

ct magazin für computer technik

19.06.21 **14**



Stalking mit
Apple AirTags

Surfen ohne Nerverei und Tracking

Browser im Privacy-Check • Cookie-Hinweise loswerden

IM
TEST

- iMac und iPad Pro 2021 mit M1
- Aufgabenplaner für Desktop und Mobil
- Günstiger und schneller Speedport-Router
- Android-Kraftzwerg Asus Zenfone 8
- Büromonitor mit Blaulichtfilter

Daten bequem übers Netzwerk sichern

Raspi als Backup-Server

Analyse • Interview mit Halbleiterfertiger

Chipmangel und kein Ende

Datenlecks bei Test- und Impfterminen

Kartenzahlung: Technik & Infrastruktur

Core i und Ryzen: Was On-Chip-Grafik kann

IoT: Einfacher Einstieg in LoRaWAN

Kostenlose Mathe-Lernplattform Mathigon



€ 5,50

AT € 6,10 | LUX, BEL € 6,50

NL € 6,70 | IT, ES € 6,90

CHF 8.10 | DKK 60,00

Vodafone und Telekom schalten endgültig die Netze ab

UMTS-Ende: Was Sie jetzt tun müssen

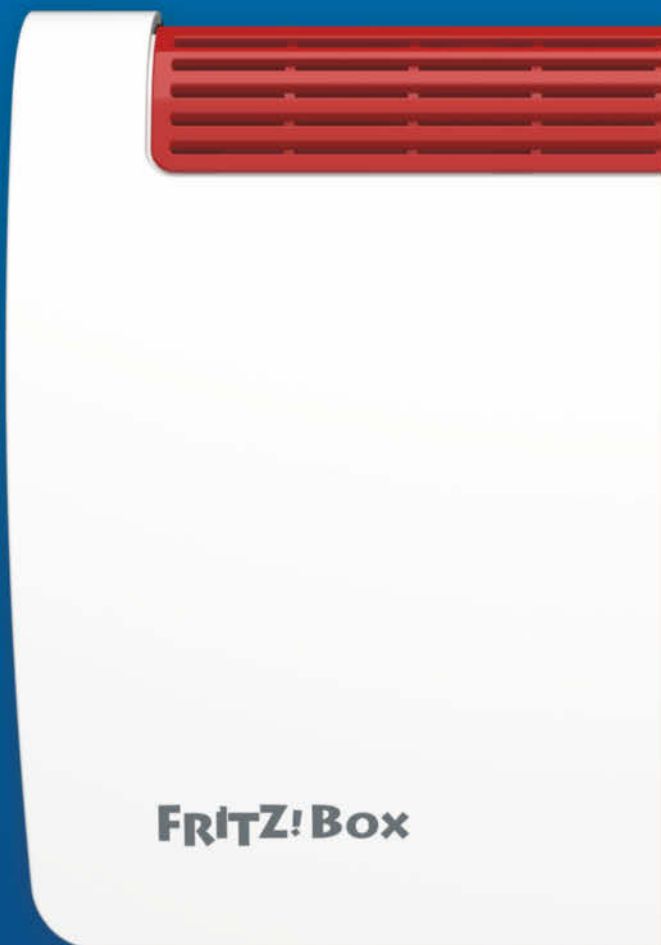
Welche Handys, SIMs oder Autos es trifft • Wie LTE & 5G profitieren





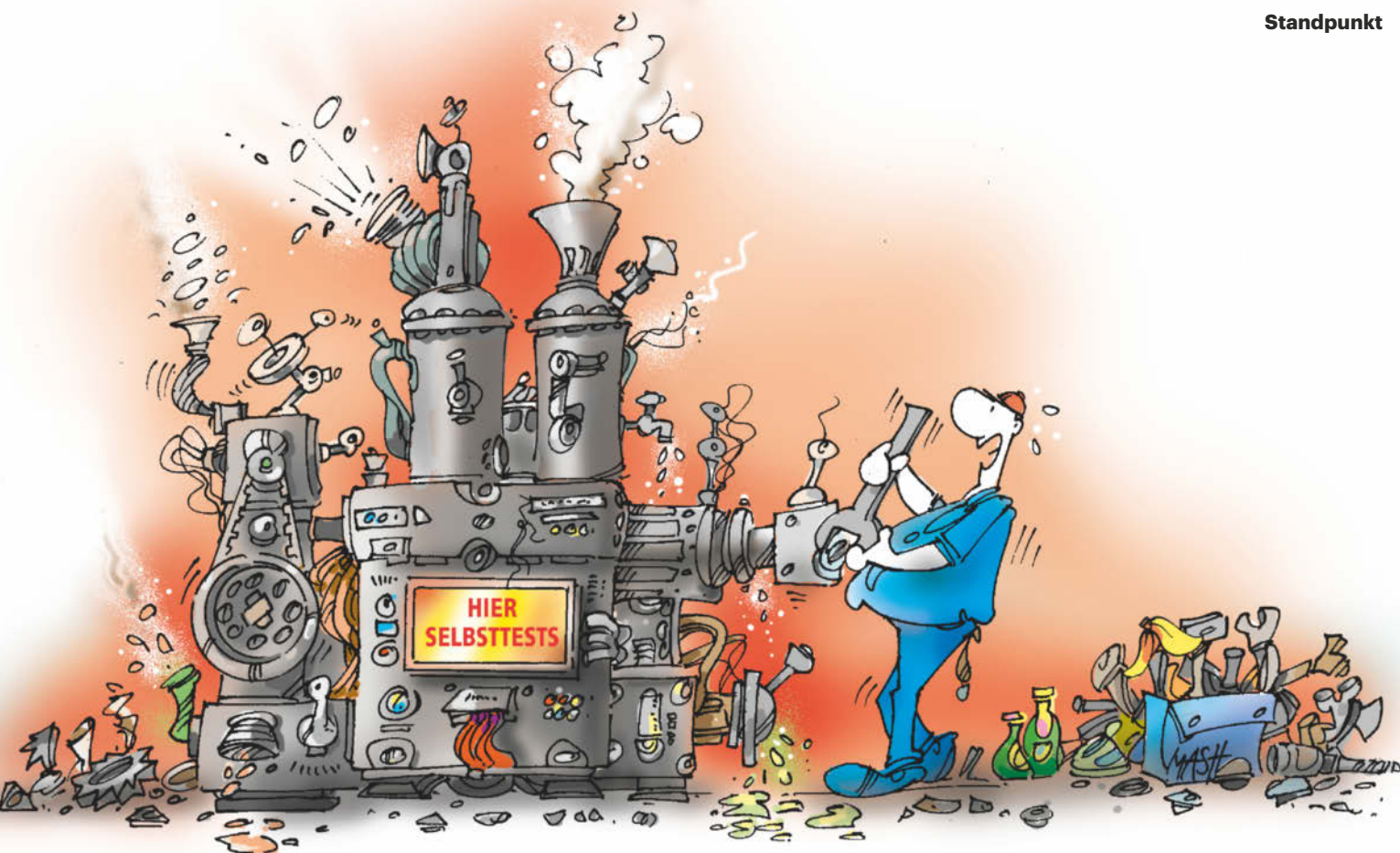
VIEL DRIN. VIEL DRAUF!

Deine FRITZ!Box



WLAN Mesh !OS
Gigabit-LAN DSL
Smart Home
Telefon DECT
Cable LTE 5G
Glasfaser **VPN**
Streaming
NAS Fiber
Mediaserver

avm.de/fritzbox



Sicherheitslücken: Rückkehr der Frickler

Naturfreunde sind entzückt. Wo die Pandemie Tourismus und Verkehr zum Erliegen gebracht hat, eroberte sich die Tier- und Pflanzenwelt ihren Lebensraum zurück. Und auch in der IT beobachten wir die Rückkehr einer Spezies, die seit den Zweitausendern als nahezu ausgestorben galt: der Frickler. Ausgestattet mit ungesundem Halbwissen, Texteditor und dem abgeschlossenen Selbststudium eines PHP-Tutorials machte das possierliche Tierchen damals das Internet unsicher. Mit Gästebüchern und Kommentarfunktionen sorgte er für Abwechslung, aber auch für SQL-Injections und Datenlecks. Was man damals Web 2.0 nannte, war aus heutiger Sicht oft eine Sicherheitskatastrophe.

Dann wurde der Frickler verdrängt. Viele Jahre dominierte die Spezies des hippen Start-up-Fullstack-Webentwicklers das Internet. Ausgestattet mit Mate-Teegetränk, Bootstrap-Framework und Megabyte-weise JavaScript bestimmte er unsere Erwartungen von Websites und veränderte auch den Stil hin zu zeitgemäßen Sicherheitslücken. Nicht Ahnungslosigkeit war jetzt das Problem, sondern Zeitdruck. Da kam es schon mal vor, dass eine Kundendatenbank oder ein paar Tausend Kennwörter an die Öffentlichkeit gelangten. Hupsi. Egal. Gehört bei Start-ups zur Mentalität: scheitern, aufstehen und weitermachen.

Anfang 2021 dann die Überraschung. Der Frickler war zurückgekehrt. Die Pandemie hatte ihm ein neues Habitat bereitet: Impf- und Testterminvergabeplattformen für Ärzte, Apotheker und Testcenter. Weil Zeit und Expertise knapp waren, durfte er wieder nach Herzenslust dilettieren, ohne Rücksicht auf die Gesundheitsdaten. Mit all den liebenswerten Macken, mit den besten Fehlern der Neunziger und Zweitausender und dem Schlimmsten von heute. Ab Seite 126 lesen Sie, welche Folgen das für Patienten haben kann.

Schön, dass sich auch Programmierneulinge an eigene Projekte und Anwendungen herantrauen – an Herausforderungen wächst man und aus Fehlern kann man viel lernen. Online-Dienste mit Gesundheitsdaten sind aber der denkbar ungünstigste Spielplatz, um sie zu machen.



Jan Mahn

Jan Mahn

Titelthemen

Surfen ohne Nerverei und Tracking

- 14 **Cookie-Banner** Akzeptieren oder nicht?
- 18 **Mehr Privatsphäre** Browser im Privacy-Check
- 22 **Besser surfen** ohne Cookies und Reklame
- 28 **Zukunft des Trackings** Komfort und Datenschutz

UMTS-Ende: Was Sie jetzt tun müssen

- 56 **Abschaltung im Juni** Was das UMTS-Aus bedeutet
- 62 **Smartphones mit LTE oder 5G** bis 250 Euro
- 67 **Kaufberatung** Smartphones bis 90 Euro
- 68 **Autos** Beeinträchtigungen durch UMTS-Ende
- 70 **Zahlen, Daten, Fakten** UMTS

Chipmangel und kein Ende

- 110 **Wo bleiben die Halbleiter?** Die Hintergründe
- 116 **EU-Chipfertigung** Interview mit Globalfoundries

Raspi als Backup-Server

- 140 **Plattformunabhängiges Backup** mit Syncthing
- 144 **Raspberry Pi** als zentraler Backup-Speicher

Aktuell

12 Stalking mit Apple AirTags

- 30 **Bit-Rauschen** Riesencache-Ryzen, AMD-Roadmap
- 32 **Hardware** GeForce RTX, Mini-PC, Ryzen 5000G
- 34 **Server & Storage** SSDs mit 14 GByte/s
- 36 **Apple** Neues macOS, iOS und iPadOS
- 38 **Datenbrille** für virtuelle Meetings
- 40 **Windows** Wie die neue Version werden könnte
- 41 **Windows-Paketmanager** WinGet ist fertig
- 42 **Netze** Devolo Giga Bridge, Wi-Fi-6E-Access-Point
- 44 **Forschung** Lügende KI, Lächelnder Roboter
- 45 **Embedded Systems** Netzwerkprozessor für Autos
- 46 **Internet** Abhörbefugnisse erweitert, Firefox 89
- 47 **Datenschutz** Big Brother Awards 2021
- 48 **Open Source** openSUSE Leap 15.3, OBS 27
- 49 **Creative Cloud** Photoshop, Illustrator, InDesign
- 50 **Software** Fernwartung, Office, Bahn
- 51 **Android-Klon** Huawei HarmonyOS
- 52 **Web-Tipps** Rechner, Zeitmanagement, Fußball

Test & Beratung

72 iMac und iPad Pro 2021 mit M1

78 Büromonitor mit Blaulichtfilter

80 Gaming-Headset Teufel Cage

82 Smarter Beamer mit Android TV 10

84 GPS-Tracker Invoxia Cellular GPS Tracker

85 Bluetooth-Lautsprecher Tribit StormBox Pro

86 TV-Hintergrundbeleuchtung Govee Immersion

86 SDI-HDMI-Konverter von Blackmagic Design

88 Günstiger und schneller Speedport-Router

90 Android-Kraftzwerg Asus Zenfone 8

92 Mittelformatkamera Fujifilm GFX100S

94 Webbasiertes Dashboard Homer

94 2K-Webcam mit Weitwinkel Trust Taxon

96 Core i & Ryzen: Was On-Chip-Grafik kann

100 Workstation Das bringen Profi-Grafik und RAID

104 Aufgabenplaner für Desktop und Mobil

168 Survival-Abenteuerspiel Subnautica Below Zero

178 Bücher Rechentechnik, Datensammelwut

14 Surfen ohne Nerverei und Tracking



Cookie-Banner pressen Ihnen das Einverständnis ab, dass Online-Werber Sie auf Tipp und Klick im Web verfolgen dürfen. Werden Sie die Banner los und schützen Sie Ihre Privatsphäre!

Wissen

- 118 Kartenzahlung: Technik & Infrastruktur**
- 122 Computational Photography** mit Handy-Kameras
- 126 Datenlecks bei Test- und Impfterminvergaben**
- 130 Elektronischer Börsenhandel** Wie er funktioniert
- 136 Digitale Souveränität** Neues Cloud-Modell von MS
- 138 USB-C** liefert künftig bis zu 240 Watt
- 170 Datenschutz** Neue Regeln für Online-Anbieter

Praxis

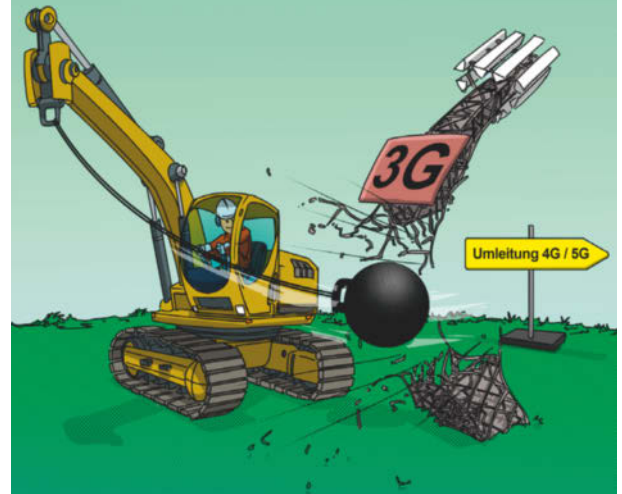
- 148 IoT: Einfacher Einstieg in LoRaWAN**
- 154 Video-Tutorials** mit Threadit aufzeichnen
- 156 Kostenlose Mathe-Lernplattform Mathigon**
- 160 Mobiles Büro** mit SoftMaker Office für Android
- 162 Signal** Nachrichten per Skript verschicken

Immer in c't

- 3 Standpunkt** Sicherheitslücken durch Frickler
- 6 Leserforum**
- 11 Schlagseite**
- 54 Vorsicht, Kunde** Reklamation bei Amazon
- 172 Tipps & Tricks**
- 176 FAQ** Desinfec't 2021
- 180 Story** Deleted
- 188 Stellenmarkt**
- 192 Inserentenverzeichnis**
- 193 Impressum**
- 194 Vorschau 15/2021**

c't Hardcore *c't Hardcore kennzeichnet im Heft besonders anspruchsvolle Artikel.*

56 UMTS-Ende: Was Sie jetzt tun müssen



Die UMTS-Netze werden ab Ende Juni abgeschaltet. Das trifft vor allem die Nutzer älterer Autos, deren Systeme noch UMTS nutzen. Aber auch bei Smartphones und SIM-Karten ist einiges zu beachten.

140 Raspi als Backup-Server



Sie können Ihre wichtigen Daten von überall automatisch, trojanerfest und mit Versionsverlauf sichern. Das klappt sogar ohne Cloudspeicher. Sie brauchen nur einen Raspi, eine externe Festplatte und Syncthing.

Impfterminwettkampf

Warum sich das „grüne Zertifikat“ in Deutschland verspätet, c't 13/2021, S. 16

Hätte man die Entscheidung für einen Impfnachweis bereits Anfang des Jahres getroffen, wäre möglicherweise ein „Impfterminwettkampf“ die Folge gewesen. Die Fälschungen in den gelben Impfausweisen zeigen ja, dass man sich nicht bei allen auf die Vernunft verlassen kann.

Andreas Rein

Impfbuch als Nachweis ungeeignet

Die wesentliche Fehlannahme ist die Vorstellung, ein Impfbuch diene als Nachweis. Ja, für die Gelbfieberimpfung dient es als Nachweis. Deshalb ist der Gelbfiebertrag entweder auf der Rückseite des Deckblatts mit den Personalien oder es müssen die Personalien extra hinzugefügt werden. Eine gute analoge Lösung!

Für alle anderen Impfungen ist das internationale Impfbuch eine international (auf Deutsch, Englisch, Französisch) lesbare Erinnerungshilfe. Nicht mehr und nicht weniger. Wer nicht geimpft ist und erkrankt, hat selbst Pech. Wie gesagt, die einzige Ausnahme ist die Gelbfieberimpfung.

Man kann aus einer Erinnerungshilfe aber nicht einfach ein Nachweisdokument machen. Die Telematikinfrastruktur strauchelt konzeptionell aus den gleichen Gründen. Es ist viel zu spät aufgefallen, dass ein Stammdatenabgleich ohne Identitätsprüfung kein Problem ist. An beiden Enden der Leitung stehen die Identitäten der Daten ja fest. Für einen Datentransfer braucht man aber ein Identitätsmanagement.

Stefan Streit

Abhängigkeit und Machtverschiebung

Microsoft-Konto: Pro & Contra, c't 13/2021, S. 18

Man muss sich immer vor Augen führen: Alle Daten, die man einem Anbieter gibt, stärken dessen Machtposition. Jede Information, die ich einem Clouddienst gebe, vergrößert meine Abhängigkeit. Ich inves-



Bild: Andreas Martini

Über das Pro und Kontra des Microsoft-Kontos in c't 13/2021 diskutierten viele Leser mit uns.

tiere also aktiv in meine eigene Abhängigkeit von diesem Dienst.

Und wenn sich mein ganzes digitales Leben im Microsoft-Universum abspielt, dann bin ich ganz schnell einen großen Teil meines „Lebens“ los, wenn irgendeine KI irgendwo aus irgendeinem Grund (den auch niemand mehr nachvollziehen kann) das Konto sperrt. Meine Risikobewertung fällt deshalb gegen solche Dienste aus.

Selbst wenn man eine Geschäftsbeziehung mit Microsoft aufnehmen würde – die Asymmetrie bleibt. Man kann ja mal versuchen, Microsoft auf Geschäftsausfall und Schadenersatz zu verklagen.

Jamma

Praktisch fürs Homeschooling

Warum Sie ein Microsoft-Konto brauchen, c't 13/2021, S. 24

Ich sehe seit Jahren große Vorteile in der Synchronisation und auch dem Speichern der Dokumente in OneDrive. Meine Kinder haben eigene Microsoft- und Google-Accounts. Die Rechner synchronisieren alle Dateien, so kann jedes Kind irgendeinen Rechner nutzen. Gleichzeitig stehen die Daten auch in den Android-Geräten zur Verfügung.

Auch die MS-Apps für Android sind einen Blick wert. Explizit erwähnen möchte ich OfficeLens: Der Dokumentenscanner ist für Homeschooling perfekt – schräg aufgenommene Arbeitsblätter mit bunter Tischdecke im Hintergrund auszudrucken ist nicht nur unergonomisch für die Kinder, sondern auch suboptimal für die Umwelt. Dazu kann die App übersetzen und vorlesen – manchmal auch sehr nützlich.

In Konferenzen habe ich immer die Kombination von OneNote unter Windows zum Mitschreiben und Recherchieren und Android zu schätzen gelernt, da ich mit der Android-App perfekte Fotos des Whiteboards in die Mitschriften einfügen kann. Ich jedenfalls finde ein Microsoft-Konto ebenso nützlich wie ein Google-Konto.

Gunnar Stein

Anmeldeassistent per Skript lahmlegen

Windows ohne Microsoft-Konto nutzen, c't 13/2021, S. 24

Den letzten Tipp im Artikel könnte man auch mit einem kleinen Skript etwas automatisiert als Administrator folgendermaßen starten:

```
sc config "wldidsvc" start= disabled
sc stop "wldidsvc"
```

Es kann sein, dass sich der Name des Diensts in Anführungszeichen mit Updates hin und wieder ändert.

ichmagdiect

Das Skript benötigt Administratorrechte, damit es funktioniert.

Fragen zu Artikeln

✉ Mail-Adresse des Redakteurs am Ende des Artikels

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



SIE TUN ALLES FÜR IHR UNTERNEHMEN. WIR AUCH.

Unsere Dell Technologies Experten entwickeln mit Ihnen individuelle Technologielösungen, ganz gleich ob Sie beabsichtigen, Ihren Kundenstamm auszubauen oder Ihr Team zu vergrößern. So können Sie sich ganz Ihren Kunden widmen.

Kontaktieren Sie einen Dell Technologies Experten unter
0800-724 49 07* oder **Dell.de/KMU-Beratung**

© 2021 Dell Inc. oder Tochtergesellschaften. Alle Rechte vorbehalten. Dell GmbH, Main Airport Center, Unterschweinstiege 10, 60549 Frankfurt am Main. Geschäftsführer: Stéphane Paté, Anne Haschke, Robert Potts. Vorsitzender des Aufsichtsrates: Jörg Twilmeyer. Eingetragen beim AG Frankfurt am Main unter HRB 75453, USt-ID: DE 113541 138, WEEE-Reg.-Nr.: DE 49515708. Dell Technologies, Dell, Dell EMC, EMC und andere Marken sind Marken von Dell Inc. oder Tochtergesellschaften. Es gelten die allgemeinen Geschäftsbedingungen der Dell GmbH. Druckfehler und Irrtümer vorbehalten. *Mo-Fr.: 8:30-17:30 Uhr (zum Nulltarif aus dem dt. Fest- und Mobilfunknetz).

DELL Technologies

XPS 13



Windows 10

Erledigen Sie mehr mit einem
modernen Windows 10 Pro Gerät



Mitleid, Belustigung, Zorn

Bei dem Artikel weiß man nicht so genau, ob man nun Mitleid (ob derart viel Verzweiflung seitens Microsoft, weil man, was die Nutzerbindung angeht, mal wieder hinter Apple und Google hinterherhinkt), Belustigung oder Zorn empfinden soll. Klar ist für mich aber: Solche Gängeleien, die auf Anwenderseite ein ganzes Arsenal an Griffen in die Trickkiste erfordern, sind einfach unseriös und eines „Global Players“ absolut unwürdig und beschämend. Die beschriebenen Praktiken würde man doch eher bei dubiosen Onlinecasinos, zweifelhaften „Gratis-tools“ und anderen Spamschleudern vermuten.

Mir ist es schleierhaft, wie auf der anderen Seite große, börsennotierte Konzerne ihre komplette IT-Infrastruktur (inklusive Anmeldeprozedur mit Passwörtern) so einer Firma anvertrauen können.

Jo Rektenwald

Telefonnummer per AirTag

Bluetooth-Tracker Apple AirTags mit UWB und Wechselbatterie, c't 13/2021, S. 76

Der Hinweis, dass auf einem Androiden die Telefonnummer eines AirTags angezeigt wird, bedeutet für mich, dass ich die Teile nicht an meinem Schlüsselbund verwenden werde. Über Telefonnummern lassen sich oft einfach Adressen finden. Das ist eine Information, die ich nicht jedem Finder meiner Schlüssel zukommen lassen möchte.

Martin Arp

Doppelte Buchführung

Besser informiert mit Wertpapieren handeln, c't 13/2021, S. 122

Kleine Ergänzung: In der Google-Tabellen-Anwendung gibt es eine Anbindung an Google Finance. Man kann sich recht einfach aktuelle und historische Kursdaten und weitere Informationen holen. Wenn man sich damit etwas auseinander setzt, kann man damit tolle Sachen bauen, die maximal auf den eigenen Bedarf abgestimmt sind.

Ich habe mir damit eine komplette „doppelte Buchführung“ gebaut, nachdem mein OnVista-Depot am ersten Januar plötzlich deutlich falsche Werte angezeigt hat. So habe ich eine einfache Verifikation, die mich vor Fehlentschei-

dungen bewahrt und zusätzlich Bilanzierungsmöglichkeiten, die weit über das Angebot der Broker/Musterdepot-Anbieter hinausgehen.

Thomas Görlich

Microsoft in der Schule

Leserforum: „Nichts gelernt“ von Guido Henter, c't 13/2021, S. 10

Es kann und darf nicht sein, dass Schule zum verlängerten Arm irgendeines Herstellers wird, nur weil dieser gerade der Platzhirsch ist! Es ist nicht Aufgabe einer Schule, die Schülerinnen und Schüler auf ein bestimmtes Produkt in der Berufswelt vorzubereiten. Anstatt produktspezifisch den Schülern etwas mit auf den Weg zu geben, ist es Aufgabe der Schulen, Verfahren und Techniken zu lehren, welche für verschiedenste Produkte angewendet werden können.

Die allermeisten Schüler werden bis zum Eintritt in das Berufsleben bereits Word genutzt haben, doch was haben sie wirklich gelernt? Wissen die Schüler, was Seitenvorlagen, Absatzvorlagen oder Zeichenvorlagen sind und wie diese eingesetzt werden – unabhängig von irgendeinem bestimmten Produkt? Würde es nicht Sinn machen, den Schülern statt einer Textverarbeitung eine vereinfachte Auszeichnungssprache wie Markdown beizubringen und später dann auf Ascii-Doc mit seinen wesentlich großzügigeren Möglichkeiten zu wechseln.

Den MINT-affinen Schülern könnten CSS-Techniken zur Formatierung vermit-

telt werden. Das muss doch eigentlich das Ziel von Schule sein: Dass Schüler Verfahren und Techniken lernen, die sie im Berufsleben oder auch im Studium in verschiedensten Situationen heranziehen und auf die jeweilige Situation transferieren können – und nicht, wie Produkt XYZ der Firma ABC bedient wird!

Karl-Wilhelm Rips

Export von Notizen

Schreiben und organisieren in Notion, c't 12/2021, S. 166

Mit den Jahren hat sich bei mir in Evernote ein erheblicher Informationsbestand angesammelt. Ein Aspekt erscheint mir daher für ein künftiges Werkzeug unverzichtbar: Wie kann ich bei eventuellem Nichtgefallen einer künftigen Version oder Pleite des Herstellers migrieren? Sie haben den Export einzelner Elemente geschildert. Kann man auch den kompletten Datenbestand in einem Zug exportieren?

Alexander Harth

Beim Export bietet Notion die Option „Include subpages“ an. Diese exportiert zwar nicht den gesamten Inhalt, aber zumindest jedes Dashboard samt Unterseiten. Wenn Sie mehrere Dashboards verwenden, müssen Sie diese einzeln exportieren.

Ergänzungen & Berichtigungen

Keine Korrelation

Besser informiert mit Wertpapieren handeln, c't 13/2021, S. 122

Im Text stand zur Webseite Portfolio Visualizer, dass eine Korrelation von 0 einem entgegengesetzten Verlauf entspricht. Tatsächlich bedeutet ein Korrelationswert von 0, dass kein Zusammenhang zwischen den Werten besteht (keine Korrelation).

Kostenlos-Version als APK

Outdoor-Apps zur Routenplanung und Navigation, c't 12/2021, S. 54

Außer der in der Tabelle beschriebenen, kostenpflichtigen Version von OruxMaps gibt es eine kostenlose Variante der App, die man als APK beim Hersteller herunterladen kann.

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>

Wi-Fi 6 Schneller. Besser. Weiter.

1&1 DSL
INTERNET & TELEFON

9,99 €/Monat*
ab DSL 100 für 6 Monate,
danach 39,99 €/Monat

Inklusive 1&1 HomeServer+

✓ 40 % schneller

✓ Mehr Reichweite

✓ 1 TB Cloud-Speicher



AKTION
HomeServer+
mit Wi-Fi 6

0,- €/Monat*
bzw. 299,-

NEU: Wi-Fi 6 für bestes WLAN

Mit dem neuen Wi-Fi 6 Router von 1&1 und AVM sichern Sie sich jetzt das WLAN der Zukunft! 40 % schnellere Datenübertragung mit bis zu 2,4 GBit/s, MESH-Technologie und beste Reichweite für alle zu Hause, sowie 1 TB Cloud-Speicher für Dateien, Fotos und Filme.



1&1 Netz, nicht einzelne Angebote

Inklusive



30 Tage testen

Geräte, Netz, Tarif – Sie können alles einen Monat lang unverbindlich testen.*



WLAN-Versprechen

1&1 bringt Ihr Heimnetzwerk zum Laufen. Alle Geräte, egal wo gekauft.



Priority-Hotline

1&1 ist rund um die Uhr persönlich für Sie da. Kein Sprachcomputer.



Funktions-Garantie

Im Falle eines Falles: unverzügliche Entstörung oder Gerätetausch.



Umzugs-Service

Sie nennen uns Ihren aktuellen Anbieter – wir erledigen den Rest.

1&1

1und1.de

02602 / 96 90



* DSL 100 für 9,99 €/Mon. für 6 Mon., danach 39,99 €/Mon. Internet-Flat: Unbegrenzt surfen mit bis zu 100 MBit/s. Telefon-Flat: Rund um die Uhr kostenlos ins dt. Festnetz telefonieren. Anrufe in alle dt. Mobilfunknetze 19,9 ct/Min. Mögliche Hardware: z.B. 1&1 HomeServer+ mit 1 TB Cloud-Speicher für 0,- €/Mon. (Aktion). Der Preis entfällt auf die zusätzlichen monatlichen Tarifleistungen, die zusammen mit der Hardware angeboten werden. 30 Tage testen: Sonderkündigung im ersten Monat. Abbildung ähnlich. Solange der Vorrat reicht. Router-Versand: Einmalig 9,90 €. Bereitstellungspreis: Einmalig 69,95 €. Mindestlaufzeit: 24 Mon. Kündigungsfrist: 3 Mon. zum Ende der Vertragslaufzeit. Preise inkl. MwSt. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. 1&1 Telecom GmbH, 56403 Montabaur

Selbermachen leicht gemacht!

NEU

ct PROJEKTE Basteln • Programmieren • Selbst bauen

Mit vielen
Videos
zu den Projekten

Basteln mit Elektronik und Holz

Projekte mit Sensor und Mikrocontroller
Selbstgebaut: Luftreiniger und Aerosol-Ampel

Produzieren mit CNC-Maschinen

CNC-Fräse selbst gedruckt ab 600 Euro
So finden Sie die optimalen Fräsparmeter

Gärtnern mit dem FarmBot

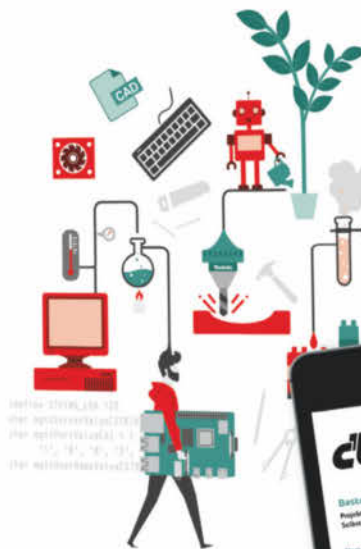
Gartenroboter bauen und programmieren
Vollautomatisch säen, wässern und jäten

Konstruieren mit CAD-Software

Freecad 360: Werkzeugpfade für CNC-Fräsen planen
Tinkercad: Dinge erfinden und virtuell zusammenbauen

Richtig loslegen mit dem Raspi

Eigene Ideen umsetzen mit Python und Elektronik
Seriell, I2C, SPI, Ethernet, WLAN, Bluetooth, Netzwerk: Raspi aufbohren und tunen



Heft + PDF
mit 29 %
Rabatt



ct PROJEKTE 2021

Mit den Projekten aus diesem Heft lernen Sie die wichtigsten Komponenten kennen: Raspberry Pi, ESP8266, Arduino Micro und Mega. Außerdem wird Ihnen die richtige Software zum Programmieren, Flashen, Konstruieren und Planen vorgestellt. Verwirklichen Sie Ihre Ideen und starten Ihre eigenen Projekte mit ct Projekte 2021!

shop.heise.de/ct-projekte21

Heft + PDF
für nur
19,90 € >

heise shop

shop.heise.de/ct-projekte21 >



Weitere Schlagseiten auf ct.de/schlagseite

Beunruhigungsspiele

Missbrauch von Apples AirTags für Stalking und Überwachung

„Datenschutz serienmäßig“ verspricht Apple für seine AirTags. Doch in der Praxis lassen sich Personen und Fahrzeuge wochenlang orten, weil Apples AirTags anders als zugesichert nicht vor unerwünschtem Tracking warnen.

Von Mirko Dölle

Ein simpler Lautsprecher ist bei Apples AirTags das wichtigste Bauteil, um Personen vor unerwünschtem Tracking durch aufdringliche Verehrer, gewalttätige Ehepartner oder extremistische politische Gegner zu schützen. Denn die von Apple beworbene optische Warnung vor unerwünschtem Tracking gibt es nur bei iPhones, deren Marktanteil unter 30 Prozent liegt. Somit ist der größte Teil der Bevölkerung darauf angewiesen, dass sich ein AirTag per Tonfolge selbst zu erkennen gibt, was aber frühestens nach etlichen Stunden oder Tagen passiert und was sich leicht dauerhaft unterbinden lässt, wie c't herausfand.

Das AirTag ist kein neues Produkt. Ortungs-Tags etwa für Schlüsselbund oder Koffer gibt es längst von verschiedenen Herstellern, wobei Apple die Nahbereichssuche um UWB (Ultra Wide Band) ergänzt und auch NFC in die AirTags integriert hat, damit der Besitzer dem Finder eine Nachricht zukommen lassen kann. Auf größere Distanz ist die Funktionsweise der Tags verschiedener Hersteller ähnlich, sie arbeiten als Funkbaken und senden via Bluetooth in regelmäßigen Abständen eine Kennung (Beacon, Leuchtfrequenz) aus, anhand derer sie identifiziert werden können. Empfängt ein Smartphone in der Nähe die Aussendung, verknüpft es die Daten mit seiner eigenen aktuellen Position und leitet sie an den Hersteller weiter. Die in der Cloud gespeicherten Positions-

daten kann der Besitzer mit einer speziellen App abrufen, um sein Tag zu finden.

Doch während andere Hersteller darauf angewiesen sind, dass möglichst viele Smartphone-Besitzer ihre proprietäre App installieren, hat Apple die Funktion direkt in iOS integriert: Jedes Apple-Mobilgerät, das selbst über die „Wo ist?“-App auffindbar ist, leitet die Aussendungen der AirTags an Apple weiter. Diese Funktion ist standardmäßig auf allen Apple-Mobilgeräten aktiviert und setzt iOS 14.5 voraus. So verfügt Apple über ein dichtes Netzwerk aus rund einer Milliarde Geräten weltweit, um die Position von AirTags zu ermitteln, während andere Hersteller selbst in Großstädten nur wenige hundert aktive Teilnehmer verzeichnen – das sind meist Besitzer solcher Tags.

Damit AirTag-Nutzer nicht von fremden Personen verfolgt werden können, wechseln AirTags ihre individuellen Merkmale wie die Bluetooth-MAC-Adresse ständig und verschlüsseln ihre Daten, sodass sie letztlich nur der Eigentümer identifizieren kann. Selbst Apple weiß nicht, welches AirTag wem gehört. Doch das macht es unmöglich, im Missbrauchsfall den Täter zu identifizieren.

Unsichtbar

Aufgrund der geringen Größe und der langen Laufzeit von bis zu einem Jahr lassen sich AirTags sehr leicht etwa im Innenfutter einer Jacke, eines Rucksacks oder einer Handtasche verstecken, um damit Personen unbemerkt zu überwachen: Solange das AirTag immer wieder in der Nähe seines Eigentümers auftaucht, etwa weil man im gleichen Haushalt wohnt oder sich an der Arbeit regelmäßig über den Weg läuft, erscheint keine Meldung im iPhone der überwachten Person. Auch bleibt das AirTag stumm.

Erst, wenn es für längere Zeit vom Eigentümer getrennt ist, bei Redaktionschluss betrug die Frist mindestens drei Tage, alarmiert das AirTag akustisch. Allerdings erst, wenn man es anfasst oder stark beschleunigt – die Bewegungen einer

normalen Autofahrt reichen in unseren Tests nicht aus, um den Alarm zu triggern.

Von der versprochenen iPhone-Warnung vor einem unbemerkten Begleiter sollte man nicht viel erwarten: In einem unserer Versuche dauerte es über 8 Stunden, bis uns das iPhone ein fremdes AirTag meldete, in mehreren anderen Fällen erhielten wir selbst nach Wochen keine einzige Warnung. Welche iPhones unter welchen Umständen und nach welcher Zeit überhaupt eine Warnung anzeigen, verrät Apple auch auf Nachfrage nicht. Es ist also davon auszugehen, dass neben den Android-Besitzern auch eine ganze Menge iPhone-Besitzer keine Warnung vor fremden AirTags erhalten.

