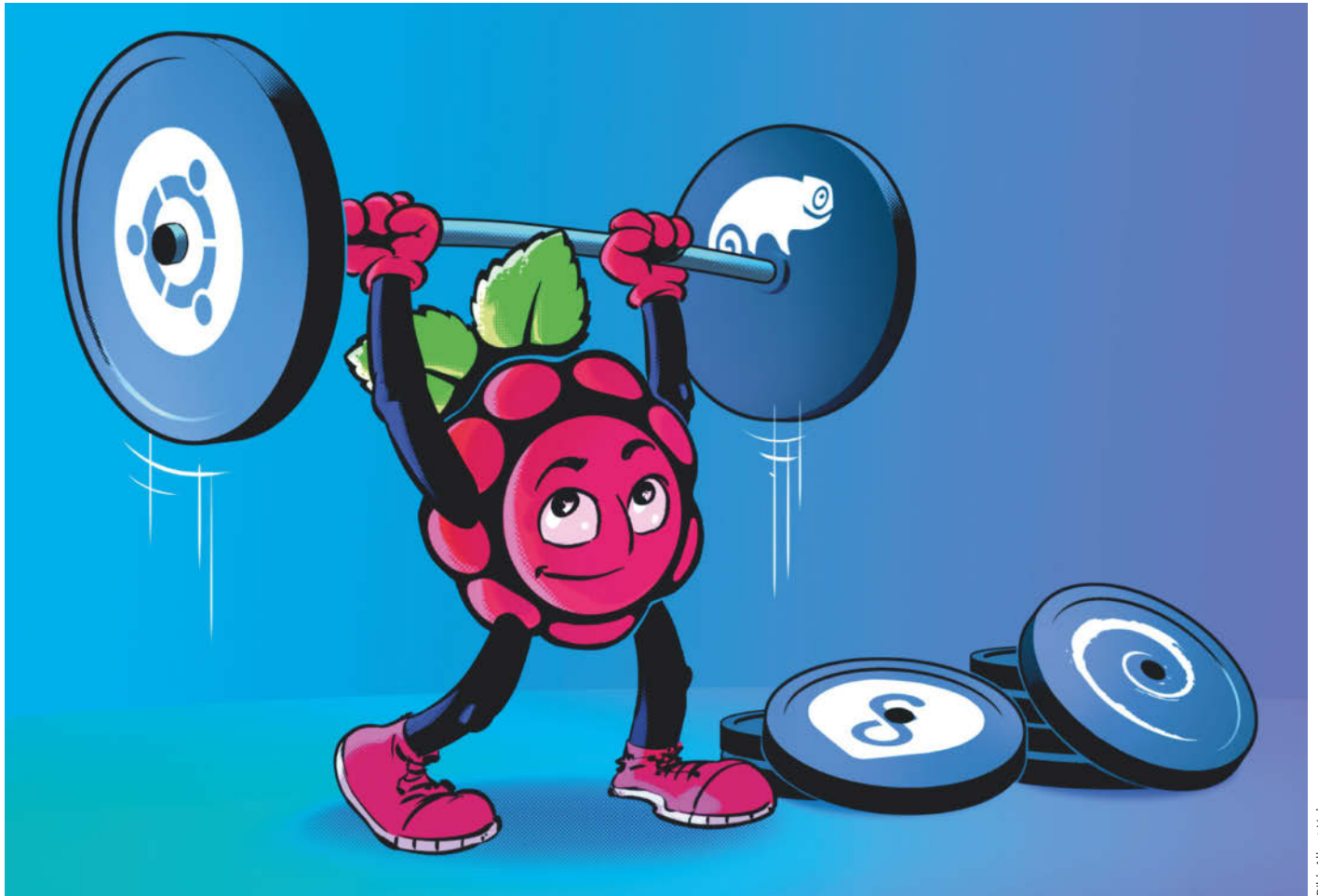


Bild: Albert Hulm

Hyperbeere

Überblick: Virtualisierung auf dem Raspi

Wer viel mit Betriebssystemen und Software experimentiert, profitiert von einem Hypervisor als Schaltzentrale für virtuelle Maschinen. Wir stellen drei Virtualisierer für den Raspberry Pi vor.

Von Niklas Dierking

Für den Raspberry Pi gibt es viele, beliebte Web- und Serveranwendungen, beispielsweise Werbeblocker wie Pi-hole,

Druckserver wie OctoPrint oder Medienplayer wie Kodi, Plex oder Jellyfin. Wer solche Dienste auf dem Raspi betreiben möchte, greift am besten zu Docker. Das ist praktisch, weil die containerisierten Anwendungen sich nicht in die Quere kommen. Die Container teilen sich außerdem den Kernel des Hosts, deswegen gibt es wenig Overhead.

In einigen Fällen lohnt es sich aber, schwerere Geschütze, als es Container sind, aufzufahren, beispielsweise weil eine Anwendung auf das Init-System systemd angewiesen ist, das in den meisten populären Linux-Distributionen steckt. Vielleicht will man sich aber auch vergewissern, dass das eigene Projekt gut mit den ARM-Vari-

anten von Linux-Distributionen wie Fedora, Ubuntu und Debian harmoniert.

Wer viel mit Software experimentiert, lernt es schnell zu schätzen, wie praktisch ein Rechner im Netzwerk ist, der einen Hypervisor ausführt, also einen Verwalter, der seine virtuellen Maschinen (VMs) steuert. Das macht es deutlich einfacher, VMs zu betreiben, die man entweder dauerhaft laufen lässt oder mal schnell für einen Test hochfährt und fix wieder löscht, sobald sie ihren Zweck erfüllt haben.

In meinem Homelab übernimmt diese Aufgabe Proxmox, das auf einem Intel NUC läuft. QEMU (Quick Emulator) und KVM (Kernel Virtual Machine), die Softwarekomponenten, die Proxmox VE (Virtual Environment) für die Virtualisierung nutzt, können grundsätzlich ARM-Architekturen auf einem x86-Host emulieren. Die Performance reicht aber meist nicht aus, um mal eben schnell eine Reihe VMs hochzufahren und sie danach wieder abzureißen. Das Unternehmen hinter Proxmox, Proxmox Server Solutions aus

Wien, bietet die Software bislang nur für x86-Hosts an. Damit gucken experimentierfreudige Raspi-Besitzer in die Röhre, oder doch nicht?

Bei GitHub finden sich einige Projekte, die den AGPLv3-lizenzierten Proxmox-Quellcode für die arm64-Architektur kompilieren und daraus Debian-Pakete schnüren. Eines davon ist „Proxmox-Arm64“, das wir unter ct.de/yma3 verlinkt haben. Dessen Paketquellen können Sie in Debian auf dem Raspberry Pi einbinden und damit das aktuelle Proxmox 8.1 installieren. Ein Wort der Warnung: Es handelt sich dabei um einen inoffiziellen Community-Port von Proxmox, der für Testzwecke gedacht ist und sich nicht für den produktiven Einsatz eignet. Träger des Projekts, auf das Sie auch für Aktualisierungen angewiesen sind, ist ein chinesischer Entwickler und Blogger, der sich bei GitHub jiangcuo nennt. Für diejenigen, die bei diesen Rahmenbedingungen Bauchschmerzen verspüren, stellen wir später im Artikel weitere Möglichkeiten für die Virtualisierung auf dem Raspi vor.

Debian-Basis vorbereiten

Den Port von Proxmox 8 haben wir auf einem Raspberry Pi 4 mit 8 GByte RAM ausprobiert. Als Betriebssystem dient Debian 12 (Bookworm), das Sie im Downloadbereich der Debian-Website (siehe ct.de/yma3) herunterladen können. Das komprimierte Image haben wir mit dem Raspberry Pi Imager [1] auf eine USB-SSD geschrieben, um viel Platz für virtuelle Maschinen und deren virtuelle Festplatten zu haben. Sie können aber auch eine microSD-Karte oder einen USB-Stick benutzen.

Wählen Sie im Imager den Raspberry Pi 4 als Gerät, im Menü „Betriebssystem“ den Punkt „Eigenes Image“ und dann Ihr Debian-Image. Anders als bei Raspberry Pi OS können Sie die Installation nicht mit dem Raspi-Imager anpassen. Wenn Sie den Raspi über einen Monitor und eine Tastatur bedienen, können Sie die nächsten Schritte überspringen. Ein Passwort für root legen Sie dann mit passwd fest. Stecken Sie Ihr Startmedium nach dem Schreibvorgang nochmal an Ihren Rechner und öffnen Sie auf dem Volume „RASPIFIRM“ die Datei sysconf.txt mit einem Texteditor:

```
root_pw=PASSWORT

root_authorized_key=ssh-rsa AAAAB3NaeJ
Gl5j8298j1CIUPOCXgQWAc5Doew ndi@cttest

hostname=raspi-proxmox
```

Passen Sie jeweils die Werte für das Passwort, den öffentlichen SSH-Schlüssel und den Hostnamen an. Dann stecken Ihr Startmedium an den Raspi, verbinden ihn mit dem Netzwerk und versorgen ihn mit Strom. Die weitere Konfiguration erledigen Sie via SSH.

Bringen das System als Erstes auf den neuesten Stand und installieren dann curl:

```
apt update && apt upgrade
apt install curl
```

Bearbeiten Sie anschließend die Datei /etc/hosts und tragen in der zweiten Zeile die IPv4-Adresse des Raspi und seinen Hostnamen ein:

```
127.0.0.1 localhost.localdomain ↵
↵localhost
```

ct kompakt

- Mit Proxmox, ESXi und LXD gibt es gleich drei umfangreiche Virtualisierungsumgebungen, auch Hypervisor genannt, für den Raspberry Pi.
- Wir erklären, wie Sie die Hypervisor in Betrieb nehmen, Installationsmedien hochladen und virtuelle Maschinen starten.
- Virtualisierungsumgebungen auf dem Raspi sind hilfreich, um zu prüfen, ob die eigenen Projekte mit den ARM-Versionen diverser Linux-Distributionen funktionieren.

```
192.168.178.100 rpiproxmox.local ↵
↵rpiproxmox
```

```
:::1 localhost ip6-localhost ↵
↵ip6-loopback
ff02::1 ip6-allnodes
ff02::2 ip6-allrouters
```

Der Rest der Datei bleibt unangetastet. Wenn der Befehl `hostname --ip-address` die IP-Adresse des Raspi ausgibt, stimmt der Eintrag. Importieren Sie dann den Schlüssel, mit dem die Pakete des Ports signiert sind:

```
curl https://global.mirrors.apqa.cn↵
↵/proxmox/debian/pveport.gpg -o ↵
↵/etc/apt/trusted.gpg.d/pveport.gpg
```

Als Nächstes fügen Sie das Repository des Ports zu den Paketquellen hinzu:

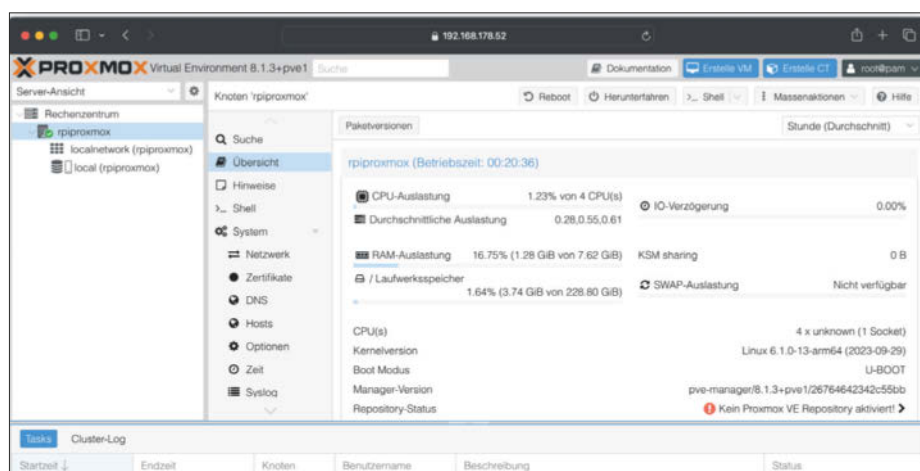
```
echo "deb https://global.mirrors.↵
↵apqa.cn/proxmox/debian/pve ↵
↵bookworm port" > ↵
↵/etc/apt/sources.list.d/pveport.list
```

Lesen Sie die neuen Paketquellen ein und installieren Sie dann Proxmox:

```
apt install ifupdown2 proxmox-ve ↵
↵postfix open-iscsi
```

Weil es sich nicht um ein Produktivsystem handelt, muss Ihr Raspi-Proxmox nicht unbedingt Mails versenden. Wenn sich postfix während der Installation meldet, können Sie „No Configuration“ wählen.

Voilà! Sie rufen die Weboberfläche von Proxmox im Browser unter <https://rpiproxmox:8006> auf. Ersetzen Sie in der



Die Weboberfläche des Proxmox-Ports unterscheidet sich nicht von der x86-Version.

URL `rpiproxmox` gegen die IP-Adresse oder den Hostnamen Ihres Raspi. Ihr Browser warnt Sie davor, dass es sich um ein selbst signiertes Zertifikat handelt und Sie müssen eine Ausnahme hinzufügen.

Melden Sie sich als `root` und mit dem Passwort an, das Sie in der Datei `sysconf.txt` festgelegt haben. In der Anmeldemaske können Sie das Proxmox-Interface auch auf Deutsch umstellen. Bevor Sie erste virtuelle Maschinen erstellen, müssen Sie im Menü „Netzwerk“ noch eine Linux-Bridge wie auf dem Screenshot unten einrichten und den Raspi anschließend mit dem Befehl `reboot now` neu starten. Der Neustart über die Weboberfläche von Proxmox hat in unserem Testlauf nicht funktioniert.

Maschinen-Zoo

Denken Sie daran, dass Sie Installationsmedien für virtuelle Maschinen brauchen, die für die `arm64`-Architektur gemacht sind. Unter `ct.de/yma3` haben wir passende Images für populäre Linux-Distributionen wie Fedora, Debian und Ubuntu verlinkt. Klicken Sie in der Proxmox-Weboberfläche in der linken Seitenleiste den Speicher „local“ an. Im Untermenü „ISO-Images“ laden Sie entweder ISO-Dateien von ihrem lokalen Rechner hoch oder übergeben Proxmox eine Download-URL. Der ISO-Speicher von Proxmox befindet sich im Verzeichnis `/var/lib/vz/template/iso`.

Jetzt haben Sie alle Zutaten beisammen, um Ihre erste VM zu erstellen. Klicken Sie dazu auf die Schaltfläche „Erstelle VM“ und geben ihr im Reiter „Allgemein“ eine ID und einen Namen. In diesem Beispiel installieren wir Ubuntu Desktop 22.04 LTS, das wir `ubuntu-jammy` nennen. Bei „OS“ wählen Sie das heruntergeladene ISO-Image. Als BIOS braucht es OVMF (UEFI) und ein EFI-Laufwerk. Die Voreinstellungen für das virtuelle Laufwerk (32 GByte und SCSI-Bus) für die virtuelle Festplatte übernehmen Sie einfach. Wir haben die Ubuntu-

VM mit vier Kernen und 4096 MByte Speicher ausgestattet. Als Netzwerkgerät dient die Bridge `vmbr0`. Alle Einstellungen für die VM können Sie im Screenshot auf Seite 146 nachlesen.

Beenden Sie den Assistenten, aber starten Sie die VM noch nicht. Wählen Sie die VM aus der Seitenleiste aus und wechseln in das Menü „Optionen“. Bei der Bootreihenfolge muss das Gerät `scsi2`, also das virtuelle Laufwerk mit dem ISO-Image, zuerst an die Reihe kommen. Es lohnt sich, im Menü „Hardware“ auch noch ein serielles Terminal zu ergänzen. Das hilft beispielsweise bei der Fehlersuche, sollte VNC mal klemmen.

Jetzt können Sie Ihre Ubuntu-VM starten, indem Sie in das Menü „Konsole“ wechseln und die Schaltfläche „Start Now“ anklicken. Wenn die VM anläuft, stellt Proxmox automatisch eine VNC-Verbindung her, die das Menü des Bootloaders GRUB anzeigt. Wählen Sie den Eintrag „Test or Install Ubuntu“ und bestätigen die Wahl mit Enter. Sollte die VNC-Ausgabe vorübergehend verschwinden, ist das kein Grund zur Panik. Sobald das startende Ubuntu beim GDM (Gnome Display Manager) ankommt, kehrt sie zurück und können Sie sich mit dem Benutzer „ubuntu“ und dem Passwort „ubuntu“ einloggen. Der Ubuntu-Installer funktioniert so, wie Sie es gewohnt sind.

Sobald die Installation durchgelaufen ist, werfen Sie im Hardwaremenü Ihrer VM das ISO-Image aus, indem Sie das CD/DVD-Laufwerk (`scsi2`) markieren und dann auf „entfernen“ klicken. Löschen müssen Sie das Gerät nicht. Starten Sie die VM danach neu.

Ubuntu Desktop läuft als VM zufriedenstellend, aber nicht gerade flutschtig auf dem Raspberry Pi 4. Für die meisten Anwendungsfälle dürfte die leichtgewichtige Headless-Variante deutlich nützlicher sein. Laden Sie dazu auf der Proxmox-Kommandozeile ein Ubuntu-Cloud-Image herunter:

```
wget -P /var/lib/vz/template/iso \
http://cloud-images.ubuntu.com/ \
jammy/current/jammy-server-cloudimg \
-arm64.img
```

Mit dem folgenden Befehl erstellen Sie daraus eine Ubuntu-Cloudinstanz und impfen der mit `cloud-init` direkt einen Benutzernamen und ein Passwort ein:

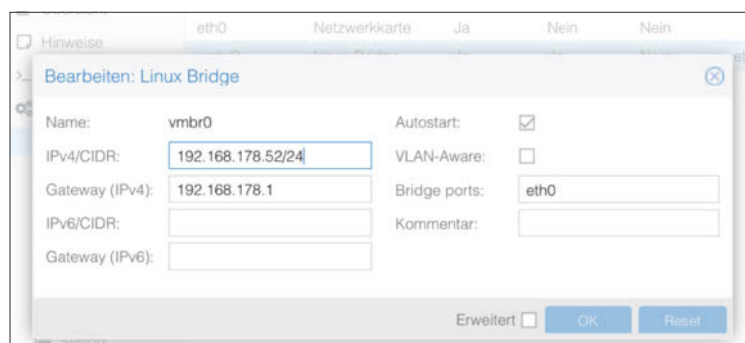
```
qm create 102 \
--name ubuntu-jammy-cloud \
--ostype 126 \
--cpu host \
--cores 4 \
--memory 2048 \
--scsihw virtio-scsi-pci \
--net0 virtio,bridge=vmbr0 \
--bios ovmf \
--efidisk0 local:0,efitype=4m \
,size=64M,format=qcow2 \
--serial0 socket \
--scsi0 local:0,import-from=/var \
/lib/vz/template/iso/jammy-server \
-cloudimg-arm64.img,format=qcow2 \
--scsi1 local:cloudinit \
--ciuser cttest \
--cipassword cttest \
--ipconfig0 ip=dhcp \
--boot order=scsi0
```

Obwohl Ihr Proxmox auf einem Raspberry Pi läuft, ist es nicht ohne Weiteres möglich, damit eine VM mit Raspberry Pi OS zu betreiben, weil das dafür konzipiert ist, auf echter Hardware zu laufen. Es gibt Workarounds, bei denen man das Raspberry-Pi-OS-Image modifiziert und ihm eine Debian-ISO-Datei mit dessen Kernel und dem Bootloader GRUB vorschaltet, aber die haben in unserem Test nicht mit den aktuellen Versionen von Raspberry Pi OS funktioniert.

Der Port von Proxmox 8 ist noch sehr experimentell und erfordert einen großen Vertrauensvorschuss in den Entwickler. Es ist allerdings nicht die einzige Virtualisierungslösung, die Sie auf dem Raspberry Pi nutzen können.

Probe-Hypervisor: ESXi

ESXi (ESXi on Arm Fling) läuft leider nicht unbegrenzt, sondern muss nach dem Ablauf der „Bewertungsphase“ neu installiert werden. Die dauert laut VMware 180 Tage. Außerdem müssen Sie sich bei VMware registrieren, um es herunterzuladen. Wir möchten es trotzdem kurz vorstellen und einige Stolperfallen zeigen, weil es prinzipiell ein robuster ARM-Hypervisor ist.



Um virtuelle Maschinen ans Netz zu bringen, müssen Sie eine Linux-Bridge anlegen.

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

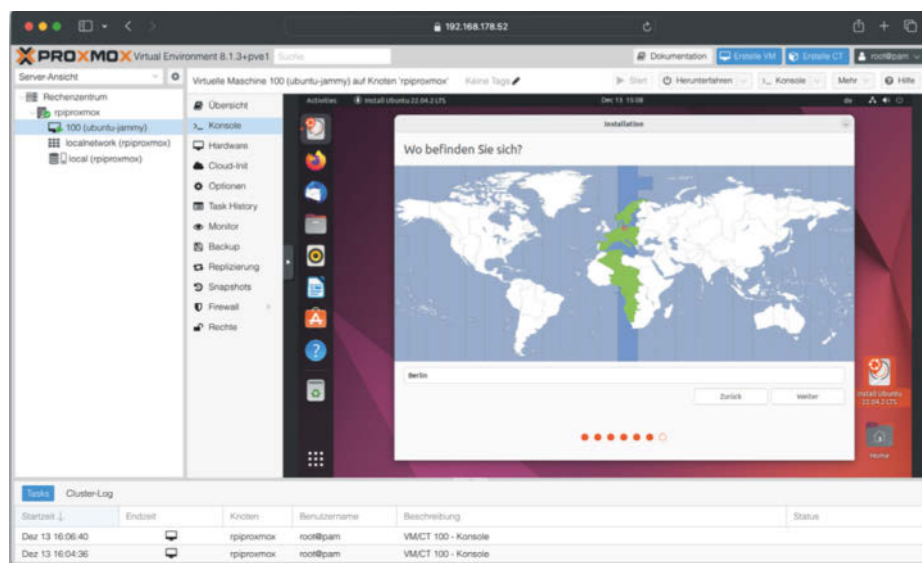


49 (0)541 800 09 120



leserservice@heise.de





Die Proxmox-Weboberfläche integriert VNC, das als Fenster in die virtuellen Maschinen dient.