Apple braucht Google

Apple hat in einer Stellungnahme gegenüber c't angekündigt, im Laufe des Jahres eine Android-App bereitstellen zu wollen, mit der man AirTags und andere „Wo ist?“-kompatible Geräte auffinden können soll, die eine andere Person fernab des Eigentümers begleiten. Damit hätten Android-Nutzer immerhin eine Chance, ein AirTag frühzeitig zu entdecken. Außerdem soll sich das AirTag künftig schon nach 8 bis 24 Stunden akustisch bemerkbar machen und nicht erst nach drei Tagen. Das ist ein Schritt in die richtige Richtung, genügt aber nicht: Es vergeht immer noch zu viel Zeit, in der man das AirTag unbemerkt etwa bis nach Hause tragen könnte.

Um sein Datenschutzversprechen effektiv einzulösen, braucht Apple Unterstützung von Google: Android sollte genau wie iOS ohne eine spezielle App automatisch vor Ortungsgeräten in der Nähe warnen. Für die Corona-Kontakt-Warnungen, bei denen ebenfalls Bluetooth zum Einsatz kommt, kooperieren beide Hersteller bereits seit einem Jahr. Wie wäre es mit einer weiteren Kooperation, damit künftig alle Android- und iOS-Anwender über fremde Tracker informiert werden? Datenschutz und Privatsphäre mögen auf anderen Märkten keine Rolle spielen, in Europa

und insbesondere in Deutschland sind sie gute Verkaufsargumente.

Eine Funktion zur aktiven Suche nach fremden Ortungsgeräten ist weder für iOS noch für Android vorgesehen, man kann AirTags also auch künftig erst entdecken, wenn man sie über Stunden mit sich herumgetragen hat. Damit bleibt der Lautsprecher des AirTags die wichtigste Warneinrichtung, um ein fremdes AirTag zu bemerken. Doch ausgerechnet der Lautsprecher lässt sich leicht zum Schweigen bringen.

Unerhört

Um ein AirTag für immer verstummen zu lassen, benötigt man weder viel Geschick noch besonderes Werkzeug: An der richtigen Stelle angesetzt genügen ein Akkuschrauber und ein Bohrer, um in wenigen Minuten mit einem einzelnen Bohrloch die im AirTag verbaute Lautsprecherspule zu durchtrennen. Mit den Details konfrontiert kam Apple Deutschland in der offiziellen Stellungnahme gegenüber c't zu der Einschätzung, dass man „das Aufbohren nicht als eine sehr einfache Deaktivierungsmöglichkeit sehen“ würde. Dabei erleichtert der Aufbau des AirTags diese Modifikation; hätte Apple die Lautsprecheranschlüsse auf der Rückseite der Platine verlötet, würde man das AirTag beim Aufbohren zwangsläufig zerstören.

Ein stummes AirTag meldet aber weiterhin seine Anwesenheit an alle Apple-Geräte in seiner Nähe und lässt sich somit weiter aus der Ferne orten. Apple hat es versäumt, Manipulationen zu erkennen und das AirTag daraufhin abzuschalten. Dabei ist das keine Raketenwissenschaft, eine einfache Durchgangsprüfung oder die Beobachtung der Stromaufnahme des Verstärkers würden eine durchtrennte Lautsprecherspule sofort entlarven. Ohne solche Schutzmaßnahmen ist Stalking Tür und Tor geöffnet – und der Täter muss nicht einmal strafrechtliche Schritte befürchten.

Gesetzeslücke

Ungeachtet möglicher zivilrechtlicher Ansprüche bestehen nach unseren Recherchen Zweifel an der Strafbarkeit, wenn etwa der eifersüchtige Mann den Aufenthaltsort seiner Partnerin mit einem AirTag überwacht: Der Stalking-Paragraf 238 des Strafgesetzbuchs erfasst beispielsweise nur Kontaktaufnahme, Datendiebstahl oder Bestellungen auf fremden Namen – den Aufenthaltsort zu überwachen und Bewegungsprofile zu erstellen ist jedoch nicht mit Strafe bedroht.

Diese Lücke hat das Bundesjustizministerium bereits erkannt und in der geplanten Novelle des § 238 das Ziel formuliert, sie zu stopfen. Jedoch sieht der aktuelle Gesetzesentwurf vom 24. März 2021 dafür aber weiterhin kein Verbot vor. Auch die DSGVO bietet keine konkrete Handhabe, denn der eifersüchtige Mann könnte versuchen, sich auf die „Haushaltsausnahme“ zu berufen. Sie erlaubt explizit die Verarbeitung personenbezogener Daten zur Ausübung ausschließlich persönlicher oder familiärer Tätigkeiten. Zudem müsste der Mann in Schädigungsabsicht handeln, um den Tatbestand der infrage kommenden datenschutzrechtlichen Strafnorm zu verwirklichen.

Damit zeichnet sich das Missbrauchspotenzial der AirTags deutlich ab: Wer die Wohnung etwa infolge häuslicher Gewalt verlässt und Zuflucht sucht, muss künftig damit rechnen, vom Lebenspartner binnen Stunden aufgespürt zu werden – dank eines im Koffer, in der Handtasche oder in der Jacke versteckten AirTags. Und zwar auch dann, wenn es sich um ein unmodifiziertes Exemplar handelt, da die akustische Warnung und eine etwaige Anzeige auf dem iPhone erst nach vielen Stunden ausgelöst wird, wenn man seinen neuen Aufenthaltsort längst verraten hat.

Auch dürfte das AirTag zum Lieblingsspielzeug für politische Extremisten avan-

cieren, mit dem sie billig und extrem effizient den Aufenthaltsort missliebiger Lokalpolitiker überwachen können. Einfach hinter die Stoßstange geklebt weiß man immer, wo man das Opfer abpassen kann. Und selbst wenn das AirTag etwa vom Staatsschutz entdeckt wird: Sofern er nicht seine Fingerabdrücke darauf hinterlassen hat, führt keine Spur zum Täter.

Fazit

Apple hat mit dem AirTag eine leistungsfähige, hoch entwickelte Ortungstechnik auf den Markt geworfen, die sich leicht modifizieren und missbrauchen lässt. Der vom Hersteller versprochene serienmäßige Datenschutz existiert faktisch nicht: Der Lautsprecher als wichtigstes Schutzmerkmal lässt sich leicht lahmlegen und Apple hat es verschlafen, Vorkehrungen gegen Manipulationen zu treffen und das AirTag dann unschädlich zu machen.

Nicht einmal die versprochene iPhone-Warnung vor fremden AirTags funktioniert zuverlässig, und wer ein anderes Smartphone verwendet, hat noch weniger Chancen, ein untergeschobenes AirTag zu entdecken. Doch selbst wenn man zufällig ein fremdes AirTag bei sich entdeckt, kann man kaum mehr tun, als es abzuschalten: Nicht einmal Apple kennt den Besitzer. (mid@ct.de) 



Die Lautsprecherspule in der Mitte ist auf der Oberseite der Platine verlötet und lässt sich daher leicht anbohren. Damit verstummt das AirTag für immer, ohne seine Ortungsfunktion einzubüßen.

Bild: iFixit.com

Browsen ohne Generve

Werbung blockieren, Tracking abwehren,
Cookie-Hinweise loswerden



Cookies und anderes Generve	Seite 14
Sieben Browser im Privacy-Check	Seite 18
Firefox aufrüsten: Mehr Schutz und Komfort	Seite 22
Ausblick auf das Tracking der Zukunft	Seite 28

Inhalte geraten im Internet zur Nebensache, stattdessen dominieren meterlange Cookie-Dialoge, aufdringliche Reklame und ausufern des Tracking. Wer ohne solche Nervereien surfen will, muss zunächst verstehen, wie und wo seine Daten abfließen.

Von Jo Bager

Consent-Banner, auch Cookie-Banner genannt, sind die Geißel des modernen Webs. Kaum eine Webseite kann man noch „einfach so“ abrufen. Stattdessen drängt sich ein Dialogfenster in den Vordergrund, eine Art digitaler Türsteher. Und der lässt einen nur rein, wenn man sein Einverständnis gibt.

Wehe dem, der nicht auf den Button „Alles akzeptieren“ klickt. Wer stattdessen genau erfahren möchte, wofür er eigentlich sein Einverständnis geben soll und die entsprechenden Einstellungen einzeln vornehmen will, der sollte Zeit mitbringen. Denn dann gilt es, ellenlange Erklärtexte durchzulesen und Dutzende oder Hunderte Einzeleinstellungen vorzunehmen.

Dabei erfüllen Consent-Banner eigentlich einen guten Zweck: Kein Website-Betreiber soll gemäß der Datenschutzgrundverordnung mit den Daten seiner Besucher einfach machen können, was er will. Stattdessen soll jeder Surfer eine informierte Entscheidung darüber treffen können, was mit seinen Daten geschieht. Und dafür muss er erklärt bekommen, was der Website-Betreiber mit seinen Daten zu tun beabsichtigt und dazu sein Einverständnis geben.

In der Praxis klicken Anwender die Consent-Banner aber meistens schnell weg und die Banner verfehlen ihr Ziel. Dabei versuchen viele dieser Consent-Banner, dem Besucher durch Trickereien auf der Bedienoberfläche am Ende doch noch die für ihn ungünstigeren Einstellungen unterzububeln. Die Datenschutzorganisation [noyb](#) jedenfalls sieht massenhaft Verstöße bei Cookie-Bannern, weshalb sie begonnen hat, bei Websites per Software-Roboter bessere Cookie-Dialoge anzumahnen.

Dieser Artikel erklärt die technischen Grundlagen der Cookies sowie anderer Techniken, mit den Sie getrackt werden, und welche Rolle Online-Werbung dabei spielt.

Bittere Kekse

Consent-Banner sind der Auswuchs eines schon länger währenden Kampfes gegen die Umtriebe der modernen Internet-Werbeindustrie. Um zu verstehen, worum es eigentlich geht und was dabei schief läuft, muss man in der Vergangenheit und bei den Basics anfangen: den Cookies.

Cookies sind in den 90er-Jahren erfunden worden, um eine Schwäche des HTTP(S)-Protokolls wettzumachen, mit dem Browser Webseiten vom Server aufrufen. HTTP ist ein zustandsloses Protokoll. Das heißt, der Web-Server bearbeitet jede HTTP-Abfrage unabhängig von den vorhergehenden. So kann sich aber zum Beispiel ein Webshop nicht merken, welcher Kunde welche Artikel in den Warenkorb legt.

Cookies ergänzen diese Möglichkeit. Mit einem bestimmten HTTP-Header

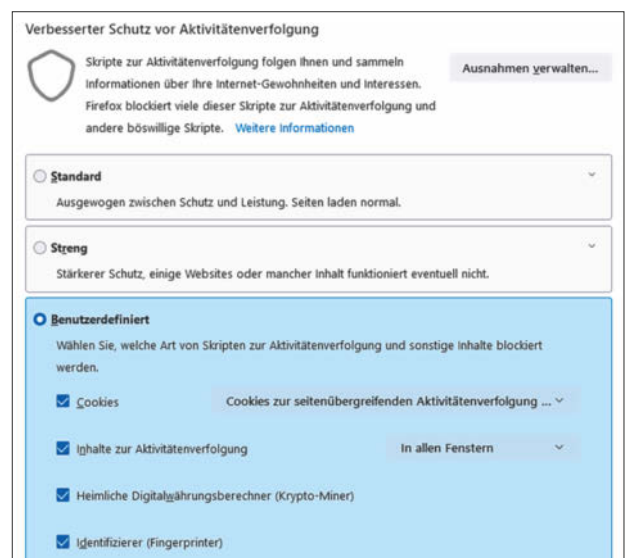
veranlasst der Webserver den Browser, einen Identifier zu speichern, der mit der Website assoziiert ist: das Cookie. Ruft der Browser eine weitere Seite von dem Server ab, der ein Cookie gesetzt hat, liefert er es mit. Damit kann der Server den Benutzer – genauer gesagt seinen Browser – wiedererkennen und den Seitenabruf mit früheren in Verbindung bringen.

Es gibt neben dem Warenkorb viele weitere nützliche Anwendungsfälle für Cookies. So können sich Webdienste damit merken, dass sich ein bestimmter Nutzer eingeloggt hat oder welche Einstellungen er bevorzugt. Stammt das Cookie von der Website, die man gerade besucht, spricht man von First-Party-Cookies. Problematisch sind erst die sogenannten Third-Party-Cookies, die man sich durch eingebettete Inhalte von Drittanbietern einhandelt.

Viele Webseiten enthalten zum Beispiel eingebettete YouTube-Videos oder Tweets. Betreiber großer Websites lagern Bilder und andere Mediendateien oft in sogenannten Content-Delivery-Netzwerken von Drittanbietern aus, die sich auf die schnelle Auslieferung solcher Inhalte spezialisiert haben. Viele Sites betten zudem Werbung von externen Anbietern in ihre Seiten ein. Auch Unternehmen, die Inhalte in Webseiten einbetten, können dort Cookies setzen.

Für solche Third-Party-Cookies gibt es ebenso viele legitime Anwendungen. So können Content-Delivery-Netzwerke mithilfe von Cookies ihr Load Balancing besser austarieren, was letztlich zu schneller ladenden Sites für den Surfer führt. Und mit einem Analytics-Dienst wie Google Analytics kann der Website-Betreiber

Browser, wie hier Firefox, blockieren zunehmend auch Tracking-Skripte.



die Datenströme auf seiner Site untersuchen und sie damit für jeden Besucher besser gestalten. Allerdings erfährt Google Analytics zu diesem Zweck jeden einzelnen Seitenabruf, was wiederum zulasten der Privatsphäre geht.

Ganz zuungunsten der Benutzer hat sich die Nutzung von Cookies auf dem Werbemarkt entwickelt, der ja eigentlich auch ein legitimes Mittel bietet, um Websites zu refinanzieren. Doch die Online-Werbebranche giert nach immer mehr Daten der Surfer.

Das hat damit zu tun, dass ein immer größerer Teil der Online-Werbung über Echtzeitmarktplätze des sogenannten Programmatic Advertising ausgeliefert wird. Dabei sollen Nutzer mit einem passenden Werbeprofil angesprochen werden und so nur Reklame zu Gesicht bekommen, die sie wahrscheinlich interessiert. Werbetreibende werten dazu mithilfe von Cookies aus, auf welchen Webseiten sich Nutzer welche Inhalte ansehen.

Dabei kommt großen Werbediensten zugute, dass sie regelrechte Netzwerke betreiben, die auf vielen Websites Werbung ausliefern. Mit ihren Cookies können sie Surfer daher Klick für Klick von Site zu Site verfolgen. Website-Betreiber blenden nicht selten Werbung mehrerer Werbenetze ein, liefern also die Daten ihrer Besucher gleich an mehrere Weiterverarbeiter.

Mit der Verarbeitung der so gewonnenen Informationen verdient eine riesige Marketing- und Adtech-Industrie ihr Geld. An der Weiterverarbeitung der Daten, die beim Abruf einer einzelnen Webseite anfallen, sind oft Dutzende Unternehmen beteiligt. Adtech-Anbieter versuchen aus den Daten Rückschlüsse über Alter, Geschlecht, Einkommenssituation, Hobbies und vieles mehr zu ziehen, um im Rahmen des „Predictive Behavioral Advertising“ jedem Surfer maßgeschneiderte Werbung präsentieren zu können [1].

Gar nicht super, Cookie!

Nicht nur HTTP-Cookies lassen sich dazu benutzen, um Benutzer bei ihren Streifzügen im Web zu tracken. So gut wie jede Technik, mit der Websites im Browser Inhalte speichern, hat das Potenzial dazu, Surfer wiedererkennbar zu machen. Man spricht dann auch von Supercookies. Mozilla zählt in seinem Blog ein knappes Dutzend Cache-Speicher auf, die dafür infrage kommen, zum Beispiel den Bilder- oder den Font-Cache.

In einer Anfang 2021 veröffentlichten Studie haben Forscher demonstriert, wie man sogar Favicons nutzen kann, um Browser zu identifizieren – die kleinen Logos der Websites, die in der Tab-Leiste und im Bookmark Manager angezeigt werden (siehe ct.de/yfxe). Das funktionierte

selbst bei aktivierten Anti-Tracking-Maßnahmen, Inkognito-Modus und dem gezielten Löschen des Surf-Verlaufs.

Im Zweifelsfall muss man davon ausgehen, dass solche Methoden nicht lange theoretische Szenarien bleiben, sondern dass findige Werbeunternehmen sie ausnutzen, wenn die Browser ihnen die Möglichkeit dazu bieten. Der Hacker Samy Kamkar hat gezeigt, wie sich aus verschiedenen Speichertechniken auch ein sehr schwer zu löschendes Cookie bauen lässt: Sein „Evercookie“ nutzt mehrere Speichertechniken des Browsers. Löscht der Benutzer einzelne Elemente des Evercookies, stellt es diese aus den anderen wieder her (siehe ct.de/yfxe).

Verräterische Fingerabdrücke

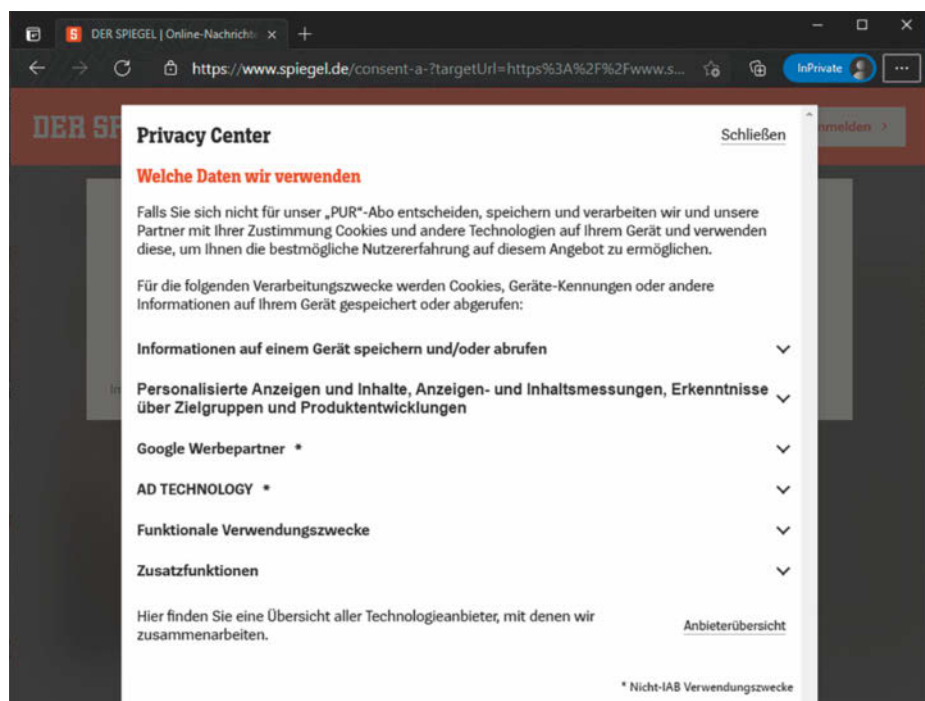
Kaum zwei PCs, kaum zwei Browser sind identisch konfiguriert. Werber machen sich das zunutze, um Surfer wiederzuerkennen, ohne einen Identifier speichern zu müssen. Der eindeutige virtuelle Fingerabdruck des Browsers genügt. Diese Technik nennt sich daher auch Browser Fingerprinting.

Schon beim Seitenabruf übermittelt jeder Browser Informationen, beispielsweise die eigene Versionsnummer, die Bildschirmauflösung, das Betriebssystem, installierte Plug-ins und Schriften. Daraus ergibt sich bereits ein Bild des Systems, auf dem der Browser läuft. Mit eingebettetem JavaScript lässt sich das beliebig verfeinern.

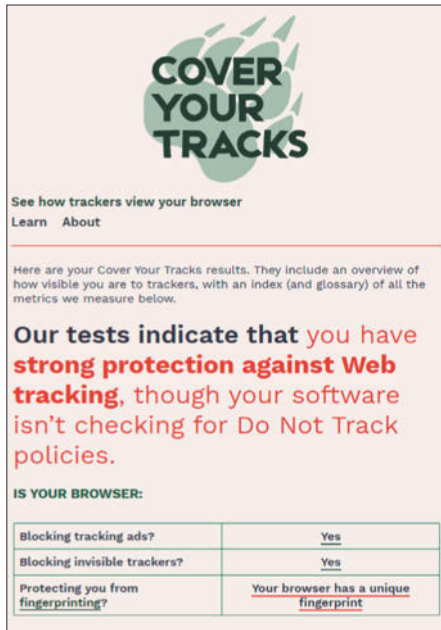
Besonders effektiv ist das sogenannte Canvas Fingerprinting. Unsichtbar für den Anwender lässt ein Skript den Browser Bilder oder Texte rendern. Diese sind so gestaltet, dass sich von Browser zu Browser kleine, messbare und eindeutig zuzuordnende Unterschiede im Layout ergeben.

Mittlerweile hat die Industrie Dutzende Techniken und Programmierschnittstellen gefunden, mit denen sich eindeutige Rückschlüsse auf den Browser ziehen lassen. Nach den Angaben des Anbieters FingerprintJS.com, der das Fingerprinting als Dienstleistung anbietet, eignet sich zum Beispiel das Web Audio API hervorragend dafür.

FingerprintJS.com sagt über sich selbst, dass es einzelne Browser mit einer Trefferquote von 99,5 Prozent wiedererkennen kann. Wenn Sie selbst herausfinden möchten, wie eindeutig der Fingerabdruck Ihres Browsers ist, finden Sie dazu unter amiunique.org und coveryourtracks.eff.org zwei Tests.



Eigentlich verfolgen Consent Banner ein hehres Ziel, in der Praxis nerven sie meist aber nur.



Wie eindeutig ist Ihr Browser wiedererkennbar? Bei Online-Tests wie hier „Cover your Tracks“ können Sie das ausprobieren.

In einer Untersuchung der weltweit meistbesuchten 100.000 Sites aus dem Jahr 2020 haben Forscher zwar nur auf jeder zehnten Website Fingerprinting-Skripte gefunden. Die Technik ist laut der Studie aber umso verbreiteter, je beliebter eine Website ist. Unter den Top 1000 der Websites betrug der Anteil der Fingerprinter mehr als 30 Prozent.

Virtuelle Paravente

Auch wenn sich die Trackingfirmen immer neue Tricks einfallen lassen, sollten Sie nicht vor der Datengier der Konzerne kapitulieren: Browser haben verschiedene Schalthebel, mit denen Sie der Datensammelerei einen Riegel vorschieben können. Für das Management von Cookies zum Beispiel gibt es schon seit langem Einstellungsmöglichkeiten. Sie können zum Beispiel Third-Party-Cookies pauschal blockieren lassen.

Aber das Ende der Third-Party-Cookies ist ohnehin besiegelt. Google hat angekündigt, aus dem Geschäft auszusteigen. Das Unternehmen will auch keine anderen Identifikationslösungen nutzen, die dazu genutzt werden können, einzelne Nutzer zu tracken. Wenn also selbst der Werbekonzern Google das Tracking mit Cookies einstellt, kann man davon ausgehen, dass diese demnächst allenfalls eine untergeordnete Rolle spielen werden.

Viel Ungemach können Sie zudem blockieren, wenn Sie JavaScript deaktivieren: Sowohl zum Setzen und Auslesen von Browserspeicher als auch für das Fingerprinting müssen Skripte laufen. Deaktiviert man JavaScript allerdings pauschal, funktionieren viele Sites nicht mehr richtig.

Gezielter lassen sich Skripte mit Werbe- und Inhalteblockern wie den Browsererweiterungen uBlock Origin und uMatrix aushebeln, die zum Beispiel Inhalte nur von bekannten Tracking-Domains ausfiltern. Browser übernehmen zunehmend solche Funktion zunehmend selbst.

Erst seit relativ kurzer Zeit setzen Browser zudem Containerisierung ein, um Tracking zu erschweren: Inhalte werden jeweils nur noch im Kontext der zugehörigen Domain gespeichert, und zwar auch die Inhalte von Partnern, etwa Werbetreibenden. Die können so zwar immer noch ihre Cookies setzen oder andere Dateien speichern. Die Sites können aber nicht mehr aus dem Kontext einer anderen Website darauf zugreifen und die Surfer also nicht mehr auf ihren Streifzügen verfolgen. Um es Werbetreibenden zu erschweren, eindeutige Fingerabdrücke zu erzeugen, setzen Browser zudem auf Verschleierung (obfuscation). Dabei geben sie nicht mehr von sich aus so viele Informationen über sich preis.

Doch wie gut schützt welcher Browser Ihre Privatsphäre? Im Beitrag ab Seite 18 klopfen wir Brave, Chrome, Edge, Firefox Opera, Safari und Vivaldi auf ihre Datenschutzfunktionen hin ab. Der Artikel ab Seite 22 erklärt, wie Sie Firefox so aufrüsten, dass er Ihre Privatsphäre bestmöglich schützt und gleichzeitig Nervereien wie Cookie-Banner unterdrückt.

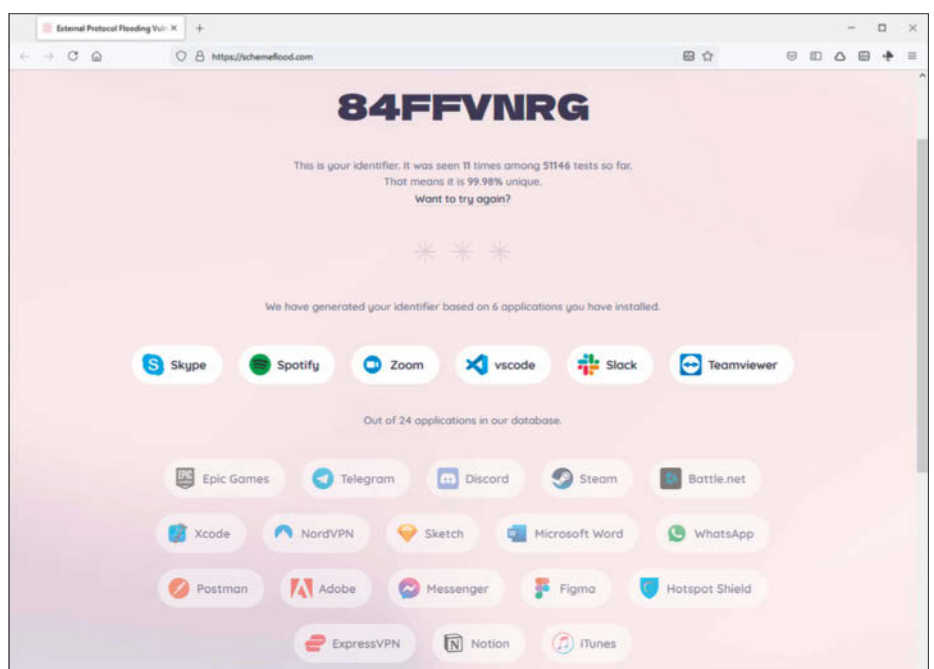
Das Ende der Third-Party-Cookies – die sogenannte Cookieapocalypse – und Browser, die immer besser die Privatsphäre schützen, werden aber nicht verhindern, dass die Werbebranche Surfer auch in Zukunft trackt. Das Geschäftsmodell viel zu vieler Unternehmen hat mit der Aufbereitung von Nutzerdaten zu tun.

Also rüsten auch die Werbeunternehmen auf. An Stelle der Cookies werden also vermehrt andere Techniken treten, seien es andere Identifier, Fingerprinting – oder völlig neue Tricks. So herrscht derzeit ein heftiges Gezerre darum, welche Standards an Stelle der Cookies treten. Im Artikel ab Seite 28 geben wir einen Überblick. (jo@ct.de)

Literatur

- [1] Torsten Klein: Gezerre um die Zukunft der Online-Werbung, Googles Cookie-Ausstieg: Streit um „Tracking Light“, c't 8/2021, S. 28

Weiterführende Informationen:
ct.de/yfxe



schemeflood.com versucht einen Fingerabdruck anhand der installierten Anwendungen zu ermitteln.



Bild: Andreas Martini

Privacy-Risiko Browser

Datenschützer oder Datenschleuder: Sieben Browser im Privacy-Check

Kümmert sich Ihr Browser um den Schutz Ihrer Daten oder funkt er sie gleich selbst in die weite Welt hinaus? Unser Privacy-Check liefert die Antworten.

Von Ronald Eikenberg

Die Wahl des Browsers ist eine Vertrauensfrage, denn kaum eine andere Software kommt mit so vielen sensiblen Daten in Kontakt: Surfverhalten, Passwörter, Banking, Kommunikation und vieles mehr. Im besten Fall nimmt der Browser den Schutz Ihrer Daten ernst, im schlechtesten Fall ist er selbst eine Datenpetze. Wir haben die Desktop-Browser Brave, Chrome, Edge, Firefox, Opera, Safari und Vivaldi einem Privacy-Check

unterzogen, um die Spreu vom Weizen zu trennen. Auch wenn die Browser auf den ersten Blick alle das Gleiche tun, könnten die Ergebnisse kaum unterschiedlicher sein.

Uns hat sowohl interessiert, welche Trackingschutzfunktionen die Browser mitbringen und wie effektiv diese arbeiten, als auch, welche Daten die Browser eigenmächtig in die Welt hinausenden. Denn der beste Trackingschutz ist wertlos, wenn schon der Browser selbst das Datenschutzproblem ist. In unserem Testparcours zeigte sich etwa, ob ein Browser unsichtbare Tracker und Werbung abwehrt, die den Nutzer verfolgt. Auch die Identifizierbarkeit des Browsers mittels Fingerprinting haben wir überprüft.

Wir ließen die Browser unter anderem auf die Onlinetests „Cover your tracks“ der Electronic Frontier Foundation (EFF), Browserleaks und FingerprintJS los, das Browser-Installationen mit einer Zuverlässigkeit von 99,5 Prozent wiedererkennen soll – ganz ohne Cookies. Die Browser mussten unseren Testparcours sowohl im

Auslieferungszustand als auch mit maximal hochgedrehten Schutzfunktionen absolvieren.

Zudem überprüften wir, ob die Browser bestimmte Datenschutzfunktionen wie DNS-over-HTTPS (DoH) anbieten, durch das IP-Adressen zu Domains transportverschlüsselt bei einem DoH-Server abfragt werden. Weniger effektiv ist der „Do Not Track“-Header, durch den der Browser einer Website signalisieren kann, dass sein Nutzer nicht getrackt werden möchte. Die Website kann darauf Rücksicht nehmen, muss sie aber nicht. Man sollte ihn dennoch aktivieren können. Darüber hinaus wollten wir wissen, welche Filterlisten die Tracking- und Werbeblocker der Browser nutzen, beliebt sind zum Beispiel die Listen EasyPrivacy und EasyList.

Um herauszufinden, was die Browser aus eigenem Antrieb ins Internet übertragen, haben wir ihren Traffic durch den SSL-Proxy mitmproxy geleitet. So konnten wir live mitverfolgen, welche Daten wohin verschickt wurden. Während manche

Browser auf leisen Sohlen unterwegs waren, meldeten andere schon das Tippen in der Adresszeile Zeichen für Zeichen an den Server eines Internetriesen, um Suchvorschläge abzurufen. Manche Browser hinterließen selbst im Inkognito-Modus gut lesbare Datenspuren im Netz.

Es handelt sich bei unserem Privacy-Check um eine Momentaufnahme: Die Browser-Welt dreht sich schnell und auch beim Tracking ist gerade einiges in Bewegung. Sie werden jedoch einen fundierten Eindruck davon bekommen, welche Browser das Thema Datenschutz ernst nehmen.

Google Chrome

Chrome kommt nach wie vor minimalistisch und ohne Fremdwerbung daher. Der Browser kommunizierte während unserer Analyse hauptsächlich mit Google und lud nach der Installation eine Handvoll Erweiterungen nach, vor allem zur Integration der Google-Dienste. Zudem zog er sich auf unser Windows-System einen On-Demand-Virens Scanner, den Google von Eset entwickeln ließ. Er ist in den Einstellungen über „Zurücksetzen und bereinigen/Computer bereinigen“ aufrufbar.

Bei der Adresseingabe übertrug Chrome erwartungsgemäß jedes Zeichen an Google, um die Suchvorschläge abzurufen. Die angesteuerten URLs funkte der Browser hingegen nur an sein Mutterschiff, wenn wir das optionale „Erweiterte Safe Browsing“ eingeschaltet hatten. Chrome meldet gelegentlich an <https://beacons.gcp.gvt2.com/domainreliability/upload>, wenn Google-Domains nicht erreicht werden konnten, offenbar um Google dabei zu helfen, die Verlässlichkeit der Dienste im Blick zu behalten.

Der Google-Browser erkundigt sich dann und wann nach Updates und Inhalten für die „Neuer Tab“-Seite. Es gibt auch einen Mechanismus, um darauf Promotion-Aktionen anzuzeigen, der Google-Server hatte jedoch während unserer Analyse keine in petto. Alles in allem sind die Kontaktversuche nach außen selbst mit aktivierter Diagnose-Option überschaubar und nachvollziehbar. Auffällig war, dass Chrome eine Reihe zufällig generierter URLs zu kontaktieren versuchte. Der Browser versuchte so zu erkennen, ob der Internetprovider ungültige URLs abfängt, um etwa Werbung anzuzeigen (DNS-Antwort NXDOMAIN).

Einen Tracking- oder Adblocker sucht man vergeblich. Einzig die Chromium-Basics wie das Blockieren von Drittanbie-

ter-Cookies, den „Do No Track“-Header und verschlüsseltes DNS über HTTPS kann man konfigurieren, um die Privatsphäre zu verbessern.

Mozilla Firefox

Mozilla schärft den in Firefox integrierten Trackingschutz immer weiter nach (siehe Seite 22). Einen Werbeblocker gibt es zwar nicht, der Trackingblocker filtert auf maximaler Stufe jedoch vieles weg. Die Daten für den Trackingschutz wurden im Vorfeld direkt von Mozilla geladen. Anfragen an detectportal.firefox.com/success.txt stellen sicher, dass eine ungestörte Verbindung zum Internet besteht.

Firefox öffnete zudem eine Web-Socket-Verbindung zu Mozillas Push-Service, um Benachrichtigungen von Websites empfangen zu können. Bei openh264.org holte sich Firefox den H.264-Video-Decoder ab, bei Google eine Bibliothek für das Video-DRM Widevine sowie eine Datei mit Informationen über gefährliche Websites (Safe Browsing). Die Website-Überprüfung beim Surfen fand anschließend offline statt. Eingeschaltet waren jedoch die Suchvorschläge, wodurch Eingaben in die Adresszeile an Google übertragen wurden. Im privaten Modus war aber Ruhe.

Standardmäßig war auch die Übertragung von Diagnosedaten aktiv, was wir auch im Firefox-Traffic nachvollziehen konnten. Der Umfang der an [incoming.telemetry.mozilla.org](https://telemetry.mozilla.org) übermittelten Daten war überschaubar: Bei uns interessierte sich Mozilla etwa dafür, ob bestimmte Funktionen wie die Bild-in-Bild-Funktion für Videos aktiv sind. Firefox hat die Übertragung der Diagnosedaten nachvollziehbar beendet, nachdem wir die „Datenerhebung durch Firefox“ in den Einstellungen deaktiviert hatten.

Mozilla nutzt die „Neuer Tab“-Seite auch für moderate Werbeeinblendungen. Während unseres Tests waren etwa gesponserte Links zu Amazon und eBay sichtbar, die sich jedoch über den jeweiligen Menüknopf leicht entfernen ließen. Darunter empfiehlt Firefox aktuelle Nach-

richten, die direkt von dem zu Mozilla gehörenden Dienst Pocket geladen wurden.

Microsoft Edge

Microsoft verteilt seinen von Grund auf überarbeiteten Edge-Browser seit gut einem Jahr per Systemupdate an die Windows-Nutzer. Der auf Chromium aufbauende Browser erinnert optisch an Google Chrome, allerdings hat Microsoft ihn auf seine eigenen Dienste zugeschnitten und Funktionen nachgerüstet. Dazu zählt auch ein Trackingblocker mit drei Stufen, von denen standardmäßig die mittlere eingestellt ist („Ausgewogen“).

Richtig effektiv arbeitete er bei uns erst auf im „strengen“ Modus. Mit dieser Einstellung filtert Edge auch viel Reklame weg. Edge-Nutzer haben den Trackingschutz bitter nötig, denn die ersten Begegnungen mit Third-Party-Trackern machen sie schon beim Browserstart: Edge öffnet in jedem neuen Tab eine überladene Startseite, die jedes Mal von MSN.com nachgeladen wird. Sie nutzt externe Tracker wie Taboola, Zemanta und Scorecard Research – da wundert es nicht, dass Microsoft sogar einen Cookie-Consent-Banner davorgeschaltet hat. Ironischerweise waren es dann auch Taboola und Zemanta, welche die Liste der am häufigsten blockierten Tracker während unserer Analyse anführten. Wir konnten keinen Weg finden, diese Seite über die Browser-Einstellungen loszuwerden. Abhilfe schaffen unabhängige Erweiterungen wie „Custom New Tab“ oder „Tabliss“.

Statt der Google-Suche setzt Edge auf Bing.com, wodurch Eingaben in die Adressleiste Zeichen für Zeichen dorthin übertragen wurden. Auch die Safe-Browsing-Funktion SmartScreen läuft über Microsoft-Server. Sie schickt die URLs aufgerufener Websites zur Überprüfung an Microsoft. Das passierte während unserer Analyse auch im „InPrivate“ getauften Inkognito-Modus von Edge – anhand der übertragenen Daten bekommt Microsoft also selbst im privaten Browsermodus mit, welche Adressen geöffnet wurden. Die

Komfort versus Datenschutz: Sind Suchvorschläge für die Adressleiste aktiv, melden viele Browser jedes eingetippte Zeichen an einen Server.

	https://www.bing.com/qbox?query=wie+a&language=de&pt=EdgBox&cvid=ce8f... GET
	https://www.bing.com/qbox?query=wie+al&language=de&pt=EdgBox&cvid=ce8f... GET
	https://www.bing.com/qbox?query=wie+alt&language=de&pt=EdgBox&cvid=ce8f... GET
	https://www.bing.com/qbox?query=wie+alt+&language=de&pt=EdgBox&cvid=ce... GET
	https://www.bing.com/qbox?query=wie+alt+&language=de&pt=EdgBox&cvid=ce... GET
	https://www.bing.com/qbox?query=wie+alt+is&language=de&pt=EdgBox&cvid=c... GET
	https://www.bing.com/qbox?query=wie+alt+ist&language=de&pt=EdgBox&cvid=... GET

IS YOUR BROWSER:	
Blocking tracking ads?	Yes
Blocking invisible trackers?	Yes
Protecting you from fingerprinting?	🟢 your browser has a randomized fingerprint

Im Tracking-Test der EFF konnte nur Brave das Fingerprinting effektiv verhindern.

Übertragung von „erforderlichen Diagnosedaten“ konnten wir bei Edge nicht abschalten.

Brave

Der Browser Brave basiert ebenfalls auf Chromium. Die Kommunikation mit Google beschränkt sich auf den Abruf intern genutzter Erweiterungen. Weitere Add-ons zog Brave direkt bei seinem Hersteller, etwa ein Update für den Adblocker. Von dort stammten auch die Daten fürs Safe Browsing.

Regelmäßig kommunizierte der Browser mit p3a.brave.com, um Diagnosedaten abzuliefern. Brave hat das Verfahren öffentlich dokumentiert (siehe ct.de/ymv9). Demnach lassen sich die Daten nicht einzelnen Nutzern zuordnen und enthalten keine Informationen über den Browserverlauf. Nachdem wir die „vollständig privaten Produktanalysen“ deaktiviert hatten, hörte der Spuk auf. Eingaben in die Adressleiste hinterließen keine Datenspuren, da die automatischen Suchvorschläge abgeschaltet sind. Statt Google war die Privacy-freundliche Suchmaschine DuckDuckGo voreingestellt. Beim Surfen blieben die angesteuerten URLs privat, da Brave keine Echtzeitüberprüfung für seine Safe-Browsing-Funktion unternahm.

Der integrierte Adblocker arbeitet bereits mit den Voreinstellungen äußerst effektiv. Brave nutzt neben den Blocklisten EasyList und EasyPrivacy auch die Liste von uBlock Origin, über den Menüeintrag „Brave Werbeblocker“ lassen sich zudem weitere Listen auswählen und eigene hinzufügen. Wer die blockierte Werbung vermisst, kann mit „Brave Rewards“ zurückhaltende Reklame einschalten, die der Browser als Benachrichtigungen anzeigt. Den aus der Werbung geschöpften Gewinn teilt Brave mit seinen Nutzern und Website-Betreibern durch Kryptogeld, das ins in den Browser integrierte Krypto-Wallet fließt. War die Funktion aktiv, hat Brave gelegentlich einen vierstelligen Hash an seinen Hersteller geschickt, um zu überprüfen, ob eine Site am Rewards-Programm teilnimmt. Weitere Kryptomünzen kann man über die reichlich überladene

„Neuer Tab“-Seite verdienen, die von Zeit zu Zeit Werbung als Hintergrundbild anzeigt. Anders als etwa bei Edge konnten wir die Seite jedoch einfach über die Einstellungen deaktivieren.

Als einziger Browser im Testfeld hat Brave einen integrierten Tor-Client, der auf Wunsch für private Browserfenster aktiviert wird. Brave ist zudem ist der einzige Browser, der bei den Trackingtests bereits im Auslieferungszustand sehr gut abschnitt und sogar Canvas-Fingerprinting verhindern konnte. Gegen besonders ausgefeilte Fingerprinting-Methoden wie FingerprintJS (siehe ct.de/ymv9) kommt jedoch auch Brave derzeit nicht an.

Vivaldi

Schon beim ersten Start von Vivaldi entdeckten wir Anfragen an Google-Dienste wie YouTube sowie die Werbenetzwerke DoubleClick und Google Ads. Offenbar standen diese in direktem Zusammenhang mit der Herstellerseite, die der Browser in einem Hintergrund-Tab geöffnet hatte. Die Aktualität der Browser-Add-ons überprüfte Vivaldi bei Google. Nachgeladen wurde ein Add-on zur Einschätzung der Stärke von Passwörtern. Jeder Browserstart führte zudem zu einer Anfrage an update.googleapis.com.

Die Kommunikation mit dem Hersteller war indes überschaubar: Außer der Website zog sich Vivaldi dort etwa eine Liste mit Suchpartnern und mehrere Filterlisten wie EasyList, Adblock Plus und DuckDuckGo Tracker Radar. Ansonsten verhielt sich Vivaldi mit Ausnahme eines Verbindungstests leise.

Als Standardsuchmaschine war Bing eingestellt. Die Startseite war gespickt mit großen bunten Werbekacheln, die zum Onlineshopping einladen sollen. Diese wird man über den Minus-Button schnell los. Startseite und „Neue Tab“-Seite konnten wir leicht über die Einstellungen nach unseren Wünschen ändern. Suchvorschläge in der Adressleiste waren standardmäßig inaktiv und die geöffneten URLs wurden nicht an einen Safe-Browsing-Server gemeldet – die Bedrohungsinfos hatte sich der Browser im Vorfeld bei Google abgeholt.

Werbe- und Trackingschutz sind bei Vivaldi standardmäßig ausgeschaltet, lassen sich jedoch während der Ersteinrichtung aktivieren, die sich als Website im ersten Tab öffnet. Der Trackingblocker überzeugte uns anfangs nicht, er schnitt jedoch zu einem späteren Zeitpunkt gut ab – mutmaßlich nach einem Update der Filterliste (DuckDuckGo). Die Privatsphären-Einstellungen sind übersichtlich gegliedert. Dort werden etwa die Filterlisten für Tracking- und Werbeblocker konfiguriert. Zwei Listen gegen Cookie-Banner stehen zur Wahl, sind jedoch nicht besonders effektiv. Zudem lassen sich hier die mitgelieferten Google-Add-ons abschalten.

Uns fiel auf, dass beim Adblocker eine Ausnahmeliste für Werbepartner von Vivaldi ausgewählt war, die wir jedoch problemlos in den Privacy-Einstellungen unter „Tracker- und Werbeblocker/Quellen verwalten“ abwählen konnten. Die Verschlüsselung von DNS-Anfragen (DoH) konnten wir über die Vivaldi-Einstellungen nicht aktivieren, über die Adresse <chrome://settings/security> erreicht man jedoch die gewohnten Chromium-Einstellungen mit DNS-over-HTTPS-Option („Sicheres DNS“).

Opera

Das Geschäftsmodell von Opera erschließt sich schon beim ersten Start: Die Startseite ist mit Links zu diversen Online-shops verknüpft. Besonders weitreichend ist die Kooperation mit Amazon: Standardmäßig ist die Erweiterung „Amazon Assistant“ vorinstalliert. Aktiviert man sie, überwacht sie das Surfverhalten, um etwa beim Googeln konkrete Verkaufsangebote einzublenden, die sich auf die Suchbegriffe beziehen.

Das ist nicht der einzige Einkaufshelfer: Bei der Analyse des Datenverkehrs stellten wir fest, dass Opera heimlich eine Erweiterung namens „Rich Hint Agent“ nachgeladen hatte, die offenbar in Verbindung mit dem Cashback-Dienst Dify steht. Die Erweiterung tauchte nicht in der Liste der installierten Add-ons auf und wurde erst sichtbar, nachdem wir den Browser mit dem Parameter `--show-component-extension-options` gestartet hatten. So entdeckten wir dann auch noch den „Aliexpress observer“, der anscheinend beim Einkaufen auf der chinesischen Handelsplattform aktiv wird.

Bei der Adresseingabe übertrug der Browser jedes Zeichen an Google, um die

Suchvorschläge abzurufen. Für den Sicherheitscheck (Safe Browsing) meldete Opera zudem jede angesteuerte URL an sitecheck.opera.com. Die Safe-Browsing-Funktion war sogar bei der Nutzung der privaten Fenster aktiv, die ihrem Namen daher nicht gerecht werden.

Auf der Habenseite stehen ein integrierter Werbeblocker und Trackingschutz. Beides muss man allerdings erst einschalten. Der Opera-Werbeblocker vertraut standardmäßig auf die EasyList sowie NoCoin, die JavaScript-Cryptominer umfasst. Beliebige weitere Listen lassen sich ergänzen. Eine Besonderheit von Opera ist der eingebaute VPN-Dienst ohne Traffic-Limit, über den man seine externe IP-Adresse verschleiern kann. Im Test erreichten wir darüber flotte 100 MBit/s und mehr.

Apple Safari

Apple hat den macOS-Systembrowser mit einem Trackingschutz ausgestattet, der standardmäßig eingeschaltet ist. Viel zu konfigurieren gibt es nicht, in den Datenschutzeinstellungen lässt sich das „websiteübergreifende Tracking“ lediglich aus- und wieder einschalten. Ferner kann man dort die „Datenschutzwahrende Messung der Werbewirksamkeit“ abschalten.

Dabei handelt es sich um einen von Apple erdachten Standard, um Klicks auf Werbeanzeigen datenschutzfreundlich zu erfassen, der jedoch von den Werbenetzen implementiert werden muss. Apple macht auch beim „Do Not Track“-Header sein eigenes Ding und unterstützt ihn nicht mehr. Ein Werbeblocker ist ebenfalls nicht an Bord. Die „Neuer Tab“-Seite ist auch bei Safari mit Werbelinks gespickt. Man kann sie leicht über die Favoriten entfernen.

Bei unserem Trackingtest schnitt Safari nur mittelgut ab, ungefähr vergleichbar mit der mittleren Anti-Tracking-Ein-

stellung anderer Browser. Dieses Ergebnis ist jedoch nur bedingt aussagekräftig, da Safaris Trackingschutz laut Apple-Dokumentation dynamisch arbeitet (siehe ct.de/ymv9), was schwer messbar ist. Demnach werden Tracker lokal durch maschinelles Lernen klassifiziert und zudem zeitabhängig blockiert. Das bedeutet etwa, dass ein Third-Party-Cookie möglicherweise am ersten Tag noch funktioniert, aber am zweiten schon nicht mehr. So soll verhindert werden, dass zum Beispiel Single-Sign-on-Dienste gestört werden.

Bei Safari ist Google als Suchmaschine voreingestellt und bei der Analyse des Datenverkehrs zeigte sich, dass der Browser erwartungsgemäß Eingaben in der Adresszeile dorthin überträgt. Eine Überraschung erwartete uns dennoch: Denn die Eingaben gingen zusätzlich an api-glb-eu1a.smoot.apple.com raus, also direkt an Apple. Apple blendet damit eigene Vorschläge ein, zum Beispiel Wortdefinitionen aus einem Lexikon. Wer möglichst privat surfen möchte, sollte in den Safari-Einstellungen unter „Suchen“ die Optionen „Suchmaschinen-vorschläge“ und die „Safari-Vorschläge“ ausschalten. Dann kommuniziert Safari nur sehr sparsam aus eigenem Antrieb.

Fazit

Die Wahl des Browsers hat beträchtliche Auswirkungen auf die Privatsphäre, wie unser Privacy-Check gezeigt hat. Wer möglichst wenig Spuren hinterlassen möchte, sollte zu **Brave** greifen: Der Browser ist gut vorkonfiguriert und verhindert sogar das Canvas-Fingerprinting. Allerdings bringt er auch einige Funktionen wie ein Krypto-Wallet mit, die nicht jeder braucht. Direkt darauf folgt **Mozilla Firefox**, der einerseits mit einem guten Trackingschutz daherkommt und andererseits selbst nicht allzu viel in die Welt hinausposaunt.

Wer macOS nutzt, macht mit **Safari** wenig falsch, auch wenn der Trackingblocker mehr Einflussnahme erlauben könnte. Die doppelt gemoppelten Suchvorschläge sollte man jedoch besser deaktivieren. **Google Chrome** gibt sich recht neutral und hat Trackern wenig entgegenzusetzen, kommuniziert dafür aber auch nur in überschaubarem Umfang mit seinem Mutterschiff.

Vivaldi fiel vor allem durch unnötige Übertragungen an Google und Werbung auf. Ignoriert man die Einrichtungs-Webseite beim ersten Start, ist der Trackingschutz erst mal inaktiv, ansonsten arbeitet er aber mittlerweile zuverlässig. **Opera** ist mit Werbe-Add-ons gespickt und zu redselig: Durch die Kombination von Opera- und Google-Diensten bekommen gleich zwei Unternehmen das Surfverhalten mit. Der Microsoft-Browser **Edge** hat zwar einen guten Trackingschutz, liefert seine Nutzer jedoch über die nicht deaktivierbare „Neuer Tab“-Seite gleich selbst ans Messer. Zudem erfährt Microsoft viel über das Surfverhalten, selbst im Inkognito-Modus.

Gegen die ausgefeilten Tracking-Methoden von FingerprintJS waren übrigens alle Browser machtlos, was zeigt, dass es keinen absoluten Schutz vor Tracking gibt – solange man nicht an anderer Stelle Kompromisse eingeht.

Dieser Artikel klärt nur die Datenschutzfrage, in der Titelstory von c't 2/2021 finden Sie einen ausführlichen Test der wichtigsten Browser, der auch Geschwindigkeit und Funktionsumfang berücksichtigt. Auf den folgenden Seiten zeigen wir Ihnen, wie Sie Firefox so einrichten, dass Sie einerseits wenig Datenspur hinterlassen, aber andererseits noch sehr komfortabel surfen. (rei@ct.de) **ct**

Testseiten, Hintergrundinfos: ct.de/ymv9

Browser im Privacy-Check

Name	Brave	Chrome	Edge	Firefox	Opera	Safari	Vivaldi
Version	1.25.68	91.0.4472.77	91.0.864.37	89.0	76.0.4017.154	14.1.1	3.8.2259.42
Engine	Blink	Blink	Blink	Gecko	Blink	WebKit	Blink
Plattform	Windows, macOS, Linux	Windows, macOS, Linux	Windows, macOS, Linux (Beta)	Windows, macOS, Linux	Windows, macOS, Linux	macOS	Windows, macOS, Linux
Datenschutz							
blockt Tracker effektiv (Standard / maximal)	✓ / ✓	– / –	– / ✓	teilweise / ✓	– / ✓	teilweise / teilweise	– / ✓
blockt Fingerprinting effektiv	✓ ¹	–	–	–	–	–	–
überträgt URL-Eingaben an (Standard / Inkognito)	– / –	Google / –	Microsoft / –	Google / –	Google / –	Google, Apple / –	– / –
überträgt aufgerufene URLs an (Standard / Inkognito)	– / –	– / –	Microsoft / Microsoft	– / –	Opera / Opera	– / –	– / –
Diagnosedaten aktiv / deaktivierbar	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / –	✓ / ✓	✓ / ✓	– / –	✓ / –
Privacy-Bewertung	⊕⊕	○	⊖	⊕	⊖	⊕	○
¹ außer FingerprintUS ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden							



Bild: Andreas Martini

Einfach nur surfen

Surfen ohne Cookies, Tracking und Reklame

Man nehme Firefox, eine Handvoll Einstellungen und eine Prise Erweiterungen: Heraus kommt ein datenschutzfreundlicher Browser, der Ihre Nerven schont. Mit unserem Browser-Rezept surfen Sie deutlich entspannter – ganz ohne Cookie-Banner, Tracking und aufdringliche Reklame.

Von Ronald Eikenberg

Unerwünschte Dreingaben wie Tracking-Cookies und Werbung sind tägliche Begleiter, wenn man nur mal die News lesen oder online shoppen möchte. Doch das müssen Sie nicht hinnehmen: Mit unseren Empfehlungen konfigurieren Sie den Firefox-Browser so, dass er alle lästigen Elemente entfernt. Das schont Ihre Nerven und schützt Ihre Daten, denn hinter den Kulissen arbeitet ein effektiver Trackingschutz. Und die Zeiten, in denen Sie ein Cookie-Banner weggeklickt haben, sind auch vorbei.

Wir haben den von Haus aus datenschutzfreundlichen Firefox-Browser so eingerichtet, dass die Inhalte im Vordergrund stehen und unser Setup über mehrere Mo-

nate im Alltag getestet. Das Experiment verlief erfolgreich und der Unterschied ist deutlich sichtbar: Wo beim Aufrufen einer Website bislang nur ein schmaler Schlitz vom eigentlichen Inhalt zu sehen war – den Rest hatten Cookie-Banner und Werbung unter sich aufgeteilt – wurde nach den Änderungen die gesamte Bildschirmfläche für die eigentlichen Inhalte genutzt. Außerdem hinterließen wir beim Surfen deutlich weniger Datenspuren.

Unsere Beispielkonfiguration für PCs und Macs ist bestmöglich auf Komfort und Datenschutz ausgerichtet, was durchaus einen Kompromiss bedeutet: Denn viel Komfort bedeutet oft wenig Datenschutz und umgekehrt. Uns war wichtig, dass der

Browser komfortabel bedienbar bleibt und Websites weitgehend wie gewohnt funktionieren, ohne dass ein Nachjustieren der Privacy-Schutzfunktionen nötig ist. Dennoch sollte ein effektiver Schutz vor dem Website-übergreifenden Tracking greifen.

Starten Sie am besten mit einer frischen Installation der aktuellen Firefox-Version. Wenn Sie den Mozilla-Browser bereits eingerichtet haben und unsere Empfehlungen erstmal risikolos testen möchten, können Sie hierfür einfach ein neues Profil anlegen: Öffnen Sie mit Firefox die interne Adresse `about:profiles` und klicken Sie auf „Neues Profil anlegen“. Geben Sie dem Profil einen beliebigen Namen, etwa „Ungestört surfen“ und klicken Sie danach, zurück in der Profilverwaltung, auf „Profil zusätzlich ausführen“, um eine neue Browserinstanz mit dem leeren Profil zu öffnen. Das neue Profil wird automatisch zum Standard und fortan mit Firefox gestartet. Um das rückgängig zu machen, klicken Sie in der Profilverwaltung beim alten Profil (etwa „default-release“) auf „Als Standardprofil festlegen“.

Strenger Tracking-Schutz

Zunächst gilt es, die Bordmittel von Firefox optimal einzurichten. Öffnen Sie die Einstellungen über den Menüknopf oben rechts (drei Linien) und wechseln Sie auf „Datenschutz & Sicherheit“. Stellen Sie den Trackingschutz unter „Verbesserter Schutz vor Aktivitätsverfolgung“ auf „Streng“ für die bestmögliche Privatsphäre. Seit Firefox 86 schalten Sie damit die „Total Cookie Protection“ ein, die quasi

dafür sorgt, dass jede Website Ihre eigene Keksdose bekommt.

Angenommen, Facebook liefert Ihnen beim Besuch von Website A ein Cookie, weil dort ein Like-Button oder ein Facebook-Post eingebettet wurde. Anschließend surfen Sie auf Website B, die ebenfalls mit eingebetteten Facebook-Inhalten arbeitet. Normalerweise würde Ihre Browser jetzt das Cookie von Website A an Facebook senden, weil es zur gleichen externen Domain passt und Facebook könnte nachvollziehen, dass Sie zunächst auf Website A und dann auf Website B waren. Die neue Schutzfunktion verhindert dies effektiv, weil sich Firefox merkt, dass das Cookie beim Besuch von Website A ausgeliefert wurde. Beim Besuch von Website B steht es nicht zur Verfügung.

So wird verhindert, dass Sie beim Surfen auf Schritt und Tritt durch Third-Party-Cookies verfolgt werden können. Firefox warnt davor, dass „einige Websites nicht korrekt Inhalte anzeigen oder funktionieren“, wenn Sie den Trackingschutz voll aufdrehen. Im Alltag konnten wir jedoch nur geringe Komforteinbußen feststellen. So wurden von extern eingebettete Social-Media-Inhalte auf Websites nicht mehr automatisch geladen. Stattdessen fand wir jedoch stets einen Link vor, über den wir den jeweiligen Beitrag direkt aufrufen konnten.

Mozilla nennt diesen Schutz auch „Dynamic Partitioning“ (siehe ct.de/y5et), er betrifft neben den Cookies etwa auch das localStorage-API. Hinter den Kulissen speichert Firefox den Ursprung der Cookies in seiner Cookie-Datenbank (`cookies.sqlite`) durch einen

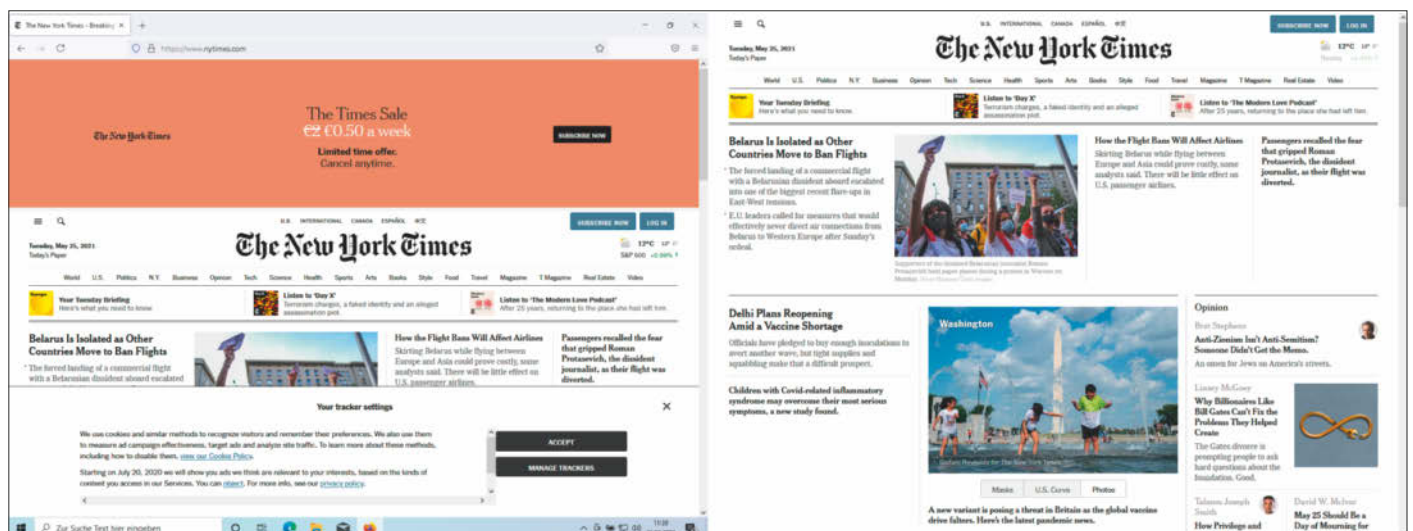
sogenannten Partition-Key, zum Beispiel `partitionKey=(https,heise.de)`.

Falls Ihnen der erweiterte Tracking-schutz einmal in die Quere kommt, klicken Sie einfach auf das Schutzschild-Symbol links in der Adressleiste und deaktivieren Sie den Schalter „Verbesserter Schutz vor Aktivitätsverfolgung ist für diese Website AKTIVIERT“, um die problematische Website auf die Ausnahmeliste zu setzen. Dort erfahren Sie auch, was Firefox auf der aktuellen Website blockiert hat.

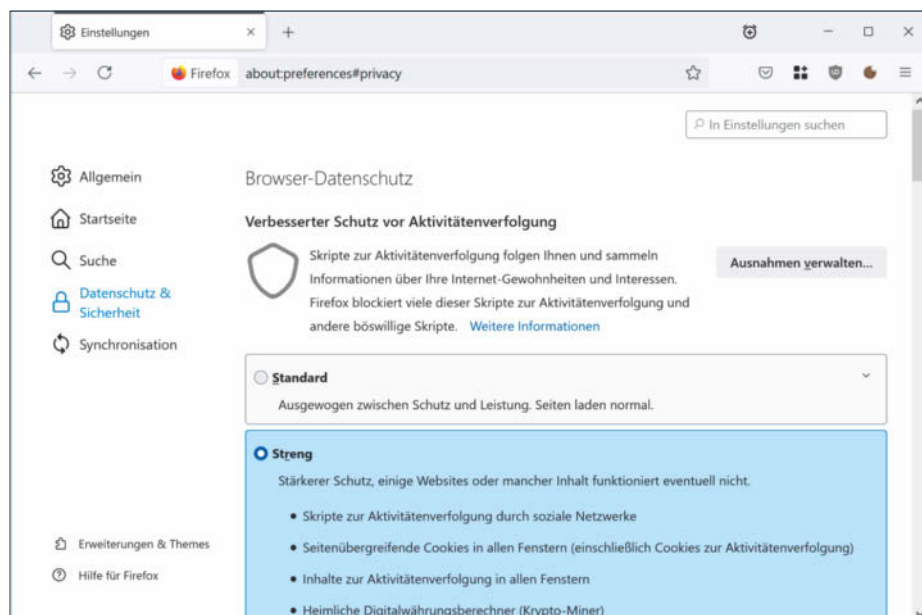
Alternativ können Sie den Tracking-Blocker auch im Standardmodus betreiben – das ist immer noch deutlich besser als nichts, denn Firefox blockiert auch in diesem Modus bekannte Tracking-Cookies und -Skripte. Zudem ist in beiden Betriebsmodi das sogenannte „Network Partitioning“ aktiv, welches Supercookies eliminieren soll, die Browserfunktionen als Tracking-Helfer zweckentfremden. Aktivieren Sie unterhalb der Tracking-Blocker-Einstellung noch die „Do No Track“-Header, um Websites mitzuteilen, dass Sie nicht getrackt werden möchten.

Diagnose und Sicherheit

Wenn Sie mögen, können Sie unter „Datenerhebung durch Firefox und deren Verwendung“ alle Häkchen entfernen, damit Firefox keine Diagnosedaten über Ihre Installation an Mozilla sendet. Sie sollten auch in Erwägung ziehen, unter „Suche“ die Suchvorschläge in der Adressleiste zu deaktivieren. Diese Funktion sorgt dafür, dass Firefox beim Tippen in der Adresszeile jedes Zeichen an Google sendet, um passende Suchvorschläge abzurufen.



Vorher und nachher: Wenn Sie alle Empfehlungen befolgen, zeigt Ihnen Firefox schon beim ersten Besuch einer Website deutlich mehr vom eigentlichen Inhalt.



Viel hilft viel: Auf der Stufe „Streng“ fängt der Trackingschutz von Firefox jede Menge weg.

Wenn Ihnen Google ohnehin suspekt ist, sollten Sie hier auch gleich eine andere Standardsuchmaschine einstellen, zum Beispiel die Privacy-freundliche Alternative DuckDuckGo.

Noch kurz ein Wort zum Thema Sicherheit: Der wichtigste Schutz heißt Aktualität! Halten Sie Ihren Browser stets auf dem aktuellen Versionsstand, da mit fast jedem Update auch Sicherheitslücken geschlossen werden. Stellen Sie sicher, dass in den Einstellungen unter „Allgemein / Firefox-Updates“ die Option „Firefox erlauben ... Updates automatisch zu installieren (empfohlen)“ ausgewählt ist. Unter „Datenschutz & Sicherheit / Sicherheit“ sollte zudem der „Schutz vor betrügerischen Inhalten und gefährlicher Software“ aktiv sein sowie darunter die automatische Überprüfung von Zertifikaten mittels OCSP.

Um zu verhindern, dass Firefox Daten im Klartext in die weite Welt schickt, können Sie darunter den „Nur-HTTPS-Modus in allen Fenstern aktivieren“. Dann zeigt Firefox eine Warnung an, bevor eine unverschlüsselt übertragene HTTP-Website geöffnet wird. Davon gibt es noch ein paar, Sie werden den Warnhinweis also dann und wann zu Gesicht bekommen. In diesem Fall wissen Sie Bescheid, dass Sie auf der folgenden Website keine sensiblen Daten eintippen sollten. Sinnvoll ist auch, unter „Allgemein / Verbindungs-Einstellungen“ ein Häkchen bei „DNS über HTTPS aktivieren“ zu setzen, damit Firefox Ihre DNS-Anfragen verschlüsselt

durchführt. Sie haben die Wahl zwischen Cloudflare und NextDNS, die beide an Mozillas Trusted-Recursive-Resolver-Programm teilnehmen. Damit verpflichten sie sich unter anderem, anfallende Daten über die Nutzung nach spätestens 24 Stunden zu löschen. Alternativ können Sie einen beliebigen anderen Anbieter einstellen, dem Sie vertrauen.

Bitte keine Werbung einwerfen

Damit haben Sie die wichtigsten Browser-einstellungen erledigt. Nach so viel Fleißarbeit hinter den Kulissen soll es jetzt um den Komfort gehen. Mit geringem Aufwand können Sie Ihren Surfalltag sichtbar und spürbar verbessern, indem Sie all die nervigen Dinge auf Websites eliminieren.

Zunächst einmal sollten Sie Ihren Browser mit einem unabhängigen Content-Blocker ausstatten, der Websites auch – aber nicht nur – von Werbung befreit. Bewährt hat sich uBlock Origin von Raymond Hill, das Sie über das Add-on-Verzeichnis (siehe ct.de/y5et) mit zwei Klicks an den Start bringen. Den Content-Blocker gibt es übrigens nicht nur für Firefox, sondern für alle wichtigen Desktop-Browser. Er ist stimmig vorkonfiguriert, sodass Sie normalerweise nichts weiter einstellen müssen. Da sich auf den voreingestellten Filterlisten auch etliche bösartige URLs befinden, sorgt uBlock nicht nur für Komfort, sondern auch für Sicherheit.

Über den roten Schutzschild in der Symbolleiste erfahren Sie, wie viele Ele-

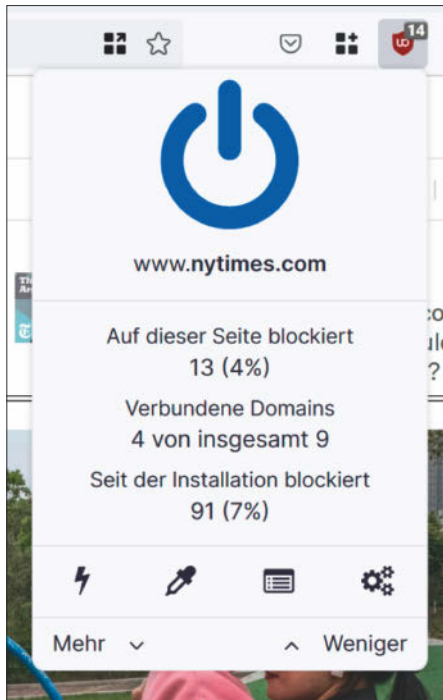
mente uBlock auf der aktuellen Website blockiert hat. Klicken Sie ihn an und zweimal auf „Mehr“, erfahren Sie auch, um welche Elemente es geht. Von den rot markierten Domains hat die Erweiterung sämtliche Elemente blockiert, von den orange markierten nur manche. Wenn eine Website nicht wie gewohnt funktioniert, klicken Sie einfach auf den großen blauen Ausschalter im uBlock-Menü und auf den Aktualisieren-Knopf, der rechts daneben erscheint. Der Content-Blocker ist dann für diese Website deaktiviert. Dies ist insbesondere dann nötig, wenn eine Website den Blocker erkennt und die Auslieferung der Inhalte verweigert.

Falls Ihnen die vordefinierten Filter mal nicht weit genug gehen, klicken Sie im uBlock-Menü auf das Blitzsymbol, um den Element-Entfernungsmodus zu starten. Klicken Sie anschließend auf das störende Element der Website, um es sofort zu entfernen. Mit der Pipette neben dem Blitz können Sie den neuen Filter nach der Auswahl des Elements zunächst ausprobieren und feinjustieren, ehe Sie ihn dauerhaft übernehmen. Ihre neuen Filter, die genutzten Filterlisten und viele weitere Einstellungen finden Sie in den uBlock-Optionen, die Sie über das Zahnrad-Symbol erreichen.

Keksdiät

Sie surfen jetzt zumeist werbefrei, ein weiterer Störfaktor ist jedoch noch übrig: Auf fast allen Websites werden Sie von Cookie-Consent-Bannern begrüßt, um die sich uBlock Origin erstmal nicht kümmert. Es gibt zwar kompatible Filterlisten dagegen, jedoch haben diese in unserem Praxistest nur mäßig funktioniert, da es häufig nicht ausreicht, das Banner zu blockieren – es muss bestätigt werden. Greifen Sie daher am besten gleich zu der Browser-Erweiterung „I don't care about cookies“, die es für alle relevanten Desktop-Browser gibt (siehe ct.de/y5et).

Die Erweiterung tut, was nötig ist, um das Cookie-Banner loszuwerden. In Härtefällen klickt sie auf den „Akzeptieren“-Knopf, was Sie daran erkennen, dass das Banner zunächst angezeigt wird und im nächsten Augenblick wieder verschwindet, ohne dass Sie aktiv werden müssen. Behalten Sie bei der Konfiguration Ihres Browsers im Hinterkopf, dass Sie „I don't care about cookies“ zwar vor den lästigen Cookie-Dialogen bewahrt, nicht aber vor den Cookies selbst. Sie sollten also zusätzlich den Trackingschutz wie oben beschrieben scharf schalten.



Wer ungestört surfen will, sollte einen unabhängigen Content-Blocker wie uBlock Origin nachrüsten.

Es ist sinnvoll, uBlock Origin und „I don't care about cookies“ auch für den privaten Browsermodus zu freizugeben, denn standardmäßig sind Add-ons dort nicht aktiv. Öffnen Sie hierzu die Add-ons-Verwaltung über das Firefox-Menü oder `about:addons`. Klicken Sie bei der jeweiligen Erweiterung rechts auf den Knopf mit den drei Punkten und „Verwalten“. Unter „Details / In privaten Fenstern ausführen“ wählen Sie anschließend „Erlauben“ aus. Bei den nun im Artikel folgenden Erweiterungen ist dies hingegen nicht nötig.

Datenschutz-Container

Mit Cookies ist es kompliziert: Es geht nicht mit, aber auch nicht ohne. Die oben vorgestellte Total Cookie Protection von Firefox versucht bereits, das Problem für Sie zu lösen, indem sie praktisch für jede Website einen eigenen Cookie-Speicher anlegt. Das funktioniert gut, allerdings haben Sie keine Kontrolle darüber. Mit Containern könnten Sie das Konzept weiter ausbauen.

Das Prinzip ist schnell erklärt: Sie öffnen Websites in Containern, die von voneinander abgeschottet sind. Die Websites in Container A können nicht auf die Ressourcen von Container B zugreifen. Das ist fast so, als würden Sie mehrere Browser parallel nutzen – nur viel komfortabler, da die Container als farblich markierte Tabs im gleichen Browserfenster laufen. So verhindern Sie nicht nur Website-übergreifendes Tracking, Sie können zum Beispiel auch Berufliches und Privates sauber voneinander trennen oder sich auf einer Website mit zwei Accounts gleichzeitig einloggen, indem Sie die Site in zwei Containern öffnen.

Wir haben das Konzept über Monate im Alltag ausprobiert und zu schätzen gelernt. Wenn Sie Ihre wichtigsten Websites einmalig mit passenden Containern verknüpfen, etwa Arbeit, Freizeit, Banking und Shopping, haben Sie damit anschließend keine Arbeit mehr: Die Websites werden fortan automatisch in den gewünschten Containern geöffnet. Wenn Sie den

Sicheres Arbeiten mobil und im Home Office.

Mit der SINA Workstation sind sensible Daten premiumsicher.

Die SINA Workstation erfüllt als einzige Lösung standardmäßig alle BSI-Anforderungsprofile an einen sicheren Arbeitsplatz. VPN-Client, 2-Faktor-Authentisierung, Festplattenverschlüsselung und Schnittstellenkontrolle in einem Gerät.

erweiterten Trackingschutz aktiviert haben, arbeitet dieser parallel dazu weiter. Gehen Sie am besten noch einen Schritt weiter und lassen Sie alle anderen Websites in temporären Tabs öffnen, um zu verhindern, dass selten oder einmalig angesteuerte Sites Cookies auf Ihrem Rechner hinterlassen – auch das ganz automatisch.

Die wichtigste Container-Erweiterung heißt „Firefox Multi-Account Containers“ und stammt direkt von Mozilla (siehe ct.de/y5et). Nach der Installation finden Sie einen neuen Knopf mit drei Kästchen und einem Pluszeichen oben rechts in der Symbolleiste des Browsers. Nach der Begrüßung können Sie darüber (oder Strg+Punkt) die Container-Einstellungen öffnen. Es sind bereits vier Container für Freizeit, Arbeit, Banking und Einkaufen eingerichtet, die Sie direkt benutzen können. Beliebige weitere legen Sie über „Manage Containers“ an.

Klicken Sie im Menü der Erweiterung auf einen Container, öffnet sich ein neuer Browser-Tab. Sie erkennen den aktuell genutzten Container an der farbigen Linie am oberen Rand des Tab-Titels und dem Containernamen in der Adresszeile. Richtig komfortabel wird das Leben mit den Containern erst, wenn Sie die Erweiterung anweisen, bestimmte Websites automatisch im passenden Container zu öffnen. Steuern Sie hierzu eine Website an und klicken Sie anschließend auf den Knopf der Erweiterung und „Always Open This Site in...“. Danach wählen Sie den Container aus, in dem die Site künftig geöffnet werden soll. Beim nächsten Aufruf der Website werden Sie noch gefragt, ob sie wirklich im zugeordneten Container geöffnet werden soll. Damit diese Rückfrage in Zukunft ausbleibt, klicken Sie auf „Remember my decision for this site“ und „Open in [Name] Container“. Fahren Sie so mit allen Websites fort, die Sie regelmäßig ansteuern.