Sie brauchen dafür eine microSD-Karte für ein angepasstes UEFI und idealerweise einen USB-Stick als Installationsmedium und eine USB-SSD als Installationsziel. Wenn Sie Ihren Raspi 4 vor 2021 gekauft haben, müssen Sie möglicherweise dessen EEPROM aktualisieren, damit er im UEFI-Modus starten kann (siehe ct.de/yma3).

Die Installation von ESXi ist vergleichsweise aufwendig, aber sehr gut dokumentiert. Die umfangreiche Schritt-für-Schritt-Anleitung des Herstellers haben wir unter ct.de/yma3 verlinkt. Nach der Installation administrieren Sie

ESXi über den Browser, der beim ersten Aufruf vor dem eigenen Zertifikat warnt. SSH ist in der Voreinstellung deaktiviert. Sie schalten es über das Menü „Verwalten“ im Reiter „Dienste“ ein, was Sie nach jedem Neustart des Host erneut tun müssen.

Installationsmedien befördern Sie bei ESXi in den sogenannten Datastore, den Sie über den Eintrag „Speicher“ in der Seitenleiste in der Weboberfläche öffnen. Klicken Sie im Datastore auf „Datenspeicherbrowser“, um ISO-Dateien zu übertragen. Virtuelle Maschinen erstellen Sie in ESXi mit einem Assistenten, den Sie

über die Menüpunkte „Virtuelle Maschinen“ und dann „VM erstellen / registrieren“ starten. Vergessen Sie im letzten Schritt nicht, die ISO-Datei aus dem Datastore in das virtuelle CD/DVD-Laufwerk zu legen und ein Häkchen bei „connected“ zu setzen.

Container-Workflows für VMs

Der nächste im Bunde: LXD, das Canonical einen Manager für Systemcontainer und virtuelle Maschinen nennt, fliegt als Hypervisor etwas unter dem Radar. Kürzlich hat es als Kernbestandteil von MicroCloud aber mehr Aufmerksamkeit bekommen. Wir stellen es als Alternative, die an vielen Stellen Docker-Workflows ähnelt, ebenfalls kurz vor. Es dient vornehmlich dazu, den Betrieb von LXC (Linux Container) zu vereinfachen, das mal die technische Grundlage für Docker war. Seit vorigem Jahr kann LXD zusätzlich mittels QEMU virtuelle Maschinen erstellen und verwalten.

LXD gehört in Ubuntu Server 23.10, das Sie einfach mit dem Raspberry Pi Imager auf ein Startmedium schreiben, zu den Bordmitteln. Sie finden den Eintrag unter „Other general purpose OS“. Benutzername, Passwort, Hostnamen und SSH-Schlüssel konfigurieren Sie über die Schnelleinstellungen des Raspi-Imagers, wie in [1] beschrieben.

Loggen Sie sich danach mit SSH (oder via Monitor und Tastatur) ein und bringen das System zunächst auf den neuesten Stand:

```
sudo apt update && sudo apt upgrade
```

Mit dem Befehl `sudo lxd init` nehmen Sie LXD in Betrieb. Ein textgestützter Assistent führt Sie jetzt durch die Initialisierung. Die meisten Voreinstellungen können Sie mit Enter abnicken. Wir haben uns zum Ausprobieren statt ZFS- für einen BTRFS-Storage-Pool entschieden. Wenn der Assistent Sie fragt, ob Ihr LXD-Server über das Netzwerk erreichbar sein soll, sollten Sie das bejahen.

Auf der Kommandozeile interagieren Sie mit dem daemon hauptsächlich indirekt über das Kommandozeilenwerkzeug `lxc`, beispielsweise um VMs zu starten. Deren Dateisysteme lädt `lxc` aus einer Bibliothek von Canonical herunter, die Server-, Desktop- und Cloud-Images verschiedener Distributionen enthält. Eine Ubuntu-VM starten Sie beispielsweise mit folgendem Befehl:

Erstellen: Virtuelle Maschine

Allgemein OS System Disks CPU Speicher Netzwerk Bestätigen

Key ↑	Value
bios	ovmf
cores	4
efidisk0	local:1,efitype=4m,pre-enrolled-keys=1,format=qcow2
memory	4096
name	ubuntu-jammy
net0	virtio,bridge=vbr0,firewall=1
nodename	rpiproxmox
numa	0
ostype	i26
scsi0	local:32,format=qcow2,iothread=on
scsi2	local:iso/jammy-desktop-arm64.iso,media=cdrom
scsihw	virtio-scsi-single
sockets	1
vmid	100

☐ Nach Erstellen starten

Erweitert ☐ Zurück Abschließen

Der Assistent zur Erstellung virtueller Maschinen fasst zum Schluss nochmal die Konfiguration zusammen.


```
lxc launch ubuntu:22.04 ubuntu --vm
```

Mit `sudo lxc exec ubuntu bash` wechseln Sie auf die Shell der virtuellen Maschine. Wenn Sie mit Docker vertraut sind, dann kommt Ihnen dieser Workflow wahrscheinlich von `docker run` und `docker exec -it` bekannt vor.

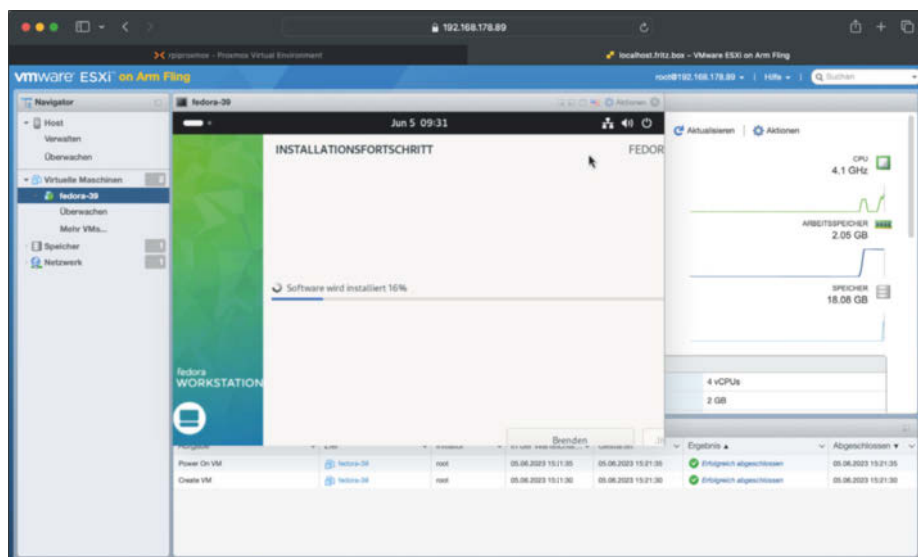
Seit der Version 5.14 enthält LXD auch eine Weboberfläche. Damit bedient es sich ähnlich intuitiv wie Proxmox oder VMware ESXi, aber sie bietet weniger Funktionen:

```
snap set lxd ui.enable=true
sudo systemctl reload snap.lxd.daemon
```

Rufen Sie danach in einem Browser die IP-Adresse des Raspi mit dem Port 8443 auf, also beispielsweise <https://192.168.178.100:8443>. Der Browser warnt Sie vor einem selbst signierten Zertifikat. Folgen Sie den Schritten, um ein neues Zertifikat zu generieren und es in den Browser zu importieren.

Starten Sie danach den Browser neu, rufen die gleiche URL auf und wählen das eben erzeugte Zertifikat aus. Auf dem LXD-Raspi erzeugen Sie außerdem mit `sudo lxc config trust add --name lxd-ui` ein Token und fügen Sie es im Browserfenster ein. Dann erst gibt LXD die Weboberfläche frei.

Wenn Sie ein Image für Ihre VM nutzen wollen, das sich nicht in der Bibliothek



ESXi startet auf dem Raspberry Pi im UEFI-Modus, was die Installation aufwendiger macht. Man bekommt aber einen robusten Hypervisor für ARM-VMs.

findet, können Sie beim Erstellen eine eigene ISO-Datei hochladen. Vorsicht, Fallstrick: LXD aktiviert für alle VMs standardmäßig Secure Boot, das Sie für einige Linux-Distributionen ausknipsen müssen. Das erledigen Sie für die jeweilige Instanz im Menü „Configuration“ unter „Security Policies“ oder auf der Kommandozeile mit `sudo lxc config set ubuntu security.secureboot false`. Ersetzen Sie `ubuntu` durch den Namen Ihrer Instanz.

Canonical hatte LXD im Sommer 2023 aus der Linux-Container-Community ausgegliedert und zu einem offiziellen

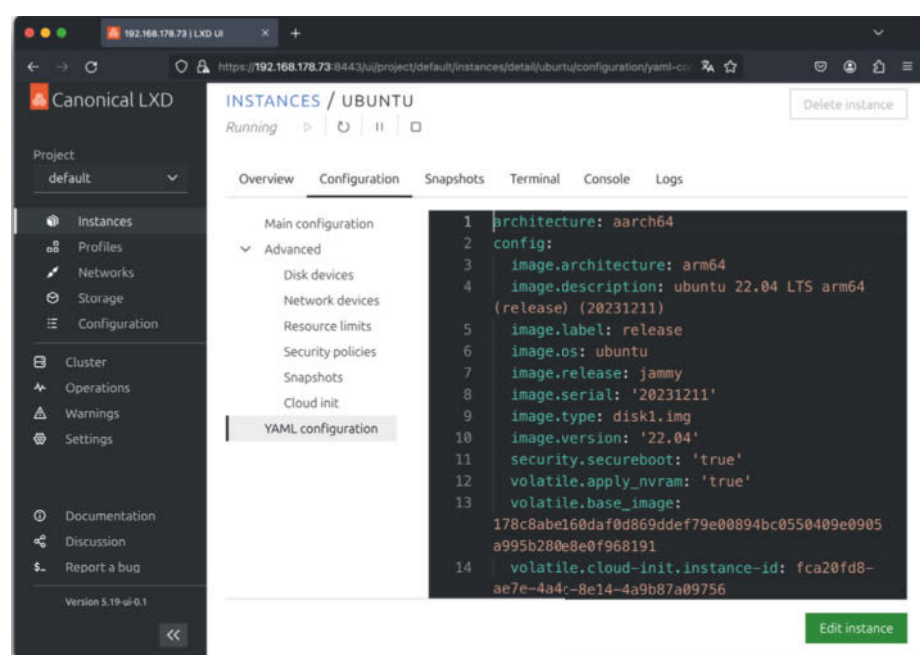
Projekt gemacht. Kurz vor Redaktionschluss hat Canonical das Projekt, das bislang unter der Apache2-Lizenz stand, unter die AGPLv3-Lizenz gestellt. Entwickler, die zu dem Projekt beitragen, müssen außerdem einem CLA (Contributor License Agreement) zustimmen. Für Endnutzer dürfte sich durch den Lizenzwechsel vorerst nichts ändern.

Fazit

Für den Raspberry Pi gibt es mehrere Virtualisierungsumgebungen, die unterschiedliche Anforderungen erfüllen. Der Proxmox-Port bietet einen großen Funktionsumfang, ist aber noch sehr experimentell. Als Spielplatz für die Virtualisierung von Linux-Distributionen taugt er aber allemal, allein schon um die Wartezeit auf ein offizielles Proxmox-Release für die ARM-Architektur zu verkürzen. Dass daran zumindest gearbeitet wird, legen Postings von Entwicklern im Proxmox-Forum nahe (siehe ct.de/yma3). Wer ähnliche Funktionen erwartet, aber dem Port misstraut, ist mit ESXi für den Raspi gut beraten. LXD ist eine spannende Alternative für diejenigen, die mit Container-Workflows vertraut sind, aber für Ihren Anwendungszweck eine VM brauchen. (ndi@ct.de) **ct**

Literatur

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



LXD administrieren Sie optional über eine Weboberfläche. Hier sieht man die Konfiguration einer virtuellen Maschine als YAML.

Dokumentation der Projekte und GitHub-Repository: ct.de/yma3



Bild: KI Midjourney | Collage c't

Umzugshelfer

Dotfiles sicher mit chezmoi und Git synchronisieren

In Dotfiles wie `.bashrc`, `.zshrc`, `.vimrc` und `.gitconfig` stecken wichtige Anpassungen, ohne die viele Nutzer nicht produktiv arbeiten können oder wollen. Wir zeigen, wie Sie die Dateien bequem mit chezmoi und Git von Rechner zu Rechner übertragen, ohne Geheimnisse auszuplaudern.

Von Niklas Dierking

Für einige Nutzer sind sie unsichtbar und erfüllen stumm ihre Funktion. Für andere sind sie unverzichtbarer Teil der Inneneinrichtung, die das eigene Home, äh

Zuhause, erst so richtig heimelig machen. Die Rede ist von den sogenannten Dotfiles. Damit sind nutzer- und anwendungsspezifische Konfigurationsdateien in unixoiden Systemen wie Linux und macOS gemeint, die im Homeverzeichnis liegen.

Die Datei `.bashrc` regelt beispielsweise, wie sich die Bash-Shell zu verhalten hat. Git-Konfigurationen liegen in `.gitconfig`. Fans des Texteditors vim schrauben an ihrer `.vimrc`. Dotfiles werden so genannt, weil den Dateinamen ein Punkt vorausgeht. Dadurch blenden die meisten Dateimanager sie aus, außer man fragt explizit danach. Auch unter Windows spielen Dotfiles eine Rolle, etwa für die SSH-Konfiguration oder die PowerShell.

Viele Entwickler und Poweruser optimieren ihre Dotfiles, beispielsweise sparen sie sich Tipperei, indem sie häufig genutzte

Befehle als Aliase in der `.bashrc` abkürzen. Wie man über die `.bashrc` & Co. das eigene Terminal aufhübscht, lesen Sie in [1]. Dadurch spricht das System irgendwann die eigene Sprache. Nimmt man einen neuen Rechner in Betrieb, ist die erste Amtshandlung deswegen oft, lieb gewonnene Dotfiles zu übertragen, um schnell in den gewohnten Workflow zu finden. Aber warum selber Umzugskartons schleppen? Mit chezmoi und Git stehen nützliche Helferlein bereit, die Ihnen diese Aufgabe abnehmen. Diese Anleitung setzt Grundkenntnisse mit Git voraus und geht davon aus, dass Sie bereits einen öffentlichen SSH-Schlüssel bei GitHub hinterlegt haben.

Umzugshelfer engagieren

Es gibt nur wenige Betriebssysteme, auf denen chezmoi nicht läuft. Im GitHub-Re-

ct kompakt

- Dotfiles sind nutzerspezifische Konfigurationsdateien, die im Homeverzeichnis gespeichert werden und beispielsweise Regeln für die Shell enthalten.
- Das Werkzeug chezmoi hilft zusammen mit Git bei der Verteilung von Dotfiles, damit man auf neuen Systemen schnell in den gewohnten Workflow findet.
- Um Geheimnisse wie Passwörter und API-Token sicher zu übertragen, zapft chezmoi auf dem Zielsystem Passwortmanager wie Bitwarden an.

pository des Projekts finden sich Releases von Alpine Linux über Windows bis zum nischigen OpenSolaris-Abkömmling OpenIndiana. Die Anleitung in diesem Artikel haben wir unter macOS 14.1.2 und Ubuntu 22.04 LTS getestet.

In macOS installieren Sie chezmoi einfach mit dem Paketmanager Homebrew:

```
brew install chezmoi
```

Für Ubuntu gibt es ein Snap-Paket:

```
sudo snap install chezmoi --classic
```

Für andere Systeme, oder als alternative Installationsmethode, laden Sie die passende Binärdatei aus dem GitHub-Repository des Projekts herunter (siehe ct.de/yfdd) oder besorgen chezmoi über ein Installationsskript:

```
sh -c "$(curl -fsLS get.chezmoi.io)"
```

Nehmen Sie chezmoi dann mit `chezmoi init` in Betrieb. Es erzeugt jetzt ein lokales Git-Verzeichnis in `~/.local/share/chezmoi`, das chezmoi ab jetzt als Arbeitsverzeichnis dient und den Soll-Zustand Ihrer Dotfiles abbildet. Ihre lokalen Dotfiles im Homeverzeichnis bleiben zunächst unangetastet. Erstellen Sie jetzt noch ein entferntes Repository namens `dotfiles` bei GitHub, oder wenn Ihnen das lieber ist, bei GitLab oder BitBucket.

Kartons packen

Bevor Sie Dotfiles an chezmoi übergeben, müssen wir darauf hinweisen, dass Ge-

heimnisse wie Passwörter und API-Schlüssel nicht in Git-Repositories gehören, es sei denn, sie sind verschlüsselt oder anderweitig geschützt. Das gilt auch für private Repositories. Falls Sie Daten synchronisieren wollen, die nur für Ihre Augen bestimmt sind, können sie mit chezmoi einen Passwortmanager wie Bitwarden anzapfen, dazu später mehr.

Wenn Sie geprüft haben, dass sie keine sensiblen Daten enthält, fügen Sie mit folgendem Befehl die erste Konfigurationsdatei, beispielsweise `.bashrc`, zum Repository hinzu:

```
chezmoi add ~/.bashrc
```

Der Befehl `chezmoi cd` dient als Abkürzung in das Arbeitsverzeichnis und öffnet außerdem eine Subshell. Darin finden Sie mit `ls` eine Kopie von `.bashrc` namens `dot_bashrc`. Die können Sie jetzt in das entfernte Git-Repository pushen. Auf dem Weg dorthin nehmen Sie sie zunächst ins lokale Repository auf:

```
git add .
git commit -m "Umzugstag"
```

Nun verknüpfen Sie das lokale Repository mit dem entfernten und schieben den aktuellen Stand dorthin. Ersetzen Sie in den folgenden Befehlen den Platzhalter `username` durch Ihren eigenen GitHub-Username:

```
git remote add origin \
https://github.com/\
username/dotfiles.git
```

```
git branch -M main
git push -u origin main
```

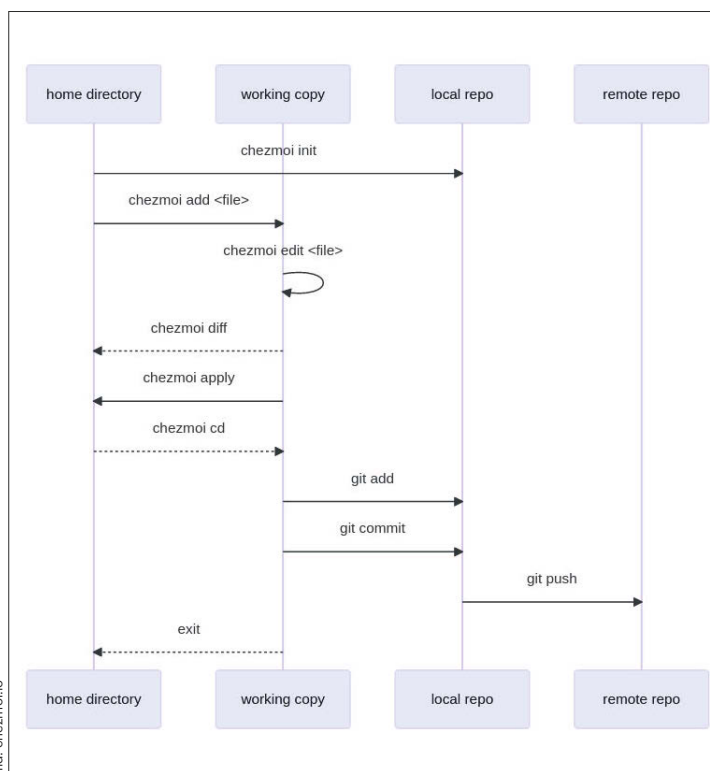
Sie haben erfolgreich die erste Konfigurationsdatei hochgeladen. Verlassen Sie jetzt mit `exit` die chezmoi-Subshell.

Umziehen und Kontakt halten

Um die Dotfiles auf ein neues System übertragen zu können, müssen Sie chezmoi dort erst wie gehabt installieren. Nun können Sie chezmoi direkt aus dem entfernten Repository initialisieren:

```
chezmoi init \
https://github.com/\
username/dotfiles.git --ssh
```

Ihre Dotfiles liegen erst mal nur im Arbeitsverzeichnis. Mit `chezmoi diff` prüfen Sie, welche Änderungen chezmoi an den Dotfiles im Homeverzeichnis vornimmt, sollten Sie den Stand aus dem Arbeitsverzeichnis übernehmen. Beispielsweise könnte chezmoi anzeigen, dass eine neue Zeile dazukommt, die einen Alias definiert. Mit dem Befehl `chezmoi apply` bestätigen Sie die Änderungen. Der Alias gilt jetzt auch auf dem neu eingerichteten System.