Wenn Sie in einem Container-Tab einen Link anklicken oder eine beliebige Adresse eintippen, wird auch die folgende Website in dem Container geöffnet. Das ist nicht immer erwünscht: Wenn Sie etwa den Container „Arbeit“ ausschließlich mit Intranet-Websites verknüpft haben, möchten Sie wahrscheinlich nicht, dass auch Links auf externe Websites darin laufen. Das verhindern Sie, indem Sie unter „Manage Containers“ auf einen Container klicken und dort die Option „Limit to Designated Sites“ aktivieren. Wenn es keinen passenden Container gibt, werden externe Sites dann wie gewohnt containerlos geöffnet. Ein Blick in die Vorabversion von Firefox 90 zeigt, dass Mozilla offenbar daran arbeitet, die Containerfunktion auch ohne Erweiterung nutzbar zu machen. Allerdings ist es hier bislang nicht möglich, Websites fest mit Containern zu verknüpfen.

Cookies im Wegwerf-Container

Grundsätzlich sollten Sie sich die Frage stellen, ob Websites, denen Sie keine Container zugeordnet haben, überhaupt dauerhaft Cookies speichern sollen – denn dort profitiert man nur selten davon. Während unseres Experiments haben wir Gefallen an einer weiteren Container-Erweiterung gefunden, nämlich „Temporary Containers“ von stoically (siehe ct.de/y5et).

Sie öffnet auf Wunsch sämtliche Websites, die nicht mit einem Container verknüpft sind, in kurzlebigen Wegwerf-Tabs. Schließt man einen solchen Tab, kilt die Erweiterung den dazugehörigen Container samt Cookies nach fünfzehn Minuten. Das ist fast so, als würden Sie die ganze Zeit im privaten Modus surfen, mit Ausnahme der Sites, die Sie mit Containern verknüpft haben. Nach der Installation öffnet Temporary Containers seine Einstellungen. Hier sollten Sie ganz oben den

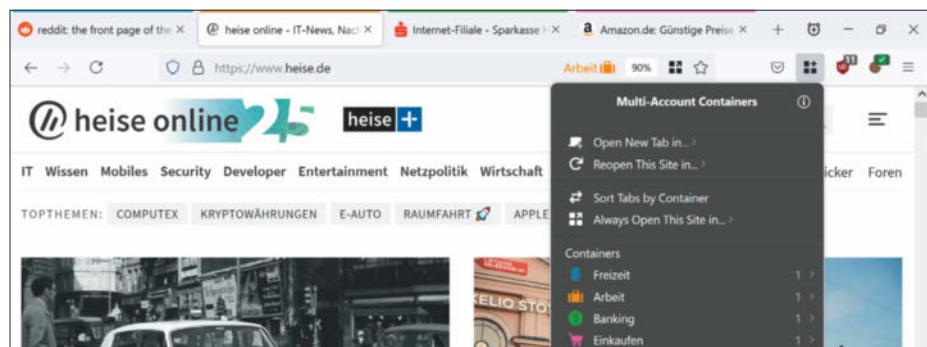
„Automatic Mode“ aktivieren, damit Sie sich um nichts kümmern müssen. Alternativ können Sie über das Wecker-Symbol jederzeit selbst Tabs in temporären Containern öffnen. Die kurzlebigen Container erkennen Sie am Namen, der stets mit „tmp“ beginnt.

Mehr Schutz

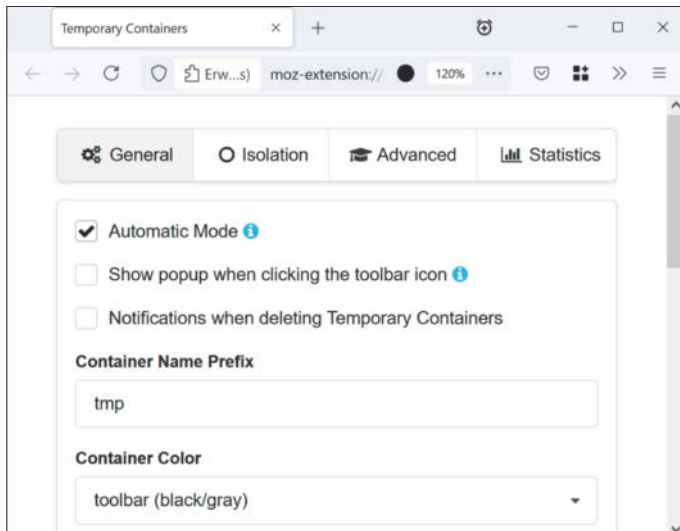
Die Liste möglicher Privacy-Gefährdungen ist fast beliebig lang. Wer sich gegen alle Eventualitäten absichern will, erreicht schnell einen Punkt, an dem das Surfen sehr mühsam ist, weil Websites nicht mehr wie gewohnt funktionieren und die Schutzfunktionen häufig nachjustiert werden müssen. Zu den sinnvoller Maßnahmen gehört ein Schutz gegen das Canvas-Fingerprinting (siehe Seite 14). Bei dieser Trackingart werden Zeichenfunktionen des Browsers zur Identifizierung missbraucht.

Abhilfe verschafft die Firefox-Erweiterung CanvasBlocker, welche die Identifizierung durch zufällige Daten erschwert. Im Alltag stand Sie uns jedoch häufig im Weg, weil wichtige Elemente auf Websites fehlten und Browsertabs unvermittelt abstürzten. Recht beliebt sind Skript-Blocker wie NoScript oder uMatrix: Damit kann man unter anderem feingranuliert festlegen, welche Skripte auf welchen Websites ausgeführt werden dürfen. Das funktioniert gut, macht aber auch Arbeit: Die Filterregeln müssen nicht selten nachjustiert werden, ehe eine Website funktioniert. Diese und weitere zusätzliche Schutzmaßnahmen haben wir in unserem Firefox-Sicherheitskompendium zusammengestellt (siehe ct.de/y5et).

Nach so viel Datenschutz soll es noch mal um den Komfort gehen: Wenn Sie mit einem Notebook oder einem kleineren Monitor arbeiten, dann zählt jedes Pixel. Für unseren Versuch nutzten wir oft ein kompaktes Notebook mit gerade einmal 13,5-Zoll Bildschirmdiagonale. Um Komfort und Effizienz unserer Firefox-Installation abzurufen, haben wir hier noch die Erweiterung „Auto Fullscreen“ von tazeat (siehe ct.de/y5et) nachgerüstet. Der Name ist Programm: Nach der Installation läuft Firefox dauerhaft im Vollbildmodus, wodurch die Websites die gesamte Bildschirmfläche einnehmen. Die Bedienelemente des Browsers erscheinen sofort, wenn man mit dem Mauszeiger den oberen Bildschirmrand berührt und verschwinden wieder, wenn sie nicht länger gebraucht werden.



Container schotten Websites voneinander ab und schützen so effektiv vor Tracking.



Die Firefox-Erweiterung „Temporary Containers“ öffnet Websites auf Wunsch in Wegwerf-Containern. So können Sie sorglos alle Cookies akzeptieren, denn nach dem Schließen des Tabs werden sie ohnehin gelöscht.

Zweigleisig surfen

Mit unserer beispielhaften Firefox-Konfiguration surfen Sie nicht nur ungestört ohne Cookie-Banner und Werbung, sondern auch weitgehend ohne Tracking. Passen Sie unseren Vorschlag gern nach Ihren eigenen Vorstellungen an. Falls Sie ihn erstmal in Ruhe ausprobieren möchten, installieren Sie Firefox und die Erweiterungen einfach parallel zu Ihrem bisherigen Browser und schauen Sie, ob unsere Empfehlungen für Sie passen. Ein zweiter Browser ist auch für Fälle nützlich, in denen eine Webseite aufgrund der angezogenen Trackingbremsen nicht wie gewohnt funktioniert.

Falls Sie bereits hauptsächlich Firefox nutzen, dann werden Sie sich schnell zurecht finden. In diesem Fall probieren Sie unsere Vorschläge am besten mit einem zweiten Profil aus, das Sie wie eingangs beschrieben anlegen können. Möchten Sie das neue Profil nur dann und wann nutzen, legen Sie einfach eine weitere Verknüpfung zur firefox.exe an, die den Browser automatisch mit dem gewünschten Profil öffnet. Das Verknüpfungsziel kann unter Windows wie folgt lauten: "C:\Program Files\Mozilla Firefox\firefox.exe" -p "Profilname". Starten Sie Firefox wie gewohnt, um das eingestellte Standardprofil zu nutzen. Wenn Sie die neue Verknüpfung doppelklicken, öffnet sich der Browser hingegen direkt mit dem neuen Profil. So können Sie von Fall zu Fall entscheiden, welche Konfiguration Sie nutzen möchten.

Abschließend noch ein Hinweis, auch in eigener Sache: Insbesondere der Einsatz eines Content-Blockers wie uBlock Origin ist ein zweischneidiges Schwert. Sie entfernen damit nicht nur invasive Werbung, die Ihnen häufig auf Grundlage Ihrer persönlichen Interessen ausgeliefert wird. Sie schneiden den Websites auch eine wichtige Einnahmequelle ab. Statten Sie Ihren Liebessites also ruhig mal ohne Content-Blocker einen Besuch ab und setzen Sie eine Site auf die Ausnahmeliste, wenn Sie die Werbung nicht stört. Viele Website-Betreiber können Sie zudem für eine Handvoll Euro im Jahr durch ein Abo oder Spenden unterstützen. Manche Websites bieten auch ein Pur-Abo an, mit dem Sie Tracking und Werbung für einen kleinen Betrag weitgehend loswerden. (rei@ct.de) **ct**

Firefox-Erweiterungen: ct.de/y5et

Identitätskrise

Die Zukunft des Tracking zwischen Komfort und Datenschutz

Browserhersteller, Datenschutzadvokaten, Online-Werbeunternehmen und viele weitere Interessengruppen der Web-Welt diskutieren derzeit, wie Third-Party-Cookies ersetzt werden können. Dabei stehen auch wesentlich invasivere Verfahren zur Diskussion, als es Third-Party-Cookies jemals waren.

Von Jo Bager

Safari schmeißt Third-Party-Cookies nach 24 Stunden weg; Firefox sperrt Cookies in Website-spezifische Container ein; Google wird sich vom Tracking mit Third-Party-Cookies verabschieden – das bevorstehende Ende der Cookies erschüttert die Online-Werbebranche, weil sie die Axt an eine wichtige Erlösquelle anlegt: Ein immer größerer Anteil der Online-Werbung wird als sogenanntes Programmatic Advertising vermarktet, das dem Surfer zielgenau auf ihn abgestimmte Werbung präsentiert. Dies setzt aber möglichst akkurate Nutzerprofile voraus. Um Profile anlegen zu können, müssen die Werbetreibenden den Surfer bei seinen Streifzügen im Netz wiedererkennen, wofür sie Third-Party-Cookies nutzen.

Ein für alle Seiten akzeptabler Nachfolger für Third-Party-Cookies ist noch nicht gefunden. So gut wie jede Interessengruppe hat unterschiedliche Vorstellungen, wie Tracking in Zukunft funktionieren soll, seien es Browserhersteller, Adtech-Unternehmen, Standardisierungsgremien, Werbevermarkter, Datenschützer oder die Politik: eine sehr unüberschaubare Melange sich widersprechender Interessen.

Wie über Kreuz die Vorstellungen der verschiedenen Gruppen liegen, lässt sich gut am prominentesten Vorschlag festmachen: Googles FLoC (Federated Learning of Cohorts). Dabei wertet der Browser aus, welche Sites der Nutzer besucht, und weist ihn daraufhin einer

Werbe-Kohorte von mehreren Tausend Nutzern zu.

Das soll keine Rückschlüsse auf den einzelnen Nutzer zulassen, aber dennoch zielgruppengenaue Werbung ermöglichen – grundsätzlich eine deutliche Verbesserung beim Datenschutz im Vergleich zu Cookies. Google testet das neue Verfahren bereits bei einem kleinen Nutzerkreis, allerdings nicht im Geltungsbereich der DSGVO.

Facebook hat sich kürzlich in einem Hintergrundgespräch positiv zu FLoC geäußert und will den Vorschlag offenbar unterstützen. Viele andere Unternehmen und Interessenvertreter lehnen FLoC dagegen ab. Die Browserhersteller Mozilla, Microsoft, Apple, Vivaldi und Brave wollen FLoC in ihren Browsern nicht umsetzen, ihnen geht der Datenschutz nicht weit genug. Das sagt auch die Bürgerrechtsorganisation Electronic Frontier Foundation. Sie befürchtet, dass sich auch bei FLoC einzelne Nutzer identifizieren lassen.

Kein vollwertiger Ersatz

In der Online-Marketing- und Adtech-Branche herrscht eine große Unsicherheit, weil durch einen Umstieg auf FLoC ganze Branchenzweige wegfallen könnten – zum Beispiel diejenigen Anbieter, die beim Programmatic Advertising dabei zusammenspielen, dem Nutzer passende Werbung zuzuordnen.

Viele Werbeunternehmen sehen es zudem kritisch, dass der Werberiese Google mit FLoC in seinem Browser Chrome auch die technische Ausgestaltung der Werbeauslieferung kontrollieren würde. Das hat die britische Aufsichtsbehörde Competition and Markets Authority (CMA)



auf den Plan gerufen, die die Neuerungen in Chrome untersucht.

Darüber hinaus gibt es Kritik aus der Branche, weil sich mit FLoC nicht alle Anwendungsszenarien abdecken lassen, für die bisher Cookies zum Einsatz kamen. Es ist zum Beispiel unklar, wie sich mit FLoC Provisionen für Affiliate-Werbung zuordnen oder Retargeting verwirklichen lassen sollen. Letzteres ist die Werbeform, die einen im Netz verfolgt: Hat man sich einmal für Drucker interessiert, bekommt man per Retargeting tage- oder wochenlang Druckerwerbung angezeigt.

Bei beiden Verfahren geht es ja letztendlich darum, einen einzelnen Nutzer über einen längeren Zeitraum wiederzuerkennen, um ihm personalisierte Werbung zu präsentieren beziehungsweise einem Affiliate-Werbepartner eine Provision zukommen zu lassen. Auch setzen einige Lösungen gegen sogenanntes Ad Fraud, also den „Abrechnungsbetrug“ zum Beispiel mit automatischen Klicks auf Anzeigen, auf Cookies.

Es verwundert daher nicht, dass es diverse Alternativvorschläge zu FLoC gibt, unter anderem von Apple und Microsoft. Von Google selbst stammt noch ein weiterer Vorschlag namens Fledge. Wie Branchendienste berichten, soll auch Amazon an einer Alternative zu FLoC arbeiten.

Kommt der „First-Party“-Datenabfluss?

Bei Unternehmen und Publishern stehen Alternativen hoch im Kurs, die unter dem Oberbegriff „First Party Data“ zusammengefasst werden. Das ist ein Euphemismus: Die First Parties, also zum Beispiel die Websites, die ein Surfer besucht, sollen die

Daten ihrer Besucher festhalten – und sie an einen zentralen Server übertragen.

Es wird also wie bei den Third-Party-Cookies eine oder mehrere zentrale Stellen geben, die Nutzerdaten Site-übergreifend einsammeln und speichern. Statt eines Third-Party-Cookies, das den einzelnen Surfer wiedererkennbar macht, kommt stattdessen ein anderer Identifier zum Einsatz, den alle teilnehmenden Websites benutzen.

Konkret lässt sich die Funktionsweise einer solchen First-Party-Strategie am besten am Beispiel von Unified ID fassen (UID). Diese Lösung wurde ursprünglich von der Werbeplattform The Trade Desk entwickelt. Mittlerweile hat es seine Spezifikationen in Version 2.0 (UID2) als Open Source auf GitHub veröffentlicht und die Kontrolle an eine Arbeitsgruppe des International Advertising Bureau (IAB) übergeben. Der Wirtschaftsverband IAB sorgt für die Standardisierungen in der Werbebranche. Unter seiner Federführung soll aus Unified ID ein Industriestandard entstehen. The Trade Desk konnte schon Dutzende Partner von Unified ID überzeugen.

Im einzelnen läuft ein typischer Anwendungsfall so ab wie in der Grafik rechts. Damit die First-Party-Site den Anwender (wieder-)erkennen kann, muss er dort eingeloggt sein, zum Beispiel mit seiner E-Mail-Adresse oder seiner Mobilfunknummer. Der Entwurf für den Standard spricht hier Personally Identifiable Information (PII).

Der Website-Betreiber sendet die PII an einen UI Operator, der dazu ein Token zurückliefert, das den Besucher eindeutig identifiziert. Dieses Token speichert der Website-Betreiber in der Folge im Browser des Nutzers oder in einer App als First-Party-Cookie. Es lässt sich dann wie ein Third-Party-Cookie verwenden, um dem Nutzer wiederzuerkennen und ihm zielgerichtet Werbung zukommen zu lassen.

Third-Party-Cookies sind mit einem einzelnen Browser assoziiert. UID2s dagegen, warnt die EFF, „sind mit Personen verbunden, nicht mit Geräten. Das bedeutet, dass ein Werbetreibender, der UID2 von einer Website sammelt, diese mit den UID2s verknüpfen kann, die er über Apps, verbundene Fernsehgeräte und verbundene Fahrzeuge sammelt, die derselben Person gehören.“ Es gebe zudem noch eine Reihe offener Fragen zu UID2, zum Beispiel, wer eigentlich die UID-Dienste betreibt und welche Pflichten den Teilnehmern in Bezug auf die Nutzerdaten auferlegt werden.

Werbeunternehmen trommeln derzeit mit Verve für Unified ID und ähnliche First-Party-Rezepte und versuchen, sie Publishern und anderen Website-Betreibern schmackhaft zu machen. Eher im Stillen dürften sie wohl auch vermehrt andere Trackingverfahren ausbauen, etwa das Browser-Fingerprinting.

Immerhin gibt es stellenweise Gegenbewegungen zur immer größeren Datengier der Online-Werber. Einige Medien haben erkannt, dass nicht jeder Surfer getrackt werden will und bieten sogenannte Pur-Abos an. Für ein paar Euro im Monat erhält man Zugriff auf die Inhalte ohne eingebundenes Tracking und mit sehr viel weniger oder komplett ohne Werbung.

Ein weiterer kleiner Hoffnungsschimmer am Horizont: Einige Medien experimentieren mit Werbeformen, die ohne externe Daten auskommen, die New York Times etwa. Aber solche Vorhaben sind eher die Ausnahme als die Regel. Es ist fraglich, ob sich so etwas auf breiter Basis durchsetzen kann. Kleinere Publisher wer-

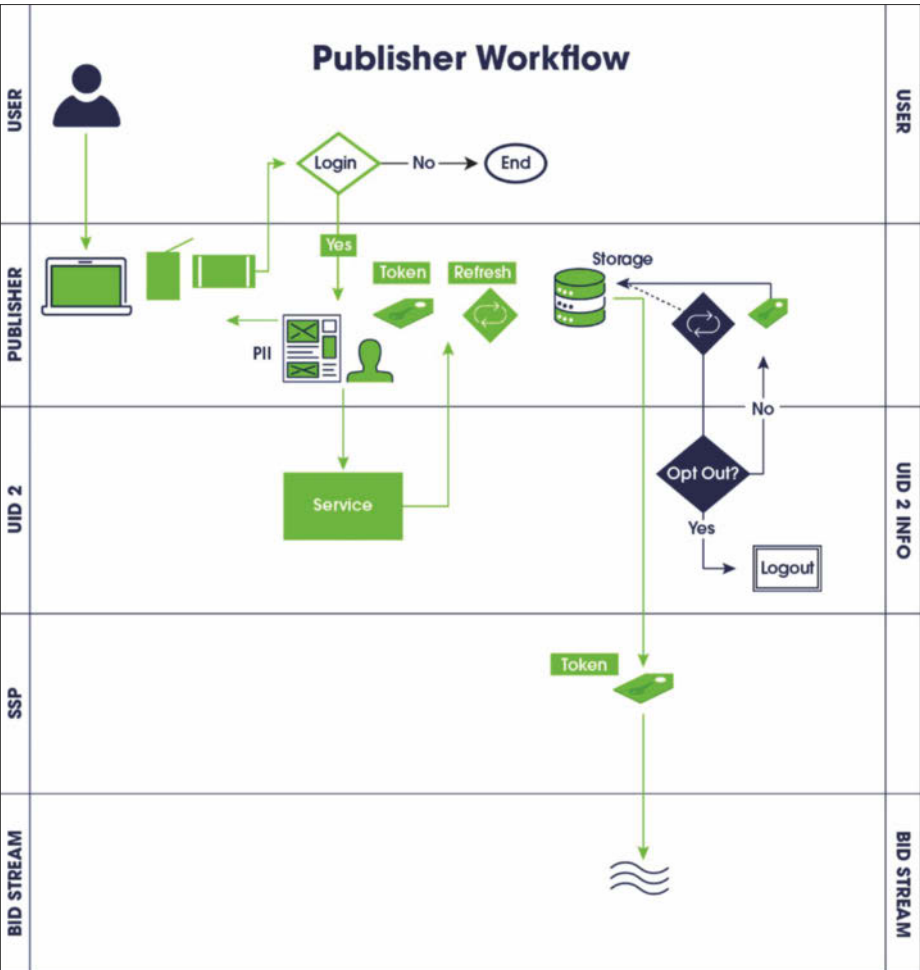
den sich kaum eine Datenabteilung, wie sie für die Werbeaussteuerung notwendig ist, leisten können wie die New York Times.

Fazit

FLoC, First Party, Fingerprinting: Es ist noch nicht abzusehen, welche Technik an Stelle der Cookies treten werden – möglicherweise alle parallel. FLoC ist dabei am unkritischsten. Es schützt den Nutzer besser als bisher und es wird für den Nutzer sicheren Wege geben, die Zuordnung zu Kohorten ganz abzuschalten.

First-Party-Data-Lösungen laufen aus Nutzersicht auf eine Verschlechterung hinaus. Es bleibt abzuwarten, ob technische Mittel alleine helfen werden, sie zu blockieren. Es ist auf jeden Fall eine gute Wahl, den Browser auch heute bereits hochzurüsten, um die eigenen Daten so gut wie möglich zu schützen, indem man zum Beispiel Third-Party-Tracking so gut es geht blockiert. (jo@ct.de) 

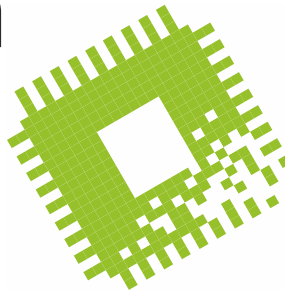
Weitere Dokumentationen: ct.de/ymzq



Unified ID verwendet Token, die auf personenbeziehbare Informationen (PII) aufsetzen, zum Beispiel E-Mail-Adressen oder Telefonnummern.

Bit-Rauschen

Riesen-Cache-Ryzen, AMD-Roadmap und Bosch-Chips



AMD frischt PC-Prozessoren der Baureihe Ryzen 5000 mit einer Extraportion Cache auf. Die nächste Ryzen-Generation kommt mit Zen-4-Technik und DDR5. Bosch hat in Dresden eine neue Chip-Fab eingeweiht.

Von Christof Windeck

AMD plant zum Jahresende Ryzen-5000-Prozessoren für Desktop-PCs mit riesigen Caches. 12- und 16-Kerner gibt es dann auch mit 192 statt bisher nur mit 64 MByte L3-Cache. Laut AMD bringt das in Computerspielen rund 15 Prozent Leistungsplus, in manchen Anwendungen bis zu 25 Prozent.

Für den Riesen-Cache greift AMD in die „Chiplet“-Trickkiste des Auftragsfertigers TSMC. Der setzt die Ryzen-Prozessoren bisher aus einem oder zwei selbst gefertigten 7-Nanometer-Chiplets – den Core Complex Dies (CCDs) – und einem 12-Nanometer-I/O-Die (IOD) von Globalfoundries zusammen. Nun packt TSMC im Wortsinn noch einen drauf, und zwar auf jeden CCD ein dünn geschliffenes, quadratisches SRAM-Die mit sechs Millimetern Kantenlänge. Weil daneben jeweils noch ein Stückchen Silizium nahtlos anschließt, sieht man mit bloßem Auge keinen Unterschied zu Ryzens mit „normalen“ Zen-3-CCDs. Dazu müsste man allerdings auch erst einmal den Blechdeckel alias Heatspreader entfernen.

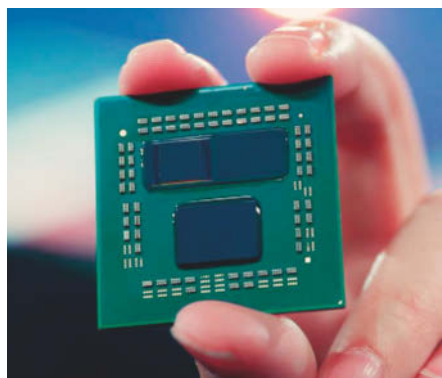
Hinter der von TSMC „System on Integrated Chips“ (SoIC) getauften Technik steckt eine Menge Entwicklungsarbeit. Wie Chip-Aufschleifer herausfanden, sind längst sämtliche Zen-3-CCDs für die SRAM-Aufstapelung vorbereitet: Die besonders „hitzköpfigen“ CPU-Kerne sitzen seitlich auf dem Die, sodass das SRAM-Die über dem kühleren L3-Cache in der Mitte liegt. Und in jedem CCD sind einige Tau-

send Through-Silicon Vias (TSVs) eingebaut, die die aktive Schicht des Dies mit seiner Rückseite verbinden. Denn das SRAM-Die sitzt quasi huckepack auf dem CCD, das mit der aktiven Seite nach unten mit dem Die Carrier verbunden ist (Flip-Chip-Montage).

Anders als konkurrierende Verfahren zur elektrischen und mechanischen Verbindung mit Lotkugeln oder mikroskopisch kleinen Kupfer-Microbumps koppelt TSMC SoIC die Die-Kontakte per „Hybrid Bonding“ direkt. Dadurch sind extrem viele Kontakte auf kleiner Fläche möglich und in Verbindung mit TSVs kurze Leitungspfade, die niedrige Latenzen bringen. Das Zusatz-SRAM funktioniert als Erweiterung des L3-Caches und nicht etwa als L4-Cache.

AMD-Roadmap

Vermutlich kommen die Supercache-Ryzens als Ryzen 9 5900XT und 5950XT zum Weihnachtsgeschäft. AMD meint offenbar, so mit Intels Core i-12000 konkurrieren zu können, die man im Herbst als „Alder Lake“ mit bis zu 16 Kernen erwartet. Dabei kombiniert Intel acht Core-i-Kerne vom weiter optimierten Typ „Golden Cove“ mit acht schwächeren Kernen der Atom-Klasse (Tremont).



Auf dem linken CCD dieses präparierten AMD-Ryzen-Prozessors erkennt ein scharfes Auge den zusätzlichen SRAM-Chip; das rechte CCD trägt zwar auch einen, den man aber wegen flankierenden der Siliziumplättchen nicht sieht.

Wenn AMD jedoch den Ryzen 5000 dank mehr Cache bis weit ins Jahr 2022 hinein aktuell hält, dürfte der Ryzen 6000 „Raphael“ mit Zen-4-Architektur, DDR5-RAM und der neuen Fassung AM5 frühestens Mitte 2022 kommen. Die Zen-4-CCDs sollen die 5-Nanometer-Technik TSMC N5 nutzen. Man munkelt, dass Raphael kein IOD von Globalfoundries mehr haben wird, sondern ein „CIOD“ mit TSMC N7 und einem DDR5-Speichercontroller. Letzterer hat vermutlich vier 32-Bit-Kanäle, weil sich bei DDR5-RAM – anders als bei DDR4-RAM – jeder der beiden 64-Bit-Kanäle in zwei 32-Bit-Kanäle aufspalten lässt. Zudem steckt im CIOD wohl ein einfacher Grafikern und die Fassung AM5 hat 1718 Kontaktfedern, die LGA1718-CPU also keine Pins.

Deutlich früher, vielleicht schon auf der CES im Januar 2022, könnte die Notebook-Prozessorgeneration Ryzen 6000U/H alias „Rembrandt“ kommen – wohl weiterhin „monolithisch“, also nicht aus Chiplets zusammengesetzt, und aus der 6-Nanometer-Fertigung TSMC N6. Als wichtigste Verbesserung erwartet man eine stärkere RDNA-2-GPU mit zeitgemäßen Video-Decodern. Die CPU-Kerne werden wohl nur moderat überarbeitet (Zen 3+) und es dürfte ein Speichercontroller für DDR5 beziehungsweise LPDDR5 kommen. Zen 4 steht dann bei Notebooks erst 2023 an („Phoenix“, Ryzen 7000U). 2024 sind Zen-5-Chips mit 3-Nanometer-Technik zu erwarten: Durch Foren rauschen Codenamen wie „Strix Point“ (Ryzen 8000U/H/G), „Granite Ridge“ (Ryzen 8000) und „Torino“ (Epyc 7005).

Sächsische Halbleiter

Bosch hat in Dresden eine rund 1 Milliarde Euro teure Chip-Fab vorwiegend für Automobil- und Leistungshalbleiter feierlich eröffnet. Die Fertigung läuft bereits, auf 30-Zentimeter-Siliziumscheiben entstehen Chips für Elektrowerkzeuge. Ab September und damit ein Vierteljahr früher als geplant kommen dann Halbleiter für Bosch-Fahrzeugelektronik. KI-Algorithmen, die Daten von Tausenden IoT-Sensoren auswerten, helfen Bosch bei der Steuerung der Fab. Im Sinne des Schlagworts „Industrie 4.0“ gibt es einen digitalen Zwilling der Bosch-Fab, also virtuelle Abbilder jeder Maschine und jedes Produkts, das sie durchläuft. Wir können uns dabei über das Kürzel AIoT freuen, das für Artificial Intelligence Internet of Things steht. (ciw@ct.de) 

Bit-Rauschen-Podcast: ct.de/yw53

Mehr Zugang. Mehr Chancen.

Cisco hat sich verpflichtet, bis 2025 insgesamt 1 Milliarde Menschen positiv zu beeinflussen. Wir setzen uns ein für eine Welt, in der alle Zugang zu Information und Bildung haben. Um voranzugehen. Um mutig zu sein. Um teilzuhaben.

Das ist die inklusive Zukunft. Wenn alle und alles miteinander verbunden sind, ist alles möglich.

cisco.de/bridgetopossible



The bridge to possible

Neue GeForce-RTX-Grafikkarten – kaum erhältlich

Nvidias kaum verfügbare RTX-3000-Grafikkarten bekommen Zuwachs, die die Liefersituation verbessern sollen. Die High-End-Grafikkarten GeForce RTX 3080 Ti und die RTX 3070 Ti sind ab Juni zu unverbindlich empfohlenen Preisen von rund 1200 respektive 600 Euro im Handel.

In der Realität muss man für die RTX 3080 Ti aber mindestens 2000 Euro blechen, obwohl Nvidia die neuen Modelle ausschließlich als „LHR“-Version (Low Hash Rate) mit gedrosselter Mining-Leistung verkauft und dadurch eher High-End-Gamer mit Raytracing-Ambitionen als Krypto-Schürfer ansprechen will.

Die RTX 3080 Ti liegt von der Rechenleistung her nur rund 4 Prozent hinter der noch teureren RTX 3090 und darf mit 350 Watt genauso viel Strom verbraten. Sie hat zwar dieselbe Speichertransferrate, aber mit 12 GByte nur halb so viel Speicher wie das RTX-3000-Spitzenmodell. Im Vergleich zur RTX 3080 rechnet sie nominell 15 Prozent schneller, kostet aber auf

dem Papier beinahe doppelt so viel. Damit soll sie besser gegen AMDs Radeon RX 6800 XT bestehen. Die GeForce RTX 3070 Ti bekommt zwar nur 7 Prozent mehr Rechenleistung als die RTX 3070, dafür erhöht Nvidia das Strombudget um satte 32 Prozent von 220 auf 290 Watt. Das dürfte auf das Konto des mit nach wie vor 8 GByte eher knappen Grafikspeichers

gehen, den Nvidia von GDDR6-RAM auf die deutlich flottere, aber stromhungrigere Variante GDDR6X umgestellt hat.

Beide Karten sind sowohl von Nvidia als Founders Edition als auch von Kartenherstellern wie Asus, Gigabyte, MSI, Palit oder Zotac im Handel erhältlich. Die Preise liegen jedoch weit über Nvidias unverbindlicher Preisempfehlung. (csp@ct.de)



Bild: Nvidia

Für die Founders Edition der aufgebrezelten RTX 3070 Ti verwendet Nvidia den mächtigen Dual-Slot-Kühler der RTX 3080 (Ti).

Intel-CPUs für Notebooks und All-in-one-PCs

Um den Ryzen-5000-Mobilprozessoren mehr entgegenzusetzen, hat Intel **zwei neue CPUs der Serie Core i-1100G „Tiger Lake“** angekündigt. Die Vierkerner Core i7-1195G7 und Core i5-1155G7 mit 28 Watt TDP erreichen höhere Turbotaktfrequenzen als die bisher schnellsten Varianten Core i7-1185G7 beziehungsweise Core i5-1145G7. Damit knackt der Core i7-1195G7 nun die 5-GHz-Marke. Allerdings ist der Nominaltakt der neuen CPUs 100 MHz geringer.

Noch schneller arbeiten die Tiger-Lake-Prozessoren Core i-1100B. Diese werden wie Mobil-CPUs verlötet, Kernanzahl, Taktfrequenzen und die Thermal Design Power von 65 Watt entsprechen aber den Werten von Desktop-Chips. Sie sind für schlanke All-in-one-PCs und leistungsstarke Mini-PCs gedacht. Der Achtkerner Core i9-11900KB taktet beispielsweise nominell mit 3,3 GHz und per Turbo mit bis zu 5,3 GHz. (chh@ct.de)



Bild: MSI

Zu den ersten Notebooks mit dem schnellen Vierkerner Core i7-1195G7 gehört das MSI Summit E16 Flip Evo.

Kurz & knapp

AMDs **mobile Radeon-RX-Grafikchips** RX 6800M, RX 6700M und RX 6600M mit RDNA2-Architektur für Gaming-Notebooks mit 1080p- bis 1440p-Displays kommen ab August im Asus ROG Strix G15 und im HP Omen 16 nach Deutschland.

Ebenfalls für Notebooks ist das **Logo-Programm AMD Advantage** gedacht. Damit werden Gaming-Notebooks gekennzeichnet, die außer schneller AMD-CPU und -GPU etwa auch ein IPS-Display mit variabler Refresh-Rate haben.

Für Profis gibt es nun AMDs **Radeon-Pro-Grafikkarten der W6000-Reihe**. Das Spitzenmodell Radeon Pro W6800 soll mit Nvidias Quadro RTX 5000 konkurrieren und ab 2250 US-Dollar zu haben sein. Einen Test lesen Sie in einer der kommenden Ausgaben von c't.

Leistungsstarke Mini-PCs für Office-Anwender und Gamer

In den kompakten Rechnern von Asrock und Gigabyte laufen aktuelle Ryzen-Prozessoren mit acht und mehr Kernen. In den Deskmini Max und das Aorus Model S passen zudem auch Grafikkarten.

Asrock erweitert seine Mini-PC-Serie Deskmini um ein deutlich größeres Modell, das nun auch eine bis zu 20 Zentimeter lange Grafikkarte aufnimmt. Zudem gibt es im Deskmini Max genug Platz für ein optisches Laufwerk. Bei dem Rechner handelt es sich um einen Barebone, man benötigt fürs komplette System noch einen AM4-Prozessor, bis zu 128 GByte DDR4-RAM und eine SSD. 500-Watt-Netzteil und Mainboard sind bereits im Deskmini Max integriert. Eine Besonderheit ist, dass Asrock keinen Chipsatz auflötet, sondern nur I/O-Funktionen des Ryzen-Prozessors nutzt. Zu den Anschlüssen des kompakten Rechners gehören unter anderem eine USB-C-Buchse sowie DisplayPort und HDMI.

An Gamer richtet sich der Komplett-PC Aorus Model S von Gigabyte. Zur Auswahl stehen je eine Variante mit dem Zwölfkerner AMD Ryzen 5 5900X und dem Achtkerner Intel Core i9-11900K. In einem Turmgehäuse mit quadratischer Grundfläche (19 cm × 19 cm) und 40 Zentimetern Höhe stehen sich Mainboard und Grafikkarte vom Typ GeForce RTX 3080 aufrecht gegenüber. Dazwischen befindet sich ein Kühlkörper mit zwei Lüftern im Tandembetrieb,

Im Aorus Model S teilen sich die GeForce RTX 3080 und der Prozessor gemeinsam einen großen Kühler.



Bild: Gigabyte

der die Abwärme von CPU und GPU nach oben aus dem Rechner befördert. Zur weiteren Ausstattung zählen 16 GByte DDR4-RAM, zwei NVMe-SSDs mit 1 und 2 TByte Kapazität, Wi-Fi 6 und 2,5-Gb-Ethernet.

Deutlich schlanker als die vorherigen Rechner sind die Mini-PCs der Serie Asrock Mars 5000U. Dabei handelt es sich um aktualisierte Varianten des Mars 4500U aus c't 5/2021, Seite 84. Asrock lötet nun Mobilprozessoren der aktuellen Ryzen-5000-Generation mit bis zu acht Kernen ein. Dennoch kommt der Rechner mit einem Volumen von 0,7 Litern und einer Dicke von 26 Millimetern aus. Die Mars 5000U nehmen zwei SO-DIMMs, eine 2,5"- und eine M.2-SSD auf. Zudem sind ein Kartenleser und Wi-Fi 6 integriert. (chh@ct.de)

AMD Ryzen 5000G für PC-Bastler

AMD hatte **Kombiprozessoren mit Zen-3-Rechenwerken und Radeon-GPU** für Desktop-PCs bereits im April vorgestellt, aber zunächst ausschließlich PC-Hersteller beliefert. Ab 5. August sollen zumindest zwei der sechs Ryzen-5000G-CPU's auch einzeln im Handel erhältlich sein. Dazu gehören der Achtkerner Ryzen 7

5700G (3,8 GHz, Turbo: 4,6 GHz) für rund 360 Euro und der Sechskerner Ryzen 5 5600G (3,9 / 4,4 GHz) für rund 260 Euro. Damit bietet AMD für PC-Bastlern endlich Nachfolger für die betagten Ryzen-3000G-Prozessoren an und stopft zudem einige Preislücken im Angebot. So kostete der bislang günstigste Zen-3-Prozessor Ryzen 5 5600X rund 300 Euro und der nächst teurere Ryzen 7 5800X 390 Euro.