Das Diagramm aus der chezmoi-Dokumentation veranschaulicht den Weg der Dotfiles vom Homeverzeichnis bis in das entfernte Git-Repository.

Wenn Sie auf dem neuen Rechner weiter an Ihrer `.bashrc` feilen und die Optimierungen mit anderen Systemen teilen wollen, bearbeiten Sie stets die Arbeitskopie im Verzeichnis `~/local/share/chezmoi/dot_bashrc` und nicht die Originaldatei `~/bashrc`. Auch dafür kennt `chezmoi` eine Abkürzung:

```
chezmoi edit ~/.bashrc
```

Sobald Sie fertig sind, können Sie sich erneut die Änderungen mit `chezmoi diff` anzeigen lassen. Sie bestätigen sie mit `chezmoi apply`. Wechseln Sie mit `chezmoi cd` ins Arbeitsverzeichnis, um die Änderungen in das entfernte Repository zu pushen:

```
git commit -m "neues Alias"
git push -u origin main
```

Auf Systemen, auf denen Sie `chezmoi` bereits mit dem entfernten Repository bekannt gemacht haben, können Sie jetzt `chezmoi update` ausführen, um die neueste Version Ihrer Dotfiles herunterzuladen und die Änderungen automatisch anzuwenden. Wenn Sie sich die Änderungen ansehen wollen, ohne sie zu übernehmen, führen Sie stattdessen folgenden Befehl aus:

```
chezmoi git pull -- --autostash ↵
↳ --rebase && chezmoi diff
```

Der Kernworkflow von `chezmoi`, bestehend aus `chezmoi init`, `chezmoi diff`,

`chezmoi apply` und `chezmoi update` und `git push`, geht schnell in Fleisch und Blut über.

Schatztruhe statt Karton

Um Geheimnisse wie Zugangsdaten sicher zu übertragen, obwohl Sie im Git-Repository landen, bringt `chezmoi` umfangreiche Template-Funktionen mit und arbeitet im Verbund mit Passwortmanagern, in deren Tresor Geheimnisse verschlüsselt gespeichert sind. In diesem Beispiel nutzen wir dafür den Passwortmanager Bitwarden. Für den gibt es das Kommandozeilenwerkzeug `bw` (auch Bitwarden CLI oder Password Manager CLI genannt), das Sie auf jedem System brauchen, auf dem Geheimnisse entschlüsselt werden sollen.

Unter macOS installieren Sie es mit Homebrew:

```
brew install bitwarden-cli
```

Für Ubuntu gibt es ein Snap-Paket:

```
sudo snap install bw
```

Hosten Sie Bitwarden in Eigenregie, müssen Sie `bw` zunächst die korrekte Server-URL mitteilen. Das funktioniert in unserem Test auch mit der Community-Alternative Vaultwarden:

```
bw config server ↵
↳ https://your.bw.domain.com
```

Wenn Sie keinen eigenen Bitwarden-Server betreiben, überspringen Sie diesen

Schritt. Loggen Sie jetzt bei Bitwarden ein und entsperren Ihren Passworttresor:

```
bw login
```

Sie müssen dazu die E-Mail-Adresse Ihres Bitwarden-Accounts sowie Ihr Masterpasswort eingeben und sich, falls Sie das konfiguriert haben, mit einem zweiten Faktor authentifizieren. Bei Erfolg zeigt `bw` eine temporäre Session-ID an, die Sie als Umgebungsvariable exportieren müssen:

```
export BW_SESSION="5PBYGRHcCjoeJKx/wBj
↳ yU34vokGRZjXpSH7Y1o8w=="
```

Nun müssen Sie die ID des Bitwarden-Items herausfinden, dessen Inhalt Sie mit `chezmoi` übertragen möchten. Zu Testzwecken haben wir in Bitwarden einen Eintrag namens `auth.example.com` angelegt, der den Nutzernamen `ctest@example.com`, das Passwort `ctest` und ein Token in einem benutzerdefinierten Feld enthält. In der Praxis könnten das die Zugangsdaten zu einem Cloudanbieter sein. Der folgende Befehl zeigt Ihnen alle Informationen des Eintrags an:

```
bw list items --search ↵
↳ auth.example.com
```

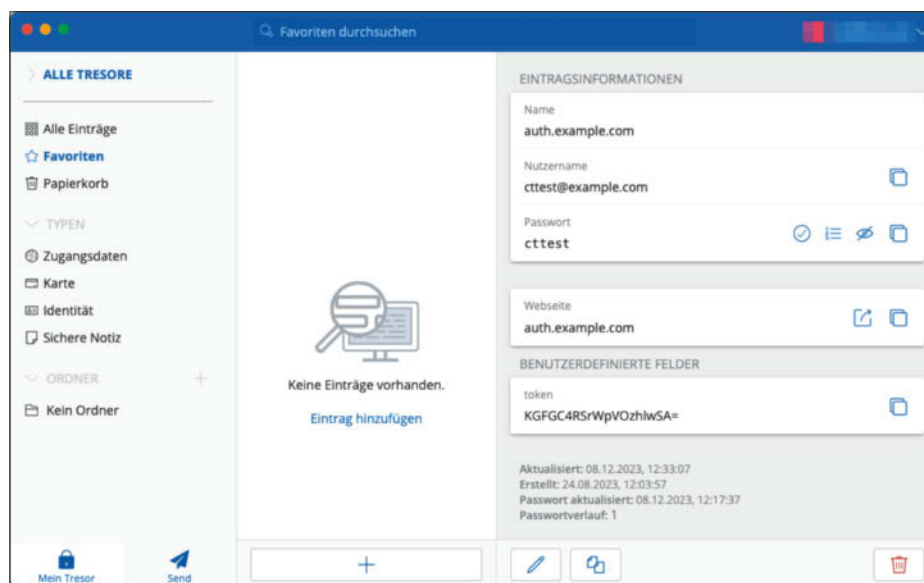
Meckert `bw`, dass der Eintrag nicht existiert, hilft es, den Passworttresor mit `bw sync` auf den neuesten Stand zu bringen. Kopieren Sie dann die Zeichenkette aus der Ausgabe, die auf `id` folgt. Sie brauchen sie im nächsten Schritt. Als Beispiel-Dotfile dient eine neue Datei, die wir `credentials` genannt haben. Sie hat folgenden Inhalt:

```
username = {{ (bitwarden "item" ↵
↳ "868da474-64a6-4a12-b1f4-
↳ b7a4bfb8798").login.username }}

password = {{ (bitwarden "item" ↵
↳ "868da474-64a6-4a12-b1f4-
↳ b7a4bfb8798").login.password }}

token = {{ (bitwardenFields "item" ↵
↳ "868da474-64a6-4a12-b1f4-
↳ b7a4bfb8798").token.value }}
```

Mit Templates passen Sie den Inhalt von Dotfiles abhängig von deren Umgebung an. Die Platzhalter in den Einträgen `username`, `password` und `token` füllt `chezmoi` mit der Ausgabe von `bw`. Sie müssen lediglich die ID, die auf `item` folgt, durch die ID



chezmoi arbeitet mit Passwortmanagern wie Bitwarden, um in Dotfiles Platzhalter durch sensible Daten zu ersetzen.

Ihres zu entschlüsselnden Eintrags ersetzen. Damit chezmoi Dateien im Arbeitsverzeichnis als Templates interpretiert, müssen Sie die Datei beim Hinzufügen als Template markieren:

```
chezmoi add --template ~/.credentials
```

Die Datei bekommt dadurch eine neue Dateiendung und heißt im Arbeitsverzeichnis jetzt `dot_credentials.tmpl`. Wechseln Sie mit `chezmoi cd` in das Arbeitsverzeichnis und prüfen dann, ob chezmoi in der Lage ist, das Template zu interpretieren und die Zugangsdaten aus Ihrem Bitwarden-Tresor zu fischen:

```
chezmoi execute-template < ␣  
dot_credentials.tmpl
```

Klappt das nicht, ist Ihre Bitwarden-Session vermutlich in der Zwischenzeit abgelaufen. In dem Fall müssen Sie den Tresor mit `bw unlock` erneut entsperren und die neue Session-ID exportieren. Wenn

alles geklappt hat, sollte die Ausgabe im Terminal folgendermaßen aussehen:

```
username = cttest@example.com  
password = cttest  
token = KGFGC4RSrWpV0zh1wSA=
```

Sie können das Template mit den Geheimnissen jetzt mit gutem Gewissen in das Git-Repository pushen und mit den üblichen chezmoi-Befehlen verwalten. Denken Sie auf dem Zielsystem daran, Ihren Tresor zu entsperren und die Session-ID zu exportieren, bevor Sie `chezmoi update` ausführen, damit chezmoi das Template mit den korrekten Werten ausfüllt. Öffentlich sichtbar ist nur die ID des Eintrags in Ihrem Bitwarden-Tresor, mit der Angreifer nichts anfangen können. Behalten Sie aber im Hinterkopf, dass die Geheimnisse nicht sicherer oder weniger sicher sind als Ihr Passwortmanager. Neben Bitwarden kann chezmoi auch mit Geheimnissen aus vielen weiteren Passwortmanagern arbeiten und sogar Enterprise-Software wie den

Geheimnisspeicher Vault von HashiCorp anzapfen.

Fazit

Sie sind jetzt mit dem Kernworkflow von chezmoi vertraut und können auch sensible Daten sicher übertragen. Damit fühlen Sie sich auf neuen Systemen viel schneller heimisch. In diesem Artikel konnten wir nur einen Bruchteil der Funktionen von chezmoi beleuchten. Wer tiefer einsteigen möchte, beispielsweise um abhängig vom Betriebssystem unterschiedliche Aktionen und Startup-Skripte auszuführen, oder Geheimnisse lieber mit GPG verschlüsselt, statt einen Passwortmanager zu nutzen, sollte einen Blick in die umfangreiche Dokumentation werfen. (ndi@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Sylvester Tremmel, *The Bourne Again Prompt*, Wie Sie Ihren Bash-Prompt individualisieren, c't 15/2023, S.152

Dokumentation chezmoi: ct.de/yfdd

building IoT

Die Konferenz zu IoT und IIoT

21. UND 22. FEBRUAR 2024 • MÜNCHEN

Software entwickeln für das (I)IoT

Aus dem Programm:

- Unified Namespace in der Praxis
- Wie vertraut man IIoT?
- Ultraniedriger Stromverbrauch von Embedded-Geräten
- KI auf MCUs – Wie geht das richtig?
- Cyber Resilience in Aktion

Jetzt
Frühbuche-
ticket
sichern!

www.buildingiot.de

Workshops zu Unified Namespace für das IIoT und zu IoT-Cybersecurity am 20. Februar

Veranstalter



Gold-Sponsoren



Brillanter Heimkino-Abspieler

Mit Raspberry Pi 5 und Kodi 4K-Filme mit HDR wiedergeben

Der brandneue Raspi 5 versteht sich auf die Wiedergabe von hochauflösten Kinofilmen mit erweitertem Farbraum und gesteigertem Kontrastverhältnis. Wir zeigen, wie das geht und wo es noch hakt.

Von Dennis Schirmmacher

Die Einplatinencomputer der Raspberry-Pi-Reihe sind seit Anbeginn mit dem Mediacenter Kodi kompatibel. Das ermöglicht ihnen, hochauflösende Filme abzuspielen und Surroundton an Audio/Video-Receiver weiterzuleiten. Dementsprechend haben sie sich ihren Platz in Heimkinos redlich verdient.

Seit dem Raspi 4 klappt das auch mit Filmen in 4K-Auflösung mit 3840×2160 Bildpunkten und erhöhtem Kontrastumfang (High Dynamic Range, HDR). Letzteres wurde aber nie offiziell unterstützt.

Der Raspi 5 ist ab Werk HDR-kompatibel und soll so Kinofilme ebenfalls bunter und kontraststärker wiedergeben. Ein echter HDR-Vorzeigetitel ist etwa der Marvel-Film „Black Panther“. Wer den Blockbuster einmal mit knalligen Farben und knackigen Kontrasten auf einem OLED-Fernseher gesehen hat, kommt aus dem Staunen nicht mehr heraus. Wie beim Raspi 4 ist aufgrund der Limitationen der beiden HDMI-2.0-Ausgänge bei 4K mit 60 Bildern pro Sekunde (4K60) zwar das Ende der Fahnenstange erreicht, da Kinofilme und Serien aber üblicherweise mit 24 (beziehungsweise = 23,976) Bildern pro Sekunde produziert werden, reicht das völlig aus.

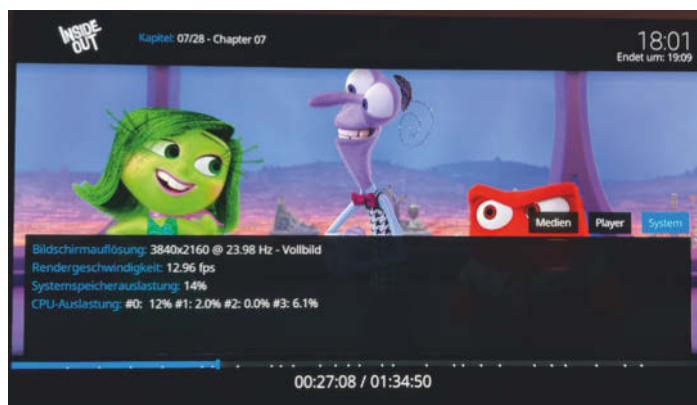
Damit die Wiedergabe mit einem Raspi 5 mit bestmöglicher Bild- und Tonqualität klappt, müssen Sie das Minimal-Linux-System mit Kodi Librelec auf einer SD-Karte installieren und davon booten. Im Anschluss laufen 4K-Filme direkt; mit den richtigen Einstellungen optimieren Sie das Erlebnis.

In unserem Aufbau nutzen wir einen Raspi 5 mit 4 GByte RAM im offiziellen

Gehäuse inklusive Lüfter. Zum Glück ist der Lüfter temperaturgesteuert und bleibt beim Film schauen aufgrund der vergleichsweise geringen Rechenlast flüsterleise. Selbst ein passiv gekühlter Betrieb sollte möglich sein, auch wenn uns noch kein kompatibles Gehäuse für einen Test zur Verfügung stand. Dafür spricht, dass wir im Betrieb ohne Lüfter mit einem nackten Raspi 5 maximal 76 Grad Celsius gemessen haben und Filme dabei noch ohne Aussetzer liefen.

Erste Schritte

Doch die Librelec-Unterstützung auf dem Raspi 5 ist sehr jung und die kompatible Kodi-21-Version befindet sich noch im Alphastadium. Für den Test mussten wir eine Nightly-Version installieren (Download siehe ct.de/y15t). Die Ausgabe lief bei uns aber schon ziemlich rund, dennoch kam es hin und wieder zu Abstürzen. Diese beschränkten sich aber glücklicherweise auf das Einstellungsmenü und traten nicht während der Filmwiedergabe auf. Die Installation klappt mit dem kostenlosen Tool LibreELEC USB-SD Creator oder unter



Der Raspi 5 decodiert mit dem HEVC-Codec komprimierte Filme in Hardware, weshalb selbst 4K-Videos den Prozessor kaum fordern (links). In H.264-kodierte Filme werden neuerdings rein in Software decodiert (rechts), was mehr Rechenkraft verlangt. Trotzdem laufen auch diese Filme durchweg ohne Aussetzer.

Windows alternativ mit Win32DiskImager. Unter Linux funktioniert das mit dem dd-Befehl.

Für eine bequeme Einrichtung sollten Sie eine Tastatur an den Raspi anschließen. Stecken Sie die SD-Karte in den Slot und schließen sie den Einplatinencomputer an einem HDMI-Anschluss eines 4K-Fernsehers oder -Beamers an. Schalten Sie den Raspi ein und folgen Sie den selbsterklärenden Anweisungen auf dem Bildschirm, um den Kleinstcomputer etwa ins Netzwerk einzubinden und die Einrichtung abzuschließen. Nach dem Setup bedienen Sie Kodi dank HDMI-CEC-Unterstützung bequem mit der Fernbedienung Ihres TV-Gerätes.

Wiedergabe optimieren

Läuft Kodi, können Sie bei Bedarf unter Einstellungen/Interface/Language die Sprache des Systems anpassen. Damit Videoinhalte mit ihrer Original-Bildwiederholrate wiedergegeben werden, müssen Sie unter Einstellungen/Player die Option „Bildwiederholrate anpassen“ aktivieren und auf „immer“ einstellen. Erst dann laufen Filme originalgetreu mit 23,976 Bildern pro Sekunde. Für HDR müssen Sie keine weiteren Einstellungen vornehmen.

Damit Surroundformate wie DTS-HD Master Audio und Co. beim AV-Receiver ankommen, müssen Sie in den Einstellungen/System/Audio zuerst ganz unten beim Zahnrad zur Ansicht „Experte“ umschalten. Erst dann tauchen die Audiocodes zur Auswahl unter „Audio“ auf. Aktivieren Sie dort die Option „Pass-through“ und wählen Sie die gewünschten Surroundformate an, damit Kodi diese an Ihren AV-Receiver weiterleitet. Im Test funktionierte das mit Dolby Digital Plus, DTS, Dolby True HD und DTS-HD Master Audio und sogar Dolby Atmos problemlos.

In unserem Aufbau liegen die ultrahochauflösenden Filme auf einem NAS. Die 4K-Wiedergabe ist prinzipiell über WLAN möglich, bei uns kam es aber beim Abspielen trotz theoretisch mehr als ausreichender Bandbreite immer wieder zu Aussetzern. Kabelgebunden lief alles perfekt.

Play!

Wie der Raspi 4 dekodiert der Raspi 5 4K-Videos im HEVC-Format hardwareseitig. Dementsprechend erzeugte im Test sogar ein Film mit einer Datenrate von 90 Mbit/s keine hohe Prozessorlast. Für mit H.264 kodierte Filme haben die Entwickler die

Hardwaredecodierung der Vorgängermodelle gestrichen, sodass der Raspi 5 deren Wiedergabe softwareseitig stemmen muss. Doch auch das ist kein Problem und Full-HD-Filme laufen mit einer überschaubaren CPU-Auslastung (siehe Bild). Bei 4K-Inhalten kommt H.264 üblicherweise kaum zum Einsatz. Selbst bei der Software-Decodierung dreht der temperaturgesteuerte Lüfter immer noch vergleichsweise langsam und man hört lediglich in unmittelbarer Nähe ein leises Säuseln. Steht der Raspi auf einem Lowboard und man sitzt davon etwas entfernt auf einem Sofa, stört das keinesfalls.

Beim Start eines Films mit HDR10-Metadaten hat unser OLED-Fernseher von LG (C9) das HDR-Flag direkt erkannt und in den passenden Bildmodus umgeschaltet. Unseren Beobachtungen und Vergleichen zufolge gibt Kodi Farben und Kontraste korrekt und unverfälscht wieder. Die Wiedergabe von HDR-Filmen im proprietären Format „Dolby Vision“ ist aus lizenzrechtlichen Gründen nicht möglich.

Wer etwa das Amazon-Prime-Video oder Netflix-Plug-in nutzt, kann leider beim Raspi 5 wie schon beim Raspi 4 aufgrund von Einschränkungen durch den Widevine-Kopierschutz Filme maximal in Full HD streamen. HDR-Inhalte werden nur in SDR wiedergegeben.

Fazit

Auch wenn sich die Librelec-Version für den Raspi 5 noch in einem sehr frühen Stadium befindet und es im Test zu einigen wenigen Abstürzen kam, liefen 4K-Filme schon überraschend gut. Die Wiedergabe selbst war in unseren Tests stets stabil und fehlerfrei und HDR-Filme erstrahlten unverfälscht und somit ungemein brillant. In der Summe eignet sich der Raspi 5 schon jetzt als vollwertiger Heimkino-Player und ist dabei mit seiner geringen Leistungsaufnahme von rund 5 Watt auch noch sehr genügsam.

Wer einen Raspi 4 besitzt, muss nicht zwingend umsteigen: Beim Abspielen von 4K-Filmen mit HDR gibt es im direkten Vergleich keine Vorteile. Trotz geringerer Rechenkraft gelingt die Bedienung im Menü unserem Empfinden nach fast genauso flüssig wie auf dem Raspi 5. Außerdem dekodiert der Raspi 4 sogar H.264-Videos mit maximal 1080p in Hardware.

(des@ct.de) 

LibreElec-Download: ct.de/y15t

Do KI Yourself!

Modelle anwenden und selbermachen




Heft + PDF mit 29 % Rabatt

Was muss man technisch über KI wissen? Damit beschäftigt sich dieses ix-Special und hat für jeden Wissensstand etwas im Gepäck. Erfahrene Entwickler finden Tipps zu fertigen KI-Modellen und Quellen von Trainingsdaten; Anfänger und Interessierte holt das Heft bei der Architektur von Sprachmodellen und der Funktionsweise von KI-Bildgeneratoren ab. Für alle dazwischen bietet das Special Informationen, um aktuell wirklich mitreden zu können:

- ▶ Was große KI-Modelle können: So funktionieren GPT-4, Bard, Stable Diffusion und Co.
- ▶ Mit PyTorch und scikit-learn in die KI-Entwicklung starten
- ▶ Mit LangChain KI-Agenten bauen und eigene Daten nutzen
- ▶ Neuronale Suche: Finden, was wirklich gemeint ist
- ▶ Aktuelle GPUs im Leistungsvergleich
- ▶ KI und Recht: Urheberrecht, DSGVO, Data Act und AI Act
- ▶ Auch als Angebots-Paket Heft + PDF + Buch „Natural Language Processing mit Transformern“ erhältlich!

Heft für 14,90 € • PDF für 14,90 €
Bundle Heft + PDF 20,90 €

 shop.heise.de/ix-ki

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

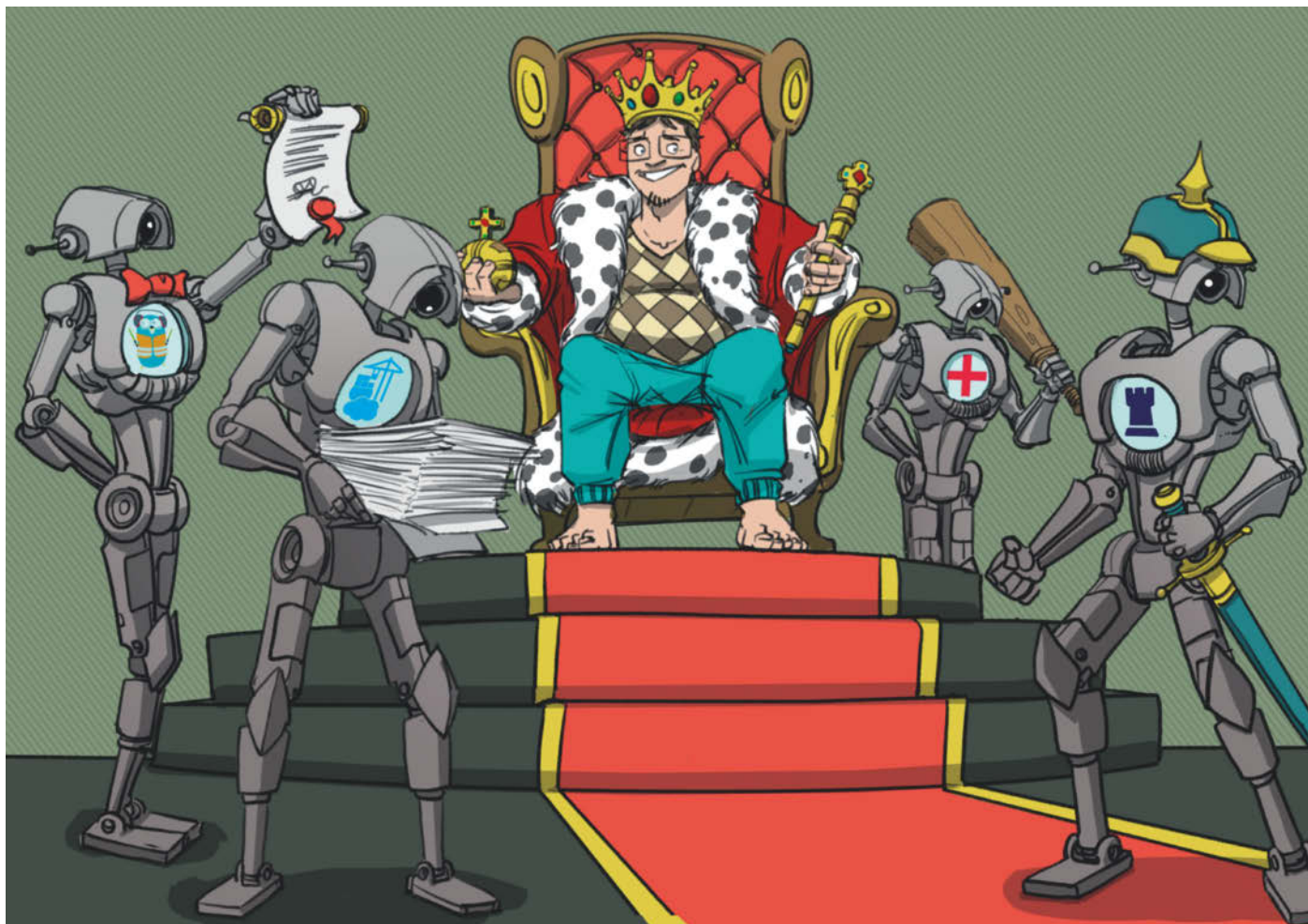


Bild: Thorsten Hübner

Ordnung im Königreich

Die Grundausstattung für öffentliche Server – automatisiert mit Ansible

Mit einem eigenen Server gewinnen Sie die Datenhoheit zurück. Bevor Sie praktische Dienste installieren können, brauchen Sie aber Zertifikate, einen Reverse-Proxy, automatische Updates und ein Admin-Interface. Mit unserem Server-Baukasten „Telerec’t“ setzen Sie das alles weitgehend automatisch mithilfe von Ansible auf.

Von Klaus Greff und Pina Merkert

Einen Befehl auf der Kommandozeile ausführen, zurücklehnen und zu schauen, wie die eigenen Wünsche umgesetzt werden. Wer seinen Server mit Ansible administriert, kann sich wie ein König fühlen. Wie Sie die ersten Schlachten für die Eroberung Ihres Admin-Reichs schlagen, haben wir in [1] erklärt. Nun gilt es den Server gegen Angriffe abzusichern und einige Helfer für die Verwaltung einzusetzen. Als Monarch

lassen Sie nämlich arbeiten und legen nur fest, was Ihre Untertanen zu tun haben.

Den Weg zur Macht beschreiten Sie auf Ihrem Server mit „Teile und Herrsche“. Die Technik dazu heißt „Container“ [2].

Ein Container ist eine auf das Wesentliche zugeschnittene Linux-Umgebung, die nur einen Dienst ausführt, den aber mit größter Verlässlichkeit. Docker kümmert sich um diese Mini-Linuxe und vernetzt sie virtuell zu einem

ct Hardcore

ct kompakt

- Ansible richtet vollautomatisch Server ein. Nach der Installation in [1] ergänzen wir in diesem Artikel die Dienste, die jeder im Netz erreichbare Server braucht.
- Heim- und Root- und virtuelle private Server sollten mit signierten Zertifikaten verschlüsselt kommunizieren können, stets aktuell bleiben und leicht administrierbar sein.
- Unser Baukastensystem Telere'ct besteht mindestens aus Docker-Containern für Traefik, Watchtower, Autoheal und Portainer.

föderalen Staat. Das ist deutlich effizienter als Virtualisierung, weil alle Container den Kernel des Host mitbenutzen. Der größte Vorteil liegt aber darin, dass Ihr Reich auf den Schultern von Giganten steht: Andere Herrscher teilen bereits optimierte Container-Images über Container-Registries wie den Docker Hub und Sie profitieren von deren Updates.

Regierungsbildung

Damit Ihre Container keinen Staub ansetzen, sollte Ihr Ansible-Reich „Watchtower“ benutzen, das selbst im Container läuft. Es hält Ausschau nach veralteten Docker-Images und ersetzt sie automatisch durch neuere. Dazu gesellt sich „Autoheal“, das regelmäßig prüft, ob alle Container ihre Arbeit verrichten. Wenn nicht, hilft Autoheal ihnen wieder auf die Beine.

Als Außenminister empfehlen wir den Reverse-Proxy „Traefik“ (im Folgenden Traefik geschrieben), der verlässlich alle Anfragen befreundeter Rechner annimmt und an die Container weiterleitet, die dafür zuständig sind. Traefik regelt auch die Transportverschlüsselung der Kommunikation, indem es SSL-Zertifikate von Let's Encrypt beschafft und automatisch vor Ablauf verlängert.

Vielleicht befürchten Sie, dass es unübersichtlich werden könnte, die vielen Container gleichzeitig im Auge zu behalten. Zum Glück schafft „Portainer“ mit seinem Dashboard Abhilfe. Die Webanwendung listet all Ihre Container auf, erleichtert deren Konfiguration und hilft mit Logs bei der Fehlersuche. Also keine Sorge, dass Sie zu diesem Zweck Ihr Reich

zu Fuß bereisen oder mit Konsolenbefehlen hantieren müssten.

Das Repository als Verfassung

Ansible steht Ihnen stets als Protokollchef zur Seite, der den Kleinkram für Sie verwaltet. Wir gehen im Folgenden davon aus, dass Sie Ansible installiert und ein Repository für Ihr Setup angelegt haben. Falls Sie das schnell nachholen wollen, finden Sie alle Infos in [1]. Ein Ansible-Setup besteht immer aus drei Bereichen: Variablen, Roles und Playbooks.

Mit den Variablen legen Sie all die Werte fest, die für Ihr Setup individuell sind. Das sind Benutzernamen, Passwörter, Pfade und Abweichungen von der Standardkonfiguration. Falls eine Variable nur einen bestimmten Server betrifft, legen Sie diese im Ordner `host_vars/` in einer YAML-Datei fest, deren Name dem Hostnamen oder der IP-Adresse des Servers entspricht. In unserem in [1] beschriebenen Basis-Setup haben wir so unter

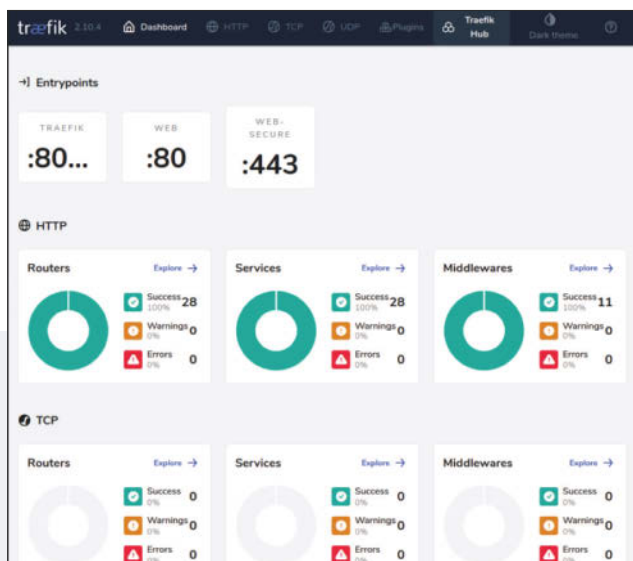
anderem den Namen des Standardbenutzers und die Zeitzone des Servers in `host_vars/192.168.7.140.yml` festgelegt.

Gelten Einstellungen für mehrere Server, sind sie in `group_vars/all.yml` besser aufgehoben. Dort haben wir Abschnitte für jeden unserer Serverdienste erstellt und dort beispielsweise alle Benutzernamen und Passwörter festgelegt. Da unser Basis-Repository privat ist, können wir damit Passwörter über mehrere Rechner, von denen wir den Server administrieren, synchron halten, beispielsweise der Desktop-PC im Büro und das private Notebook. Falls Ihnen das zu unsicher ist, müssen Sie die Passwortverwaltung in eigene Dienste auslagern. Damit dieser Artikel nicht zu lang wird, haben wir uns gegen diesen Weg entschieden und riskiert, dass GitHub unsere Passwörter kennt.

In unserem Vorlagen-Repository `github.com/ct-Open-Source/telerec-t-base` enthält die Datei schon Blöcke mit den Variablen der vier Container, die Sie

```
all.yml
1  all_service_defaults:
2    owner: "{{ admin.name }}"
3
4  traefik:
5    name: traefik
6    directory: "{{ docker_dir }}/traefik"
7    domain: "traefik.{{ domain }}"
8    http_basic_users: "pina:{{ password }}"
9
10 portainer:
11   name: portainer
12   admin_user: "admin"
13   directory: "{{ docker_dir }}/portainer"
14   admin_password: "{{ password }}"
15
16 watchtower:
17   name: watchtower
18   directory: "{{ docker_dir }}/watchtower"
19   http_token: "{{ token }}"
20   telegram_bot_token: ""
21
22 autoheal:
23   name: autoheal
24   directory: "{{ docker_dir }}/autoheal"
25   telegram_bot:
26     enabled: false
27     token: ""
28     channel_id: ""
```

In `group_vars/all.yml` erstellen Sie einen Block für jeden Dienst, der auch Geheimnisse wie Passwörter enthalten darf. Die `compose_hull` lädt diese Variablen und verbindet Sie mit Standardwerten der Role. Für das Basis-Setup tragen Sie in diese Datei Ihre neu erzeugten Passwörter ein.



Um neue Dienste zu integrieren, müssen Sie die Konfigurationsdateien von Traefik nicht verändern. Stattdessen reagiert der Reverse Proxy auf bestimmte Labels, die direkt beim Container stehen. Das macht die Konfiguration angenehm modular. Mit einem Webinterface samt Dashboard informiert Traefik über die verwalteten Dienste und die jeweils genutzten Middlewares.

```

time="2023-12-05T16:43:32.001000" level=info msg="Found new willrunner/autoscaler/latest image (9bedc8d2676)"
time="2023-12-05T16:43:32.001000" level=info msg="Found new wordpress:fpm-alpine image (c4bf55b0c2)"
time="2023-12-05T16:43:47.001000" level=info msg="Stopping /autoscaler (0451918dc8b) with SIGTERM"
time="2023-12-05T16:43:58.001000" level=info msg="Stopping /autoscaler (4cf5f08b2b7d) with SIGTERM"
time="2023-12-05T16:43:58.001000" level=info msg="Creating /autoscaler"
time="2023-12-05T16:44:08.001000" level=info msg="Removing image d381a802ae7"
time="2023-12-05T16:44:08.001000" level=info msg="Removing image d3859e0f82"
time="2023-12-05T16:44:08.001000" level=info msg="Removing image c1e02475364"
time="2023-12-05T16:44:08.001000" level=info msg="Session done"
time="2023-12-05T16:44:08.001000" level=info msg="Scanned 12 Updated: 2 notifyfno
time="2023-12-05T16:44:30.001000" level=info msg="Found new willrunner/autoscaler/latest image (77f9e4a0524)"
time="2023-12-05T16:44:30.001000" level=info msg="Found new portainer/portainer-ce:alpine image (880e192f6a)"
time="2023-12-05T16:44:30.001000" level=info msg="Stopping /portainer (5c9f2233b6) with SIGTERM"
time="2023-12-05T16:44:30.001000" level=info msg="Stopping /autoscaler (c1e0247536) with SIGTERM"
time="2023-12-05T16:44:30.001000" level=info msg="Stopping /autoscaler"
time="2023-12-05T16:44:30.001000" level=info msg="Creating /portainer"
time="2023-12-05T16:44:31.001000" level=info msg="Removing image 77f9e4a0524"
time="2023-12-05T16:44:31.001000" level=info msg="Removing image 77f9e4a0524"
time="2023-12-05T16:44:31.001000" level=info msg="Session done"
time="2023-12-05T16:44:31.001000" level=info msg="Failed Scanned 12 Updated: 2 notifyfno
time="2023-12-05T16:44:31.001000" level=info msg="Found new portainer/portainer-ce:alpine image (88081792b3d)"
time="2023-12-05T16:44:31.001000" level=info msg="Found new willrunner/autoscaler/latest image (c4bf55b0c2)"
time="2023-12-05T16:44:31.001000" level=info msg="Found new traefik:latest image (6a5967e3ab3)"
time="2023-12-05T16:44:31.001000" level=info msg="Stopping /traefik (41802793a98) with SIGTERM"
time="2023-12-05T16:44:31.001000" level=info msg="Stopping /autoscaler (87ea2c43af) with SIGTERM"
time="2023-12-05T16:44:31.001000" level=info msg="Stopping /portainer (c2382a60bfa) with SIGTERM"
time="2023-12-05T16:44:31.001000" level=info msg="Stopping /portainer"
time="2023-12-05T16:44:31.001000" level=info msg="Creating /autoscaler"
time="2023-12-05T16:44:31.001000" level=info msg="Creating /traefik"
time="2023-12-05T16:44:31.001000" level=info msg="Removing image 880e192f6a"
time="2023-12-05T16:44:31.001000" level=info msg="Removing image 7ec230a591a"
time="2023-12-05T16:44:31.001000" level=info msg="Removing image 77f9e4a0524"
time="2023-12-05T16:44:31.001000" level=info msg="Session done"
time="2023-12-05T16:44:31.001000" level=info msg="Scanned 12 Updated: 3 notifyfno
time="2023-12-05T16:44:31.001000" level=info msg="Found new willrunner/autoscaler/latest image (1a83b6d331c)"
time="2023-12-05T16:44:31.001000" level=info msg="Found new wordpress:fpm-alpine image (d381a802ae7)"
time="2023-12-05T16:44:31.001000" level=info msg="Stopping /autoscaler (4cf5f08b2b7d) with SIGTERM"
time="2023-12-05T16:44:31.001000" level=info msg="Stopping /autoscaler (88081792b3d) with SIGTERM"
time="2023-12-05T16:44:31.001000" level=info msg="Stopping /autoscaler"
time="2023-12-05T16:44:31.001000" level=info msg="Creating /autoscaler"
time="2023-12-05T16:44:31.001000" level=info msg="Removing image d381a802ae7"
time="2023-12-05T16:44:31.001000" level=info msg="Session done"
time="2023-12-05T16:44:31.001000" level=info msg="Failed Scanned 12 Updated: 2 notifyfno
time="2023-12-05T16:44:31.001000" level=info msg="Found new willrunner/autoscaler/latest image (a93978a086d)"
time="2023-12-05T16:44:31.001000" level=info msg="Found new portainer/portainer-ce:alpine image (880e192f6a)"
time="2023-12-05T16:44:31.001000" level=info msg="Stopping /nextcloud/postgres (10e2295051f) with SIGTERM"
time="2023-12-05T16:44:31.001000" level=info msg="Stopping /autoscaler"
time="2023-12-05T16:44:31.001000" level=info msg="Creating /nextcloud/postgres"
time="2023-12-05T16:44:31.001000" level=info msg="Removing image 8a8e77d3459"
time="2023-12-05T16:44:31.001000" level=info msg="Removing image 1a4399dd31c"

```

Watchtower und Autoheal

Autoheal kämpft ergänzend gegen Downtimes, indem es abgestürzte Container neu startet. Ob ein Container läuft, prüft ein hinter `healthcheck`: definierter Befehl. Das kann beispielsweise ein `wget`-Aufruf auf ein Webinterface sein. Gut programmierte automatische Tests können hier auch irreguläre Betriebszustände erkennen. Der Healthcheck prüft nur den Status-Code.

Nutzen Sie diesen Befehl, um ein `admin_password` für `portainer`, ein `http_token` für

```
htpasswd -nb admin Geheimnis | sed -e s/\\$/\\$\\$/g
```

Sie können auch Ihren Passwortmanager benutzen, um sichere Passwörter für den Server zu erzeugen. Unter Windows und macOS würden wir von vornherein einen Passwortmanager wie KeePass [2] oder Bitwarden [3] zum Erzeugen der Passwörter empfehlen (beide laufen ebenfalls unter Linux). Da Sie die



Portainer

Die Macht, neue Container ruckzuck auszuprobieren und mit einem einzigen Konsolenbefehl automatisiert aufzusetzen, wird Sie dazu verleiten, in kurzer Zeit viele Container anzuhäufeln. Konsolenbefehle wie `docker ps`, der alle laufenden Container auflistet, erfordern nicht nur ein SSH-Login, sie helfen auch kaum bei der Übersicht, wenn sich die Ausgabe über mehrere Bildschirmseiten erstreckt.

Mit Portainer kommt die Übersicht zurück. Die intuitive Weboberfläche informiert Sie, welche Container gerade laufen oder eben nicht. Praktisch ist, dass alle Container, die im gleichen Compose-File definiert wurden, auch in einen Stack gruppiert werden. Portainer zeigt mit wenigen Klicks Einstellungen und Logfiles und öffnet auf Wunsch direkt im Browserfenster eine Shell innerhalb eines Containers. Die Suche nach Problemen geht mit den von Portainer bereitgestellten Werkzeugen wesentlich flotter. Auch verwaiste Netzwerke und Images sind viel schneller aufgeräumt, als mit Dutzenden Konsolenbefehlen.

Portainer greift in Telerec't seine Infos über den Docker-Socket direkt ab, sodass Sie ohne weitere Konfiguration loslegen können. Ein Remote-Zugriff wäre mit der Software auch möglich, Telerec't braucht das aber nicht. Wer nicht alleine administriert, kann mit dem Admin-Account weitere Accounts anlegen. Das zwischen hell und dunkel einstellbare Theme passt sich automatisch der Systemeinstellung an.

meisten Passwörter nie eingeben müssen, können Sie die extrem lang erzeugen lassen. Ausnahme: Das Passwort für BasicAuth brauchen Sie für jeden Login am Traefik-Dashboard.

Mit den Roles konfigurieren Sie, welche Dienste zu Ihrem Setup gehören. Dazu können Sie sich an unseren Vorlagen bedienen und Sub-Repositories in den Ordner `roles/` klonen. Das geht mit `git submodule add` – ein vollständiges Beispiel hatten wir in [1] angegeben. Alternativ können Sie auch ohne Sub-Repository einfach Ordner in `roles/` anlegen und selbst neue Dienste konfigurieren.