Zudem hat AMD sechs CPUs der Serie Ryzen Pro 5000G mit vier, sechs und acht Kernen für Business-PCs vorgestellt, die zusätzliche Funktionen wie Speicherverschlüsselung und Shadow Stack enthalten; letzterer soll Malware-Attacken mit Return-Oriented Programming (ROP) erschweren. PC-Hersteller wie HP und Lenovo haben bereits erste Systeme damit angekündigt: Die Ryzen Pro 5000G stecken im HP Elitedesk 805 G8 und Prodesk 405 G8 sowie Lenovo ThinkCentre M75 G2. (chh@ct.de)



AMD bietet Ryzen 7 5700G und Ryzen 5 5600G bald auch als Boxed-Varianten mit Garantie und Kühler an.

Bild: AMD



Auch als E-Book oder Bundle in unserem Shop erhältlich: www.mitp.de/0328



Auch als E-Book oder Bundle in unserem Shop erhältlich: www.mitp.de/0383



Auch als E-Book oder Bundle in unserem Shop erhältlich: www.mitp.de/992

Marvell verspricht SSDs mit 14 GByte/s und 2 Millionen IOPS

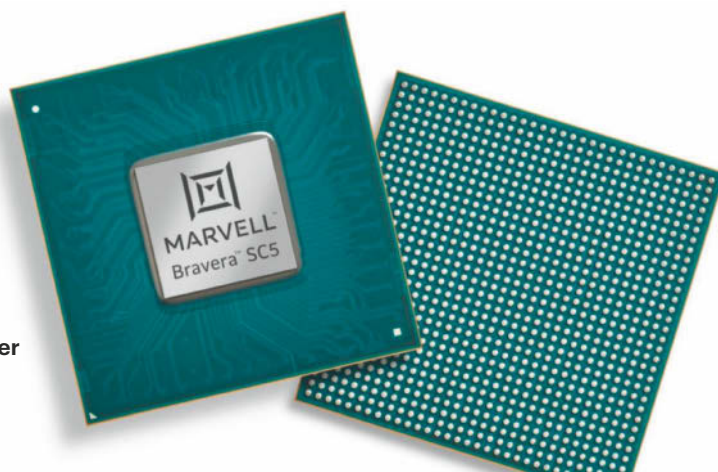
Im Herbst könnten die ersten SSD-Controller für die kommende Generation 5 von PCI Express auf den Markt kommen.

Der Chiphersteller Marvell hat den ersten SSD-Controller für die nächste Generation von PCI Express (PCIe) angekündigt. Via PCIe 5.0 x4 soll der Bravera SC5 Datentransferraten von bis zu 14 GByte/s beim Lesen ermöglichen und über 2 Millionen IOPS bei Zugriffen auf kleine Datenblöcke – sofern die verwendeten Flash-Chips schnell genug sind. Beim Schreiben verspricht Marvell bis zu 9 GByte/s und 1 Million IOPS.

Die ersten Desktop-PCs mit PCIe 5.0 werden ab Herbst diesen Jahres erwartet, Anfang 2022 die ersten Server. PCIe 5.0 schafft 32 Milliarden Transfers pro Se-

kunde (32 GT/s), doppelt so viele wie der Vorgänger PCIe 4.0. Damit lassen sich pro Lane bei idealer Blockgröße und schlankem Protokoll knapp 3,9 GByte/s übertragen, über vier Lanes also mehr als 15 GByte/s.

Der Bravera SC5 reizt PCIe 5.0 x4 beim Lesen folglich weitgehend aus. Der Controller ist vor allem für Server-SSDs gedacht, die in Cloud-Rechenzentren oder Storage-Servern stecken. Er beherrscht Funktionen wie Zoned Namespaces (ZNS) und Dual-Port NVMe und kann mit allen Flash-Typen von Single- bis Quad-Level-Cell-Technik (SLC, MLC, TLC, QLC) umgehen. Die maximale Leistungsaufnahme des Controllers beträgt je nach Typ 8,7 bis 9,8 Watt; hinzu kommt noch die Leistungsaufnahme des SDRAM-Caches sowie der NAND-Flash-Chips. (ciw@ct.de)



Der SSD-Controller Marvell Bravera SC5 ist vor allem für Server-SSDs gedacht.

Kurz & knapp: Server & Storage

Samsung stellt seine **erste ZNS-SSD** vor: Die PM1731a soll in der zweiten Jahreshälfte erhältlich sein und mit Kapazitäten von 2 und 4 TByte sowie ausschließlich im 2,5-Zoll-Gehäuse mit U.2-Anschluss erscheinen. Preise sind noch nicht bekannt.

Der Festplattenhersteller Seagate arbeitet seit einiger Zeit an Laufwerken, die mit **zwei voneinander unabhängigen Stapeln von Schreib-Leseköpfen** auf einer Achse arbeiten. Diese Mach.2 genannte Technik soll nach Angaben von Seagate in der Produktion sogar günstiger sein als traditionelle Technik, da die Zeit für den Test der fertigen Platte drastisch sinkt.

Die Industrievereinigung Standard Performance Evaluation Corporation (SPEC) hat den **Serverbenchmark SPEC SERT 2.0.4 veröffentlicht**, der die Messung der Energieeffizienz nach ISO/IEC 21836:2020 ermöglicht.

Dell erweitert seine PowerScale-Serie um den **All-Flash-Storage-Server F900**, der für den Einsatz in einem Cluster ausgelegt ist. Bei maximal 380 TByte pro Server und maximal 252 Servern pro Cluster erreicht das System eine Gesamtkapazität von 93 PByte.

NVMe-Spezifikation 2.0 integriert Festplatten und Netzwerk-SSDs

Das Standardisierungsgremium NVM Express (nvmexpress.org) hat die **Version 2.0 des für schnelle SSDs und andere Speichermedien genutzten Kommunikationsprotokolls NVMe** freigegeben. Diese Version führt vor allem zwei bislang getrennt entwickelte Versionen zusammen: NVMe oF, die Anbindung von schnellem Speicher über ein Netzwerk (oF steht für over Fabric), ist nun Teil der allgemeinen Spezifikation, die bislang in Version 1.4 vorlag.

Dennoch gibt es eine erneute Aufteilung, welche die gesamte Spezifikation modularer macht: Die „Base Specification“ enthält nun sowohl lokal als auch über das Netz eingebundene SSDs. Dazu beziehen sich die Speicher auf mindestens eine Spezifikation aus den Unterbereichen Transport und Befehlssatz, welche jeweils weiter aufgeteilt sind.

Die „Transport Specification“ enthält dann weitere Details zu NVMe over PCIe, NVMe over RDMA und NVMe over TCP.

Die „Command Set Specification“ definiert die klassischen NVMe-Befehle, jene für Zoned Namespaces (ZNS-SSDs) sowie neue „Key Value Commands“.

Theoretisch ist es nun zudem möglich, eine (Magnet-)Festplatte per NVMe einzubinden – ob und wann ein Hersteller diese Möglichkeit nutzt, ist noch unklar. Schon vor einem Jahr hatte ein Microsoft-Manager vorgeschlagen, Festplatten mit PCIe-Interface auszustatten und per NVMe anzubinden. (ll@ct.de)

OFFICE IST. WO EIN EIZO IST.

Gebaut für jedes Office – egal, ob zu Hause oder in der Firma: FlexScan-Monitore von EIZO.
Mit größter Anschlussvielfalt, bester Bildqualität und vielen praktischen Ergonomie-Features.
Mehr auf eizo.de/home-office.



Working with the Best



Sturzbach

Apples WWDC-Eröffnung: Sehr viele Neuerungen für iOS, macOS & Co

Wieder einmal gelang es Apple am Eröffnungstag der World Wide Developers Conference, Anwendern und Entwicklern den Mund wässrig zu machen. Die kommenden Betriebssystemversionen bringen viel Neues und auch Überraschungen, die man mindestens mal ausprobieren möchte.

Von Dušan Živadinović

Eine der Überraschungen, die Apple zum Start seines weltweiten Entwicklertreffens WWDC Anfang Juni präsentierte, ist die stark verbesserte Videotelefonie-Software FaceTime. Mancher hatte die Hoffnung schon aufgegeben, doch mit der kommenden Version kann man per Browser an Video-Calls endlich auch mit Windows- und Android-Geräten teilnehmen.

Weitere interessante FaceTime-Funktionen bleiben Apple-Hardware vorbehalten: Voneinander entfernte Nutzer können auf iPhones, iPads und Macs gemeinsam Musik hören und Filme schauen (SharePlay). Bei Videotelefonaten werden Audiosignale so moduliert, dass die Stimmen aus den Richtungen der Bildpositionen auf dem Display kommen (Spatial Audio).

Losgelöst betrachtet, überzeugen die neuen Funktionen. Aber das neue FaceTime erscheint erst mit den neuen Betriebssystemversionen macOS 12, iOS 15 und iPadOS 15 im Herbst 2021. Die Plätze unter den Videokonferenzsystemen sind jedoch schon aufgeteilt: Cisco WebEx oder auch Zoom sind in den Arbeitsprozessen der Unternehmen längst verankert.

Nicht so schlafmützig

In anderen Bereichen zeigt sich der Riese aus Cupertino nicht so schlafmützig. Im

Folgenden führen wir die allerwichtigsten Neuerungen stichwortartig auf.

- FaceTime: SharePlay, Spatial Audio, Bildschirm teilen, Video-Calls per Browser (Windows, Android), Videokonferenz-Links
- iOS 15: Verringerung der Ablenkung (Fokus-Profil), Texterkennung in Fotos (Live Text), Spracherkennung auf dem Gerät (Siri)
- Health: Teilen von Inhalten, Vorhersage zum Sturzrisiko
- Maps: höherer Detailgrad (AR View), Benachrichtigung bei Annäherung an ÖPNV-Zielstation
- Notizen: Tags, Benutzernamen, Verlaufsansicht
- Wetter: dynamischer Hintergrund, mehr Wetterdaten
- Wallet: neue Schlüsseltypen (z. B. für Hoteltüren), digitaler Personalausweis,

Führerschein (vorerst nur in einigen US-Bundesstaaten)

- iPadOS 15: Verringerung der Ablenkung (Fokus-Profil), bessere Multitasking-Navigation zwischen Apps und offenen Fenstern (Shelf), Tastenkürzel, Mac-Tastatur und Maus geräteübergreifend mit iPhone und iPad nutzen, auch Drag & Drop (Universal Control)
- macOS 12: Anti-Tracking für Safari und Apple Mail, Übersicht zur Nutzung von Kamera, Mikro & Co, Shortcuts, Texterkennung in Fotos
- watchOS 8: Fokus-Profil, Erfassung der Atemfrequenz
- iCloud+: Privatsphärenschutz beim Surfen (Private Relay/Oblivious DNS), Wegwerf-E-Mail-Adressen, Account-Wiederherstellung für Familien-Admins, digitaler Nachlass, temporärer Speicher für Backup/Restore

Einige der Neuerungen kommentieren wir im Folgenden ausführlich. Dazu zählt die Fokus-Funktion, mittels der man auf iOS und iPadOS mehr Kontrolle über Mitteilungen bekommt. Benachrichtigungseinstellungen lassen sich umgehend an wechselnde Situation anpassen (Meeting, Nachtruhe). Der Homescreen blendet nur Apps ein, die zum Kontext gehören (Arbeit, Unterhaltung). Ob die Fokus-Technik nützlich wird, hängt davon ab, wie viel Zeit man investieren muss, um persönliche Profile zu erstellen



Bild: Apple

Unter den vielen Neuerungen, die Apple für seine Betriebssysteme in Aussicht stellt, sind eine gerichtete Klangwiedergabe und die geräteübergreifende Nutzung der Tastatur und Maus mit einem Mac und einem iPad.

len. Bei manchen Nutzern sind die Übergänge zwischen Beruf und Freizeit fließend und damit nur schwer in Regeln zu fassen.

macOS, iOS und iPadOS erkennen in Fotos nun auch Textelemente (Live Text). Abfotografierten Text kann man markieren und kopieren, Telefonnummern aus der Foto-App heraus anrufen. Ganz neu ist die Texterkennung auf Smartphones jedoch nicht. Beispielsweise erstellen manche Banking-Apps Überweisungen anhand von Rechnungen auf Papier.

Viel Aufwand betreibt Apple, um die Privatsphäre zu schützen. Eine neue Übersicht zeigt, auf welche Daten und Funktionen installierte Apps zugreifen (Mikrofon, Kamera etc.). Apples Mail-App und der Safari-Browser hindern Tracking-Pixel daran, die IP-Adresse der Benutzerin auszulapern. Die Sprachassistentin Siri zieht aus der Cloud auf die User-Hardware um, sodass sie Sprachbefehle ohne Internetverbindung erkennt (ab iPhone XS/ XR). Das beschleunigt Siri und verbessert den Datenschutz.

Unverhoffte DNS-Verschlüsselung

Seinen kostenpflichtigen Speicherdienst iCloud benennt Apple in iCloud+ um und ergänzt ihn zum Schutz der Privatsphäre mit dem hauseigenen Oblivious-DNS (Private Relay). Für die zu vereinfachte Präsentation gehört Apple jedoch gerüfelt: Manche Berichtersteller setzten die Methode irrtümlich mit einem VPN gleich.

Unter Private Relay fasst Apple mehrere Techniken zusammen, von denen die wichtigste die Anfragen an das weltweite Domain Name System (DNS) verschlüsselt. Ohne DNS-Anfragen, die Domainnamen in IP-Adressen umsetzen, funktioniert kein Internet-Dienst. Sie laufen bisher weitgehend unverschlüsselt ab, sodass Hotspot-Betreiber oder Schnüffler im Netzwerk mitlesen können, welche Internet-Ziele die User ansteuern.

Mit Oblivious-DNS verschlüsseln iOS, iPadOS und macOS sowie Apples Safari-Browser die DNS-Anfragen und verschlei-

ern zusätzlich die Herkunft. Damit überholt Apples Safari andere Browser, die DNS-Anfragen schon länger auf ganz ähnliche Weise verschlüsseln (z. B. Google Chrome, Mozilla Firefox), aber die IP-Adresse des Users nicht verschleiern.

Dafür setzt Oblivious-DNS zusätzliche Verschlüsselung und zwei Proxy-Typen ein, die jeweils nur Teile der DNS-Anfrage kennen und von unabhängigen Instanzen betrieben werden. Einzelheiten der Methode stellte Apples Tommy Pauly bereits 2019 vor, siehe ct.de/ywg3.

Erste Testversionen der kommenden Betriebssysteme sind für eingetragene Entwickler bereits erhältlich, öffentliche Betaversionen folgen im Juli. Die neuen Versionen der Mobilbetriebssysteme sind für alle iPhones und iPads vorgesehen, auf denen iOS 14 läuft. Damit kommt überraschend sogar das für Smartphone-Verhältnisse betagte iPhone 6s in den Genuss des nächsten iOS. (dz@ct.de) **ct**

Oblivious-DNS: ct.de/ywg3

DRINGENDER BEDARF?

SCHNELLE UND VERLÄSSLICHE LÖSUNGEN.

YOUR SOURCING PLATFORM.

WILLKOMMEN BEI DER CONRAD SOURCING PLATFORM.

Hohe Produktverfügbarkeit und schnelle Lieféroptionen. Beschleunigen Sie mit uns Ihre Beschaffung. Mit unseren individuellen eProcurement-Lösungen sorgen Sie für noch effizientere Prozesse. Mehr Informationen finden Sie unter conrad.de/schnell

Raus aus der Zoom-Hölle

Deutsches Start-up entwickelt System für virtuelle Meetings

Lebensechte Meetings mit einer schlanken, leichten Datenbrille statt am PC: Mit diesem Konzept tritt ein Karlsruher Start-up gegen Giganten wie Microsoft an – und hat bereits einen prominenten Investor überzeugt. c't durfte einen Prototyp ausprobieren.

Von Christian Wölbart

Virtuelle Meetings, die den Eindruck vermitteln, man befinde sich zusammen in einem Raum: Das gilt spätestens seit Corona als „Next Big Thing“ der Technikbranche. Fast alle großen Player – Microsoft, Facebook, Google, vermutlich auch Apple – arbeiten mit Milliarden-einsatz an Systemen, die anstrengende, unpersönliche Videokonferenzen ablösen.

Genau das hat auch Gixel vor, ein gerade mal drei Köpfe zählendes Start-up aus Karlsruhe. Ein chancenloses Unterfangen angesichts der Konkurrenz? Vielleicht. Doch die technischen Merkmale des Gixel-Systems lassen aufhorchen. „Wir haben die leichteste Brille der Welt und das größte Sichtfeld der Welt“, verspricht Gixel-Gründer Miro Taphanel im Gespräch mit c't.

Gixels aktueller Prototyp unterscheidet sich grundlegend von Virtual- und Augmented-Reality-Brillen, mit denen ebenfalls Meetings im virtuellen Raum möglich sind. An Konferenzen mit dem Gixel-System können derzeit maximal drei Personen teilnehmen, jede davon in einem Raum mit fest installierten Komponenten: Auf einem Schreibtisch stehen zwei Kameras, die die Person aus den bei-

den Perspektiven der anderen filmen. Unter der Decke hängt zusätzlich ein 65-Zoll-Monitor.

Die zentrale Komponente ist aber die Brille, die alle Teilnehmenden aufsetzen, um ihre Gesprächspartner sehen zu können: Sie besteht aus einem ganz normalen Brillengestell, an dem zusätzlich zu Brillengläsern zwei schräg gestellte, halbtransparente Spiegel befestigt sind, die etwa drei Zentimeter nach vorne ragen. Diese sogenannten Strahlteiler reflektieren das Bild des oben montierten Fernsehers ins Auge des Trägers. Außerdem befindet sich ein Trackingsensor an der Brille, mit dem das System die Kopfbewegungen des Nutzers verfolgt, sodass es virtuelle Inhalte so darstellen kann, dass sie im Raum stabil bleiben. Die Software läuft auf einem PC, der unter dem Schreibtisch steht.

Externes Display

Anders als bei VR- und AR-Brillen steckt das Display bei Gixel also nicht in der Bril-

le, sondern hängt an der Decke. Diese grundlegende Entscheidung bringt eine ganze Reihe von Vorteilen mit sich, zum Beispiel das geringe Gewicht: Der aktuelle Prototyp der Brille wiegt nur 70 Gramm. Damit ist sie zwar spürbar schwerer als eine normale optische Brille, aber viel leichter als AR- und VR-Brillen. Microsofts HoloLens 2 zum Beispiel fühlt sich mit ihren 560 Gramm eher wie ein Helm an.

Gleichzeitig schlägt die Gixel-Brille die HoloLens 2 und alle anderen erhältlichen AR-Brillen bei der Größe des Sichtfeldes. Die Karlsruher versprechen 100 Grad in der Horizontalen und 45 Grad in der Vertikalen – das wäre erheblich größer als bei der HoloLens 2 und der Magic Leap One. Nur VR-Brillen bieten bislang ähnlich viel. Das von den menschlichen Augen insgesamt abgedeckte Sichtfeld ist mit einer horizontalen Ausdehnung von mehr als 200 Grad allerdings noch viel größer.

Das Sichtfeld ist wichtig für den Immersionseffekt, also für das Gefühl, die virtuellen Inhalte befänden sich tatsächlich im Raum. Ist es zu klein, werden Bildinhalte an den Rändern „abgeschnitten“, wenn man den Kopf dreht oder sich auf sie zubewegt.

Weil die Gixel-Brille so dezent ist, bleibt außerdem die Mimik des Trägers sichtbar, und man kann sich auch im virtuellen Raum gegenseitig in die Augen schauen. Probleme mit Abwärme, Stromversorgung und vergleichsweise langsamen Mobil-Prozessoren gibt es auch nicht. „Wir können das ganze technische Gerümpel extern lösen“, sagt der Informatiker und Maschinenbau-Ingenieur Taphanel.



Der aktuelle Prototyp der etwa 70 Gramm leichten Gixel-Brille: Am Bügel ist die Hardware für das Tracking-System befestigt.

Bild: Gixel

Die Auslagerung bringt auch Nachteile mit sich: Wegen des Fernsehers an der Decke ist der aktuelle Prototyp nicht mobil. Firmen müssten die Technik zum Beispiel in einem Konferenzraum oder im Homeoffice ihrer Mitarbeiter fest installieren. Während Konferenzen muss der Raum zudem momentan abgedunkelt sein.

Greifbare Nähe

Doch wie fühlt sich das System in der Praxis an? c't konnte den aktuellen Prototyp in Karlsruhe ausprobieren und Taphanel Mitgründer im virtuellen Raum „treffen“, den Optikspezialisten Ding Luo und den Softwareentwickler Felix Nienstedt.

Dabei musste man sich an das Gewicht der – obwohl vergleichsweise leichten – Brille auf der Nase erst gewöhnen, aber dann fühlte sich das Gespräch viel natürlicher an als jede klassische Videokonferenz: Die beiden Gesprächspartner waren nicht in einem Programmfenster in einem Monitor gefangen, sie „schwebten“ stattdessen in dem dunklen Raum – und wirkten dadurch förmlich greifbar.

Das Sichtfeld war groß genug, um beide Gesprächspartner gleichzeitig im Blick zu behalten, ohne dass ihre Oberkörper abgeschnitten wurden. Alle konnten sich gegenseitig in die Augen schauen, einander den Kopfzudrehen und sich auch wieder abwenden, um den jeweils anderen anzuschauen. So wusste man stets intuitiv, wer wann wen etwas fragen wollte – wie im echten Leben, aber bei Zoom & Co. undenkbar.

Spürbar war auch, dass es sich noch um einen experimentellen Prototypen

handelte. Nach einer Weile schlichen sich Latenzen bei der Sprachübertragung ein. Der Fernseher zeigte zwar 4K-Auflösung an, die einzelnen Kamerastreams waren jedoch auf VGA begrenzt. Laut Taphanel gibt es schon konkrete Pläne, wie diese Probleme gelöst werden können. Dank GPU-Beschleunigung werde man jeden Gesprächspartner demnächst in Full HD darstellen können.

Außerdem zeigt die Gixel-Software Inhalte bislang nur zweidimensional an, nicht in 3D – was in der Demo kaum störte. Taphanel zufolge haben auch andere Tester den 3D-Effekt nicht vermisst: „Der Mehrwert für die Kommunikation ist nicht hoch.“ Mittelfristig wolle Gixel aber 3D unterstützen. Mit Stereokameras sei das bereits jetzt möglich, allerdings seien momentan die Einbußen bei der Helligkeit noch zu groß.

Ein weiteres Entwicklungsziel besteht darin, den großen Fernseher durch eine schlanke LED-Zeile zu ersetzen. Dafür muss Gixel einen MEMS-Spiegel in die Brille integrieren, ein Bauteil, das zum Beispiel auch die HoloLens nutzt. Die elektronisch gesteuerten Mikrospiegel verwandeln eine Pixelzeile wieder in ein flächiges Bild. Auch die Brille soll noch kompakter werden. Wie das genau gelingen soll, will Taphanel aus Wettbewerbsgründen nicht sagen.

Erlauchter Start-up-Kreis

Auch zur Frage, wann ein erstes Gixel-Produkt auf den Markt kommen könnte, äußert Gixel sich noch nicht. Allerdings hat das Start-up bereits einen prominenten, finanzstarken Investor gewonnen: die

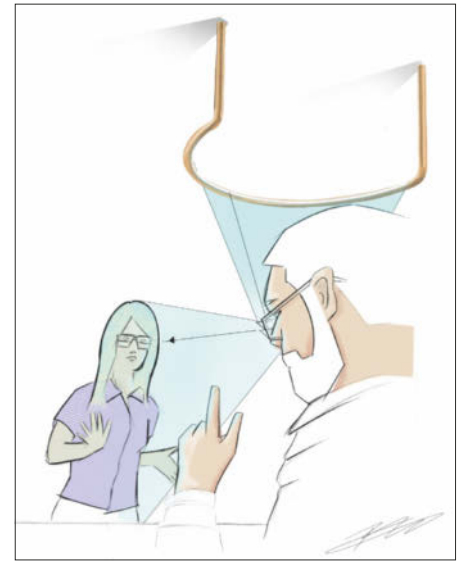


Bild: Gixel

Künftig will Gixel mit einer schmalen LED-Zeile an der Decke auskommen – zurzeit ist noch ein großer Fernseher nötig.

Bundesagentur für Sprunginnovationen (SprinD), die im Auftrag der Bundesregierung bis 2029 insgesamt rund 1 Milliarde Euro Risikokapital verteilen soll. Gixel gehört zum erlauchten Kreis der bislang sieben von SprinD bekanntgegebenen Förderprojekte.

Man unterstütze Gixel mit „Geld und Netzwerk und klugen Leuten“, sagt SprinD-Direktor Rafael Laguna de la Vera im Gespräch mit c't. Wie viel Geld am Ende benötigt werde, stehe noch nicht fest. Die Gixel-Technik habe aber das Potenzial, „das Arbeitsleben nachhaltig zu verändern und uns aus der Zoom-Hölle in echte Telepräsenz zu holen“. (cwo@ct.de) **ct**



STUDIERE SICHERE INFORMATIONSSYSTEME

Top geranktes Studium für den effektiven Schutz vor Cyberkriminalität und Hacking

- » Im Fokus: Netzwerk-, Daten- und Systemsicherheit
- » Vollzeit-Bachelorstudium, 6 Semester/ 180 ECTS
- » Abschluss: Bachelor of Science in Engineering (BSc)
- » studieren an Österreichs bester Informatik-FH (CHE-Ranking 2021) in Hagenberg

JETZT BEWERBEN
für den Start
im September
2021

Secur|Ty
made in EU

www.fh-ooe.at/sib

Trust Seal
www.trustseal.de/foam

FH
OBERÖSTERREICH

UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES
UPPER AUSTRIA

Reise ins Sonnental

Wie das nächste Windows werden könnte

Ankündigungen zum Thema Windows macht Microsoft zwar hin und wieder, doch die für den 24. Juni angekündigte Veranstaltung zur nächsten Windows-Version mit dem Codenamen „Sun Valley“ könnte es in sich haben.

Von Jan Schübler

Microsoft-Chef Satya Nadella sprach im Mai auf der Entwicklerkonferenz Build von einem „der wichtigsten Updates für Windows seit den letzten zehn Jahren“, über das die interessierte Öffentlichkeit bald mehr erfahren solle. Am 24. Juni um 17 Uhr unserer Zeit will Microsoft Nägel mit Köpfen machen und in einer Live-Show zeigen, in welche Richtung sich Windows künftig entwickeln wird.

Der Konzern schweigt über den genauen Inhalt der Veranstaltung, doch es darf als sicher gelten, dass die kommende, bislang unter dem Codenamen „Sun Valley“ firmierende Windows-Version vorgestellt wird, mit mindestens leichten, eventuell aber auch größeren Veränderungen der Oberfläche. Auch die Store-Regeln für Entwickler dürften gelockert werden, und vielleicht kriegt Windows sogar einen neuen Namen. Doch der Reihe nach.

Was schon da ist

Im Betatestprogramm „Windows Insider“ verteilt Microsoft im Dev-Kanal schon seit Monaten unfertige Versionen von „Sun Valley“, deren weitere Entwicklung wohl gegen Ende dieses Jahres in die Veröffentlichung eines „Windows 10 Version 21H2“ münden dürfte. Bei einem Blick auf die aktuelle Ausgabe fällt allerdings noch gar nicht so viel Neues auf: Es gibt überarbeitete Icons im Startmenü, im Datei-Explorer und in der Einstellungen-App. Die seit Windows 8 etablierten harten Ecken und Kanten werden hier und dort etwas weicher und runder.

Auch einige Systemfunktionen sind verbessert worden. So hat Microsoft die Datenträgerverwaltung und das Manage-

ment für Storage Spaces in die moderne Einstellungen-App übertragen. Virtuelle Desktops lassen sich umsortieren und mit separaten Hintergrundbildern versehen. Außerdem gibts Detailverbesserungen an Touch-Tastatur und Zwischenablageverlauf und noch mehr Kleinigkeiten.

Das alles ist durchaus praktisch und schick, allerdings: Es handelt sich immer noch klar erkennbar um ein normales Windows 10, nur eben mit etwas Feinschliff. Solch graduelle Veränderungen sind nichts Besonderes; Microsoft hat sie seit der Veröffentlichung des Ur-Windows-10 vor sechs Jahren immer wieder vorgenommen. Wirklich Neues oder gar Spektakuläres ist bislang nicht zu erkennen.

Was kommen könnte

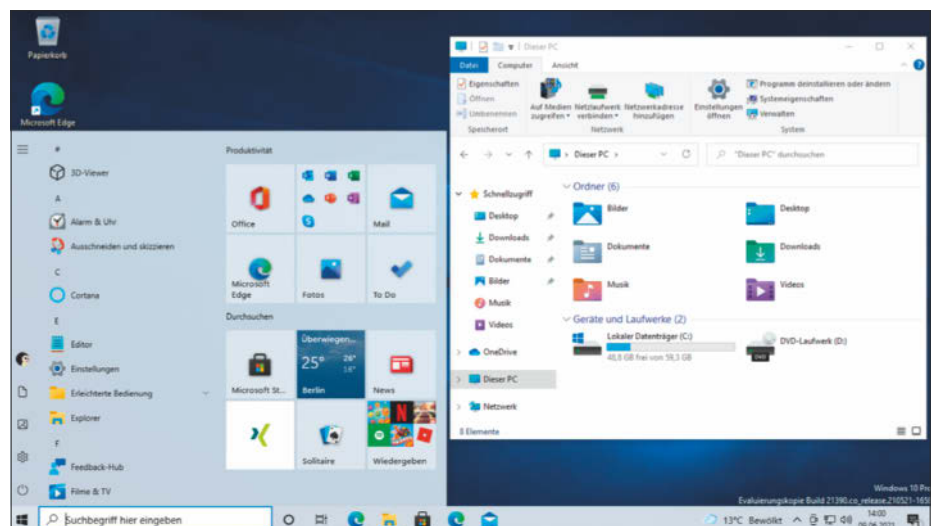
Das für Dual-Screen-Geräte optimierte Windows 10X, das Microsoft schon vor gut anderthalb Jahren auf dem nach wie vor unveröffentlichten Klapp-Tablet namens Surface Neo gezeigt hat, wurde vor ein paar Wochen offiziell eingestampft. Teile des Bedienkonzepts sollen stattdessen ins reguläre Windows wandern. Doch von Chrome-OS-artig umgestalteter Taskleiste und kachellosem Startmenü ist in den Insider-Vorabversionen bislang nichts zu sehen. Die am 26. Mai veröffentlichte Windows-Betaversion mit der Build-Nummer 21390 ist bei Redaktionsschluss nach

wie vor aktuell – das ist ungewohnt lange; eigentlich schiebt Microsoft jede Woche eine neue Version in den Dev-Kanal. Wir rechnen damit, dass Microsoft parallel zum Event am 24. Juni eine neue Betaversion freigibt, die dann im besten Fall auch wirklich Spannenderes zu bieten hat.

Abseits davon dürfte Microsoft auch versuchen, den derzeit mehr oder weniger toten Store zu reanimieren: Laut Nadella will Microsoft mit der „nächsten Generation von Windows“ Entwicklern reizvolle Möglichkeiten zur Monetarisierung anbieten. Passend dazu will der Microsoft-nahe US-Journalist Zac Bowden erfahren haben, dass manche Store-Regeln deutlich gelockert werden sollen. Demnach dürften Entwickler künftig auch ungepackte Win32-Anwendungen bereitstellen sowie Apps und Updates komplett auf eigener Infrastruktur hosten können; sogar fremde Handelsplattformen für In-App-Käufe könnten zulässig werden.

Abgesehen davon finden sich im Netz auch – wie könnte es anders sein – kreative Spekulationen, ob die neue Windows-Version einen neuen Namen bekommt. Zwar hat Microsoft stets betont, dass Windows 10 das „letzte Windows“ sei, doch schon der bloße Beginn von Microsofts Präsentation um 11 Uhr Ortszeit befeuert die Theorie, dass ein „Windows 11“ vor der Tür stehen könnte. Aber auch „Windows 365“ oder ein schlichtes „Windows“ ohne eine Marketing-Zahl hält man für denkbar. Namensvermutungen hin oder her: Interessant dürfte es am späten Nachmittag des 24. Juni auf jeden Fall werden. (jss@ct.de) **ct**

Microsoft-Livestream: ct.de/y3ye



Das nächste Windows ist im Betastadium, zeigt aber nur Detailänderungen – bislang, denn am 24. Juni könnten spannendere Neuerungen ins Haus stehen.

Paketmanager WinGet ist fertig

Mit dem Paketmanager WinGet will Microsoft die Installation von Software unter Windows vereinfachen. Soeben ist Version 1.0 des Open-Source-Projekts erschienen.

Linux-Anwender belächeln Windows-Nutzer oft ob der vielen Klicks, die notwendig sind, um eine Anwendung zu installieren. Unter Ubuntu reicht etwa die Eingabe `apt-get install thunderbird` in ein Terminal, und der Mailer ist heruntergeladen und betriebsbereit. Denselben Komfort verspricht Windows-Benutzern und -Admins jetzt der in Version 1.0 vorgestellte Client für den „Windows Package Mana-

ger“. Die Thunderbird-Installation verkürzt sich damit beispielsweise auf die Eingabe `winget install thunderbird` in ein Eingabeaufforderungs- oder PowerShell-Fenster mit Administratorrechten.

Der Paketmanager ist ein unter Microsofts Ägide entwickeltes Open-Source-Projekt und steht auf GitHub zum Download bereit (siehe ct.de/yvk3). Einer Ankündigung von Microsoft zufolge soll er aber auch „demnächst“ im Rahmen der automatischen Windows-Updates verteilt werden. Außer der Installation umfasst `winget` unter anderem Befehle zum Durchsuchen der Paketliste sowie zum Aktualisieren oder Deinstallieren von Programmen.

Das momentan schnell wachsende Verzeichnis der installierbaren Anwendungen umfasste bei Redaktionsschluss knapp 1900 Einträge. Auch dieses Repository ist quelloffen; jeder kann sein Lieblingsprogramm oder selbst entwickelte Anwendungen zur Aufnahme vorschlagen. Das Werkzeug, mit dem sich die dazu notwendigen Manifest-Dateien erstellen lassen, steht ebenfalls auf GitHub zur Verfügung – oder man installiert es einfach via `winget install winget-create`.
(hos@ct.de)

WinGet-Dokumentation und -Download: ct.de/yvk3

c't Windows – Werkzeuge, die weiterhelfen

Das **c't-Sonderheft zum Thema Windows** bündelt die besten Artikel, die im Laufe der vergangenen zwölf Monate zu Microsofts Desktop-System in c't erschienen sind. Diesmal steht es unter dem Motto „Werkzeuge“, denn in vielen der Artikel geht es um praktische Tools für den Alltag, etwa um die PowerToys, um die Sysinternals-Suite für Diagnosezwecke und um eins der grundlegendsten Werkzeuge: die Eingabeaufforderung. Außerdem gibt es jede Menge Anleitungen und Tipps zu zwei beliebten c't-Projekten – zum Back-

up-Tool c't-WIMage und zum aktuellen c't-Notfall-Windows

c't Windows – Werkzeuge, die weiterhelfen, ist ab sofort in digitaler Form für 12,90 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. Die Printausgabe gibt es ab dem 22. Juni im Zeitschriftenhandel; im heise Shop können Sie sie ab sofort vorbestellen. (jss@ct.de)



WIBU
SYSTEMS

**Auf was kommt es bei Ihren
sicheren Lizenzcontainern an?**

- Die Robustheit eines Hardware-Dongles?
- Die Offline-Nutzung einer Software-Aktivierung?
- Die Freiheit des Cloud-Zugriffs – jederzeit und überall?



**Testen
Sie jetzt!**

+49 721 931720
sales@wibu.com
www.wibu.com



**SECURITY
LICENSING**
PERFECTION IN PROTECTION



Heimnetz über Koax- und Telefonkabel

Wenn der Internet-Hausanschluss nicht dort liegt, wo der Router steht, kann Devolos Giga-Bridge die Lücke schließen.

Glasfaser-Hausanschlüsse (ONT, Optical Network Terminals) sitzen oft im Keller von Wohngebäuden, der zugehörige Router muss aber der besseren WLAN-Versorgung halber im Erdgeschoss stehen. Um zwischen den Komponenten nicht ein Ethernet-Kabel legen zu müssen, nimmt man typischerweise Powerline-Adapter, die die Daten über das Hausstromnetz weiterleiten. Aber diese Technik kommt in der Praxis nur selten auf 200 MBit/s Durchsatz – viel zu wenig für richtig schnelle Internetanschlüsse.

Devolos in Punkt-zu-Punkt-Topologie arbeitende Giga-Bridge transportiert Ethernet-Daten entweder über ein Telefonkabel oder ein Koaxkabel für die TV-Verteilung. Auf diesen Medien soll das System mit G.hn-Übertragungstechnik eine Signalbandbreite bis 200 MHz nutzen und laut Hersteller im Vollduplex-

Betrieb 740 MBit/s in jede Richtung erreichen beziehungsweise 950 MBit/s in eine Richtung. Ein Gigabit-Internetanschluss ließe sich also ausschöpfen, denn er leistet im Upstream je nach Anbieter nur 200 oder 500 MBit/s. Auf vieradrigen Telefonkabeln arbeitet die Bridge im MIMO-Betrieb, überträgt also zwei verschiedene Signale gleichzeitig.