Ihr Erste-Hilfe-Set:

Das Notfall-System für den Ernstfall



Auch als Heft + PDF mit 28 % Rabatt

Mit den Virenscannern des Sicherheitstools jagen Sie PC-Schädlinge, retten Ihre Daten und können auch gelöschte Daten wiederherstellen – ganz kinderleicht. Das und noch mehr bringt Ihnen **c't Desinfec't 2023/24**:

- DAS c't-Sicherheitstool als Download für USB-Sticks
- Windows-Trojaner & andere Schädlinge finden und löschen
- Verloren geglaubte Fotos und Dateien finden und wiederherstellen
- Daten aus defektem NAS bergen
- Für Profis: Malware-Analyse mit Experten-Tools

Heft für 14,90 € • PDF für 12,99 €
 Bundle Heft + PDF 19,90 € • Desinfec't-Stick 19,90 €



shop.heise.de/desinfec23

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 letzte Zutat sind Playbooks, die Sie im Wurzelverzeichnis Ihres Repository anlegen. Sie sind so kurz, dass es sich nicht lohnt, sie gesondert zu synchronisieren. Hier ein Beispiel für ein Playbook, das die Role für Traefik ausführt:

```
- hosts: server
  become: true
  roles:
    - role: traefik
      vars:
        service_cfg: "{{ traefik }}"
```

Die ersten drei Zeilen sind immer gleich. Danach kommt die YAML-Liste aller

Roles, die das Playbook ausführt. Die Angabe hinter `vars:` setzt die Variablen aus dem `traefik`-Block definiert in `group_vars/all.yml`. Die Zeile weist der Variable `service_cfg` den Inhalt des Blocks zu und die `Compose Hull` ergänzt danach diesen Block. Wir nutzen solche nahezu identischen Playbooks mit genau einer Role, um Dienste bei Bedarf einzeln neu starten zu können, beispielsweise nachdem wir eine Variable geändert haben. Ein Playbook, das gleich mehrere Dienste aufsetzt, sähe genauso aus mit einer Liste mit mehr Spiegelstrichen hinter `roles:`.

„Aufsetzen“ und „Neustarten“ nutzen wir bei Ansible übrigens synonym. An-

sible-Playbooks dienen nämlich immer dazu, einen bestimmten Zustand auf dem Server herzustellen. War ein Dienst dort nicht installiert, müssen die im Playbook definierten Roles alle Dateien und Ordner anlegen und den Dienst starten. Lief der Dienst bereits mit einer minimalen Änderung an der Konfiguration, überprüft Ansible nur, dass die Ordner und Dateien existieren und startet mit der geänderten Konfiguration neu. Wenn Sie selbst Roles schreiben, müssen Sie daran denken, dass die auch genauso funktionieren und nicht jeder zusätzliche Durchlauf einen bereits korrekten Zustand auf dem Server nochmal verändert.

Compose Hull

Der raffinierte Teil von Telerec't steckt in der Role `compose_hull`, die selbst nie in einem Playbook steht. Die Motivation: Wenn Sie im Netz auf die Suche nach attraktiven Serverdiensten gehen, werden Sie inzwischen fast immer auch Docker-Container und ein passendes `docker-compose.yml` finden. Wir wollten es so einfach wie möglich machen, Dienste mit diesen Infos auch mit Ansible zum Laufen zu bringen. Das Vorgehen dafür sieht folgendermaßen aus: Sie kopieren die Datei `docker-compose.yml` in eine leere Role (optional können Sie sie in den Unterordner `templates/` stecken) und benennen sie um in `docker-compose.yml.j2`. Ab sofort ist sie ein Jinja2-Template, in dem Sie in doppelten geschweiften Klammern alle Ansible-Variablen benutzen können. So brauchen Sie kein Copy & Paste.

Gehen Sie dann die Datei durch und lagern Sie Geheimnisse wie Passwörter nach `group_vars/all.yml` in einen neuen Block mit dem Namen des Diensts aus. Kommen Werte in `docker-compose.yml` vor, die nicht geheim sind, erstellen Sie für diese Variablen in `defaults/main.yml` unterhalb von `service_defaults:` (siehe unten). So vermeiden Sie Fehler beim Copy & Paste, wenn sie die Werte mal anpassen müssen. Eine Variable `directory` referenzieren Sie im Template beispielsweise mit `{{ service_cfg.directory }}`.

Damit die Dienste vom Reverse-Proxy Traefik verschlüsselt und mit Zertifikaten ausgestattet werden, muss man eine ganze Reihe von Labels definieren und den Container, der von außen erreichbar ist, in das Docker-Netzwerk von Traefik einbuchen. Mit der `Compose Hull` geht das mit zwei simplen YAML-Referenzen auf vordefinierte Blöcke:

```
labels: *base_labels
networks: *base_networks
```

Falls Sie weitere Labels hinzufügen wollen, können Sie die YAML-Syntax mit `<<` verwenden:

```
labels:
  << : *base_labels
  {# weitere.labels: "hier" #}
```

Um die Magie der `Compose Hull` zu nutzen, fügen Sie einen Task wie diesen in Ihre Role ein:

```
- ansible.builtin.import_role:
    name: compose_hull
  vars:
    service_defaults:
      directory: "{{ docker_dir }}/2fauth"
      name: twofauth
      traefik: true
      external: true
      watchtower: true
      autoheal: true
      skip_network_definition: false
```

Das Playbook dazu sieht dann wie folgt aus:

```
- hosts: server
  become: true
  roles:
    - role: twofauth
      vars:
        service_cfg: "{{ twofauth_cfg }}"
```

Beim Aufruf fügt die `Compose Hull` zunächst alle Variablen in einen Block `service_cfg` zusammen. Entgegen Ansibles Voreinstellung überschreiben hier die Geheimnisse aus `group_vars/all.yml` die Voreinstellungen in der Role selbst. Einen Block mit passendem Namen (im Beispiel `twofauth_cfg`) muss es geben, er darf aber leer sein. Danach legt die Role falls nötig das `directory` und alle `subdirs` an. Dann baut die `Compose Hull` eine `docker-compose.yml` mit den Label- und Netzwerk-Blöcken und ersetzt dabei auch alle Jinja2-Variablen. Zuletzt führt der Task `community.docker.docker_compose` die Container-Konfiguration auf dem Server mit `docker-compose hoch`. Mit den Ansible-Tags `started`, `restarted`, `recreate` und `stopped` können Sie `docker-compose` auch Statusbefehle mitgeben. `started` ist die Standardeinstellung.

Traefik-Konfiguration für Heimserver

Falls Sie für den Heimserver in den eigenen vier Wänden interne Dienste mit privilegiertem Zugriff aus dem Heimnetz einrichten möchten, geben Sie in der Liste `traefik.internal_ip_ranges` in `group_vars/all.yml` die IP-Bereiche an, in denen Ihr Router Adressen vergibt. Dienste mit der Variable `external: false` sind dann von

Geräten mit internen IP-Adressen weiterhin erreichbar. Das bietet sich beispielsweise für Smart-Home-Container an, deren Ports Sie nicht im Internet veröffentlichen möchten. Alternativ können Sie diese Dienste auch extern freigeben und eine Authentifizierung wie bei der Web-Oberfläche von Traefik davor schalten.

Ausführung gefällig?

Unsere Erklärung der Basisdienste kommt ohne Installationsbefehle aus, weil wir alle vier Dienste bereits als Submodules im Basis-Repository definiert haben. Zur Erinnerung: Im ersten Teil des Artikels haben Sie die Submodules mit folgendem Befehl auf den Rechner geholt:

```
git submodule update --init \
--recursive
```

Danach gibt es die Unterverzeichnisse in `roles/` und Sie können die Roles in Playbooks benutzen. Die Playbooks für die vier Basisdienste haben wir im Basis-Repository schon vorbereitet und Sie können die vier Dienste nacheinander hochfahren:

```
pipenv run ansible-playbook ↵
    ↳traefik.yml -i hosts
pipenv run ansible-playbook ↵
    ↳watchtower.yml -i hosts
pipenv run ansible-playbook ↵
    ↳autoheal.yml -i hosts
pipenv run ansible-playbook ↵
    ↳portainer.yml -i hosts
```

All das geht alternativ auch in einem einzigen Befehl:

```
pipenv run ansible-playbook ↵
    ↳server-setup.yml -i hosts ↵
    ↳--ask-pass --ask-become-pass
```

Ihr Reich hat jetzt eine einwandfreie Infrastruktur. Sie dient allerdings bislang nur dem Zweck, sich selbst zu betreiben. Mit dieser Basis können Sie nun jedoch mit gutem Gewissen die Dienste installieren, für die Sie den Server eigentlich haben wollten. Nützlich finden wir beispielsweise: Nextcloud für Dateisynchronisation, Wordpress für einen privaten Blog, Vault-

warden für die Passwortverwaltung, NodeRed und Mosquitto für das Smart Home oder Wekan für private Kanban-Boards. Wenn wir in den folgenden Ausgaben solche Dienste mit Ansible aufsetzen, verweisen wir immer auf diesen Artikel, weil die Basis immer gleich ist, egal für welche dieser Dienste Sie sich entscheiden.

Unsere Hoffnung ist, dass unser Beispiel-Setup Telerec't Ihnen nicht nur Arbeit bei der Server-Administration abnimmt, sondern Sie auch Lust bekommen, das Setup mit eigenen Roles als Submodule zu erweitern. Von Ihren öffentlichen Repositories können dann auch andere profitieren und das Baukastensystem wächst und gedeiht. Wir verlinken Ihre Submodule-Repositories gern in der Readme-Datei unseres Basis-Repository. Schreiben Sie uns einfach eine kurze Nachricht mit dem Link an `pmk@ct.de`. (pmk@ct.de) **ct**

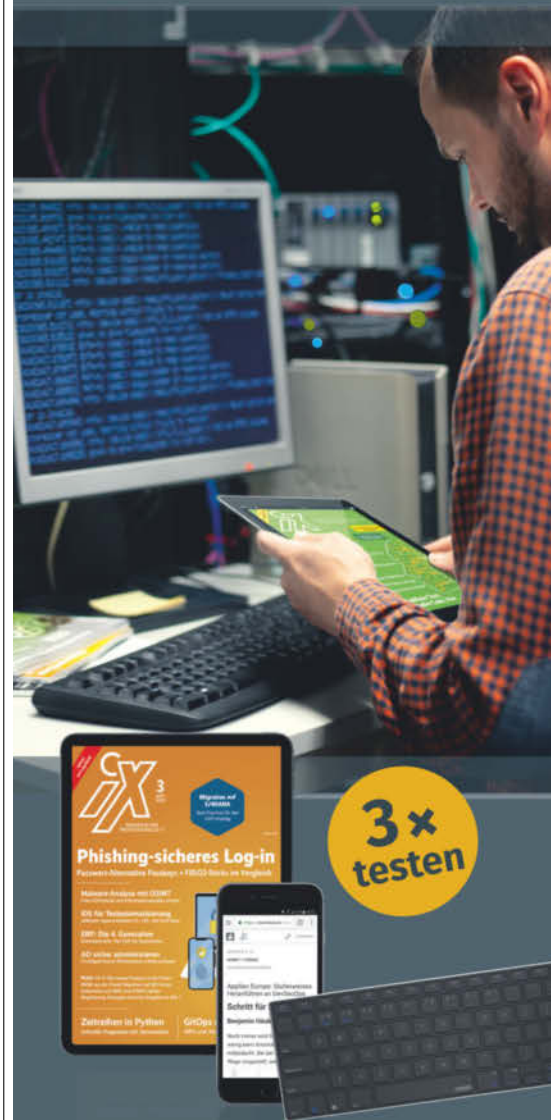
Literatur

- [1] Klaus Greff und Pina Merkert, Telerec't, Ein eigener Server im Rechenzentrum oder daheim – automatisiert mit Ansible, c't 1/2024, S. 150
- [2] Marvin Strathmann, Schlüsselfertig, So bringen Sie Ordnung ins Passwort-Chaos, c't 15/2019, S. 172
- [3] Niklas Dierking, Geheimniskrämer, Der Raspberry Pi als Passwort-Server, c't 9/2021, S. 18
- [4] Jan Mahn, Container-Komponist, Docker-Container mit Docker-Compose einrichten, c't 6/2018, S. 148
- [5] Jan Mahn, Container-Bedienpulte, Grafische Oberflächen für Docker, c't 6/2019, S. 158
- [6] Jan Mahn, HTTP-Einweiser, Eingehenden HTTP-Verkehr mit Traefik routen, c't 17/2019, S. 158
- [7] Merlin Schumacher, Container cum laude, Empfehlenswerte und gut gepflegte Docker-Container für den Alltag und als Inspiration, c't 16/2018, S. 108
- [8] Jan Mahn und Peter Siering, Container mit Docker und Docker-Compose, c't 14/2022, S. 186
- [9] Markus Stubbig, Cloudtresor zum Generieren von Einmalpasswörtern, 2FA-Authentifikator selbst gemacht, c't 27/2023, S. 146

Repositories: ct.de/yruu

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



www.ix.de/digital-testen



leserservice@heise.de



49 (0)541 800 09 120

Gefühlte Schäden

Neue EuGH-Urteile schärfen das Schwert DSGVO weiter

Seit dem letzten Monat drohen Unternehmen mehr denn je Bußgelder und Schadensersatzforderungen, wenn sie gegen die DSGVO verstoßen: Der Europäische Gerichtshof hat mit Klarstellungen die Rechte von Betroffenen weiter massiv gestärkt.

Von Holger Bleich

Von wegen besinnlicher Jahresausklang: Zum Jahresende stand die Datenschutzwelt unter Hochspannung. Rechtsanwälte, Legal-Tech-Firmen, betriebliche Datenschutzbeauftragte, aber auch Verbraucherverbände schauten gebannt nach Luxemburg, wo der Europäische Gerichtshof (EuGH) einige wegweisende Entscheidungen angekündigt hatte. Insbesondere ging es um die Bußgeldpraxis der Datenschutzbehörden und Schadensersatzansprüche bei Verstößen gegen die Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO).

Den Anfang machte der EuGH am 5. Dezember: Er verkündete sein Urteil im Verfahren C-807/21 („Deutsche Wohnen“). In dem Fall geht es um das höchste Bußgeld, das bis dahin eine deutsche Datenschutzaufsicht verhängt hatte. Die Berliner Datenschutzbehörde hatte dem Immobilienunternehmen Deutsche Wohnen (mittlerweile im Vonovia-Konzern aufgegangen) im November 2019 eine Strafe von 14,5 Millionen Euro auferlegt, weil Mitarbeiter personenbezogene Daten von Mietern unrechtmäßig lange gespeichert und keine Maßnahmen zur Löschung getroffen hatten.

Das Unternehmen akzeptierte die Entscheidung nicht und klagte vor dem Landgericht (LG) Berlin gegen den Bescheid. Seine Argumentation stützte es auf

die in Deutschland gängige Bußgeldpraxis, die sich am Gesetz über Ordnungswidrigkeiten (OWiG) orientiert. Dessen § 30 zufolge kann ein Unternehmen nur dann mit einem Bußgeld belegt werden, wenn der Unternehmensleitung ein Fehlverhalten nachgewiesen wurde. Es ging also um die Frage: Haftet ein Unternehmen als juristische Person für Datenschutzverstöße seiner Mitarbeiter, obwohl dies nach deutschem Recht eigentlich nicht vorgesehen ist?

Das LG verneinte dies und stellte das Verfahren wegen „gravierender Mängel des Bußgeldbescheids“ ein, was die damalige Berliner Datenschutzbeauftragte Maja Smolczyk auf die Palme brachte: „Wären trotz des Feststehens eines Datenschutzverstößes die internen Verantwortlichkeiten einer juristischen Person aufzuklären, würde dies die Effektivität der Ordnungswidrigkeitenverfahren erheblich gefährden“, erklärte sie. Die Staatsanwaltschaft Berlin legte Beschwerde gegen den LG-Beschluss beim Kammergericht (KG) Berlin ein, das Ende 2021 den EuGH um Klärung dieser Lage bat.

Haftung für Mitarbeiter

Das oberste europäische Gericht bestätigte nun die Meinung der Berliner Behörde. Seinem Urteil zufolge schlägt der Bußgeldartikel 83 DSGVO das deutsche

OWiG. Um gegen eine Firma vorgehen und ein Bußgeld verhängen zu dürfen, muss die Behörde also nicht feststellen, dass eine konkrete Leitungsperson im Unternehmen gegen datenschutzrechtliche Pflichten verstoßen hat. Es genügt, wenn irgendeine Person im Unternehmen gegen die DSGVO-Pflichten handelte.

Eine andere Auslegung von Art. 83 DSGVO „würde die abschreckende Wirkung von Geldbußen schwächen, die gegen juristische Personen als Verantwortliche verhängt werden“, begründete der EuGH seine Auffassung. Diese Entscheidung dürfte bei den Landesdatenschutzbehörden für erleichtertes Aufatmen gesorgt haben, weil sie deren gängige Bußgeldpraxis bestätigt.

Was der EuGH auf die zweite Vorlagefrage des KG Berlin geantwortet hat, wird den Behörden allerdings weniger gefallen. Hier ging es darum, ob Unternehmen auch dann für Datenschutzverstöße haften, wenn ihnen keine Schuld nachgewiesen werden kann, also um die sogenannte verschuldensunabhängige Haftung („strict liability“). Der EuGH stellte klar, dass eine Haftung nur dann greift, wenn „der Verantwortliche, der eine juristische Person und zugleich ein Unternehmen ist, einen in Art. 83 Abs. 4 bis 6 DSGVO genannten Verstoß vorsätzlich oder fahrlässig begangen hat“.

Bislang sind die Datenschutzbehörden oft davon ausgegangen, es genüge, einen DSGVO-Verstoß zu ermitteln, um ein Verfahren erfolgreich bestreiten zu können. Künftig müssen sie dem Urteil zufolge unbedingt darlegen, dass der Verstoß wissentlich geschah. Diese Nachweispflicht könnte zu erheblich mehr Aufwand führen, und damit de facto zu weniger Verfahren bei derselben Ressourcenlage in den Behörden. Im konkreten Fall



Bild: Deutsche Wohnen

Stein des Anstoßes: In der Zentrale der Berliner Immobilienfirma Deutsche Wohnen haben Mitarbeiter personenbezogene Daten von Mietern unzulässig lange aufbewahrt.

muss sich nun das KG Berlin mit Rücksicht auf die Auslegungen des EuGH erneut mit dem Berliner Bußgeld gegen Deutsche Wohnen beschäftigen.

Die nächste datenschutzrechtlich relevante EuGH-Entscheidung folgte bereits zwei Tage später, am 7. Dezember 2023: In der Sache C 634/21 („SCHUFA Holding“) urteilte der EuGH, dass das sogenannte Scoring der Auskunft für Schufa in Teilen nicht mit der DSGVO vereinbar ist. Unter der Voraussetzung, dass der Score maßgeblich über das Zustandekommen eines Kreditvertrags entscheide, wertete das Gericht ihn als eine „automatisierte Entscheidung“ im Sinn von Artikel 22 Absatz 1 DSGVO. Dieser untersagt solche automatisierten Entscheidungen. Dieses Urteil haben wir bereits in der vergangenen Ausgabe ausführlich eingeordnet (c't 1/2024, S. 32).

Keine absolute Schutzpflicht

Am 14. Dezember folgten schließlich wegweisende Antworten des EuGH zu Vorabentscheidungsverfahren, in denen es um Schadensersatzansprüche von Betroffenen nach Art. 82 DSGVO geht. Gerade diese Urteile waren mit Spannung erwartet worden, weil deutsche Gerichte zurzeit mit Schadensersatzforderungen aus Bagattellverstößen gegen die DSGVO geflutet werden.

In der Rechtssache C-340/21 („NAP“) ging es um einen Sicherheitsvorfall bei der bulgarischen Nationalen Agentur für Einnahmen (NAP), die öffentliche Forderungen sichert und einzieht. Im Juli 2019 hatten Medien darüber berichtet, dass nach einem Cyberangriff auf das IT-System der NAP personenbezogene Daten von Millionen von Menschen im Internet veröffentlicht worden seien. Viele der Personen verklagten die NAP auf Ersatz des immateriellen Schadens, der ihnen aus der bloßen Befürchtung eines möglichen Missbrauchs ihrer Daten entstanden sein soll. Das bulgarische oberste Verwaltungsgericht wollte vom EuGH wissen, unter welchen Bedingungen es diesen Ersatz des immateriellen Schadens zubilligen kann.

Entscheidend war hier insbesondere, ob die NAP gegen ihre Pflicht verstoßen hat, für angemessene Sicherheitsstandards zu sorgen. Es geht um die viel zitierten „geeigneten technischen und organisatorischen Maßnahmen“ gemäß Art. 24 und 32 der DSGVO, die ein „dem Risiko angemessenes Schutzniveau“ gewährleisten sollen. Für IT-Abteilungen und be-

Die Legal-Tech-Firma Protecta wittert durch die neuen EuGH-Urteile zum Schadensersatz Morgenluft für ihre Klienten.

Buchbinder-Datenleck: Neues zu Ihrem Anspruch!

Sehr geehrter Herr Bleich,

es gibt tolle Neuigkeiten: Der Europäische Gerichtshof hat gestern in zwei lang erwarteten Entscheidungen Ihre Rechte ganz erheblich gestärkt. Wir haben uns daher entschieden, Ihren Anspruch schon jetzt final durchzusetzen, auch wenn unsere Pilotverfahren in dieser Sache noch nicht rechtskräftig abgeschlossen sind. Nähere Informationen zu den beiden spektakulären Urteilen finden Sie [hier](#).

Notwendige Angaben

Damit wir für Sie tätig werden können, benötigen wir Ihre Mitwirkung. Der Europäische Gerichtshof hat die Anforderungen an die Geltendmachung eines Schadensersatzanspruchs nun abschließend definiert. Dazu

triebliche Datenschutzbeauftragte wichtig: Der EuGH stellte zunächst klar, dass es keine absolute Schutzpflicht gibt. Dass ein Angriff erfolgreich war, heißt nicht automatisch, dass die Schutzmaßnahmen nicht geeignet waren. Das Gericht muss den jeweiligen Fall auf angemessene Maßnahmen hin prüfen.

Hier steckt der Pferdefuß für Unternehmen: Die Beweislast dafür, dass Schutzmaßnahmen ausreichen, trägt dem EuGH zufolge der Verantwortliche. Das Gericht beruft sich auf die Rechenschaftspflicht aus Art. 5 Abs. 2 DSGVO. Für den Betroffenen dürfte es also künftig ausreichen, ohne weitere technische Beschreibung zu vermuten, dass seine Daten nicht adäquat geschützt waren, um vor Gericht den Verantwortlichen dazu zu zwingen, seine Maßnahmen detailliert darzulegen.

Nicht spürbar, aber teuer?

Teilweise entsetzt haben Unternehmen auf die Antworten des EuGH zur Frage reagiert, welche Sachverhalte denn nun überhaupt Schadensersatzpflichten nach Art 82 DSGVO auslösen können. Insbesondere geht es um den nicht in Euro und Cent bezifferbaren, also den immateriellen Schaden.

Schon im Mai des letzten Jahres hatte der EuGH festgelegt, dass es keine Bagattellgrenze gibt (C 300/21). Nun kommt hinzu: Ein Schaden muss nicht zu einer Beeinträchtigung führen, er muss nicht einmal „spürbar“ sein, um eine Forderung zu begründen. Ja, er muss nicht einmal tatsächlich vorhanden sein: „Allein der Um-

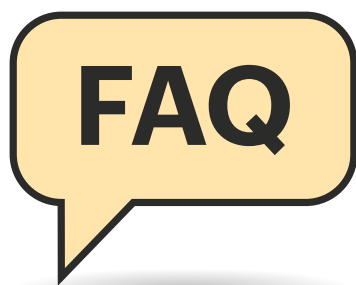
stand, dass eine betroffene Person infolge eines Verstoßes gegen die DSGVO befürchtet, dass ihre personenbezogenen Daten durch Dritte missbräuchlich verwendet werden könnten, kann einen „immateriellen Schaden darstellen“, erläuterte das Gericht.

In einer zweiten Rechtssache (C-456/22, „Gemeinde Ummendorf“) zum Thema Schadensersatz wollte das Landgericht Ravensburg vom EuGH wissen, ob jeder Verstoß gegen die DSGVO einen Schaden begründet. Dies verneinte der EuGH ebenfalls am 14. Dezember, legte aber die Schwelle für einen Schadensersatzanspruch auch hier sehr niedrig. Liegen demnach ein Verstoß und ein Schaden nach der oben genannten Definition vor, müsse vom Betroffenen lediglich irgendeine Kausalität zwischen beiden dargelegt werden.

In einem Blogbeitrag für das Rechtsportal CRonline sieht Rechtsanwalt Christian Franz, Experte auf diesem Gebiet, in den beiden EuGH-Entscheidungen einen „Tabubruch“. Es würden nun „goldene Zeiten für Kläger“ anbrechen, prognostizierte er. Tatsächlich haben einige Legal-Tech-Firmen, die automatisiert massenhaft Schadensersatzansprüche zu Datenlecks einsammeln, bereits ihre potenziellen Kläger angeschrieben, mit Verweis auf die für sie positiven Nachrichten aus Luxemburg. Da könnte etwas auf die deutschen Zivilgerichte zurollen.

(hob@ct.de) **ct**

EuGH-Urteile: [ct.de/y2rr](https://www.ct.de/y2rr)



Windows-Klone

Immer mal wieder tauchen Betriebssysteme auf, die nicht nur visuell stark an Windows erinnern, sondern auch möglichst gute Kompatibilität mit Windows-Software versprechen. Was hat es mit diesen Nischen-systemen auf sich?

Von Jan Schüßler

Was soll das sein?

? Was meinen Sie mit „Windows-Klonen“?

! Freie Entwickler machen sich immer mal wieder die Mühe, ein Betriebssystem zu bauen, das Windows-Look und -Kompatibilität einigermaßen gut nachzuahmen versucht. In [1] haben wir zum Beispiel Windowsfx getestet, eine Linux-Distribution auf Kubuntu-Basis mit aufgestülptem Windows-11-Design (inzwischen heißt das System Windows Ubuntu oder auch kurz Wubuntu). Das Schwestersystem Linuxfx sieht ähnlich aus, kommt aber ohne Verknüpfungen zu Microsoft-Diensten und -Web-Apps

und ohne die von Windows 11 kopierten Icon-Designs und Hintergrundbilder. Ein ähnliches Konzept verfolgte in den Nullerjahren die Distribution Linspire, die ursprünglich Lindows hieß, sich aber nach einem Rechtsstreit umbenennen musste.

Höhere Ziele hat sich das ReactOS-Projekt gesetzt, denn es wollte einen vollständig binärkompatiblen Windows-Klon entwickeln (unten mehr dazu).

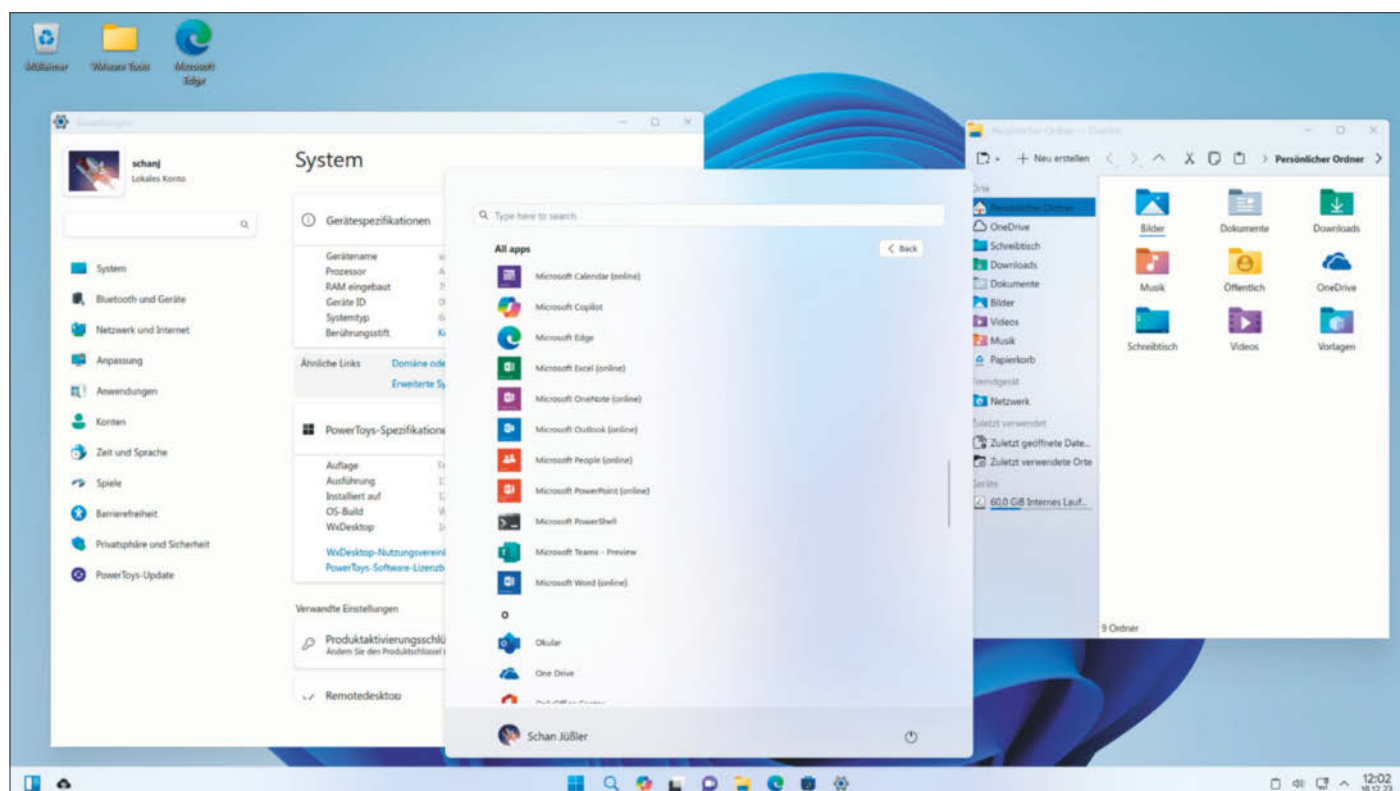
In der Linux-beziehungsweise Open-Source-Community stoßen Systeme wie Windowsfx/Wubuntu durchaus auf Kritik: Manche Entwickler verlangen Geld für erweiterte Funktionen wie Active-Directory- und Microsoft-Cloud-Anbindung, also Features, die man sich auch mit ein paar

Handgriffen auch selber mit quelloffenen Tools bauen kann.

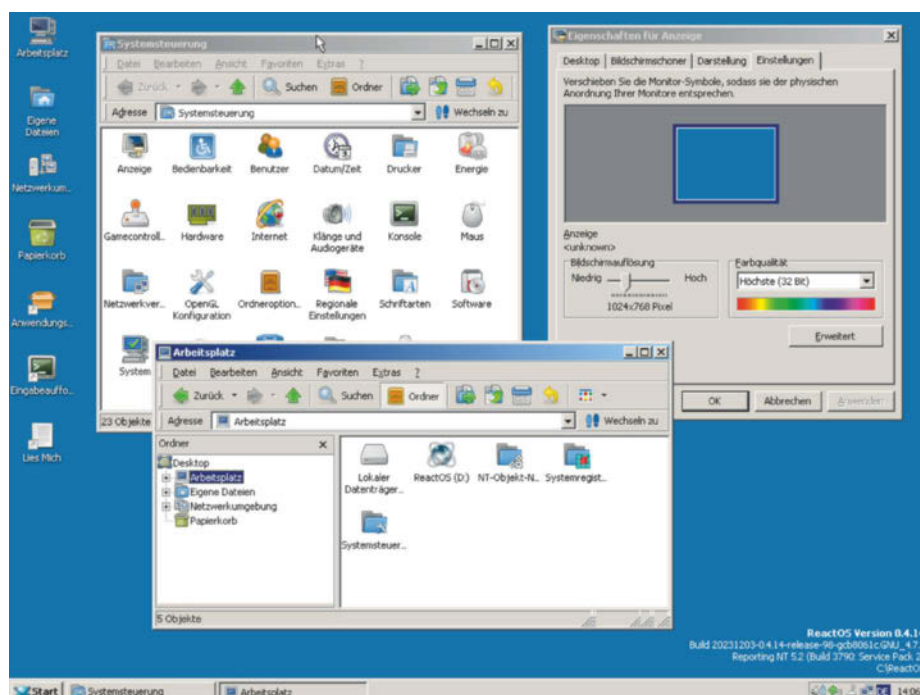
Empfehlenswert?

? Können Sie mir einen bestimmten Windows-Klon empfehlen?

! Nein. In erster Linie kann man sie als Live-Experimente und Antwort auf die Frage betrachten, wie weit man Windows-Optik und -Kompatibilität erreichen kann, ohne Windows zu installieren. Die Garantie, dass Windows-Programme so laufen, wie sie sollen, bekommen Sie nur mit Windows. Allenfalls erklären manche Entwickler, wie man ihre Software unter



Wubuntu sieht Windows 11 verblüffend ähnlich, ist aber ein Kubuntu-basiertes Linux.



Bock auf Retro-Feeling, aber kein Windows 2000 zur Hand? ReactOS kann helfen.

Linux mithilfe der Kompatibilitätsschicht Wine ans Laufen bekommen kann.

Wenn Sie Zeit und Lust haben, werfen Sie ruhig einmal ein Wubuntu oder auch ein ReactOS in eine virtuelle Maschine und schauen Sie sich das Ganze an – interessant sind solche Projekte allemal. Für den Produktiveinsatz sollten Sie aber die Finger davon lassen. Das gilt vor allem, wenn es sich um ein Ein-Personen-Projekt mit ungewisser (Update-)Zukunft handelt.

Warum kein normales Linux?

Wie kommt man auf die Idee, so ein Fake-Windows zu installieren, wenn man stattdessen eine ernstzunehmende Linux-Distribution à la Ubuntu nehmen kann – oder so etwas wie das frei verfügbare Chrome OS Flex?

Wir sehen drei Gründe, aus denen man ein solches System installieren könnte. Der erste: Man will Lizenzkosten sparen oder vertraut lieber einem Linux als einem Windows-System, aber für völlig Linux-unerfahrene User soll das System so gut wie möglich nach Windows aussehen. Dann kommt so etwas wie Wubuntu infrage (siehe oben). Allerdings: Schaut man nur minimal unter die Haube, indem man in der Einstellungen-App ein Untermenü öffnet, sieht es gar nicht mehr nach

Windows aus, sondern man sitzt vor einem der üblichen Einstellungsmenüs eines Ubuntu oder Linux Mint.

Der zweite denkbare Grund für einen Windows-Klon: Man will Lizenzkosten sparen, braucht aber möglichst problemlose Kompatibilität für vorhandene Windows-Software. Damit wollen Systeme wie Wubuntu oder ReactOS punkten. Tatsache ist aber, dass sich eine Wine-Umgebung in allen gängigen Linux-Distributionen mit ein paar Klicks installieren lässt – sofern sie nicht schon serienmäßig mitinstalliert ist.

Eine dritte Möglichkeit ist die reine Neugier auf das, was kreative Entwickler so anstellen, um den an sich erst mal widersprüchlich klingenden Gedanken „Windows ohne Windows“ in die Tat umzusetzen.

Warum kein normales Windows?

Andersherum gefragt: Wenn man Windows braucht, warum nicht auch Windows nehmen?

Da gelten die gleichen Antworten wie oben: Lizenzkosten und der Wunsch, quelloffene Software zu nutzen. Wenn wir bei c't mit Windows-Klonen herumexperimentieren oder sie testen, dann meist aus Spieltrieb.

Tatsächlich haben wir bislang keinen Windows-Klon gesehen, der ein echtes Win-

dows in der Praxis besser ersetzen könnte als andere Linux-Distributionen mit einem klassischen Desktop mit Startmenü (und falls nötig Wine als Kompatibilitätsschicht für Windows-Programme). Erprobte und beliebte Distributionen dafür sind zum Beispiel Linux Mint mit Cinnamon-Desktop oder, vor allem für schwächere Hardware, das Ubuntu-Derivat Lubuntu mit seinem superschlanken LXDE-Desktop.

ReactOS

Seit Kurzem höre ich von einem Projekt namens ReactOS. Geht das in die gleiche Richtung Wubuntu & Co.?

Nur entfernt. Der größte und wichtigste Unterschied: ReactOS nutzt keinen Linux-Kernel. Die Geschichte des Systems reicht bis ins Jahr 1996 zurück und zeugt von einem deutlich ambitionierteren Projekt. Das Ziel war, beziehungsweise ist es immer noch, einen vollständig binärkompatiblen Klon von Windows zu entwickeln – ursprünglich Windows 95. Das erste Release erschien Anfang 2004, doch die Entwicklung erlitt immer wieder Rückschläge. Vor allem musste das System aus Lizenz- und Copyright-Gründen auf jegliches Reverse Engineering verzichten. Auch das Mitwirken ehemaliger Microsoft-Programmierer war tabu, kam aber durchaus vor – mit dem lästigen Umstand, dass Teile des Systems als lizenzrechtlich inakzeptabel verworfen und die fraglichen Teile von Grund auf neu programmiert werden mussten.

Das Projekt ist auch heute noch im Alpha-Stadium. Möchte man es ausprobieren, so die Entwickler, tut man das am besten in einer virtuellen Maschine (VM), wofür es auch eine detaillierte Dokumentation gibt (siehe ct.de/y3tr).

Die Installation auf realer Hardware haben wir vor Kurzem auf einem Acer Aspire 3680 von circa 2007 ausprobiert. Das klappte tatsächlich stressfrei. Jeden Versuch, einen der vielen fehlenden Treiber für Grafik, LAN, WLAN & Co. zu installieren, quittierte das System dann aber direkt mit Einfrieren und Bluecreens, meist gefolgt von einem zerschossenen Bootloader. (jss@ct.de)

Literatur

- [1] Jan Schüßler, Windows bei Wish bestellt, Kurzttest: Windowsfx – das Linux, das wie Windows aussieht, c't 15/2023, S. 88

ReactOS-Doku: ct.de/y3tr



Sie fragen – wir antworten!

Prozessortemperatur auslesen beim Raspberry Pi 5

? Der Broadcom-BCM2712-Prozessor des Raspberry Pi 5 heizt sich bei hoher Rechenleistung ziemlich schnell auf. Wie lese ich die aktuelle CPU-Temperatur aus?

! Raspberry Pi OS kommt mit dem Kommandozeilentool `vcgencmd`, das Hardwaremesswerte über die VideoCore-GPU auslesen kann. Der Befehl

```
vcgencmd measure_temp
```

liefert die aktuelle Temperatur des Prozessors. Bei 80 Grad Celsius taktet sich der BCM2712 automatisch herunter, damit er nicht überhitzt. Dadurch sinkt auch die Rechenleistung. Ab 85 Grad senkt er den Takt dann noch stärker ab.

Mit `vcgencmd measure_clock` er erfahren Sie die aktuelle Taktrate, die standardmäßig zwischen 1,5 und 2,4 GHz liegt. Sie wird aber in Hertz angezeigt, 1,5 GHz erscheinen also als „1500000000“.

`vcgencmd` hat noch viele weitere Optionen, etwa um die aktuell vom Power Management IC (PMIC) gelieferten Spannungen auszulesen. `vcgencmd commands` liefert eine Liste der von dem Tool erkannten Befehle. (ciw@ct.de)

Fritz-VPN maskiert den Standort nicht

? Ich nutze aktuell Starlink. `whatismyip.com` gibt mir Madrid als Ausgangspunkt an. Wenn ich nun eine VPN-Verbindung zur heimischen Fritzbox aufbaue, sollte doch Düsseldorf als Standort angezeigt werden. Es bleibt aber bei Madrid. Gibt es da eine Konfiguration, die ich eventuell übersehen habe?

! Eine Einstellung haben Sie nicht übersehen, aber den Fakt, dass das Fritz-VPN derzeit nur IPv4 transportiert. IPv6 läuft weiterhin über die Basisverbindung und wird bevorzugt verwendet. Prüfen Sie, welchem Provider die von `whatismyip.com` angezeigten Adressen gehören. Dafür klicken Sie einfach auf die Adressen und schauen dann bei „ISP“ nach. Sind es verschiedene Provider für IPv4 und IPv6, dann gehen die Verkehre unterschiedliche Wege. Schalten Sie also vorübergehend IPv6 in Ihrem PC ab, bevor Sie die VPN-Verbindung aufbauen. Dann sollte Ihr heimischer Standort angezeigt werden. (ea@ct.de)

Bluetooth Transmitter

? Mein Monitor hat nur einen analogen Kopfhöreranschluss, aber wenn ich Übungsvideos schaue, möchte ich mich vor dem Schirm bewegen können. Wie kann ich den Monitor mit meinen Bluetooth-In-Ears verbinden?

! Dafür eignen sich kleine Audioadapter, die Sie an die Klinkenbuchse ihres Monitors stecken. Der Adapter dient als

Bluetooth-Transmitter und muss dafür den TX-Modus beherrschen. Viele Bluetooth-Adapter können wahlweise als Sender (TX) oder als Empfänger (RX) dienen, etwa um das Smartphone mit Nicht-Bluetooth-fähigen Audiosystemen zu verbinden. Etliche können die Audiosignale zudem an zwei Bluetooth-Kopfhörer gleichzeitig schicken. Einige Adapter müssen Sie mit Strom versorgen, am einfachsten über einen USB-Port ihres Monitors; andere besitzen einen Akku, der aber eine begrenzte Laufzeit hat. Bluetooth-Transmitter gibt es in der einfachsten Ausführung ab etwa 10 Euro. Für kurze Verzögerungen zwischen Quelle und Kopfhörer sollte das Gerätchen aptX-Adaptive oder aptX-Low Latency (LL) unterstützen, sofern das auch Ihr Kopfhörer beherrscht. (uk@ct.de)

Wie viel RAM kann ein Intel N100?

? Ich liebäugle mit dem sparsamen Mini-PC Intel N100, den ich als kompakten Heimserver nutzen möchte. 16 GByte RAM wie vom Hersteller genannt finde ich aber auf Dauer zu knapp. Geht da mehr?



In den Einstellungen der Fritzbox lässt sich festlegen, ob eingehende Anrufe während eines bestehenden Telefonats mit „besetzt“ abgewiesen werden.

! Vielleicht. Genau wie bei den N100-Vorgängern Celeron N, Celeron J und Pentium Silver schreibt Intel nicht die Wahrheit ins Datenblatt: Diese Prozessoren sind technisch in der Lage, viel mehr RAM als jeweils angegeben anzusteuern. Das klappt allerdings nur, wenn die Firmware oder das (UEFI-)BIOS mitspielt – und das steuert der Hersteller des jeweiligen Notebooks, Mainboards oder PCs bei. Außerdem hängt es auch von Anzahl und Typ der im jeweiligen Gerät vorhandenen Speicherfassungen ab.

Der Intel N100 gehört wie seine Verwandten N50, N97, N200 und Core i3-N305 zur Baureihe Alder Lake-N. Diese Chips können je nach Mainboard entweder aufgelöteten LPDDR5-Speicher ansteuern oder SO-DIMMs mit DDR4- oder DDR5-RAM. Bei DDR4-RAM ist allerdings nur ein Modul zulässig, bei DDR5 sind es auch zwei.