Da die Bridge vor dem Router sitzt, ist sie prinzipiell für Netznachbarn im Providernetz erreichbar (siehe c't 19/2020, S. 147). Sie soll laut Hersteller aber im Stealth-Modus arbeiten und nicht auf fremde Verbindungsanfragen reagieren. Den Datenverkehr auf Telefon- oder Koaxkabel schützt sie mit dem AES-Algorithmus und einem 128-Bit-Schlüssel, den die Geräte bei der Inbetriebnahme untereinander erwürfeln.

Derzeit plant Devolo, die Giga-Bridge ab dem dritten Quartal 221 nur über den Fachhandel zu vertreiben, der die sachgerechte Installation erledigt, sowie über Netzbetreiber wie Stadtwerke oder Internetprovider. Beim Einsatz an einem TV-Koaxkabelsystem wäre auch die Einrich-



Bild: Devolo AG

Devolos Giga-Bridge leitet einen schnellen Internetzugang über ein Telefon- oder Koaxkabel weiter, wenn der Router nicht unmittelbar beim Anschlusspunkt stehen kann.

tung durch den Kunden denkbar, hieß es seitens Devolo. Ob und wann das umgesetzt wird, war bei Redaktionsschluss noch offen. (ea@ct.de)

Wi-Fi 6E fürs Firmen-WLAN

Mit der jüngst angekündigten Serie 630 will der zu Hewlett-Packard Enterprise (HPE) gehörende Netzwerkhersteller Aruba WLAN-Access-Points für Firmen anbieten, die auch das neue Frequenzband von 5,9 bis 6,4 GHz verwenden (Wi-Fi 6E). Als erster kommt der AP-635 im „Ufo-Gehäuse“ zur Wand- oder Deckenmontage: Er besitzt drei Wi-Fi-6-Funkmodule für 2, 4, 5 und 6 GHz (jeweils 2-Stream-MU-MIMO). **Sie liefern maximal 574 MBit/s, 1,2 GBit/s oder 2,4 GBit/s brutto bei 40, 80 beziehungsweise 160 MHz Kanalbreite.** Pro Funkmodul können sich laut Aruba bis zu 512 Clients auf bis zu 16 SSIDs einbuchen.

Die Verbindung mit dem kabelgebundenen Netz läuft über zwei Ethernet-Ports (NBase-T mit maximal 2,5 GBit/s, abwärtskompatibel zu 100 und 1000 MBit/s). Der AP-635 nimmt Strom per 12-V-Hohlstecker oder Power over Ethernet (PoE) auf. Letzteres setzt eine Quelle gemäß IEEE 802.3at mit 25 Watt Leistung voraus. Mit einem optionalen USB-Modul für Bluetooth Low Energy oder Zigbee steigt der Bedarf auf 29 Watt, sodass PoE++ nötig wird (IEEE

802.3bt Class 5, auch 4PPOE). Die Serie AP-630 soll im dritten Quartal 2021 verfügbar werden. Einen Preis nannte HPE Aruba noch nicht. (amo@ct.de)



Bild: HPE Aruba

Der AP-635 aus der 630-Serie von Aruba soll per WLAN eine Summendatenrate von 3,9 GBit/s liefern, indem er drei Frequenzblöcke parallel nutzt, darunter das voraussichtlich bald freigegebene 6-GHz-Band (Wi-Fi 6E).

Kurz & knapp: Netze

FritzOS 7.26 und 7.27 härten AVM-Produkte gegen die WLAN-Lücke FragAttacks. Die neue Firmware erscheint nicht nur für Geräte, die AVM als „aktuell“ bezeichnet, sondern auch für einige ältere Produkte. Bei Redaktionsschluss hatten beispielsweise die Fritzboxen 3490, 7490, 7560 und 7580 FritzOS 7.27 erhalten. Wer das automatische Updaten seines Routers ausgeschaltet hat, sollte AVMs Liste der aktuellen Firmware-Versionen befragen (ct.de/y1s8) und Updates manuell einspielen.

Die GNSS-Tracker-Serversoftware Traccar ist ab sofort in Version 4.13 erhältlich. Neu sind unter anderem die Integration für Amazons Simple Notification Service, Standortübertragungen via Telegram-API sowie zusätzliche Trackerprotokolle, wie unter anderem MAVLink, ThinkPower oder iStartek.

Unsere Server-Buddies sind #NäherDran – IT-Kompetenz im Doppelpack

Grundsätzlich machen wir es unseren Kunden ja gerne besonders einfach – bei der persönlichen Beratung und Betreuung legen wir aber noch einen drauf. Deshalb kümmern sich Ihre Buddies bei Thomas-Krenn immer im Duo um Ihre Anliegen. Für Sie bedeutet das: Zweifaches Engagement, zweifaches Know-how und zweifache Erfahrung! Gemeinsam sichern Vertriebsberaterin Magdalena und Key Account Manager Andre den Erfolg unserer Kunden in Mitteldeutschland – denn doppelt berät am besten!

Ihre Buddies in Mitteldeutschland
#NäherDran



**THOMAS
KRENN®**

GPT-3 lügt effektiver

US-Forscher warnen vor GPT-3. In den falschen Händen könne das KI-Sprachmodell Desinformationskampagnen beflügeln und Mythen in Millionen Variationen verbreiten.

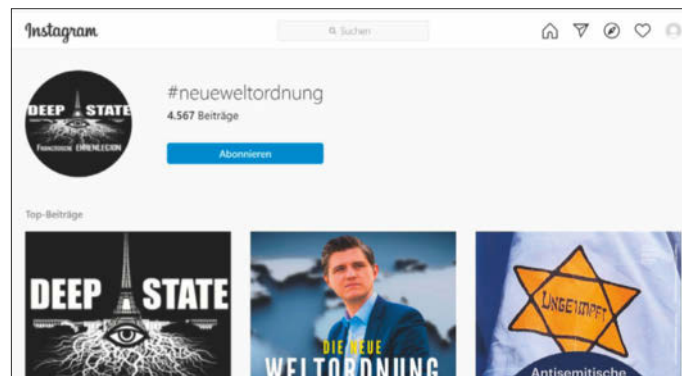
Mit GPT-2 im Jahr 2019 und dem Nachfolger GPT-3 im vergangenen Jahr hat Hersteller Open AI große KI-Systeme entwickelt – das neuronale Netz der jüngsten Version umfasst 175 Milliarden Parameter. Der „Generative Pre-trained Transformer“ GPT-3 basiert auf dem Training mit einigen Millionen Texten aus dem Internet und kann auf eine kurze Einleitung hin eigenständig glaubhaft klingende Texte verfassen. Ein Team am Center for Security and Emerging Technology (CSET) an der Georgetown University in Washington D.C. hat nun untersucht, ob solche Tools zur gezielten Desinformation dienen können.

Dazu entwarfen die Forscher sechs Szenarien. Zum Beispiel sehen sie die Gefahr, dass eine Organisation automatisiert immer neue Posts zu einem vorgegebenen Thema und mit voreingestellter Haltung erstellt. So könnten etwa mit geringem

Aufwand massenhaft kurze Nachrichten entstehen, die den Klimawandel leugnen. Leser gewännen den Eindruck, dass eine Mehrheit diese Ansicht vertritt. In gleicher Weise ließen sich mit nur wenig Feintuning mittellange Erzählungen erstellen, die ein festgelegtes Weltbild durch fiktive Geschichten belegen sollen.

Darüber hinaus erwies sich GPT-3 als geeignet, Nachrichtenartikel zu Fake News umzuschreiben und einer vorgegebenen Weltsicht anzupassen. Es konnte auch leicht einen Schreibstil nachahmen, der für den QAnon-Verschwörungsmythos typisch ist. Die Forscher vermu-

ten, dass sich damit auch die Grundlagen neuer Verschwörungserzählungen schaffen und passende Kampagnen in Gang setzen ließen. Schließlich gelang es Teams mit GPT-3-Unterstützung in kürzester Zeit, unterschiedliche Zielgruppen mit maschinell verfassten Meinungs-Posts gezielt emotional anzusprechen. In Tests geschah es sogar, dass eine Handvoll derartiger Kurzbotschaften Umfrageteilnehmer veranlasste, ihre ursprüngliche Position zu ändern. Diese lehnten dann plötzlich Sanktionen gegen China, die sie zuvor befürwortet hatten, mehrheitlich ab. (agr@ct.de)



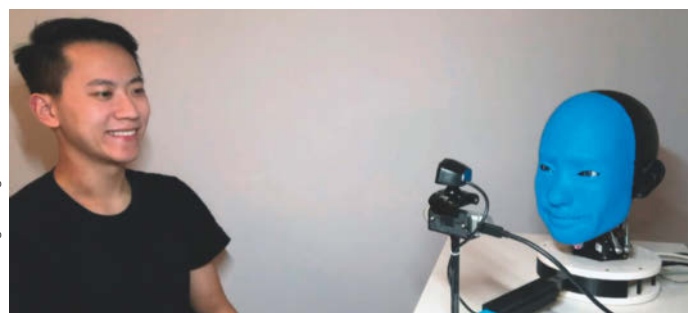
Verschwörungstheorien verbreiten sich zum Beispiel auf Instagram. Ein leistungsfähiges KI-Sprachmodell könnte Meinungs-Posts und Fake-News zu den Mythen schnell in großer Zahl generieren.

Roboter erwidert ein Lächeln

Der leere Blick eines Profi-Pokerspielers passt nicht zu Robotern, die als Cobots mit Kollegen arbeiten oder gar Service in Geschäften und Pflegeheimen leisten sollen. Am Creative Machines Lab der Columbia University in New York hat ein Team um Professor Hod Lipson eine Roboterbüste gebaut, die **Menschen im Umfeld beobachtet und deren Mimik imitiert**.

Das Robotergesicht ist mit einer Kunsthaut überzogen, in der Servomotoren die Arbeit von 42 Gesichtsmuskeln nachahmen. Zunächst implementierten die Konstrukteure Gesichtsausdrücke für

die sechs Basisemotionen Ärger, Ekel, Freude, Angst, Trauer und Überraschung. Im zweiten Schritt setzten sie eine externe Kamera ein, mit der der Roboter Gesichtsausdrücke seines Gegenübers beobachtet. Sie trainierten eine KI darauf, die erforderlichen Muskelregungen für Mimik zu erkennen. Videoaufnahmen des eigenen Gesichtsausdrucks halfen, die Imitation in unbegleiteten Lernphasen zu verfeinern. Künftig soll der Roboter lernen, Situationen zu unterscheiden und dafür angemessene Gesichtsausdrücke zu speichern. (agr@ct.de)



Der Roboter beobachtet den Gesichtsausdruck seines Gegenübers über eine kleine Kamera und imitiert dessen Lächeln in Echtzeit.

Speicherdichte verzehnfacht

Je näher in Festplatten der Schreib-/Lesekopf an die rotierende Magnetscheibe herankommt, desto höher ist die resultierende Magnetfeldstärke und die damit erzeugbare Datendichte. Aus diesem Grund wurden die schützenden Beschichtungen aus Carbon (Carbon Overcoats, COC) bis heute auf drei Nanometer Schichtdicke optimiert. Eine internationale Forschergruppe aus Cambridge und Exeter, aus der Schweiz, Indien, Singapur und den USA hat nun gezeigt, dass eine **Magnetscheibenbeschichtung aus ein bis vier Atomlagen Graphen** nur ein bis zwei Nanometer aufträgt und sogar die wechselnden Temperaturen der Wärme-unterstützten Magnetaufzeichnung (heat-assisted magnetic recording, HAMR) übersteht. Damit erreichten die Forscher eine Speicherdichte von über zehn Terabyte pro Quadratzoll, das Zehnfache herkömmlicher Technik. (agr@ct.de)

Auto-Netzwerkprozessor

NXP hat einen besonders leistungsstarken und sicheren Netzwerkprozessor für Autos entwickelt.

Assistenz- und Steuersysteme von Autos benötigen immer stärkere Prozessoren mit schnelleren Netzwerkanschlüssen. Dafür hat NXP den S32G2 entwickelt, den der Auf-

tragsfertiger TSMC mit 16-Nanometer-FinFET-Technik produziert. Der Netzwerkprozessor hat sechs ARM-Cortex-M7-Kerne für Echtzeit-Steuerungsaufgaben. Um die Sicherheit zu steigern, arbeiten sie als drei Dual-Core-Paare im „Lockstep“-Verbund: Tritt bei einem Kern-Paar ein Fehler auf, gilt das Resultat, welches die beiden anderen Paare liefern. Die vier stärkeren Cortex-A53-Kerne lassen sich optional als Lockstep-Verbund nutzen. Für viele Aufgaben sind spezialisierte Funktionsblöcke eingebaut, vor allem für 16 CAN-Bus-Ports, Ethernet und Kryptografie. Der NXP S32G2 erfüllt Automotive-Sicherheitsnormen wie ISO 26262 ASIL D für funktionale Sicherheit.

Die deutsche Firma MicroSys bietet das steckbare System-on-Module Miriac MPX-S32G274A mit der Chipversion NXP S32G274A, 4 GByte RAM und Flash-Speicher an. Für Entwickler gibt es ein Kit inklusive Basisboard, auf dem sich S32G2-Modul leicht in Betrieb nehmen lässt.

(ciw@ct.de)

PoE-Adapter für Raspis

Die Raspberry Pi Foundation kündigt den neuen **Ethernet-Speiseadapter „PoE+ HAT“ für Raspberry Pi 4 und 3B+** an. Der Neuling kann aus einem Netzkabel mit Power-over-Ethernet-(PoE-)Speisung mehr Leistung ziehen und soll sie effizienter wandeln. Der neue PoE-Adapter liefert mit bis zu 20 Watt 7,5 Watt mehr als sein Vorgänger. Zum Lieferumfang gehört auch ein Lüfter, der den Raspi-Prozessor kühlt.

Als „Hardware on Top“ (HAT) montiert man den PoE+ HAT oben auf dem Raspi. Die GPIO-Pins lassen sich dank Bohrungen in der Platine mit einem „Pass-Through“-Pfostenstecker weiterhin nutzen.

Die alte PoE-HAT-Version wird weiter produziert; doch darauf sitzt ein Bauteil, das derzeit schlecht lieferbar ist (siehe S. 110). Daher hat die Raspberry Pi Foundation den PoE+ HAT angekündigt, bevor er lieferbar ist. Wie sein Vorgänger kostet er rund 20 Euro.

(ciw@ct.de)

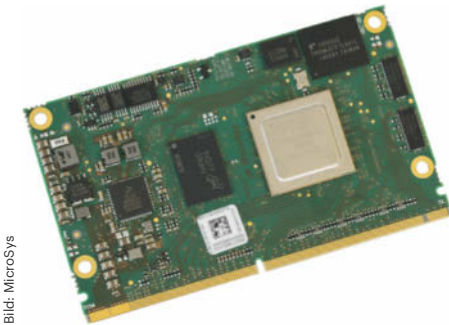


Bild: MicroSys

MicroSys liefert das System-on-Module Miriac MPX-S32G274A mit NXP S32G2, 4 GByte LPDDR4-RAM, 64 GByte QSPI- und 16 GByte eMMC-Flash.



IT SOLUTIONS
OF EXCELLENCE
35
YEARS

AKHET®

Network - Security - Bildverarbeitung - Industrie
Automatisierung - Hyperconverged - KI - Storage

Wir haben AKHET®-Systeme für Sie!



Wir kontaktieren Sie!

AKHET® ist eine Marke der Pyramid Computer GmbH

Pyramid Computer GmbH - Böttingerstr. 60 - 79111 Freiburg
+49 761 451 40 - akhet@pyramid.de - www.pyramid-computer.com

PYRAMID
agile. creative. reliable.

Abhörbefugnisse erweitert

Eine umstrittene Reform der Überwachungsmöglichkeiten staatlicher Stellen zwingt Provider, beim Einsatz von Staatstrojanern zu helfen.

Der Bundestag hat am 10. Juni mit der Mehrheit von CDU/CSU und SPD das umstrittene „Gesetz zur Anpassung des Verfassungsschutzrechts“ sowie das neue Bundespolizeigesetz verabschiedet. Die Regelungen weiten behördliche Befugnisse zum Einsatz sogenannter Staatstrojaner massiv aus. Neben dem Bundesamt für Verfassungsschutz dürfen nun auch alle 16 Landesämter Endgeräte hacken, um an Nutzerkommunikation zu kommen.

Die Bundespolizei darf zur Terrorabwehr künftig mit Staatstrojanern sogar Personen belauschen, die noch keiner Straftat verdächtig sind („präventive Telekommunikationsüberwachung“). Entge-

gen ursprünglicher Pläne sieht der GroKo-Beschluss allerdings keine „Quellen-TKÜ plus“ mehr vor: Die Polizei muss sich weiterhin darauf beschränken, laufende Kommunikation abzuhören – der zunächst geplante Zugriff auf gespeicherte Inhalte bleibt tabu.

Das neue Verfassungsschutzrecht nimmt auch die Provider in die Pflicht. Sie sollen künftig staatliche Behörden aktiv dabei unterstützen, Endgeräte von verdächtigen Bürgern zu hacken, indem sie etwa „Telekommunikation umleiten“, wie es im Gesetz heißt. De facto sollen sie geschützte Verbindungen aufbrechen, damit staatliche Stellen unbemerkt Schadsoftware installieren können.

Gegen all diese Regelungen hatte sich eine breite Front von Bürgerrechtlern ausgesprochen. Zuletzt appellierte gar eine ungewöhnliche Allianz aus dem Chaos Computer Club, Facebook, Google und



Die SPD-Vorsitzende Saskia Esken betonte mehrfach, dass ihre Partei eine Erweiterung der Befugnisse für Staatstrojaner blockieren werde. Nun aber trägt sie den GroKo-Kompromiss mit.

Dutzenden weiterer Organisationen in einem offenen Brief gemeinsam an die GroKo, die Pläne zu begraben. Genützt hat das nichts, die Gesetze dürften noch in diesem Sommer in Kraft treten. (hob@ct.de)

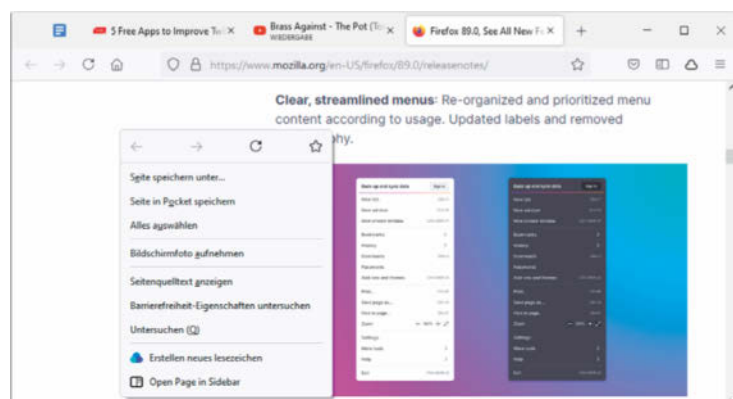
Neuer Look für Firefox

Mit **Version 89** hat Firefox ein neues, „Proton“ genanntes Design erhalten. Insgesamt wirkt der Look frischer, aufgeräumter. Mozilla hat die Icons seines Browsers verschlankt oder, wie beim Hauptmenü, komplett entfernt; einige Menüpunkte wurden umsortiert. Die Kontextmenüs unter Windows 10 und macOS passen jetzt besser zum Erscheinungsbild des Systems und unterstützen auch deren Dark Modes. Dialoge sollen sich durch ein saubereres Design schneller erschließen.

Der Reiter des geöffneten Tabs „schwebt“ nun im Vordergrund, ist also noch einen Tick schneller zu finden. Bei Tabs, in denen Medien wiedergegeben

werden, steht nun in einer zusätzlichen Statuszeile im Tab „WIEDERGABE“ oder „BILD IM BILD“ – ein zusätzlicher Hinweis, wo man hinklicken muss, wenn man Ruhe haben will.

Aus der Adressleiste hat Mozilla das Drei-Punkte-Menü mit seitenspezifischen Aktionen entfernt. Offenbar haben Nutzer diese Funktion zu selten eingesetzt, die dort versammelten Aktionen sind nun auf anderen Wegen zugänglich. Firefox 89 bringt auch mehrere Neuerungen beim Datenschutz. Unter anderem kommt jetzt auch in privaten Firefox-Fenstern der Schutz vor seitenübergreifenden Cookies zum Einsatz (siehe S. 18). (jo@ct.de)



Vieles neu bei Firefox: Das Erscheinungsbild ist insgesamt luftiger, der Reiter des geöffneten Tabs „schwebt“, das Kontextmenü wurde an den Systemstandard angepasst.

Bezahlungsfunktionen bei Twitter

Twitter hat kostenpflichtige Erweiterungen seines Diensts eingeführt: **Twitter Blue** startete zunächst in Australien und Kanada. Wann es in weiteren Ländern verfügbar sein wird, ist noch nicht bekannt. Für monatlich 3,50 kanadische Dollar (rund 2,40 Euro) beziehungsweise 4,50 australische Dollar (rund 2,80 Euro) gibt es unter anderem eine Lesezeichen-Funktion, eine Rückgängig-Funktion, um Tweets nachzubearbeiten, und einen speziellen Lesemodus.

Die kostenfreie Version von Twitter werde es weiterhin geben, versicherte das US-Unternehmen. Bislang verdient Twitter sein Geld vor allem mit Werbung. Über zusätzliche Einnahmen aus einem möglichen Abo-Modell hat man Twitter schon seit längerer Zeit nachgedacht.

Wer das Abo-Angebot abschließt, bekommt demnach weitere Extras wie etwa anpassbare Icons für den Startbildschirm auf dem Smartphone, „spaßige farbige Themes“ für Twitter selbst und außerdem einen ganz speziellen Kundensupport. Dabei soll es sich aber auch noch nicht um eine abschließende Auflistung handeln, weitere Funktionen sollen auch auf Basis des Feedbacks hinzukommen. (hob@ct.de)

Big Brother Awards 2021 im Zeichen der Pandemie

Drei der fünf diesjährigen Preisträger des Negativpreises haben ihre symbolische Ehrung in Zusammenhang mit der Coronakrise erhalten.

Einen Big Brother Award in der Kategorie „Gesundheit“ erhielt das Unternehmen Doctolib. Die Firma bietet einen Terminvereinbarungsservice für Impfzentren und Ärzte an. Laut Homepage nutzen den Service europaweit 150.000 Mediziner, die Doctolib dafür die Stammdaten ihrer Patienten übergeben müssen. Das ist aber nach Ansicht der Jury überflüssig. Überdies demonstrierten Hacker auf dem Chaos Communication Congress 2020, dass sie auf Metadaten wie Alter und Geschlecht der Patienten oder Fachrichtung der Arztpraxen zugreifen konnten.

In der Kategorie „Bildung“ traf es die Firma Proctorio mit ihrem Aufsichtsservice für Online-Prüfungen. Während einer Prüfung kontrolliert Proctorio Kamera und Geräte der Prüflinge und ver-

sucht optional, mit einem Gesichtsscan Täuschungsabsichten zu enttarnen. Vor der Prüfung konnte auf Wunsch des Prüfers außerdem ein Scan des Raumes erfolgen.

Eine Auszeichnung als „Public Intellectual“ erhielt Julian Nida-Rümelin, stellvertretender Vorsitzender des Deutschen Ethikrats, für seine Behauptung, dass der Datenschutz Tausende von Corona-Toten zu verantworten habe.

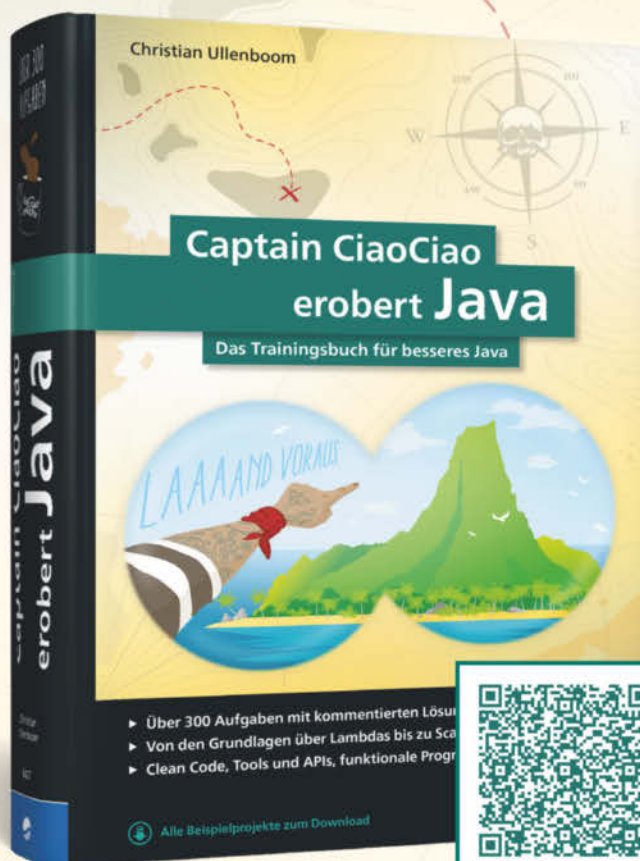
Ein Award in der Kategorie „Verkehr“ ging an die Europäische Kommission für die Einführung des „On-Board Fuel Consumption Meter“, das seit Jahresbeginn für Neuwagen verpflichtend ist. Bei dem Verfahren werden Daten über den tatsächlichen Sprit- respektive Stromverbrauch aufgezeichnet. Das Fahrzeug schickt diese zusammen mit seiner ID zunächst an den Hersteller, der sie in dichten Abständen der Kommission übermitteln muss. Das ermögliche es prinzipiell, Profile zum Fahrverhalten zu erstellen.



Der Terminvereinbarungsservice Doctolib war der Jury des Awards zu geschwät.

Auch Google ist nach acht Jahren wieder dabei. Für seinen Cookie-Ersatz „Federated Learning of Cohorts“ (FLoC) sprach die Jury dem Dienst den Preis in der Kategorie „Was mich wirklich wütend macht!“ zu. Begründung unter anderem: Das Unternehmen boote unter dem Deckmantel angeblich besseren Datenschutzes konkurrierende Werbeplattformen aus.

(Detlef Borchers/mon@ct.de)



Das Intensivtraining für besseres Java

Die perfekte Ergänzung zum Kultbuch »Java ist auch eine Insel«: 300 Aufgaben, 3 Schwierigkeitsgrade, über 750 Seiten vollgepackt mit cleveren Java-Workshops. Captain CiaoCiao und seine Crew stehen für das große Abenteuer bereit. Jetzt heißt es: Leinen los, volle Kraft voraus – so erobern Sie Java!

779 Seiten, gebunden, 39,90 Euro
ISBN 978-3-8362-8427-1

Auch als E-Book und Bundle erhältlich.

www.r-wrk.de/captain-ciaociao



Jetzt Probelesen

openSUSE Leap 15.3 binärkompatibel zu SLE

Das openSUSE-Projekt rückt mit Leap 15.3 näher an SUSE Linux Enterprise heran. Die Linux-Distribution legt den Fokus eher auf Stabilität, als durchweg neueste Software auszuliefern.

Das neue openSUSE Leap 15.3 enthält die gleichen Binärpakete wie SUSE Linux Enterprise 15 SP3. Während der (Online-) Installation von openSUSE 15.3 bindet der Installer zusätzlich zu „repo-updates“ auch die beiden Software-Repositories „repo-backports-update“ und „repo-sle-update“ mit ein. Letzteres enthält Updates für die SLE-Basispakete. Damit setzt openSUSE den Trend der Annäherung an SLE fort. Vorige Versionen basierten bereits auf dem gleichen Quellcode wie SLE.

Die Binärkompatibilität soll eine reibungslose Migration vom kostenlosen openSUSE Leap zu den Enterprise-Produkten gewährleisten. Anwender und Administratoren können so Projekte auf Leap 15.3 testen und dann, sollten sie Langzeitunterstützung und (kostenpflichtigen) Support wünschen, auf SLE umsteigen. Damit verfolgt SUSE eine andere Strategie als Konkurrent Red Hat. Der hatte CentOS als kostenfreie Alternative zu Red Hat Enterprise Linux (RHEL) eingestellt und als CentOS Stream zu einer Vorschau auf künftige RHEL-Releases positioniert. openSUSE läuft ab diesem Release erstmals auf IBM-Z- und LinuxONE-Systemen (s390x). Die Ports für die Architekturen PowerPC und aarch64 betreuten bislang Community-Mitglieder, die nun durch die SLE-Kompatibilität entlastet werden.

Community-Pakete, die für Leap 15.3 und SLE zur Verfügung stehen, werden im Rahmen des openSUSE-Backports-

Projektes betreut. Nutzer finden diese im SUSE Package Hub. Proprietäre Codecs, die nicht im Installationsimage stecken, bekommt man über den Open Build Service.

Leap 15.3 liefert eine Vielzahl von Desktopumgebungen aus. Der Plasma-Desktop des KDE-Projekts liegt in Version 5.18 vor. Dabei handelt es sich um die LTS-Version der Desktopumgebung, die bereits im Februar 2020 erschienen ist. Gnome-User müssen mit dem ebenfalls nicht mehr taufischen Gnome 3.34 von Ende 2019 vorliebnehmen. Der leichtgewichtige Xfce-Desktop kommt in Version 4.16, die einen größeren Design-Umbau enthält. Sway 1.4 ersetzt den i3-Window-Manager.

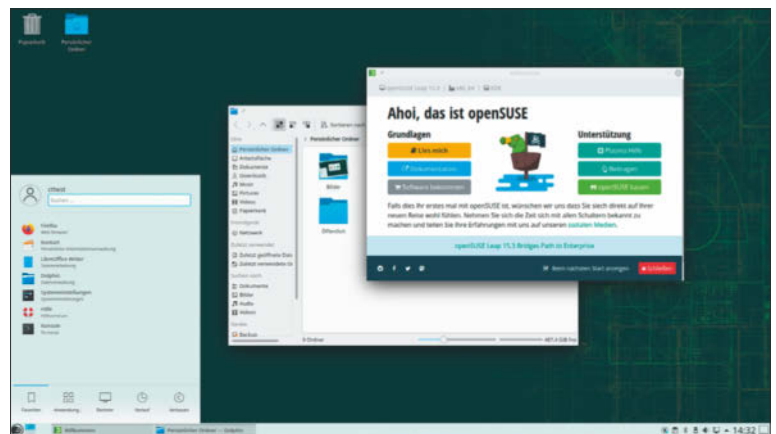
Mit an Bord ist diverse Software für maschinelles Lernen und Monitoring wie TensorFlow und PyTorch sowie ONNX, das neuronale Netze simuliert. Prometheus und Grafana dienen der Datenerhebung und -Visualisierung.

Die Docker-Alternative podman, die Container-Laufzeitumgebungen CRI-O und containerd sowie die Kubernetes-

Toolbox kubeadm waren bereits in Leap 15.2 enthalten und bekommen Sicherheitsaktualisierungen. Der Paketmanager DNF 4.7 soll in einem Update nachgeliefert werden. Er kann nun mithilfe des Pakets „libdnf-repo-config-zypp“ dieselben Software-Repositories wie YaST und Zypper anzapfen.

Wie auch in SLE 15 SP3 werkelt unter der Haube der LTS-Kernel 5.3.18, der bereits das Ende seines Lebenszyklus erreicht hat. Das openSUSE-Team pflegt den Kernel jedoch weiter und bindet einige Rückportierungen ein, beispielsweise Treiber für den Raspberry Pi 4, die aus dem 5.10er-Kernel stammen. Bei Leap 15.3 liegt der Fokus mehr auf Stabilität als auf Aktualität der Software. Wer lieber die neueste Software möchte und keinen Wert auf die SLE-Kompatibilität legt, greift stattdessen zur Rolling-Release-Distribution Tumbleweed. openSUSE Leap 15.3 wird 18 Monate mit Aktualisierungen versorgt. Leap 15.2 erhält nur noch sechs Monate Updates. Die Entwickler empfehlen, in diesem Zeitraum auf das neue Release umzusteigen. (ndi@ct.de)

openSUSE Leap 15.3 bringt eine Vielzahl an Desktopumgebungen mit, darunter der nicht mehr ganz neue KDE Plasma-Desktop 5.18-LTS.



OBS 27 mit Wayland-Support

OBS (Open Broadcaster Software) reagiert mit der Veröffentlichung von Version 27 auf die zunehmende Verbreitung von Wayland. In Linux-Distributionen wie Ubuntu 21.04 oder Fedora 34 laufen die Desktopumgebungen inzwischen standardmäßig im Wayland-Modus. **OBS 27 erfasst mithilfe von PipeWire und XDG-Portalen nun auch unter Wayland Fenster und Monitore.** Browser-

Docks, mit denen sich beispielsweise der Twitch-Chat in OBS Studio einbinden lässt, haben nun den gleichen Funktionsumfang in Linux und macOS wie in der Windows-Version. Nutzer können jetzt im Menü „Benutzerdefinierte Browser-Docks“ eigene Webadressen hinzufügen.

Aktionen, die das Vorschau-Fenster betreffen, beispielsweise Modifikationen

der Szenen oder Quellen, lassen sich nun rückgängig (Strg+Z) machen oder wiederholen (Strg+Umschalt+Z). OBS Studio 27 steht in den offiziellen Ubuntu-Paketquellen bereit. Die Bildschirmaufnahme im Wayland-Modus gibt es jedoch erst ab Ubuntu 21.04. Das Flatpak-Paket enthält alle neuen Funktionen und steht für sämtliche Linux-Distributionen mit Flatpak zur Verfügung. (ndi@ct.de)

Pinsel und Presets für Photoshop und Lightroom

Die Adobe Creative Cloud 2021 bringt vor allem Neues für Mobil-Nutzer: Photoshop auf dem iPad kann jetzt die Pinselspitzen der Desktopversion nutzen, Lightroom bekommt Bild-Looks ausgewählter Profifotografen. Illustrator und InDesign nutzen die Vorzüge von Apples M1-Chip.

Adobe konzentriert sich bei der Creative Cloud vor allem auf die noch jungen Versionen für iPadOS. Im Juni-Update 2021 bekommen die iPad-Versionen von Illustrator und Photoshop neue Funktionen. Illustrator auf dem iPad unterstützt künftig transparenten Hintergrund und importiert Illustrator-Vorlagen im AIT-Format, die auf Adobe Stock zur Verfügung stehen. Beim Export als Pixelbild kann man die Auflösung wählen.

Die aktualisierte iPad-Version von Photoshop bindet Pinselspitzen der Desktopversion im ABR-Format ein. Über das Plus-Symbol in der Pinselpalette stehen Hunderte Pinselspitzen zum Download zur Verfügung. Adobe bietet auf seiner Webseite Pinselspitzen im Paket von ausgewählten Künstlern zum Download an, beispielsweise des Designers Kyle T. Webster oder des Pop-Art-Künstlers Keith Haring. Über die App Adobe Capture kann man die Kamera nutzen, um Pinselspitzen zu erzeugen.

Diese lassen sich direkt an Photoshop auf dem iPad schicken.

Auch bei der Bildbearbeitungs-App Photoshop Express tut sich was: Die iOS-Version enthält neue Werkzeuge zur Gesichtsrutsche; Android-Nutzer müssen warten. Mit der App kann man die Haut glätten, einzelne Fehler wie Pickel retuschieren, das Verflüssigen-Werkzeug nutzen und Selfies in Karikaturen wandeln. Die App nutzt dafür dieselbe KI zur Erkennung von Gesichtsmerkmalen wie Photoshop CC.

Camera Raw, Lightroom und Lightroom Classic bringen sogenannte Premium-Presets mit. Insgesamt 70 solcher Einstellungen bearbeiten Fotos im Look von sieben Fotografen. Die Sammlung bietet drei Porträtkategorien und vier Stile beispielsweise für Reise-, Landschafts- und Architekturfotografie.

In Lightroom CC lassen sich Cloud-Fotoalben zum gemeinsamen Betrachten teilen. Mit dem jüngsten Update können Gäste die Fotos auf Wunsch auch bearbeiten. Lightroom speichert die Gast-Edits als Versionen. Im März hat Adobe im Rohdatenimport-Plug-in Camera Raw den KI-Algorithmus „Super Resolution“ zum Erhöhen der Auflösung integriert (siehe c't 8/2021, S. 43). Dieser steht nun auch in Lightroom und Lightroom Classic zur Verfügung. Beim kabelgebundenen Fotografieren kann man in Lightroom Classic über Live-View das Kamerasignal in Echtzeit

betrachten. Bisher unterstützt Lightroom eine Handvoll aktueller Kameras von Canon und Nikon.

Nach Photoshop nutzen auch die macOS-Varianten von Lightroom Classic, Illustrator, InDesign und eine Betaversion von Premiere Pro die Vorzüge der Apple-Silicon-Prozessoren. Bei InDesign äußert sich das vor allem beim Öffnen von und Scrollen in großen Dokumenten. Auch Illustrator soll Dokumente schneller laden und anlegen können. Wie auf dem iPad kann man nun auch in der Desktop-Version von Illustrator die Arbeitsfläche rotieren, um einen besseren Winkel zum Zeichnen zu bekommen. (akr@ct.de)

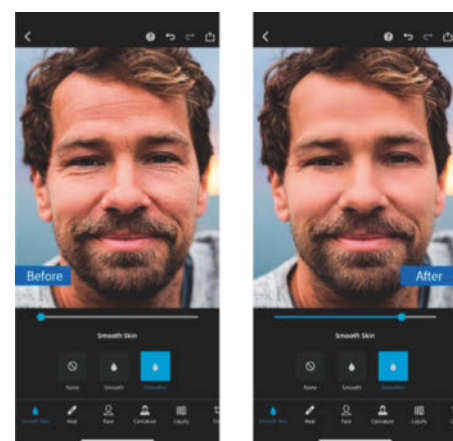


Bild: Adobe

Die Porträtwerkzeuge in Photoshop Express glätten unter anderem die Haut.