Mit einem einzelnen DDR4-SO-DIMM sind maximal 32 GByte möglich, falls wie erwähnt das BIOS mitspielt. Eine DDR5-SO-DIMM-Fassung lässt sich hingegen mit bis zu 48 GByte bestücken. Solche Module aus 24-Gigabit-Chips (je 3 GByte, bis zu 16 Stück) sind allerdings noch sehr teuer. (ciw@ct.de)

Ausgefallenes Touchdisplay an der Gamekonsole

? Das Touchdisplay meines Steam Decks hat urplötzlich aufgehört zu funktionieren. Was kann ich tun?

! Wenn der Touchscreen des Steam Decks ohne erkennbare Ursache den Geist aufgibt, dann könnte das an einem Hardwareproblem liegen, möglicherweise aber auch an einem Software-Bug. Bevor Sie das Gerät einschicken, versuchen Sie es einmal mit dem Akkuspeichermodus im BIOS des Handheld-Computers. Diese Funktion ist eigentlich für die Lagerung des Decks bei längeren Perioden der Inaktivität gedacht, sorgt aber auch für einen Reset vieler Komponenten, darunter der Touchscreen.

Um in den Speichermodus zu kommen, legen Sie zuerst das Netzteil bereit. Sie werden es später brauchen. Dann schalten Sie das Steam Deck zunächst komplett aus und halten die Lautstärke-Taste „+“ gedrückt. Sodann drücken Sie die Einschalttaste und lassen beide Tasten los.



Wenn Sie Ihr Steam Deck in den Akkuspeichermodus versetzen, werden viele Komponenten zurückgesetzt, darunter auch der Touchscreen.

Das Steam Deck sollte nun ins BIOS booten, in dem Sie mit dem D-Pad navigieren und mit dem A-Knopf Menüeinträge auswählen können. Wechseln Sie ins Menü „Setup Utility“ und dann zum Unterpunkt „Power“. Nun aktivieren Sie den „Battery storage mode“ und bestätigen mit Druck auf „Yes“.

Ihr Steam Deck schaltet nun in den Akkuspeichermodus. Um es aufzuwecken, schließen Sie es einfach an das mitgelieferte (oder ein gleich starkes) Netzteil an. Mit etwas Glück funktioniert nach dem Neustart der Touchscreen wieder. (cku@heise.de)

Ständig besetzt

? Mein VoIP-Anbieter gibt mir die Möglichkeit, vier Telefonate gleichzeitig zu führen. Für ausgehende Anrufe funktioniert das problemlos, eingehende Anrufe erhalten aber ein Besetztzeichen, sobald an einem der insgesamt vier DECT-Telefone gesprochen wird. Woran kann das liegen?

! Vermutlich ist in der Konfiguration Ihres Telefons im Homeoffice das Merkmal „Abweisen bei besetzt“ oder „Busy on Busy“ eingestellt. In der Fritzbox können Sie die Einstellung ändern, indem Sie „Telefonie/Telefoniegeräte“ wählen, dann auf das Stiftsymbol zum Bearbeiten des gewünschten Geräts klicken und anschließend das Register „Merkmale des Telefoniegerätes“ ansteuern. Ein Telefon mit dieser Einstellung lehnt alle Anrufe mit „besetzt“ ab, die für eine der Num-

mern eingehen, auf die das Gerät reagiert. Andere Geräte klingeln deshalb nicht, zeigen aber einen entgangenen Anruf an. Wenn Sie „Busy on Busy“ deaktivieren, wird der Anruf nicht abgelehnt und alle Telefongeräte, denen diese Rufnummer zugewiesen ist, klingeln.

Nur wenn Sie getrennte Geräte für unterschiedliche Rufnummernkreise, etwa fürs Homeoffice und die Privatnummer nutzen, können Sie festlegen, dass für die Geräte mit Rufnummer A im Homeoffice die Regel „Busy on Busy“ gilt, also weitere Anrufe mit „besetzt“ abgewiesen werden, sobald gesprochen wird, eingehende Anrufe auf Rufnummer B die dafür konfigurierten DECT-Telefone aber klingeln lassen, auch wenn bereits ein oder mehrere Anrufe laufen. (uma@ct.de)

Fragen richten Sie bitte an

hotline@ct.de

c't Magazin

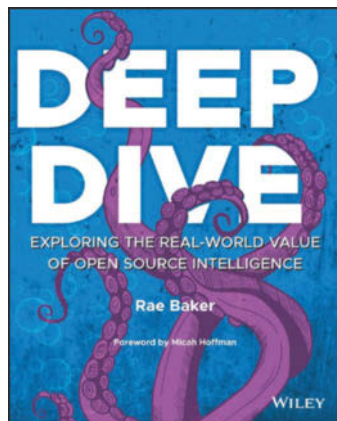
@ctmagazin

ct_magazin

@ct_Magazin

c't magazin

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter **www.ct.de/hotline**.



Rae L. Baker

Deep Dive

Exploring the Real-world Value
of Open Source Intelligence

Wiley, Hoboken (US-NJ) 2023

ISBN 978-1119933243

544 Seiten, 33 - 44 €

(PDF-/Epub-/Kindle-E-Book: 29 €)

Offenliegendes will gefunden werden

Open Source Intelligence (OSINT), also die Auswertung frei verfügbarer Informationen, hat sich als Methode bei Nachrichtendiensten und für militärische Zwecke bewährt. Rae Baker zeigt, wie jeder mithilfe von OSINT-Recherchewerkzeugen Fakten checken und Zusammenhänge entdecken kann.

Um das, was durchs Datennetz läuft, sinnvoll auszuwerten, braucht man Hintergrundwissen über verfügbare Datenarten und geeignete Werkzeuge für die sachgerechte Datenakquise. Genau damit befasst sich Rae L. Baker, eine Expertin für Logistikrecherche, in „Deep Dive“. So verrät sie etwa denen, die sich mit Verflechtungen von Firmen befassen wollen, welche Informationen Kapitalgesellschaften in den Firmenregistern zur Verfügung stellen müssen.

Praktische Analysebeispiele wie ein Betrugsfall, bei dem es um Hundewelpen geht, oder der Wirecard-Skandal zeigen, welche Rolle verschiedene Informationsquellen spielen. Die Themenauswahl des englischsprachigen Buchs ist auf die Vereinigten Staaten fokussiert, aber der Löwenanteil der vorgestellten Verfahren funktioniert auch hierzulande. Besondere Vorkenntnisse erfordert die Lektüre nicht.

Die kriminalistische Binsenweisheit des „Follow the Money“ erläutert Baker anhand einer Betrachtung des Kinahan-Syndikats, einer Verbrecherorganisation. Analysen auf Grundlage des SWIFT-Systems verbindet sie dabei mit Blockchain-Forensik und zeigt, dass Kryptowährungen viel über ihre Nutzer sagen können. Zu guter Letzt behandelt die Autorin noch durchaus kritisch das Thema Non-Fungible Tokens (NFT) und informiert über aktuelle Betrugsmaschen, die damit zu tun haben.

Technik ist für Baker vorwiegend Mittel zum Zweck; vieles reißt sie nur an. Um Details zu vertiefen, braucht man Zusatzliteratur. Als grundlegende Werkzeuge nutzt die Autorin Virtual Private Networks (VPN), Webcrawler und diverse OSINT-Suchengines. Mit deren Hilfe kann der Leser sich etwa Methoden zur Geopositionierung von Schiffen und Luftfahrzeugen erschließen. Bakers Kurzerklärung maritimer Fachbegriffe hilft dabei, gewonnene Daten zu verstehen.

Wer solides Schulenglisch beherrscht, kommt mit der Lektüre klar. Insgesamt vermittelt Bakers Einführung den nötigen Kontext, um Arbeitstechniken zu verstehen und in die Datenauswertung einzusteigen. Den weiteren Weg geht der Leser dann eigenständig mit eigener Neugier und Sorgfalt.

(Tam Hanna/psz@ct.de)

Kontinuierlicher Entwicklungsfluss

Für manche ist Softwareentwicklung hauptsächlich eine Ingenieursdisziplin, für andere Handwerk oder Kunst. Für David Farley ist sie ein sich selbst verändernder Prozess in stetigem Fluss. Sein Buch zeigt, was die Entwicklerwelt sich vom Wissenschaftsbetrieb abschauen kann.

Farley entwickelt seit geraumer Zeit professionell Software. Über seine Erfahrungen berichtet er auf YouTube, in Blogs und Büchern. Er gilt er als einer der Väter des Continuous Delivery, bei dem Automatisierung hilft, neuen Code schnell zu entstehender Software beizutragen. Zudem ist er ein großer Verfechter der testgetriebenen Entwicklung (Test Driven Development, TDD).

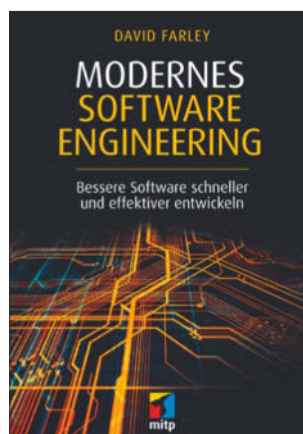
Farley plädiert dafür, beim Erschaffen von Programmcodemethoden aus der Wissenschaftspraxis zu nutzen, also Hypothesen zu entwickeln und deren Tauglichkeit mithilfe von Experimenten zu prüfen. Dabei ist auch das Messen von Kenngrößen wichtig. Was er Software-Teams in Bezug auf den Durchsatz ihrer Arbeit und die Stabilität ihrer Produkte ins Stammbuch schreiben möchte, ist wissenschaftlich fundiert und beruht auf DevOps-Metriken.

Vor diesem Hintergrund beschreibt er zahlreiche Muster und Verhaltensweisen, die Kennern agiler Methoden nicht neu sind. Seiner Meinung nach müssen Unternehmen ihre Software in möglichst kleinen Iterationen entwickeln; für den Erfolg eines jeden Projekts ist permanentes und schnelles Feedback entscheidend.

Um das zu gewährleisten, braucht man automatisierte Tests. Die liefern nicht bloß eine stetige Rückkopplung und tragen dazu bei, Fehler zu minimieren. Sie können auch das Design einer Software maßgeblich beeinflussen. Anhand typischer Codeeigenschaften wie Kohärenz, Modularisierung und Kopplungsgrad zeigt der Autor, wie sich testgetriebene Entwicklung positiv auswirkt.

Eine solche Arbeitsweise ist heute vielfach bereits akzeptiert. Die Vorzüge von Continuous Integration und Continuous Delivery werden nur wenige anzweifeln. Dennoch räumt Farley diesen Punkten streckenweise allzu viel Platz ein, wobei er sich unangenehm oft wiederholt. Seinem Text hätten außerdem deutlich mehr Codebeispiele gutgetan, um die von ihm beschriebenen Effekte zu veranschaulichen. Trotz dieser Schwächen des Buches ist der Autor auf der richtigen Spur und sein Ansatz fürs Software Engineering überzeugt. Unternehmen, die eigene Software entwickeln, können von seinen Ratschlägen profitieren.

(Maik Schmidt/psz@ct.de)



David Farley

Modernes Software Engineering

Bessere Software schneller
und effektiver entwickeln

mitp, Frechen 2023

ISBN 978-3747506349

288 Seiten, 35 €

(als Bundle mit PDF-/Epub-E-Book beim

Verlag: 40 €;

PDF-/Epub-/Kindle-E-Book allein: 35 €)

NIX VON DER STANGE!

Wunsch-PC selber bauen oder aufrüsten



Günstige Zeiten für PC-Bastler: keine Lieferschwierigkeiten für Hardware mehr, bei den Prozessoren gibt's so viel Rechenleistung wie noch nie und die SSD- und RAM-Preise sind auf niedrigem Niveau. Mit den Bauanleitungen und Aufrüsttipps aus diesem c't-Sonderheft bauen Sie Ihren Wunsch-PC oder schenken Ihrem geliebten alten PC-Schätzchen noch mehr Lebenszeit.

TRAUEN SIE SICH!



- Bauvorschläge für Gaming-PC/ Allrounder
- Nachhaltig und günstig: Alter Rechner länger nutzen
- Praxisanleitung: Windows auf neue SSD umziehen
- Der große CPU-Wegweiser

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



shop.heise.de/ct-hardwaretipps24



DAS ANTISPAM-SYSTEM

VON HOLGER KIEREY

Die Sonne brannte auf die Markise des Eiscafés herunter. Hinter grob gezimmerten Holzbalustraden, die die Stühle und Tische des Cafés vom Marktplatz abtrennten, schlenderten Angestellte in der Mittagspause zusammen mit Touristen und anderen Spaziergängern über den Platz. Am Nebentisch kassierte der dunkelhaarige Cafébesitzer Gäste ab und räumte dann fröhlich summend die leeren Eisschälchen und Kaffeetassen auf sein Tablett.

Julia nippte an ihrem Espresso und schielte zum wiederholten Mal auf ihr Smartphone, das immer noch keine Nachricht zeigte. „Keine Ahnung, wo Jens bleibt! Dabei treffen wir uns doch immer donnerstags um 12 hier bei Tony. Da bringe ich dich einmal mit und dann kommt er nicht!“

Ihre Freundin Elena sagte nichts, sondern saugte weiter am Strohhalm des Eistees. Ihre rotgeschminkten Lippen hinterließen einen blutfarbenen Kranz auf dem Trinkhalm.

Draußen vor den Balustraden rannte ein Mann über den Platz. Er verlor seinen Hut, blieb aber nicht stehen, um ihn aufzuheben, sondern lief einfach weiter. Plötzlich lag Unruhe in der Luft, Menschen tuschelten. Ein anderer Mann bog um die Ecke einer Seitenstraße und hastete auf das Café zu. Er quetschte sich zwischen den Tischen hindurch und ließ sich auf den Stuhl neben Julia fallen. Atemlos gab er ihr einen Kuss links und rechts auf die Wange.

„Jens! Wo warst du denn so lange? Wir haben uns schon Sorgen gemacht! Was ist los?“, maulte Julia.

„Wir müssen weg!“ Jens wischte sich eine schweißnasse Haarsträhne aus der Stirn und reichte Elena flüchtig die Hand. „Er hat mich erwischt, in der Schmiedegasse. Seitdem ist er hinter mir her. Drüben auf dem Rathausplatz hat ihn eine Gruppe Touristen abgelenkt, so konnte ich für den Moment entweichen. Wir müssen los, schnell, packt eure Sachen!“

„Das geht nicht, wir haben noch nicht gezahlt. Außerdem müssen wir noch austrinken“, platzte Elena heraus. „Da können wir doch nicht einfach so aufstehen und gehen!“

„Wer ist hinter dir her?“, wollte Julia wissen.

Draußen bog eine dünne blecherne Gestalt, die ganz eindeutig nicht menschlich war, um die Straßenecke und lief bis auf die Mitte des Platzes. Jens warf sich auf den Boden. „Er darf mich nicht sehen, sonst sind wir verloren!“, flüsterte er zu den Frauen hinauf.

★ ★ ★

Die Gestalt war mannshoch und schmal. Sie trug eine drehbare helmartige Konstruktion auf den Schultern, wo bei einem

Wohl jeder Computernutzer weiß, wie verlockend es sein kann, endlich einmal Ruhe zu haben vor der lauten und allgegenwärtigen Werbewelt. Das sollte dem Marketinggeplagten schon die paar Euro für eine professionelle technische Lösung wert sein.

Menschen der Kopf gewesen wäre. Lautsprecherboxen waren mit zierlichen Drahtgebilden daran befestigt, die in allen Richtungen von dem Aufbau wegstrebten. Dort, wo bei Menschen die Augen sitzen, war eine stereoskopische Doppel Linse angebracht, die der metallene Läufer jetzt eifrig nach vorn, dann wieder rück- und seitwärts ausrichtete. Seine Arme hingen schlaff herunter, doch sein dünner, mit goldfarbenem Blech verkleideter Körper war komplett in Stacheldraht eingewickelt, was ihn schon fast wieder gefährlich aussehen ließ. Es handelte sich um einen Roboter – daran konnte kein Zweifel bestehen.

Unauffällig schob Julia das Handy in ihre Handtasche und schloss diese langsam. An den Nebentischen starteten die Gäste wechselweise die blecherne Gestalt auf dem Platz und den Mann unter dem Tisch an. Nervosität breitete sich aus.

Der goldfarbene Roboter hatte seine Rundumsicht beendet und stakste jetzt zielstrebig zum nächsten Passanten auf dem Platz. Mit dünnen Fingern klammerte er sich an das Jackett des älteren Mannes. „*Penisverlängerungen jetzt in drei Tagen. Garantierte Mindestlänge: 30 Zentimeter!*“, quäkte er ihn an.

„Hey, lass mich los!“, zeterte der Mann und versuchte, die Hände des Roboters abzustreifen. „Au!“, rief er dann und fluchte weiter, nachdem er sich am Stacheldraht geschnitten hatte.

„*Umsteigen in die private Krankenversicherung lohnt sich!*“, brüllte der Roboter. Er ließ den Mann los und rannte zu einer Frau, die vor Schreck fast ihre Einkaufstaschen fallen ließ. „*Willige Schlampen aus deiner Umgebung erwarten dich im Rotkäppchen-Club! Donnerstags Gratis-Sekt!*“, säuselte er sie an. Seine Kamera kreiste unablässig auf der Suche nach neuen Opfern. Er lief auf dem Platz herum, während die Leute in alle Richtungen auseinanderstoben.

Jens stand geduckt auf und zog die Frauen mit. „Schnell ins Café, bevor er uns sieht! Bestimmt haben die einen Hinterausgang, da können wir unerkannt entkommen.“

★ ★ ★

Sie waren schon halb die Stufen zur Eingangstür hinauf, als der Roboter auf dem Platz aufheulte. Er ließ von der Frau am Blumenstand ab und rannte los. Vor dem Café schrien die Gäste auf, als die Blechgestalt sich in ihre Richtung drängte, und verließen fluchtartig die Terrasse. Gläser fielen um und Getränke ergossen sich auf das Kopfsteinpflaster.

Jens schob die Frauen durch die Tür. Von drinnen kam ihnen Tony mit einem Tablett voller Eisbecher entgegen. „Verdammt, was ist denn hier los?“, wollte er wissen. Im gleichen Moment schlug Jens die dicke Eichentür mit dem

Über den Autor

Als Nordlicht landete **Holger Kierey** vor mehr als zwanzig Jahren nach Studium und Promotion in Süddeutschland, wo er seitdem als Physiker bei einem Konzern für feinmechanische und optische Systeme arbeitet. Privat kocht, backt und malt er begeistert und teilt seine Erfahrungen und Rezepte vom opulenten Braten bis zu asiatischen Spezialitäten in seinem Blog. Bereits 2012 bewies er mit dem fantastischen Roman „Klein“, dass er auch spannend und humorvoll erzählen kann. Das „Antispam-System“ ist sein Debüt bei den c't-Stories.



Bild: Holger Kierey

vergitterten Ausschnitt ins Schloss und schob den Riegel davor.

Draußen hämmerte der Roboter mit seinen dünnen Fäusten an das Holz. „Keine Kyphose: garantierte Haltungsverbesserung für jedes Alter mit Magnet-Rückenbandage!“, rief er durch die Gitterstäbe. Jens schloss das Fenster, um die Lautstärke zu senken.

„Hast du ein Rückenproblem?“, wollte Julia wissen.

Der Cafébesitzer lugte durch die Scheibe und erfasste die Lage mit einem Blick: Umgestürzte Stühle und zerbrochenes Geschirr waren zurückgeblieben, die Gäste alle fort. „Was soll das denn? Die haben doch alle noch nicht bezahlt! Und was ist das für ein Roboter da draußen? Wo kommt der her?“, wollte er wissen.

„Keine Ahnung!“, rief Jens. „Er war plötzlich hinter mir her und hat mir Werbung für Penisverlängerungen an den Kopf geworfen. Irgendwo musste ich ja hin und mich in Sicherheit bringen.“

Der Italiener fluchte: „Maledetto, aber doch nicht in mein Café!“

„Aber was sollte ich machen? Sehen Sie ihn sich doch an! Vielleicht ist der auch gefährlich. Man weiß ja nicht, was in so einem Roboter vorgeht“, verteidigte sich Jens. Gemeinsam schauten sie durch das Guckloch in der Tür, während Elena in der Zwischenzeit die Eisbecher inspizierte, die Tony auf die Theke gestellt hatte.

„Ich rufe die Polizei“, entschied Tony. „Entweder verhaften die diesen Roboter hier vor der Tür oder die verhaften Sie, weil Sie mir dieses Biest ins Geschäft geschleppt haben.“ Er griff zum Telefon.

„Du hast mir gar nichts davon erzählt, dass er eine Penisverlängerung braucht“, meinte Elena zu Julia. „Herrgott-nochmal!“, brüllte Jens. „Ich habe keine Ahnung, warum er hinter mir hergelaufen ist!“

Der Italiener legte das Telefon zur Seite, um Elena einen Eislöffel zu reichen. „Essen Sie ruhig. Das schmilzt sonst sowieso. Warum wollten Sie sich eigentlich mit dem da treffen, wo er doch ... na, Sie wissen schon?“

Elena machte ihm schöne Augen und schleckte den Löffel voller Sahne ab.