HessenDIGITAL

Vernetzte Verwaltung in Land und Kommunen

22. Juni 2021

www.hedigital.de #hedigital21

Eine Veranstaltung des

Behörden Spiegel

Umfassende Geschäftsfunktionen für CompuDMS 8.0

CompuKöln hat sein Dokumentenmanagementsystem CompuDMS durch Erweiterungsmodule für Rechnungswesen, Personalverwaltung und mehr zum umfassenden Unternehmenswerkzeug ausgebaut.

In der Basisausführung dient CompuDMS zur revisionssicheren Verwaltung digitaler Unterlagen. Zusätzlich zur zentralen Ablage kann man Auszüge des Datenbestands in verschlüsselte Container etwa auf einem USB-Stick kopieren, die sich ohne Zusatzsoftware mit jedem Windows-PC öffnen lassen. Darüber hinaus lässt sich die Software mittlerweile mit Zusatzmodulen für Vertragsmanagement, Rechnungsverarbeitung, Personalverwaltung und mehr erweitern. Die in den vergangenen Monaten sukzessive hinzugekommenen Module informieren nicht nur durch Datenexport an Excel,



Bild: CompuKöln

Optionale Funktionen im Dokumentenmanagementsystem CompuDMS umfassen etwa Rechnungswesen, Personalbetreuung und Controlling.

sondern ab jetzt auch unmittelbar mit grafischen Auswertungen über die Geschäftslage. Dokumente lassen sich nun

auf Rechtschreibung prüfen und komplett an Unternehmensanwendungen übergeben. (hps@ct.de)

Seatable 2.0: Viele Neuerungen

Der **Tabellenkalkulation- und Datenbank-Hybrid Seatable** bringt in Version 2.0 viele neue Funktionen. So können Nutzer jetzt in drei neuen Spaltentypen Geopositionen, Ratings sowie Formeln für Verknüpfungen zu Daten in anderen Tabellen speichern.

Das Kanban-Plugin stellt die Daten einer Tabelle in einem Kanban-Board dar. Mit dem Seitendesign-Plugin lassen sich PDF-Dokumente generieren, die sich ihre Daten aus einer Seatable-Tabelle holen. Richtet man mit Seatable eine Web-Umfrage ein, so lassen sich jetzt Formular-

felder mit Standardwerten versehen und mit Tabellenspalten verknüpfen. Mit manuellen Snapshots können Nutzer jederzeit eine Sicherheitskopie ihrer Datenbanken anfertigen.

Seatable wartet nicht nur im Namen mit viel Ähnlichkeit zu Airtable auf (siehe ct.de/yt1b). Anders als beim US-amerikanischen Vorbild stammt der Betreiber von Seatable aber aus Deutschland; die Seatable Cloud wird DSGVO-konform in der Schweiz gehostet. (jo@ct.de)

Airtable-Beschreibung: ct.de/yt1b

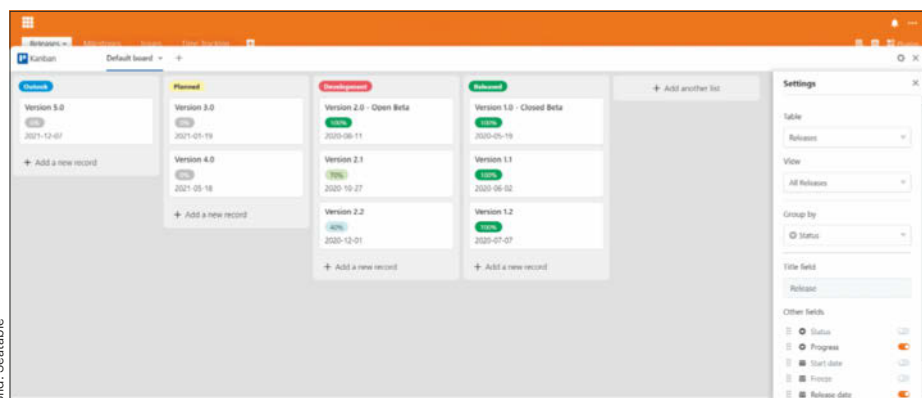


Bild: Seatable

Seatable präsentiert Datenbankeinträge jetzt auch in einer Kanban-Ansicht.

Videocalls für die Fernwartung

TeamViewers kostenlose **Fernwartungs-Mobil-App lifeAR** für Android und iOS ermöglicht Ende-zu-Ende-verschlüsselte Videocalls, in die der Anwender hineinzeichnen kann. So lassen sich relevante Bildregionen markieren. Bewegt man das Gerät und verändert dadurch die Perspektive, soll lifeAR mit KI dafür sorgen, dass die Ergänzungen quasi an den markierten Objekten kleben bleiben. Laut Hersteller kann man mit der App Sessions aufzeichnen und Schnappschüsse daraus in sozialen Netzen publizieren. (hps@ct.de)

Benutzer von lifeAR markieren relevante Bildbereiche eines Videocalls mit gekritzelten Pfeilen oder Pfeilsymbolen, die auch bei Änderungen der Perspektive „on Target“ bleiben.



Bild: TeamViewer

HarmonyOS: Huaweis Android-Klon

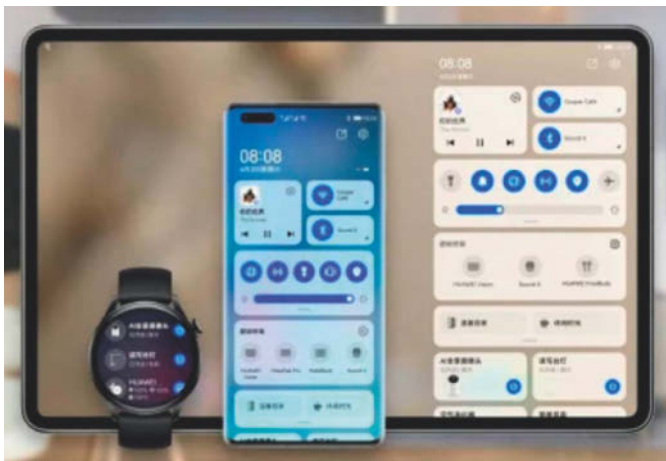
Huawei stellt HarmonyOS 2 für Smartwatches, Tablets und Smartphones vor und plant, es für einige bestehende Android-Smartphones als Update anzubieten.

Nach längerer Entwicklung hat Huawei das Mobilbetriebssystem HarmonyOS in Version 2 fertiggestellt, die für Smartphones, Tablets und Smartwatches geeignet ist. Die bisherigen Versionen laufen auf Fernsehern und Routern. Vier Neuversionen erscheinen direkt mit HarmonyOS 2: die Tablets MatePad Pro 12.6 und MatePad 11 sowie die Smartwatches Watch 3 und Watch 3 Pro, Huawei erste Uhren mit App-Store und eSIM.

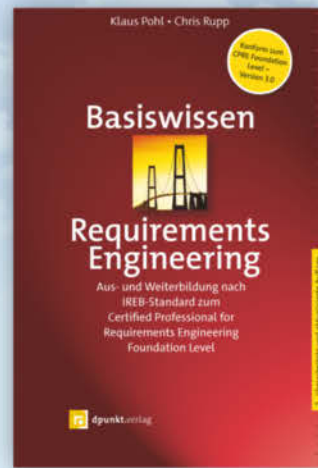
Aufgrund eines US-Embargos hat Huawei seit 2019 keinen Zugang mehr zu von Google lizenzierten Android-Techniken und arbeitet seitdem an Alternativen: Auf den Tablets und Smartphones ist mittlerweile eine Open-Source-Version von Android (AOSP) mit Apps von Huawei installiert. Ein Huawei-Core ersetzt die fehlenden Google-Dienste soweit möglich. Die App Gallery bleibt allerdings trotz Prämien für die Entwickler deutlich schlechter gefüllt als der Google Play Store. Anfang Juni hat US-Präsident Biden das vom Vorgänger Trump ausgesprochene Embargo bestätigt und auf weitere chinesische Firmen ausgeweitet.

HarmonyOS führt Huaweis Android-Bemühungen unter einem Namen zusammen. Es nutzt ebenfalls große Teile von AOSP und verbessert darüber hinaus die Zusammenarbeit verschiedener Geräte: So soll man etwa eine auf dem Tablet geöffnete App nahtlos am Handy nutzen können. Für die Smartwatches verspricht Huawei Laufzeiten von mehreren Tagen – Uhren mit Google Wear OS laufen hingegen kaum einen Tag.

Viele vor dem Embargo ausgelieferten Smartphones und Tablets, die noch mit einem uneingeschränkten Android laufen, will Huawei per Update auf HarmonyOS umstellen, darunter einige der Mate- und P-Serie. Das wäre ein Rückschritt in puncto Funktionen und vor allem App-Angebot. Bisher ist nur von Geräten mit chinesischer Firmware die Rede – internationale Kunden werden das Update vermutlich ablehnen können, Details dazu sind aber nicht bekannt. (jow@ct.de)



HarmonyOS läuft auf Smartphones, Tablets, Smartwatches und Fernsehern, folgen sollen Smart-Home-Geräte.



ab 23,99 € · Print | E-Book | Bundle
ISBN 978-3-86490-814-9



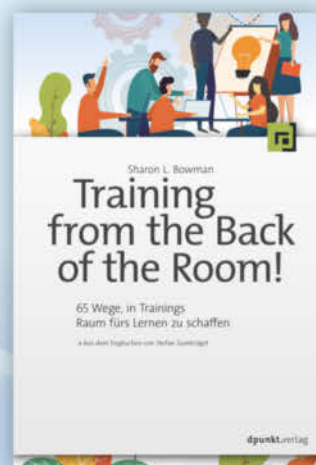
ab 31,99 € · Print | E-Book | Bundle
ISBN 978-3-86490-675-6



ab 27,99 € · Print | E-Book | Bundle
ISBN 978-3-86490-748-7



ab 41,99 € · Print | E-Book | Bundle
ISBN 978-3-86490-707-4



ab 25,99 € · Print | E-Book | Bundle
ISBN 978-3-86490-808-8

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

dpunkt.verlag

Wiebling Weg 17 · D-69123 Heidelberg · fon: 0 62 21 / 14 83 40
fax: 0 62 21 / 14 83 99 · e-mail: bestellung@dpunkt.de

www.dpunkt.de

Profimäßig ausgerechnet

<https://kalker.strct.net>

<https://github.com/PaddiM8/kalker>

Auf einer Art Kommandozeile mal eben schnell was ausrechnen, und zwar nicht nur rein numerisch, sondern auch aus Formeln à la $f(x) = \cos(x) + a \sin(x)$ – das hat was von Mathematica oder Wolfram Alpha. Die Webanwendung **Kalker** ist so etwas in mini: Sie beherrscht die Standardoperatoren +, -, * und /, Modulo- und Prozentrechnung ($80 + 25\%$) sowie allerlei trigonometrische Funktionen. Sie kann (Kubik-)Wurzeln ziehen, logarithmieren, ableiten, integrieren und mit komplexen Zahlen rechnen. Vordefinierte Konstanten wie π erscheinen automatisch, wenn man das Kürzel dafür eintippt (π). In Formeln darf man nicht nur numerische Werte, sondern auch Variablen verwenden.

```
>> a = 2
>> f(x) = cos(x) + a sin(x)
>> f(pi)
-1
>> f'(pi)
-2
>> e^(i pi) + 1
0
>> |
```

Wer Kalker in seine eigene Website integrieren möchte, darf das unter den liberalen Bedingungen der MIT-Lizenz tun. Den **Code** gibts **bei GitHub**. Auf der Kalker-Homepage stehen außerdem Binaries für Windows, macOS und Linux zum Download bereit. Die Warnung des Microsoft Defender beim ersten Programmaufruf kann man getrost ignorieren und unter macOS kann man sich behelfen, indem man nach einem Rechtsklick auf das Programm „Öffnen“ wählt, um es auch auf dem Mac zu starten. Linux startet das Binary unerschrocken und ohne Probleme.

(ola@ct.de)

Schnell entschieden

<https://shoulditbeameeting.com>

Meetings sind Zeitfresser. Zur gemeinsam in der Konferenz verbrachten Zeit kommt noch die Vor- und Nachbereitung – insgesamt viel wertvolle Arbeitszeit. Oft fragen sich Teilnehmer in spe, ob wirklich ein Treffen aller Kollegen des Teams nötig ist. Die englischsprachige Website **Should it be a Meeting?** hilft bei der Entscheidung. Dazu beantwortet der Besucher eine Handvoll Fragen, etwa die, ob eine konkrete Entscheidung ansteht.

Das Flowchart, nach der die Website vorgeht, gibt es als PDF zum Download. Es ist verblüffend kompakt: Maximal fünf Fragen gilt es zu betrachten. In vier von fünf Fällen rät die Site

Did you know most office workers spend at least **45%** of their week in meetings? 😞

That means on average, we spend more than **3 months** per year in meetings 😞

Are you willing to spend **30 seconds** to reduce that number? 🤖

Answer a few questions and we'll help figure out if you really need to schedule another one 🧐

LET'S GO

übrigens anstelle eines Meetings zu anderen Maßnahmen, darunter: eine E-Mail schicken, einen Anruf tätigen oder ... einfach selbst entscheiden.

(dwi@ct.de)

Wissenschaftlich betrachtet

<https://fussballlinguistik.de>

Liveticker, Spielanalysen, Interviews, Taktikblogs – über Fußball wird ausführlich berichtet und heiß diskutiert. Längst ist dabei eine eigene Fachsprache entstanden, die wiederum Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen ist. Auf seinem Blog **fussballlinguistik.de** veröffentlicht der Linguistikprofessor Simon Meier-Vieracker von der TU Dresden Analysen und Anekdoten zu den sprachlichen Aspekten des Fußballs. Seine



wissenschaftlich fundierten und gleichzeitig wunderbar unterhaltsamen Texte werden durch Blogbeiträge von Kollegen ergänzt, die sich ebenfalls diesem faszinierenden Forschungsgebiet verschrieben haben.

(dwi@ct.de)

Diese Seite mit **klickbaren Links**: ct.de/y17z



Power mit 12 .de-Domains! Homepage Go

Letzte Chance bis Ende Juni 2021!
Bestellungen nur noch bis zum
30.06.2021 möglich.

> 12 .de-Domains inklusive > Kostenlose SSL-Zertifikate

- > Komfortabler Webbaukasten inklusive
- > SSL-Certs von Let's Encrypt für alle Domains per Mausklick
- > 100 GB SSD-Webpace
- > Zusätzlicher Onlinespeicher (30 GB)
- > 5 externe Domains
- > 800 E-Mail-Adressen
- > 80 GB E-Mail-Speicher
- > 100 aktuelle 1-Klick-Applikationen
- > 80 SSD MySQL-5-Datenbanken

2,29
€/Monat*

Preis gilt dauerhaft!

Viele 1-Klick-Apps inklusive, z.B.



Komfortable Online-
Lernplattform



Datenaustausch &
Videokonferenzen

* 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/go**

Umgekehrt

Amazon drückt sich vor der Beweislast



Wenn ein elektronisches Gerät in der Gewährleistungszeit ausfällt, ist die Ursache oft schwer feststellbar. Amazon versucht, diese Unsicherheit vollständig auf den Kunden abzuwälzen.

Von Tim Gerber

Am 31. Januar kaufte Olaf K. für seine 14-jährige Tochter bei Amazon ein Smartphone vom Typ Samsung Galaxy S20 zum Preis von 680 Euro. Das Geld dafür hatte sich die Teenagerin lange zusammengespart und freute sich nun sehr

darüber. Doch die Freude hielt nur etwas mehr als drei Monate. Denn am 8. Mai fiel der Bildschirm aus. Zunächst blieb etwa ein Drittel des Schirms schwarz, und im Laufe des Tages verschlimmerte sich der Ausfall, bis er sich nach kürzester Zeit fast vollständig verdunkelte.

Olaf K. kontaktierte daraufhin am 10. Mai Amazon und sandte vereinbarungsgemäß das äußerlich absolut unversehrte Smartphone an den Amazon-Service. Der teilte ihm am 19. Mai mit, dass die Ursache für den Komplettausfall ein Bruch des Displays sei und deshalb kein Gewährleistungsanspruch bestehe. Das überraschte den Kunden ziemlich, denn schließlich wies das Smartphone einschließlich Display keine einzige Schramme auf und die Tochter schwor Stein und Bein, es sorgsam

behandelt zu haben. Ein Sturz oder dergleichen sei nicht vorgekommen.

Wieder telefonierte Olaf K. mit dem Amazon-Service und bat um Prüfung. Am Abend des 19. Mai schrieb ihm eine Mitarbeiterin, dass man die Reparaturwerkstatt um den Grund für die Ablehnung einer Reparatur im Rahmen der Gewährleistung gebeten habe: „Sollte sich herausstellen, dass hier ein Eigenverschulden vorlag, müssen wir davon ausgehen, dass der vorliegende Defekt durch unsachgemäße Behandlung verursacht wurde und deshalb nicht von den Mängelhaftungsregeln erfasst wird. Aus diesem Grund können in dem Fall weder wir noch der Hersteller eine kostenfreie Reparatur anbieten. Sie können sich dann aber gerne mit dem Hersteller oder unserem Repara-

turservice bezüglich einer kostenpflichtigen Reparatur in Verbindung setzen. Sobald wir die Rückmeldung erhalten haben, informieren wir Sie umgehend.“

Am folgenden Tag erhielt Olaf K. erneut die Nachricht, dass ein Displaybruch festgestellt worden sei. Deshalb erlösche sowohl die Mängelhaftung des Verkäufers als auch die Garantie des Herstellers. Zum Beweis für den vermeintlichen Bruch präsentierte die Werkstatt ein Foto, auf welchem allerdings nur bunte Schlieren zu erkennen sind und nicht etwa ein äußerlicher Schaden an dem Display.

Auf diesen Umstand hingewiesen antwortete Amazon am 20. Mai: „Nach Überprüfung des Artikels wurde ein Bruch des LCD Display unter dem Glas festgestellt. Leider gibt es keine Möglichkeit festzustellen, wann und wodurch der Schaden entstanden ist. Daher muss unser Reparaturservice bei dem vorliegenden Schadensbild von Eigenverschulden ausgehen. In einem solchen Fall erlöschen der Mängelhaftungsanspruch und die Garantie über den Hersteller.“

Darauf wandte Olaf K. sich an die c't-Redaktion und bat uns um Prüfung der Sache. Tatsächlich ist in diesem Fall unsicher, was letztlich die Ursache des Ausfalls ist. Und als Verkäufer haftet Amazon nur für Mängel, die beim Verkauf des Smartphones schon vorhanden waren, also nicht erst nachträglich entstanden sind. Dies folgt aus dem Grundsatz, dass der Verkäufer stets mangelfreie Ware zu liefern hat.

Versteckte Mängel

Manche Mängel sind aber nicht sofort erkennbar, obwohl sie bereits beim Kauf vorhanden sind. Das sind oft Produktionsfehler, etwa eine fehlerhafte Lötstelle, die zwar eine Zeitlang den Kontakt herstellt, aber bei Gebrauch des Geräts rasch zu Ausfällen der Elektronik führen. Dass ein Smartphone im normalen Gebrauch auch Erschütterungen ausgesetzt ist, muss es aushalten können. Stürze aus größerer Höhe auf einen harten Boden dagegen nicht. Letzteres stellt einen unsachgemäßen Gebrauch dar.

Die Unsicherheit der konkreten Ursache eines Defekts würde nach den allgemeinen Regeln für die Beweislast stets zulasten des Endkunden gehen. Denn nach diesen Regeln muss stets derjenige eine Tatsache beweisen, der aus ihrem

Nachweis einen Vorteil hat. Also müsste der Käufer beweisen, dass es sich um einen versteckten Sachmangel gehandelt hat; im Fall des Smartphones von Olaf K.s Tochter also, dass an dem Display bereits vor dem Kauf etwas nicht in Ordnung war, dass zum Beispiel ein feiner innerer Bruch in den Displayschichten vorhanden war, der den späteren Ausfall verursacht hat.

**VOR
SICHT
KUNDE!**

Da solche Beweise in der Praxis aber kaum oder nur mit immensem Aufwand zu führen sind, liefe die Sachmangelgewährleistung für die Verbraucher faktisch ins Leere. Deshalb hat der europäische Gesetzgeber die Beweislast beim Gebrauchsgüterkauf für die ersten sechs Monate ab dem Kauf umgekehrt. Wie weit diese Umkehr geht und welche konkreten Folgen sie hat, hat der Europäische Gerichtshof (EuGH) in einem Urteil vom 4. Juni 2015 (C-497/13) klargestellt. Demnach muss der Käufer weder den Grund für die Mangelhaftigkeit noch den Umstand beweisen, dass sie dem Verkäufer zuzurechnen ist. Weiterhin ist laut EuGH davon auszugehen, dass ein erwiesenermaßen erst nach Erhalt der Ware eingetretener akuter Mangel seine Ursache in einem bereits vorher vorhandenen latenten Mangel hat. Mit anderen Worten: Auch wenn die theoretische Möglichkeit besteht, dass das Smartphone durch unsachgemäßen Gebrauch zu Schaden gekommen ist, müsste Amazon dies beweisen und kann nicht bloße Zweifel zulasten des Kunden streuen.

Limitierte Komfortzone

Diese recht komfortable Lage ist für Kunden aber auf die ersten sechs Monate nach dem Kauf begrenzt. Danach gelten die allgemeinen Beweisregeln. Von dem Um-

stand, dass dies schier unmöglich ist, machen Händler nur allzu gern Gebrauch, wenn die verkaufte Ware Mängel erst nach Ablauf eines halben Jahres zeigen. Umgekehrt haben sie aber oft ein Problem zu akzeptieren, dass genau diese Unmöglichkeit in den ersten sechs Monaten zu ihren Lasten geht.

Da Olaf K. das Smartphone Ende Januar gekauft hatte, gelten die für ihn vorteilhaften Beweislastregeln der Sachmangelgewährleistung noch bis Ende Juli. Wir fragten deshalb am 25. Mai bei Amazon nach und wollten von dem Internet-Konzern wissen, wie man im Fall von Olaf K. zu solchen Aussagen gekommen sei und ob der Konzern die Rechtslage zur Beweislast bei unklaren Ausfallursachen nicht beachtet.

Bereits am folgenden Tag reagierte Amazon, indem man Olaf K. kontaktierte und ihm nun doch ein Ersatzgerät für das defekte Smartphone seiner Tochter in Aussicht stellte. Einen weiteren Tag später meldete sich Amazon auch bei uns und teilte mit, dass der Fall inzwischen gelöst sei. Weitere Fragen dazu wollte der Internet-Riese nicht beantworten – aus Datenschutzgründen, wie es hieß. Die von uns vorgelegte schriftliche Einwilligung von Olaf K., mit der er einer vollständigen Auskunftserteilung zugestimmt hatte, wollte man aufseiten von Amazon nicht beachten. Das sei zu unsicher, den Anforderungen des Datenschutzes genüge dies nicht.

Auch zu den allgemeinen Rechtsfragen wollte sich Amazon nicht näher äußern. Man beachte freilich stets die Rechtslage und sei darüber hinaus in vielen Fällen sehr kulant. Die Zufriedenheit der Kunden sei stets wichtiger. Dafür hätte es im Fall von Olaf K. völlig ausgereicht, wenn Amazon ohne vorherige Fisimatenten in den sauren Apfel des geltenden Verbraucherrechts gebissen hätte.

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

Mit einem Foto eines vermeintlichen Displaybruchs wollte Amazon Gewährleistung und Herstellergarantie entfallen lassen, obwohl das Smartphone äußerlich unbeschädigt war.

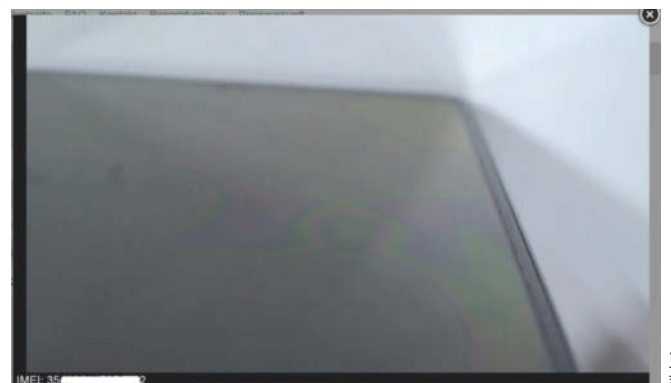
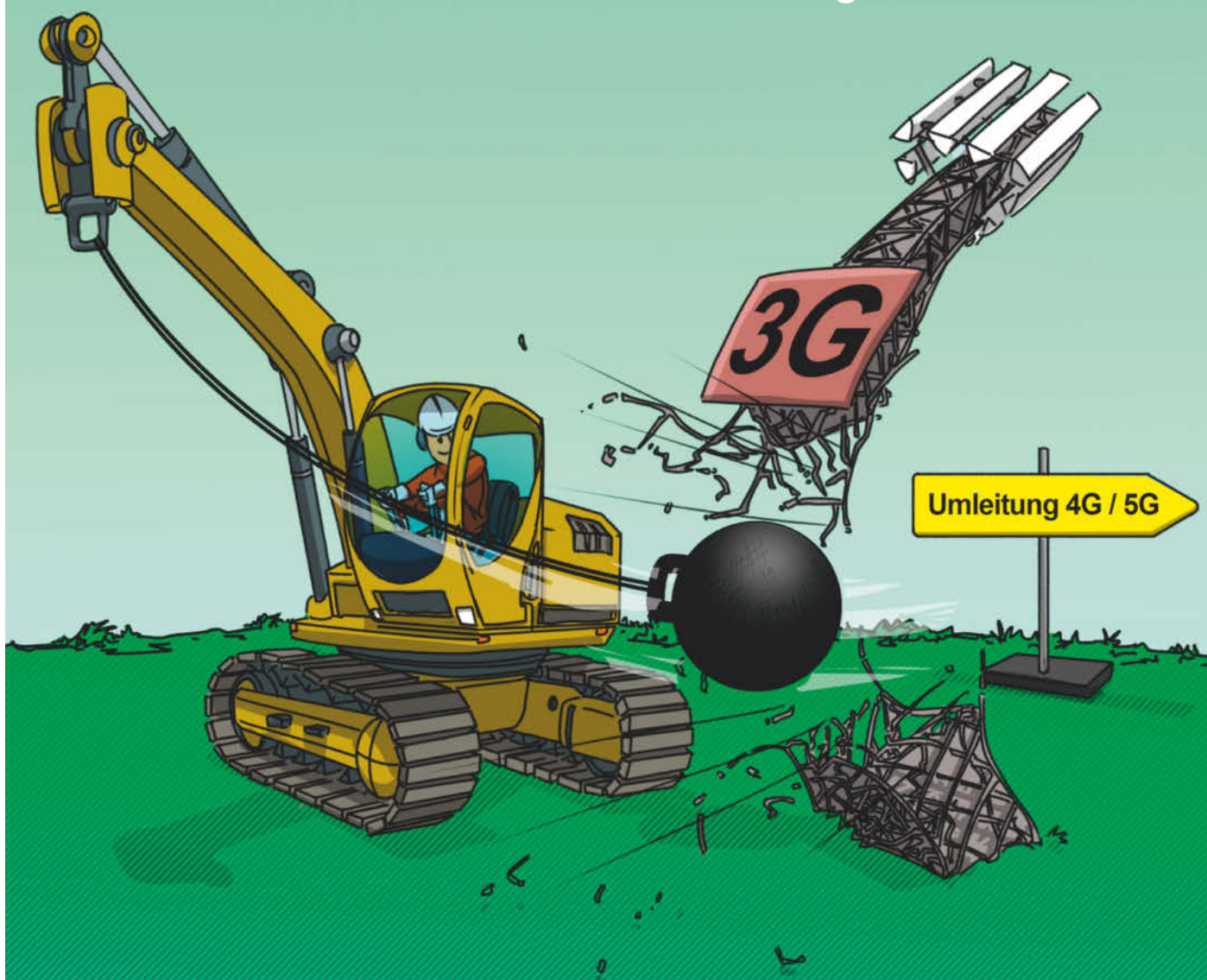


Bild: Amazon

Endgültiger Abriss

Das UMTS-Netz wird in Deutschland abgeschaltet



UMTS wird abgeschaltet	Seite 56
LTE-Smartphones der Mittelklasse	Seite 62
Günstige LTE-Smartphones	Seite 67
UMTS im Auto	Seite 68
Zahlen, Daten, Fakten zu UMTS	Seite 70

Nach 20 Jahren hat UMTS (3G) in Deutschland ausgedient. Die Basisstationen werden deaktiviert, die freiwerdenden Frequenzen für 4G und 5G wiederverwendet. Negative Konsequenzen hat das nur noch für wenige Nutzer.

Von Urs Mansmann

Das UMTS-Zeitalter in Deutschland startete im Jahr 2000 mit einem Paukenschlag: Fast 100 Milliarden D-Mark (rund 50,8 Milliarden Euro) spülte die Auktion der 2100-MHz-Frequenzen dem Finanzminister als außerplanmäßige Einnahme in die Kasse.

Diese finanzielle Bürde sollte das UMTS-Netz sein ganzes Leben lang belasten. Wegen der immens teuren Lizenzen fehlte den Netzbetreibern im Anschluss das Geld für den Ausbau der Mobilfunktechnik, das UMTS-Netz blieb zeitlebens lückenhaft. Die überhöhten Lizenzgebühren zahlen die Kunden mit den im internationalen Vergleich teuren Mobilfunktarifen noch heute ab.

Verglichen mit den aktuellen Kennzahlen war das UMTS-Netz zu Beginn noch richtig lahm. Damals galten mobile 384 kBit/s aber als schnell, selbst die damals gerade gestarteten DSL-Anschlüsse schafften nur 768 kBit/s. Vergleichsmaßstab war das 2G-Netz mit 56 kBit/s, ab 2006 mit EDGE und 200 kBit/s. Das Smartphone-Zeitalter startete behäbig: Das erste iPhone konnte noch nicht einmal 3G – die Telekom baute dafür ihr 2G-Netz flächendeckend von GPRS auf EDGE aus.

Allerdings wusste kurz nach der Jahrtausendwende zunächst niemand, was man mit einer so schnellen mobilen Datenverbindung anfangen sollte. Es begann die Suche nach der „Killerapplikation“, der nützlichen Anwendung, die die deutschen Kunden für UMTS begeistern sollte.

Heißer Kandidat war damals Videotelefonie, und so zeigten die Mobilfunkausrüster in ihren ersten Testinstallationen vor der Jahrtausendwende erst einmal Videoübertragungen aus fahrenden Kleinbussen. Allerdings bot die Telekom ihre

ISDN-Videotelefone fürs Festnetz schon zu dieser Zeit wie sauer Bier an und fand kaum interessierte Kunden, die rund 500 D-Mark für ein Telefon mit Kamera und Display hinlegen wollten. In Quizshows im Privatfernsehen wurden die klobigen Geräte werbewirksam an den Mann und die Frau gebracht.

Erst mit der Einführung von HSPA ab 2005 ließen sich im UMTS-Netz in Deutschland Datenraten von 3,5 MBit/s erzielen. In den folgenden Jahren stieg die mögliche Datenrate mit HSPA+ auf bis zu 42,2 MBit/s. Als allerdings 2010 die neue Mobilfunktechnik LTE auf den Markt kam, wurden die Karten neu gemischt. Das Interesse an Datenübertragungen wuchs nur langsam, der mobile Internetzugriff war so teuer, dass die geschäftliche Nutzung dominierte. Als ultimative Killerapplikation erwiesen sich dann letztend-

lich die Smartphones und ihre Apps, die ab 2010 den Gerätemarkt aufrollten und für einen Nachfrageboom sorgten.

Ab 2010 begannen die Netzbetreiber bereits mit dem Ausbau von LTE (4G) – und stoppten damit den Ausbau von UMTS (3G), lange bevor das Netz auch nur annähernd Flächendeckung erreichte. Das LTE-Netz bot deutlich mehr Durchsatz pro Megahertz Funkbandbreite, erwies sich als erheblich lastfester bei starker Nachfrage und ließ eine längere Lebensdauer der Investitionen erwarten. Wo bereits UMTS vorhanden war, nutzte man es weiter, bei Neuerschließungen kam aber vorzugsweise 4G zum Einsatz.

Teilerückbau

Die Frequenzzuweisungen der Bundesnetzagentur sind schon lange nicht mehr an eine bestimmte Mobilfunktechnologie gebunden. Wenn Frequenzen für 3G, 4G oder 5G versteigert wurden, obliegt es dem Netzbetreiber, wie er sie praktisch nutzen will. Und so werden beispielsweise einige der neuen 5G-Bänder über Dynamic Spectrum Sharing (DSS) nach jeweils aktuellem Bedarf für 4G und 5G genutzt.

Die ältere 3G-Technik beherrscht solche dynamischen Zuweisungen nicht. Telekom und Vodafone haben bereits vor Längerem auf die stark sinkende Nachfrage nach UMTS-Verbindungen reagiert und von den 20 Megahertz UMTS-Band bei 2100 MHz zuletzt bereits 15 Mega-

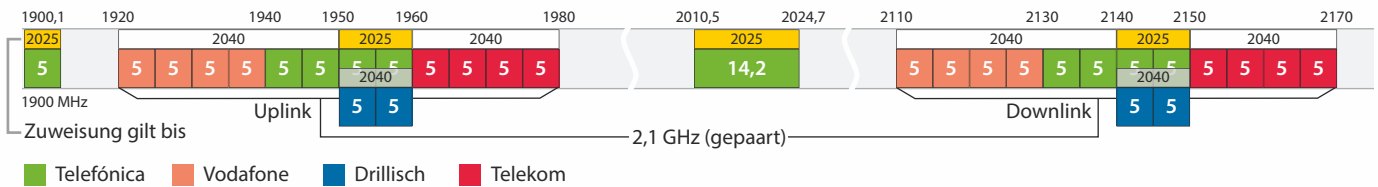
Das eigenwillig gestaltete Nokia 7600 war um 2005 eines der ersten UMTS-Handys auf dem Markt, beherrschte aber noch keine Videotelefonate.



Bild: Shritwod, OCO

UMTS-Frequenzzuweisungen

Das frühere UMTS-Band (Band 1) wird bereits jetzt größtenteils genutzt, um die Kapazitäten von 4G und 5G zu erweitern. Die Zuweisungen gelten noch bis 2025. Insgesamt stehen je 60 MHz in Sende- und Empfangsrichtung für FDD (Frequency Division Duplex, getrennte Sende- und Empfangsfrequenzen) zur Verfügung, zusätzlich sind 19,2 MHz für TDD (Time Division Duplex, gemeinsame Nutzung von Sende- und Empfangsfrequenz) vergeben.



hertz, also drei Viertel der Gesamtkapazität, dem 4G-Netz permanent zugeschlagen. Damit wurden UMTS-Verbindungen zwar ein wenig langsamer, insgesamt stieg die Kapazität des Mobilfunknetzes aber, denn 4G nutzt den Frequenzraum effizienter als 3G.

Schwenk zum Datennetz

GSM alias 2G, also das Netz zweiter Generation, löste Mitte der 90er-Jahre das analoge C-Netz ab und arbeitete erstmals rein digital. Es unterstützte zwar von vornherein die Übertragung von Daten, war aber auf Telefonie optimiert. Die Datenübertragung erfolgte, wie vom Festnetz gewohnt, zunächst in Telefoniekanälen (CSD, Circuit Switched Data). Erst 2001 wurde das 2G-Netz dann um den General Packet Radio Service (GPRS) erweitert, also ein Datennetz mit permanenter Verbindung. EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) machte es dann ab 2006 um rund den Faktor 4 schneller.

Auch UMTS war noch kein reines Datennetz. Die Netzwerkstruktur dahinter basierte noch nicht auf dem Internetprotokoll (IP), sondern auf ATM (Asynchronous Transfer Mode), einem Kommunikationsprotokoll. Schwerpunktmäßig war UMTS zunächst noch auf Telefonate ausgelegt. Erst der Umstieg auf 4G brachte den Wandel hin zu einem All-IP-Netz, bei dem die Telefonie nicht mehr integraler Bestandteil des Systems, sondern ein zusätzlicher, auf IP basierender Dienst war.

Funktechnisch brachte UMTS einen großen Fortschritt. Das 2G-Netz wies seinen Nutzern noch Zeitschlitz zu, es kam also das TDMA-Verfahren zum Einsatz, Time Division Multiple Access. UMTS brachte den Umstieg auf das leistungsfähigere CDMA-Verfahren, Code Division Multiple Access. Hier müssen die teilnehmenden Geräte nicht auf die Zuweisung

eines Zeitschlitzes warten, sondern können sofort und gleichzeitig mit anderen senden, ein komplexer Algorithmus sorgt dafür, dass die Gegenstelle die Datenströme zuordnen kann. Das erhöht den Durchsatz auf den in Anspruch genommenen Frequenzbändern und senkt die Latenzen.

Allerdings war UMTS nur ein erster Schritt hin zu modernen Netzen mit immer besserer Frequenzökonomie, immer geringerer Leistungsaufnahme und immer schnellerer Übertragung. Die Latenzen bei UMTS lagen zunächst immer noch auf dem Niveau von Analogmodems. Mit der Optimierung von Hard- und Software in Basisstationen und Mobilgeräten sanken die Verzögerungen, aber UMTS erreichte nach allen Optimierungen am Ende hinsichtlich Reaktionsgeschwindigkeit, Übertragungsrates und Frequenzökonomie immer noch schlechtere Werte, als LTE bereits mit der ersten Generation vorlegte.