Währenddessen fuhr vor dem Gebäude ein Geländewagen in Tarnfarben vor und bremste scharf. Vier blau la-

ckierte Roboter mit breiter metallener Brust sprangen aus dem Auto und marschierten zwischen den umgestürzten Stühlen zur Tür des Cafés, an der der goldfarbene Plagegeist immer noch hämmerte und zeterte. Drei der blauen Gestalten nahmen den Schreihals in die Zange und lupften ihn ungeachtet seines Stacheldrahtschutzes mit leichter Hand in die Höhe. Er zappelte mit den Beinen, konnte dem kräftigen Griff der Neuankömmlinge aber nicht entkommen.

Der vierte blaue Roboter klopfte mit einem Finger aus Metall an die Tür des Cafés. Tony öffnete die Scheibe hinter den Gitterstäben. „Was wollt ihr?“, fragte er harsch.

„MacPersky, Sicherheitsdienstleistungen, guten Tag. Es scheint, dass Sie ein Spam-Problem haben?“

„Ein Spam-Problem? Meinen Sie dieses Monster da draußen? Allerdings habe ich ein Problem damit! Er ruiniert mein Geschäft, wissen Sie das? Was soll ich denn jetzt machen?“

Der blaue Roboter drehte den Kopf und inspizierte mit seinen Kameraaugen die Gestalt, die in den Händen seiner Kollegen baumelte. „Es scheint sich um einen Spambot der Deltaklasse zu handeln. Ziemlich anhängliche Maschinen. Laut Eigentümerkennzeichnung im Besitz einer Firma in Shanghai.“

„Mit Bitcoin-Investments dreißigtausend Euro in nur vierundzwanzig Stunden verdienen!“, trötete die Deltaklasse dazwischen. „Kaufen Sie jetzt und sparen Sie die Hälfte der Transaktionsgebühren!“

„MAN WEISS JA NICHT, WAS IN SO EINEM ROBOTER VORGEHT.“

Jens schob den Cafébesitzer beiseite. „Er hat mich verfolgt und ständig was von Penisverlängerungen gebrüllt“, beschwerte er sich.

Der blaue Roboter blickte ihn an. „Man darf nicht zu viel Interesse bekunden, sonst wird man sie nie wieder los.“

„Also, das ist doch wohl die Höhe ...!“, rief Jens.

„Was machen wir denn jetzt?“, unterbrach der Italiener sie. „Das kann doch so nicht weitergehen!“

„Ich kann Ihnen ein Jahresabonnement unseres umfangreichen Safe’n’Happy-Pakets zum einmaligen Sonderpreis von zweihundertfünfundfünfzig Euro anbieten. Es enthält neben dem Schutz vor Spam- und Spybots sowie Trojanern auch eine 24-Stunden-Hotline, die hilft, Viren und Würmer zu beseitigen.“

„Ihr spinnt ja wohl!“, brüllte Tony. „Ich zahle doch keine zweihundertfünfundfünfzig Euro, nur weil so ein bescheuerter Roboter meine Tür belagert. Ich rufe die Polizei!“

„Günstiger Sofortkredit online: Wählen Sie jetzt Ihr Wunschdarlehen zur Erfüllung aktueller Verpflichtungen oder für lang ersehnte Anschaffungen!“, warf der Spambot dazwischen. Einer der Blauen hielt ihm die Hand vor den Lautsprecher, was ihn aber nur dazu veranlasste, auf zwei der anderen Lautsprecher umzuschalten.

„Sie müssten mal sehen, wie es bei einer Infektion mit Trojanern so zugeht“, brummte der Anführer. „Aber wie Sie meinen. Kommt, wir gehen!“ Die drei blauen Roboter setzten den Spambot wieder auf die Füße, was dieser mit einem Quieken quittierte.

„Werbung herumzuschreiben ist übrigens nicht illegal, die Polizei wird ihn also vielleicht mitnehmen, aber er ist dann sicher bald wieder da.“

„Schnarchen ist ein Scheidungsgrund! Beseitige den Lärm in der Nacht!“, quäkte der Deltabot unverdrossen.

„Verdammt, das geht nicht!“, rief Jens. „Kommen Sie, Tony, wir legen zusammen. Jeder fünfzig Euro, Sie geben den Rest. Wir sind schließlich Stammgäste.“

„Die sind ja schlimmer als die Mafia!“, fluchte Tony. „Hey, wartet mal, nicht weglaufen. Wir zahlen ja. Aber gibt es das Paket nicht auch billiger? Wir brauchen es ja eigentlich nur heute. Macht einfach den Quälgeist weg, sonst nix!“

„Bedaure, wir haben leider keine kürzeren Serviceverträge im Angebot. Allerdings gibt es einen Rabatt von fünfzehn Prozent, wenn Sie einen Vertrag mit zweijähriger Laufzeit abschließen und ab fünf Jahren bekommen Sie einen kostenlosen Einkaufsberater für Ihre Finanzgeschäfte dazu.“

„Schon gut, schon gut, wir nehmen den Einjahresvertrag.“

Der Chef der blauen Roboter drängte den Schreihals von der Tür weg und hielt seinen Handrücken an die Gitterstäbe des Gucklochs. Oberhalb der Fingeransätze war ein Schlitz zu sehen. Tony zückte sein Portemonnaie und schob zähneknirschend eine Kreditkarte hinein.

Der Chef der blauen Roboter druckte einen Papierbeleg an seiner Brust aus und reichte ihn durch die Gitterstäbe hindurch nach drinnen. „Vielen Dank, Herr Antonio Ciffi. Wir begrüßen Sie im Kreise unserer Abonnenten und freuen uns, dass Sie sich für das MacPersky-Safe’n’Happy-Servicepaket entschieden haben. Mit unserer ...“

„Ja, schon gut!“, unterbrach ihn Tony. „Macht endlich den da vor meiner Tür weg, ich muss aufräumen und wieder öffnen, sonst verdiene ich heute gar nichts mehr, trotz des schönen Wetters.“

Der Anführer der Blauen drehte sich und schritt zu der dünnen goldfarbenen Gestalt hinüber. Dort angekommen, holte er einen handlichen Würfel mit einem dicken roten Knopf aus einem Fach an seinem Unterleib und setzte ihn dem Spambot auf die Brust.

Dessen Werbebotschaften wurden mittlerweile immer schriller: „Mit dem Blitzerwarner kannst du hohen Bußgeldern vorbeugen!“, trompetete er und wand sich dabei im Griff der blauen Gesellen. „Sie haben nicht mehr viel Zeit – wechseln Sie noch bis Ende des Jahres in die private Krankenversicherung!“

Der Anführer drückte auf den Knopf des Würfels und ein Blitz erhellte den Vorplatz. Plötzlich erschlafft sank der Spambot im harten Griff der blauen Gestalten zusammen. Kurzerhand schleiften die ihn zum Geländewagen hinüber und drückten ihn auf die hintere Sitzbank. Der Anführer tippte sich zum Gruß an einen nicht vorhandenen Hut, dann stiegen alle wieder in das Auto und brausten davon.

„Puuh!“ Jens ließ den angehaltenen Atem entweichen und öffnete vorsichtig die Tür des Cafés. Zusammen lugten sie erst einmal nach links und rechts, bevor Tony hinausging und damit begann, die umgestürzten Stühle wieder aufzustellen. Jens reichte ihm das versprochene Geld. „Lassen Sie



Bild: Ki Midjourney / Bearbeitung: Holger Kiersey

mal, Tony, das machen wir drei hier draußen schon zusammen und Sie kochen uns lieber noch einen schönen Kaffee. Nach dem Schreck könnte ich auch ein großes Eis vertragen, glaube ich. Zum Glück waren die ja schnell vor Ort, sonst saßen wir vielleicht immer noch drinnen hinter der Tür.“

„Ja“, meinte Tony und kratzte sich am Kopf. Er schaute in die Richtung, in die der Geländewagen verschwunden war. „Zum Glück waren die sehr schnell da. Was sie jetzt wohl mit diesem Schreihals anstellen werden?“

✱ ✱ ✱

Wenig später bremste der Geländewagen in einem anderen Teil der Stadt. Der Spambot straffte sich und öffnete seine Kameraaugen wieder.

„Okay, weiter gehts!“, kommandierte der Anführer. Einer der blauen Gesellen öffnete die Wagentür und entließ die goldene Gestalt. „Beeil dich mal ein bisschen! Wir müssen heute noch dreimal abkassieren, dann gehts weiter in die nächste Stadt. Strom ist teuer geworden – und der Wagen muss auch noch abgezahlt werden.“

Der Spambot trotete von dannen, bis er hinter der nächsten Straßenecke an einem Taxistand auf einen jungen Mann im Anzug traf.

„Penisverlängerungen jetzt in drei Tagen“, trötete er den Anzugträger an.

Erschrocken ergriff der Mann die Flucht.

Die goldfarbene Blechgestalt rannte hinterher.

(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).

Schutz für Hackers Liebling



Heft + PDF
mit 28 % Rabatt



Aktualisierte
und erweiterte
Neuaufgabe
auf über
200 Seiten

Forscher schätzen, dass in 90% der von ihnen untersuchten Fälle von Cyberangriffen, das Active Directory involviert ist! Mit dieser aktualisierten und erweiterten Neuaufgabe des **ix Kompakt zur AD-Sicherheit** können Sie sich dringend benötigtes Fachwissen zum Schutz vor Ransomware aneignen:

- Denken wie ein Hacker – Angriffe verstehen und verhindern
- Forensische Analyse von Vorfällen und Angriffen
- Microsofts Schichtenmodell: Tiers festlegen und abschotten, privilegierte Zugriffe absichern
- Marktübersicht: Werkzeuge für die AD-Absicherung

Heft für 29,50 € • Digital für 27,99 € • Heft + Digital 41,50 €




shop.heise.de/ix-ad-sicherheit23

ORACLE Feuerwehr www.oraservices.de 

EDELSTAHL LED SCHILDER: www.3D-buchstabe.com
HAUSNUMMERN nobel 230V~: www.3D-hausnummer.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 


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 

www.embedded-specialists.de 

www.patchkabel.de - LWL und Netzwerk Kabel 

BITV-Tests – Digitale Barrierefreiheit

Informationen, Entwicklungsschulungen, Seminare,
Gutachten. www.twin-cubes.com 

xxs-kurze Daten- & Netzkabel: kurze-kabel.de 

**Anzeigenschluss
für die nächsten
erreichbaren Ausgaben:**
03/2024: 08.01.2024
04/2024: 22.01.2024
05/2024: 05.02.2024



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 ange-
botenen 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
eMail: dispo@heise.de

➔ Weiterlesen, wo andere aufhören.



31. DFN-Konferenz am 30.01. und 31.01.2024

- Etablierte IT-Sicherheitskonferenz im Grand Elysée Hotel Hamburg
- Vorträge u. a. zu den Themen Adaptive Detektion von Bedrohungen und Cybersicherheitsmanagement
- Tutorium:
"Ist E-Mail noch zu retten - Wie wird E-Mail sicherer?"

Programm und Anmeldung unter:
<https://www.dfn-cert.de>

HIER KÖNNTE IHR

Seminar-Angebot viele Hunderttausend wissenshungrige Leser erreichen.
Dazu müsste an dieser Stelle nur Ihr

SEMINAR STEHEN

Und das zu außergewöhnlich günstigen Konditionen.

Mehr Infos gibt es unter +49 (0) 511 53 52-165 oder -221.

➔ Weiterlesen, wo andere aufhören.



Sprachmodelle im Unternehmen

LLMs sicher und effizient einsetzen



6. Februar 2024 – Online Deep Dive

ChatGPT hat gezeigt, wozu Large Language Models in der Lage sind. LLMs können weit mehr, als einfach Fragen zu beantworten. Für Unternehmen entstehen dadurch völlig neue Möglichkeiten.

Lernen Sie auf dem Thementag, wie Sie LLMs effizient einsetzen und welche offenen Modelle es gibt. Erfahren Sie außerdem, wie Sie Problemen wie dem Halluzinieren entgegenwirken und welche juristischen Grundlagen zu beachten sind.

m3-konferenz.de/llm.php

Jetzt
Frühbuche-
ticket
sichern!

Veranstalter



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

Inserenten*

1&1 Telecom GmbH, Montabaur.....	180
1blu AG, Berlin.....	19
B1 Systems GmbH, Vohburg.....	2
DFN-CERT Services GmbH, Hamburg.....	174
Eizo Europe GmbH, Mönchengladbach.....	11
EXTRA Computer GmbH, Giengen-Sachsenhausen.....	9
Kentix GmbH, Idar-Oberstein.....	43
Thomas Krenn AG, Freyung.....	37

Veranstaltungen

secIT by heise	heise medien	4, 5
Webinarserie Flutter	heise academy	12
inside agile	iX, dpunkt.verlag	61, 179
Videokurse	heise academy	79
building IoT	iX, dpunkt.verlag	151
Minds Mastering Machines	iX, dpunkt.verlag	174
c't Webinar Datenschutz	heise academy	176
DIGITAL DESIGN & UX NEXT	Maibornwolff, iX, dpunkt.verlag	179

Ein Teil dieser Ausgabe enthält Beilagen von HelloFresh Deutschland SE & Co. KG, Berlin, und Strato AG, Berlin.

* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich.
Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.


WEBINAR

Datenschutz in Arztpraxen

Ein 3-teiliges Webinar für Ärzte
und ärztliche IT-Dienstleister


13., 20. sowie 27. März 2024

Dieses Webinar von c't beleuchtet in drei Sitzungen zu je zwei Stunden die wichtigsten Themen aus dem Telematik- und Datenschutz-Alltag einer Arztpraxis, liefert unerlässliches Hintergrundwissen und gibt konkrete, praktische Tipps.

Jetzt Tickets sichern:

webinare.heise.de/datenschutz-in-arztpraxen



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: „c't Notfall Windows 2024“: Peter Siering (ps@ct.de), „Wasserstoffautos in der Praxis“: Sven Hansen (sha@ct.de)

Chefredakteure: Torsten Bееck (tbe@ct.de) (verantwortlich für den Textteil), Dr. Volker Zota (vza@heise.de)

Stellv. Chefredakteure: Martin Fischer (mfi@heise.de), Axel Kossel (ad@ct.de), Jan Mahn (jam@ct.de)

Chef vom Dienst: Georg Schnurer (gs@ct.de)

Chefin vom Dienst New Media: Hannah Monderkamp (mond@heise.de)

Koordination Leserkommunikation: Martin Triadan (mat@ct.de)

Leiter redaktionelle Entwicklung: Jobst Kehrhaаn (keh@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 (rig@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

Leitender Redakteur: Peter Siering (ps@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 Schirmmacher (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 (arv@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), Andriјan 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), Christian Wölbert (cwo@ct.de)

Redaktion: Robin Brand (rbr@ct.de), Sven Hansen (sha@ct.de), Steffen Herget (sh@ct.de), Nico Jurrān (nij@ct.de), André Kramer (akr@ct.de), Michael Link (mil@ct.de), Urs Mansmann (uma@ct.de), Stefan Porteck (spo@ct.de)

Leiter c't 3003: Jan-Keno Janssen (jkj@ct.de)

Redaktion: Lukas Rumpier (rum@ct.de)

c't Sonderhefte

Leitung: Jobst Kehrhaаn (keh@ct.de)

Koordination: Pia Groß (piac@ct.de), Angela Meyer (anm@ct.de)

c't online: Sylvester Tremmel (syt@ct.de), Niklas Dierking (ndi@ct.de)

Social Media: Jil Martha Baаe (jmb@ct.de)

Koordination News-Teil: Hartmut Gieselmann (hag@ct.de), Kathrin Stoll (kst@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 Assistenz: Ralf Schneider (Ltг., 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 89/4271 86-0, Fax: 0 89/4271 86-10

Ständige Mitarbeiter: Detlef Borchers, Herbert Braun (heb@ct.de), Tobias Engler, Monika Ermert, Stefan Krempf, 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

Rudolf A. Blaha, Frankfurt am Main, Thorsten Hübner, Berlin, Albert Hulm, Berlin, Sven Hauth, Schulp, 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: ayznmonmewb2tjvgf7ym4t2726muprjvwckxz2vhf2hbarbbzydm7oad.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 AUGЕ, bdvб e.V., бvDW 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 2024 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA LAE 

Vorschau **ct** 3/2023

Ab 26. Januar im Handel und auf ct.de



Heimserver: Kaufberatung und Bauvorschlag

Wer einen Server für die Familie oder das Büro braucht, kauft meistens ein NAS. Doch für manche Zwecke genügt auch ein Raspberry Pi und für andere wünscht man sich viel mehr Leistung. Wir erläutern aktuelle Technik und schlagen für konkrete Szenarien die passenden Komponenten vor.



Smartphones für jeden Zweck

Smartphones gibt es bereits für weniger als 100 Euro, andere kosten 2000 Euro. In der nächsten c't erhalten Sie den Überblick über die gewaltige Bandbreite. Wir sagen Ihnen, was Sie für Ihr Budget erwarten dürfen. Außerdem haben wir vier 300-Euro-Smartphones auf den c't-Prüfstand gebeten.

Cloud weg, Hardware tot

Von intelligenten Türschlössern und Smart Speakern bis hin zu E-Bikes: Immer mehr Geräte sind auf die Cloud angewiesen. Schaltet der Hersteller die Server ab, ist die teure Hardware nur noch Elektroschrott. Wie sieht das rechtlich aus und mit welchen Smart-Home-Systemen entgeht man der Cloudfalle?

KI-Gesang

Nach dem Sprechen lernen KI-Stimmen nun auch das Singen. Nur wenige Sekunden genügen, um berühmte Interpreten nachzuahmen. Wir testen die Werkzeuge und Dienste und erklären, wie Sie solche künstlichen Stimmen in Songs einsetzen und austauschen.

Starke Gaming-PCs

Moderne Gaming-PCs bringen 3D-Spiele mit opulenter Grafik und Raytracing-Effekten flüssig auf hochauflösende Monitore. Im c't-Labor zeigen zwei Komplettrechner, ob sie das genauso leise schaffen wie unser aktueller Bauvorschlag.

Noch mehr
Heise-Know-how



c't Hardware-Tipps 2024
jetzt im Handel und auf
heise-shop.de



ix 1/2024 jetzt im Handel
und auf heise-shop.de



c't Fotografie 01/24 jetzt
im Handel und auf
heise-shop.de

PRODUCT OWNER DAYS

So geht agiles Produktmanagement besser

Köln • 12./13. März 2024

Produkte sollen **Kunden begeistern**. Product Owner und Produktmanagerinnen spielen eine entscheidende Rolle, um dieses Ziel zu erreichen.

Die Product Owner Days bieten eine einzigartige Gelegenheit zum **Networking**, **Wissensaustausch** und zur **Inspiration**. Triff Gleichgesinnte, diskutiere Best Practices und lass dich von führenden Experten inspirieren.

Themen, die im Fokus stehen:

- User Research
- Product Discovery, Product Economics
- Agiles Projektmanagement
- Product Roadmaps
- Erfolgreiche Produktvisionen und -strategien

Wir laden dich herzlich zu den **Product Owner Days** ein und freuen uns darauf, dich am 12./13. März in Köln begrüßen zu dürfen!



Frühbuchertickets sichern | product-owner-day.de

Vor-Ort-Workshops zu „OKR und Roadmaps“ / „UX und Scrum“ am 11. März 2024

Konferenzen von



Veranstalter



Kooperationspartner



DIGITAL DESIGN & UX NEXT

Produktentwicklung, Technologiepotenziale
und Gestaltung zusammendenken

München • 16.–18. April 2024

Ganzheitliches Design und nahtlose User Experience
sind die Bausteine für erfolgreiche Produkte.

In Vorträgen und Workshops erfahren Sie, wie Sie **UX Design**, **Produktmanagement** und **Technologiekompetenz** in multidisziplinären Teams integrieren können. Unsere Konferenz bietet Ihnen Einblicke in die **aktuellen Trends** und zeigt praktische Ansätze und **Best Practices**, die Sie in Ihrem eigenen Unternehmen anwenden können.

Digital Design & UX Next – das Event-Ereignis für Usability- & UX-Profis, Digital Designer, Requirement Engineers und Product Owner.



Programm online Anfang Januar | www.dd-ux.de

Veranstalter



1&1 Glasfaser

Dauerhaft günstiges Highspeed-Internet
mit bis zu 1 GBit/s.*

1&1 – Immer wieder besser.

29,99 €/Monat*

DAUERHAFT GÜNSTIG

1&1 Glasfaser 50

BAUKOSTEN
übernimmt 1&1



1und1.de
0721/960 6060

1&1

*1&1 Glasfaser 50 für 29,99 €/Monat. Dauerpreis: Kein Preissprung während der gesamten Laufzeit. Internet-Flat: Unbegrenzt surfen bis zu 50 MBit/s. Glasfaser-Tarife bis 1.000 MBit/s in vielen Regionen möglich. Sofern keine Glasfaserleitung vorhanden: Ausbau und Eigentümergenehmigung erforderlich. Aktion: Baumaßnahmen kostenfrei. Für alle Tarife gilt: Telefon-Flat ins dt. Festnetz. Anrufe in dt. Mobilfunknetze 19,9 ct/Min. Mögliche Hardware: z. B. 1&1 HomeServer Glasfaser für 4,99 €/Monat. Versand: einmalig 9,90 €. Bereitstellung: einmalig 69,95 €. Mindestlaufzeit: 24 Monate. Abbildung ähnlich, Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Preise inkl. MwSt. 1&1 Telecom GmbH, 56403 Montabaur. WEEE-Reg.-Nr. DE13470330

MEMBER OF
**united
internet**