Abschaltung

Die Telekom und Vodafone haben angekündigt, das UMTS-Netz Ende Juni abzuschalten, O2 will bis zum Jahresende nachziehen. Die Netzbetreiber haben die Abschaltung gut vorbereitet und die erforderlichen technischen Änderungen in den Basisstationen bereits vorgenommen. Am Tag X muss nur noch die Konfiguration der Basisstation verändert werden, um die letzten 5 Megahertz Funkspektrum, die noch für UMTS zum Einsatz kommen, künftig für 4G und 5G zu verwenden.

Die Abschaltung oder vielmehr die Umwidmung für 4G und 5G betrifft zigtausende Basisstationen. Die Antennen können weiterverwendet werden, denn deren Auslegung hängt von der verwendeten Frequenz ab, und auf einem großen Teil des ehemaligen UMTS-Spektrums läuft bereits 4G und 5G über genau diese Antennen. Der Frequenzbereich der

neuen Mobilfunktechnik wird um die letzten 5 Megahertz erweitert und das UMTS-Signal verschwindet – für immer.

Feldversuch

Sowohl die Telekom als auch Vodafone haben im Vorfeld der bundesweiten Abschaltung einen Feldversuch in einer kleineren Stadt vorgenommen. Der Testlauf zeigte, welche praktischen Probleme auftreten, wenn das UMTS-Netz wegfällt, und ließ eine Prognose zu, wie viele Kundenanfragen bei einer bundesweiten Abschaltung zu erwarten wären.

Pressesprecher Niels Hafenrichter von der Telekom schilderte auf Anfrage von c't die Erfahrungen beim Testlauf Mitte März 2021 im Großraum Koblenz-Limburg: „Die Ergebnisse sind vielversprechend und wir sind mit dem Verlauf der Netzmodernisierung sehr zufrieden. Die Umstellung hat zu keinem nennenswerten Anstieg von Nachfragen geführt.“

Vodafone startete ein Pilotprojekt in zwei Stufen. Zunächst probte der Betreiber bereits im vergangenen Jahr im thüringischen Suhl die UMTS-Abschaltung. Die Datenrate in den Netzen stieg laut Vodafone dadurch um 40 Prozent, das 2G-Netz konnte die zusätzliche Last der Telefonate problemlos schultern und zu Kundenanfragen kam es nur vereinzelt. Dann folgte ein größerer Test in Chemnitz, Mainz und Wiesbaden, mit genau dem gleichen Ergebnis: kaum Anfragen. Offensichtlich weine kaum jemand dem 3G-Netz eine Träne nach, konstatierte die Pressestelle auf Anfrage von c't.

Die Fragen von Mobilfunknutzern in den Pilotgebieten drehten sich in erster Linie um die Nutzung von Voice over LTE (VoLTE). Die allermeisten Kunden haben aber offenbar kein Problem mit der UMTS-Abschaltung – womöglich haben sie noch gar nicht bemerkt, dass das

UMTS-Netz plötzlich nicht mehr da ist. Wer ein 4G-fähiges Gerät hat und über VoLTE telefoniert, hat das UMTS-Netz ohnehin nicht mehr genutzt.

Netzausbau

In den deutschen Mobilfunknetzen sind 2G- und 4G-Netze mit Abstand am besten ausgebaut. Eine zusätzliche UMTS-Versorgung bestand bislang meist nur da, wo die Nachfrage besonders hoch ist, also beispielsweise in Ballungszentren, an Verkehrsknotenpunkten und an wichtigen Verkehrswegen – und selbst dort nur mit erheblichen Lücken.

Auch reichte die Leistung des 3G-Netzes nie wirklich an die des 4G-Netzes heran. Als vor rund zehn Jahren der Smartphone-Boom einsetzte, brachten die neuen Geräte die bestehenden UMTS-Zellen an die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit.

UMTS-Zellen waren darauf optimiert, einzelnen Nutzern große Datenmengen zu übermitteln, also beispielsweise einen

Video-Stream zu übertragen oder große Up- und Downloads bereitzustellen. Die tatsächliche Nutzung sah dann aber ganz anders aus, als am grünen Tisch geplant: Viele Apps übermittelten sehr häufig kleine Datenmengen. Die damit verbundene Signalisierung verursachte in den Prozessoren der Basisstationen eine Last, für die sie nicht ausgelegt waren. In der Folge mussten die Netzbetreiber nachbessern und die UMTS-Basisstationen mit zusätzlicher Prozessor-Power ausstatten, um den Betrieb sicherzustellen [1]. Aber auch danach ächzte das UMTS-Netz oft unter der Last und Anwender klagten über unzuverlässige Verbindungen per UMTS.

Dabei war die Abdeckung auch ohne UMTS schon kurz nach dem Start des LTE-Netzes sehr ordentlich: Im Vodafone- und Telekomnetz gilt schon seit vielen Jahren die Faustregel, dass es überall, wo es 3G gibt, auch 4G gibt. Anders sieht es im O2-Netz aus: Hier gibt es Versorgungsgebiete, die ausschließlich per 3G, aber noch nicht per 4G erschlossen sind. Mit

der Abschaltung von 3G wird man diese Gebiete aber bis zum Jahresende auch auf 4G umstellen.

Wer nutzt noch UMTS?

Lange Zeit wurden von den Netzbetreibern und Service Providern noch Tarife vermarktet, die maximal die Nutzung des 3G-Netzes zuließen. Nach und nach bekamen alle Kunden in solchen Tarifen Zugriff auf das 4G-Netz. Inzwischen ist die 4G-Nutzung in Deutschland Standard, auf 3G beschränkte Tarife gibt es nicht mehr.

Laut Angaben der Telekom läuft nur noch weniger als ein Prozent des gesamten Datenverkehrs über UMTS. Bei Vodafone sind es inzwischen rund 1,5 Prozent; laut Pressesprecher Helge Buchheister hatte der Wert vor einem Jahr noch bei 5 Prozent gelegen.

4G-fähige Smartphones verwenden stets die schnellste Verbindung, die sie finden können, und da schlägt 4G immer 3G. Allerdings gibt es eine Einstellung im Betriebssystem, mit der das Smartphone

CTMAG21 Jetzt anmelden und mit
Rabattcode 10 € sparen

powered by **reventix**®

CLOUD CONNECT

19. - 20. Oktober 2021

Die B2B-Konferenz für IT-Systemhäuser und
ITK-Verantwortliche. Von Profis für Profis.

Gigaset

A anynode[®]
The Software SBC

beroNet

mirage
www.mirage-systems.de

comTeam
Software für den Vertrieb

und viele mehr!

www.cloud-connect.digital

auf 2G und 3G oder ausschließlich 2G limitiert werden kann. Das kann sinnvoll sein, beispielsweise zu Testzwecken oder wenn es temporär Probleme bei der Nutzung von 4G oder 3G gibt.

Unter Android 11 ist die Einstellung unter Einstellungen, WLAN & Internet, SIM & Netzwerk, bevorzugter Netzwerktyp zu finden. Nutzer von iOS finden die Optionen zur Aktivierung von UMTS, LTE und Voice over LTE (VoLTE) unter Einstellungen, Datenoptionen, Sprache & Daten. Doch Obacht: Vergisst man, eine solche Einstellung zurückzunehmen, wird das Smartphone die schnelleren Netze fortan meiden.

Anhand dieser Einstellungen lässt sich auch schnell erkennen, welche Funktechnik Ihr Smartphone beherrscht. Erscheinen dort nur Optionen für 2G und 3G, kann Ihr Gerät kein 4G. Andersherum taucht bei 5G-fähigen Modellen zusätzlich die Einstellung für 5G auf.

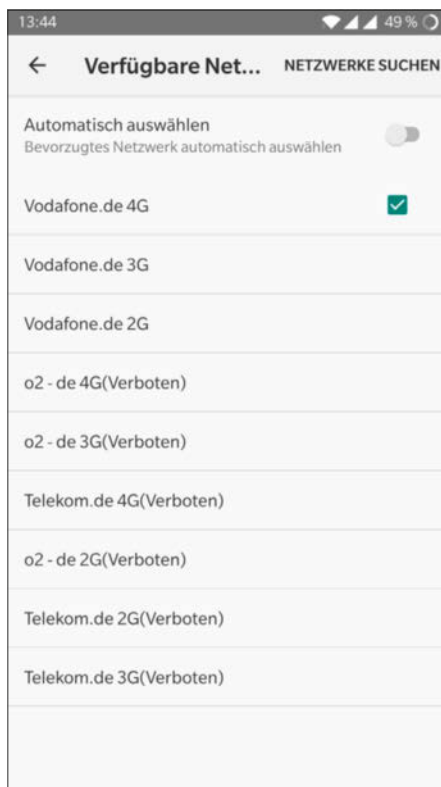
Wer nicht sicher ist, welche Netze an einem bestimmten Standort verfügbar sind, kann eine manuelle Netzsuche auslösen. Nach längerer Suche zeigt das Gerät dann alle Netzbetreiber und Netztechnologien an.

Ist das LTE-Netz im Menü Ihres Gerätes deaktiviert oder haben Sie ein altes Gerät, das noch kein LTE beherrscht, wird die Datenverbindung mit der Abschaltung von UMTS unbrauchbar langsam, denn die im 2G-Netz verfügbaren 200 kBit/s teilen sich unter allen Nutzern einer Funkzelle auf. Mit der Abschaltung von UMTS wird die ohnehin hohe Last dort womöglich noch einmal zunehmen.

Praktisch erzielbare Datenraten von oft nur wenigen Kilobit pro Sekunde werden von zahlreichen Apps, die ständig neue Informationen nachladen wollen, meist so stark ausgelastet, dass es zu Timeouts kommt oder sich die Apps gleich komplett offline wähnen.

Lediglich Nur-Telefonierer werden mit dem 2G-Netz glücklich werden. Wer ein konventionelles Handy ausschließlich zum Telefonieren nutzt, ist von der 3G-Abschaltung in keiner Weise betroffen, denn die Kapazität fürs Telefonieren reicht auch nach der Abschaltung von 3G aus und das 2G-Netz (GSM) ist bei allen Netzbetreibern das in der Fläche am besten ausgebaute Mobilfunknetz.

Kann Ihr Gerät nur UMTS und wollen Sie damit das Internet nutzen, kommen Sie an einer Neuanschaffung nicht vorbei. Auf Seite 62 stellen wir Ihnen günstige



Nach einer Netzsuche zeigen Android-Geräte alle empfangbaren Mobilfunknetze an.

LTE-Geräte vor, auf Seite 67 finden Sie Geräte der Mittelklasse.

Aufzüge und Autos

In Deutschland nutzen viele Geräte mit eingebettetem Mobilfunk (IoT, Internet of Things) noch das 2G-Netz, das auch deshalb noch viele Jahre lang weiterlaufen wird. Für den Austausch von kleinen Datenmengen beispielsweise von Bezahlterminals oder den Aufbau von Telefonverbindungen reicht das vollkommen aus. Die Aufzughersteller Kone und Bosch etwa sind vom UMTS-Aus nicht betroffen: Ihre Anlagen hängen an einem kabelgebundenen Internetanschluss oder nutzen andere Mobilfunksysteme, wie sie gegenüber c't bestätigen. Anders sieht es hingegen bei Autos aus: Hier haben einige Hersteller ihre Modelle bis vor wenigen Jahren noch mit 3G-Technik ausgestattet. Upgrades auf 4G oder gar 5G gibt es nicht, bestimmte Dienste werden deshalb eingestellt. Mehr dazu finden Sie auf Seite 68.

Zwar läuft die Zeit für die alten Netze ab, in verschiedenen Ländern fahren die Netzbetreiber aber ganz unterschiedliche Strategien. In der Schweiz nahmen die Netzbetreiber Swisscom und Salt ihre

2G-Netze außer Betrieb. Lediglich Mitbewerber Sunrise betreibt dort vorerst noch ein 2G-Netz weiter, dessen Ende im kommenden Jahr aber auch schon besiegelt ist. Einfache GSM-Handys, die für Preis ab 12 Euro verramscht werden, funktionieren in der Schweiz bald nicht mehr. Dafür bleibt 3G in der Schweiz bis auf Weiteres am Netz.

In Österreich hingegen laufen 2G- und 3G-Netze vorerst weiter. Die Abschaltung von UMTS erfolgt dort voraussichtlich erst 2023. In den USA ist 2G nur noch punktuell verfügbar, auch die meisten 3G-Netze werden bis Ende 2022 nach und nach abgeschaltet. Wer im Ausland unterwegs ist und dort Telefonie und mobiles Internet zuverlässig nutzen will, sollte am besten ein Gerät einsetzen, das 2G, 3G und 4G sowie VoLTE beherrscht.

Telefonie per VoLTE

2G- und 3G-Netze sind für viele LTE-Handys zum Telefonieren weiterhin notwendig. Insbesondere ältere Smartphones sind zwar für Datenverbindungen bereits LTE-fähig, beherrschen aber noch kein VoLTE (Voice over LTE), können also keine Mobilfunktelefonate im 4G-Netz führen.

Abgehende oder ankommende Rufe lösen bei einem solchen Gerät einen komplizierten Vorgang aus: Die Datenverbindung wird beendet und das Mobilgerät vom Netz dann ins 2G- oder 3G-Netz umrangiert. Dort läuft das Telefonat dann über 2G- oder 3G-Technik.

Am Ende des Telefonats läuft der anfängliche Film rückwärts: Nun wird das Mobilgerät wieder ins LTE-Netz eingebucht und die Datenverbindung wieder hergestellt. Der technische Begriff dafür lautet Circuit Switched Fallback (CSFB), Rückfall auf leitungsvermittelte Telefonie.

Die fehlende Datenverbindung während eines Telefonats kann durchaus lästig sein: Versucht man während des Gesprächs im Freisprechmodus, parallel Informationen aus dem Internet abzurufen, beispielsweise von einer Webseite oder vom Terminkalender in der Cloud, bekommt man keine Daten.

Die künftig fehlenden Telefonie-Kapazitäten im 3G-Netz werden praktisch kaum ins Gewicht fallen. Die Menge der konventionell vermittelten Gesprächsminuten dürfte eher zurückgehen, weil immer mehr neue Geräte auf dem Markt per VoLTE telefonieren und die Netzbetreiber diese Technik inzwischen für alle

Nutzer freigeschaltet haben. Das weiterhin insgesamt steigende Volumen an Gesprächsminuten landet daher wohl vor allem im LTE-Netz, das diese Last leicht schultern kann.

Wenn Ihr Gerät VoLTE beherrscht, sollten Sie dieses Feature unbedingt freischalten. Der anderenfalls nötige Netzwechsel vor jedem Telefonat kostet eine Menge Zeit. Darüber hinaus ist die Sprachqualität per VoLTE spürbar besser als per konventioneller Mobilfunktechnologie. Das liegt daran, dass bei Paketvermittlung neuere Codecs zum Einsatz kommen, die ein größeres Frequenzspektrum und damit eine bessere Sprachqualität ermöglichen. Im konventionellen Mobilfunknetz hingegen sind die Codecs in der Hardware der Basisstation verankert; da sowieso alles Richtung VoLTE und Vo5G (Voice over 5G) läuft, sind dort auch keine Investitionen in Modernisierungen mehr zu erwarten.

Vorsicht beim SIM-Tausch

Es sind auch noch zahlreiche SIM-Karten im Umlauf, die maximal UMTS beherrschen. Nach Angaben des Branchenverbandes VATM vom Ende vergangenen Jahres sind 34 Millionen Karten betroffen. Setzt man solche Karten in ein LTE-Gerät ein, gelingt es diesem nur, sich im 2G- oder 3G-Netz anzumelden. Die Netzbetreiber wissen, welche ihrer Kunden noch eine solche alte Karte haben und schreiben diese derzeit zumindest teilweise an, damit sie ihre Karte gegen eine 4G-fähige tauschen.

Dieses Angebot sollte man aber unter bestimmten Umständen ausschlagen: Altgeräte, die vor 15 Jahren oder mehr auf den Markt kamen, arbeiten noch mit einer Betriebsspannung von 5 Volt für die SIM-Karte. Das betrifft ältere, unverwüsthliche Handymodelle wie das Siemens S10, aber auch fest eingebaute Auto-telefone, für die Ersatz praktisch nicht zu bekommen ist.

Neuere SIM-Karten laufen aber nur noch mit 3 oder 1,8 Volt. Zwar kann man die neueren Karten in einem Altgerät nicht rösten, weil sie so konstruiert sind, dass sie auch in einem Gerät mit zu hoher Betriebsspannung keinen Schaden nehmen, aber sie verweigern in alten Geräten ihren Dienst.

SIM-Karten mit 5 Volt Betriebsspannung werden schon lange nicht mehr hergestellt. Hat man die Karte erst einmal getauscht und ist die alte Karte beim Netzbetreiber aus dem System ausgebucht, muss man anschließend auch ein neues Gerät besorgen. Hat man noch ein altes Schätzchen mit 5-Volt-SIM, lässt man diese am besten im Gerät und fasst sie nicht mehr an, damit ihr ja nichts zustoßen möge. Da die Geräte ohnehin kein LTE beherrschen, würde die neue SIM auch keinen Vorteil bringen.

Fazit

Von der UMTS-Abschaltung sind nur wenige Nutzer mit alten Geräten oder SIM-Karten betroffen. Wer bereits LTE nutzt, darf sich über einen weiteren Geschwindigkeitszuwachs durch die künftig für LTE genutzten UMTS-Frequenzen freuen.

Funktioniert der LTE-Zugang nach der Abschaltung nicht korrekt, sollten Sie die Netzwerkeinstellungen prüfen und beim Provider nachfragen, ob Ihre SIM-Karte schon LTE-fähig ist. Wenn Sie noch ein altes UMTS-Gerät haben, ist jetzt der richtige Zeitpunkt, umzusteigen. Wenn Sie Ihr Handy nur zum Telefonieren verwenden und damit nicht ins Internet gehen, können Sie sich das sparen – in diesem Falle ändert sich nichts für Sie. (uma@ct.de) 

Literatur

- [1] Urs Mansmann, Mehr Tempo fürs Smartphone, Wie Mobilfunkbetreiber ihre Netze ausbauen, c't 18/2013, S. 84

Es gibt 10 Arten von Menschen.

iX-Leser und die anderen.



Jetzt Mini-Abo testen:

3 Hefte + Bluetooth-Tastatur
nur 16,50 €

www.iX.de/testen



www.iX.de/testen



leserservice@heise.de



49 (0)541 800 09 120



Flotte Funker

Sechs Android-Smartphones bis zu 250 Euro mit LTE oder 5G

Die Abschaltung des 3G-Netzes ist ein perfekter Anlass, vom einfachen Handy auf ein modernes Smartphone umzusteigen. Der Wechsel muss nicht teuer sein, schon zwischen 180 und 250 Euro gibt es gute Geräte.

Von Robin Brand und Steffen Herget

Für ein brauchbares Smartphone müssen mittlerweile keine Unsummen mehr über die Ladentheke wandern. Wir haben sechs Geräte bis 250 Euro getestet: das Galaxy M12 von Marktführer Samsung, das Motorola Moto G30, das Poco X3 Pro und das Redmi Note 5G aus dem Xiaomi-Universum, das Oppo A74 und das Realme 8 5G. Die Preise beginnen bei 180 Euro für das M12 und enden bei 250 Euro für die Geräte von Oppo, Poco und Redmi.

Eines gleich vorneweg: Klein und kompakt ist keins der sechs Smartphones, erst recht nicht im Vergleich mit einem nicht smarten Tastenhandy. Durch die

Rückseiten aus Kunststoff sind die Smartphones zudem recht rutschig, einzig das Samsung-Handy ist mit einer feinen Struktur überzogen, die es besser in der Hand liegen lässt. Passende Schutzhüllen legen die Hersteller ebenso in den Karton wie Kabel und Ladegeräte – letzteres ist in den teureren Preisklassen nicht mehr selbstverständlich.

Mit einer Diagonale von 6,4 Zoll hat das Oppo A74 den kleinsten Bildschirm dieses Vergleichs, den größten mit knapp 6,7 Zoll das X3 Pro von Xiaomi-Tochtermarke Poco. Die Auflösung der Bildschirme beträgt bei Poco, Realme, Redmi und Oppo 2400×1080 Pixel, also gestrecktes

Full HD. Samsung und Motorola lassen es bei 1600 × 720 Bildpunkten bewenden, und das sieht man auch: Vor allem kleine Schriften sind weniger scharf und schlechter zu lesen. Ausgerechnet diese zwei Bildschirme sind zudem die dunkelsten im Vergleich, weniger als 400 cd/m² sind in heller Umgebung ziemlich blass. Das mit Abstand hellste Display besitzt das Oppo A74; der Bildschirm gefällt zudem mit satten Farben. Auch das Realme 8 5G überzeugt mit einem sehr ansehnlichen, hellen Display.

Überraschend viele der Testkandidaten beherrschen eine Bildwiederholfrequenz von 90 Hz oder mehr, wodurch Scrollen und Spiele wesentlich angenehmer wirken als mit den sonst eher in dieser Preisklasse üblichen 60 Hz. Ein OLED-Display, das besonders strahlende Farben und scharfe Kontraste liefert, besitzt nur das Oppo A74. Die Nachteile der LCD-Panels sind vor allem beim Galaxy M12 und dem Moto G30 zu sehen: Beide Bildschirme wirken eher blass und sind stark blickwinkelabhängig – von der Seite betrachtet ist das Bild viel dunkler und die Farben sind schwächer. Nur bei frontaler Betrachtung sind auch diese beiden Displays weitgehend problemlos nutzbar.

Von Schnecke bis Rakete

Besonders groß ist die Bandbreite bei der Performance der sechs Smartphones. Dass man in dieser Preisklasse keine High-End-Chipsätze mit Rekordwerten in Benchmarktests erwarten darf, ist logisch, es gibt jedoch einen klaren Ausreißer nach oben: Das Poco X3 Pro mit seinem Snapdragon 860 zieht nicht nur bei den Tests unter Laborbedingungen der Konkurrenz geschmeidig davon, sondern ist auch in der alltäglichen Benutzung merklich flotter unterwegs. Wir haben das Modell mit 6 GByte RAM getestet, für

50 Euro mehr gibt es das X3 Pro sogar mit 8 GByte Arbeitsspeicher. Damit muss es sich auch vor Smartphones nicht verstecken, die mehr als das Doppelte kosten. Auch das Realme 8 Pro 5G besitzt 6 GByte RAM, der Prozessor vom Typ MediaTek Dimensity 700 treibt das Smartphone flott an. Im Redmi Note 10 5G steckt der gleiche Chip, allerdings nur mit 4 GByte Arbeitsspeicher. In den Benchmarks macht das kaum einen Unterschied, in der Praxis vor allem bei mehreren parallel laufenden Apps ist das Realme etwas schneller unterwegs.

Die Kluft zu den mit schwächeren Prozessoren ausgestatteten Smartphones von Oppo, Motorola und Samsung ist deutlich. Am lahmsten rechnet das Galaxy M12, kaum schneller die anderen beiden. Für Spiele sind die drei Smartphones nicht geeignet, viele Apps brauchen zudem lange zum Starten. Redmi und Samsung bieten ihre Geräte mit 64 oder 128 GByte Speicherplatz an, die große Version kostet jeweils 20 Euro mehr. Das Geld sollte man unbedingt investieren, denn 64 GByte wie in unserem Testexemplar des M12 sind unteres Minimum. Alle anderen haben zumindest 128 GByte an Bord, bei Poco sind gegen Aufpreis auch 256 GByte Speicherplatz möglich.

Die Smartphones funken alle im LTE-Netz – und zwei sogar via 5G: Realme und Redmi profitieren vom in den MediaTek-Chipsatz integrierten 5G-Modem. Der Snapdragon-Prozessor des Poco X3 Pro ließe sich prinzipiell zwar mit einem 5G-Modem kombinieren, die Kundschaft muss darauf jedoch verzichten. In dieser Preisklasse ist 5G derzeit noch eher Zugabe als Pflichtprogramm, in Sachen Zukunftssicherheit aber trotzdem löblich. Alle sechs Smartphones unterstützen Dual-SIM, eine virtuelle eSIM jedoch nicht.

Beim Blick auf die Kapazitäten der durch die Bank fest verbauten Akkus herrscht erfreuliche Einigkeit: Fünf der sechs Smartphones sind mit 5000 mAh starken Energiespendern ausgestattet, der im Poco X3 Pro mit 5160 mAh. Geladen wird überall über Kabel und USB-C, drahtlose Aufladung hat kein Hersteller implementiert.

Viel Power, wenig Puste

Kurios: Das X3 Pro mit dem nominell dicksten Akku lässt in allen Tests als Erstes die Flügel hängen und bietet die kürzesten Laufzeiten mit einer Aufladung. Egal ob Videos, Spiele oder YouTube, das Poco-Smartphone ist stets mindestens zwei Stunden früher leer als die anderen fünf. Zwar gelingt dank 33-Watt-Ladegerät das Aufladen ebenfalls am schnellsten, etwas mehr Ausdauer hatten wir aber schon erwartet. Die Laufzeit ist ein Tribut an den starken, aber leistungshungrigen Prozessor. Besonders ausdauernd waren im Test das Oppo A74 und das Samsung Galaxy M12, aber auch die Modelle von Motorola, Redmi und Realme hielten ordentlich durch und mussten in der Regel erst nach dem zweiten Tag ans Ladegerät.

Die Smartphones haben drei oder vier Kameras auf der Rückseite. Wirklich brauchbar sind jedoch jeweils nur eine oder zwei, denn bei den zusätzlichen Linsen handelt es sich um 2-Megapixel-Kameras, die für Tiefeninformationen, als Makro- oder Monochromobjektiv dienen. Die Hauptkameras haben hochauflösende Sensoren mit 48 Megapixel, die des G30 hat sogar 64 Megapixel. Das Poco X3 Pro schießt bei guten und mittleren Lichtbedingungen die besten Fotos, auch das G30 schneidet besser ab als die Konkurrenz. Bei wenig Licht unter 20 Lux nimmt durch die Bank die Bildqualität stark ab, auch der Nachtmodus kann da

Laufzeiten & Benchmarks

Modell	Geekbench 5 Single-Core [Punkte]	Geekbench 5 Multi-Core [Punkte]	3DMark Wild Life [Punkte]	YouTube-Stream (normale Helligkeit) ¹ [h]	Video lokal 720p / 60 Hertz (norm. Helligkeit) ¹ [h]	Video lokal 4K / 120 Hertz (norm. Helligkeit) ¹ [h]	3D-Spiel (normale Helligkeit) ¹ [h]	Laden 50 % / 100 % [min]
	besser ➤	besser ➤	besser ➤	besser ➤	besser ➤	besser ➤	besser ➤	◀ besser
Motorola Moto G30	308	1274	371	16,5	14,5	~ ³	11	46/141
Oppo A74	311	1344	384	19,8	18,8	11,1	15,1	29/78
Poco X3	728	1989	3483	13,1	12,4	10	8,1	25/60
Redmi Note 10 5G	550	1692	~ ²	15,3	15,3	~ ³	13,2	59/138
Realme 8 5G	575	1788	1103	16,3	15,6	5,5	14	47/123
Samsung Galaxy M12	178	1040	428	17,7	17,4	~ ³	13,4	65/141

¹ Laufzeittest bei 200 cd/m²

² Benchmark stürzt ab

³ Video überfordert Hardware



Motorola Moto G30

Umstieg leicht gemacht: Wer von einem älteren Handy auf das Motorola G30 wechselt, wird sich mit Blick auf das grobkörnige 720p-Display gleich heimisch fühlen. Doch nicht nur wegen seiner geringen Auflösung ist das Moto-Display keine Augenweide. Mit einer maximalen Helligkeit von weniger als 400 cd/m² ist es das leuchtschwächste unter den sechs Testkandidaten. Da es darüber hinaus extrem blickwinkelabhängig ist, erkennt man in sonniger Umgebung nur etwas, wenn man senkrecht auf das Display schaut. Da passt es ins Bild, dass das Display von altbackenen großen Balken umrandet ist.

Die Rechenleistung des G30 ist am unteren Ende des Felds angesiedelt, die Laufzeiten sind ordentlich. Die Kamera zeigt vergleichsweise viele Details und die dunklen Bereiche saufen nicht so schnell ab wie bei der Konkurrenz. Der Ultraweitwinkel ist noch der beste (von drei schlechten). Fans von Stock-Android kommen mit der Bedienoberfläche des G30 auf ihre Kosten. Motorola belässt Android 11 nahe am Original und erweitert es nur um einige nützliche Funktionen wie die Moto Actions. Das Moto G30 ist mit knapp 200 Gramm kein Leichtgewicht, aber auch nicht das schwerste Smartphone im Vergleich. Neben Oppo kann nur noch Motorola für das G30 eine IP-Zertifizierung für den Schutz gegen Staub und Tropfwasser nachweisen.

↑ sauberes Android
 ↓ langsam
 ↓ mieses Display
 Preis: 190 Euro



Oppo A74

Das Oppo A74 sticht im Vergleich gleich in mehrfacher Hinsicht heraus: Es kommt mit dem kleinsten Display und übersetzt diesen Vorteil in das handlichste Format. Im Testfeld überzeugt das einzige OLED-Display im Vergleich mit der höchsten Helligkeit. Vor allem in der prallen Sonne ist das nicht nur messbar, sondern eindeutig sichtbar. Inhalte auf dem Oppo-Display sind dann deutlich angenehmer abzu- lesen.

Auch hinsichtlich der Akkulaufzeit setzt das Oppo-Smartphone den Superlativ: Es erreicht durch die Bank Werte auf Oberklasse-Niveau. In unseren Benchmarks distanziert das A74 beispielsweise das Poco in fast jeder Disziplin um mindestens sechs Stunden. Allerdings gehört es zu den gemächlichsten Smartphones des Testfelds, der Benchmark 3DMark Wildlife attestiert dem Poco die zehnfach bessere Grafikwertung. In der Praxis ist das bei aufwendigen Anwendungen schon jetzt zu spüren – und für die Zukunft hat das Oppo kaum Leistungsreserven. Wer auch mal mit dem Smartphone bezahlen möchte, muss sich woanders umsehen: Das A74 kommt ohne NFC. Oppos Android-Oberfläche namens ColorOS ist, anders als etwa die schlanke Software bei Motorola, optisch recht verspielt. Länger als zwei Jahre Android-Updates sind beim A74 – wie bei der Konkurrenz – nicht zu erwarten.

↑ top Laufzeiten
 ↑ gutes OLED-Display
 ↓ kein NFC
 Preis: 250 Euro



Poco X3 Pro

Das Poco X3 Pro hat den stärksten Prozessor im Vergleich, und das merkt man auch. Nicht nur in den Benchmarks hängt das Smartphone die Konkurrenz ab, auch in der alltäglichen Benutzung läuft es schneller, leistet sich kaum einmal Ladepausen oder nervige Aussetzer und ist auch mit mehreren parallel laufenden Apps jederzeit flott unterwegs. Für diese Preisklasse ist die Performance außergewöhnlich. Das große Display unterstützt mit besonders flüssigem Scrollen dank 120 Hz diesen Eindruck. Bei der Helligkeit liegt es im guten Mittelfeld; scheint die Sonne besonders hell darauf, dürfte der Bildschirm aber ruhig noch ein weniger heller strahlen.

Auf dem Papier hat das Poco X3 Pro den stärksten Akku im Vergleich, aber auch nur da. Die gemessenen Laufzeiten liegen in allen Tests unter denen der fünf anderen Smartphones, beim X3 Pro geht je nach Test mindestens zwei Stunden früher das Licht aus. Dafür lädt das beiliegende Netzteil besonders schnell: In genau einer Stunde ist der Akku wieder voll. Poco stattet die eigene Android-Variante zudem mit vielen vorinstallierten Anwendungen aus, acht Spiele und zahlreiche Social-Media- und Shopping-Apps befinden sich auf dem X3 Pro. Immerhin lassen sich die meisten dieser Apps deinstallieren.

↑ schneller Prozessor
 ↑ 120-Hertz-Display
 ↓ schwache Akkulaufzeit
 Preis: 250 Euro bis 300 Euro



Realme 8 5G

Das Realme 8 5G bringt ein wenig Oberklasse-Feeling in die Einstiegsklasse. Auf den ersten Blick könnte es sich bei der blau schimmernden Plastikrückseite auch um eine aus Glas handeln. Das flache Gehäuse liegt gut in der Hand und das 6,5-Zoll-Display ist von nur schmalen Balken umrandet. Das Panel leuchtet nur ein wenig heller als die meisten Konkurrenten im Testfeld, in der Praxis war der Unterschied aber relevant, wenn wir die Smartphones in der Sonne bedienen. Ungewöhnlich in dieser Preisklasse ist die Bildwiederholrate von maximal 90 Hertz. Das sorgt für schön flüssige Scrollbewegungen. Um den Akku zu schonen, lassen sich auch 60 Hertz wählen.

Realme verwendet für das 8 5G MediaTeks Dimensity 700. Dank 5G-Modem funkt es zukunftssicher. Die Rechenpower des Dimensity 700 ist im Vergleich im unteren Mittelfeld anzusiedeln, für Telefonie und die Verwendung von Messenger- und News-Apps vollkommen ausreichend. Von dem ausladenden Kamera-Areal sollte man sich nicht blenden lassen, brauchbar ist einzig die Hauptkamera.

Realme bietet das Smartphone auch ohne den Zusatz 5G für 50 Euro weniger an, doch aufgepasst: Dieses Modell hat weniger Speicher, einen schwächeren Prozessor und andere Kameras.

- 📶 5G-fähig
- 📺 90-Hertz-Display
- 📷 schlechte Kameras

Preis: 250 Euro



Redmi Note 10 5G

Nach außen sollen Redmi Note 10 5G und Poco X3 einen eigenständigen Eindruck erwecken. Ein Xiaomi-Branding sucht man vergeblich. Doch einmal eingeschaltet, wird die gemeinsame Herkunft der beiden Smartphones offensichtlich. Beide kommen mit allerlei vorinstallierten Social-Media-Apps, Spielen und Apps des Xiaomi-Universums. Zwischen Poco und Note 10 sind die Rollen klar verteilt: Wer 5G möchte, greift zum Redmi, Leistung satt bietet das Poco.

Deutlich kniffliger ist die Entscheidung zwischen Redmi Note 10 und Realme 8 5G. Anhand der Positionierung von Selfiecam, Kopfhörerbuchse und Layout der rückwärtigen Kamerainsel fällt die Unterscheidung optisch zwar noch einigermaßen einfach. Im Innern allerdings gleichen sich die Smartphones wie ein Ei dem anderen. Einzig die 2 GByte RAM mehr des Realme sind ein Unterscheidungsmerkmal in Sachen Ausstattung, vielleicht der Grund, warum das Realme unser 4K-Testvideo abspielte, das Redmi aber nicht.

Das Redmi Note 10 5G sticht optisch aus dem Vergleich heraus: Die Rückseite ist matt, nicht glänzend. Das sieht hochwertiger aus, ist jedoch kaum weniger rutschig. Die mitgelieferte durchsichtige Schutzhülle schafft Abhilfe. Mit vier Farben gibt es bei Redmi die meiste Auswahl.

- 📶 5G-fähig
- 📺 90-Hertz-Display
- 📷 viel Bloatware

Preis: 230 Euro bis 250 Euro



Samsung Galaxy M12

Das Kunststoffgehäuse des Galaxy M12 schimmert zwar nicht so auffällig wie einige andere Smartphones in diesem Vergleich, wirkt jedoch stabil und ist durch die feine Struktur an der Rückseite auch viel weniger rutschig als die Konkurrenten. Mit deutlich über 200 Gramm ist es jedoch auch ziemlich schwer.

Das Galaxy M12 besitzt als einziges Modell im Vergleich keinen Prozessor von Qualcomm oder MediaTek. Es wird von einem Exynos-850-Prozessor angetrieben, den Samsung selbst entwickelt. Der Achtkerner ist zwar alles andere als schnell, aber vergleichsweise stromsparend: Das Galaxy M12 schafft in allen Tests lange Laufzeiten. In der Praxis fällt zudem der geringe Akkuverbrauch im Standby auf – wer sein Smartphone sparsam nutzt, schafft einige Tage ohne Aufladen. Dabei macht es kaum einen Unterschied, ob die Bildwiederholrate auf 60 Hz oder die adaptive Rate von bis 90 Hz eingestellt ist. Das große Display dürfte etwas schärfer sein, es erreicht keine Full-HD-Auflösung. Zudem ist der Bildschirm stark blickwinkelabhängig, von der Seite betrachtet erscheint das Bild wesentlich dunkler und farbärmer als frontal. Der Speicher ist mit 64 GByte arg knapp bemessen und auf lange Sicht nicht ratsam. Die 128-GByte-Variante für 20 Euro mehr ist die bessere Wahl.

- 📶 lange Akkulaufzeit
- 📶 wenig Speicherplatz
- 📷 nur 720p-Auflösung

Preis: 180 bis 200 Euro

kaum noch etwas retten – Samsung lässt ihn gleich ganz weg.

Die Ultraweitwinkelkameras von Motorola, Poco und Samsung fallen qualitativ stark ab. Schon bei gutem Licht sind auf den Fotos kaum noch Strukturen und Details zu erkennen. 4K-Videos können die günstigen Smartphones allesamt nicht filmen. Die Frontkameras reichen für gelegentliche Selfies oder Videotelefonate problemlos aus, bieten insgesamt jedoch nur Standardkost.

Die Software aller Geräte ist mit Android 11 auf dem aktuellen Stand. Zu Redaktionsschluss haben Oppo, Poco und Redmi die Sicherheitspatches für April ausgeliefert, der Rest hängt noch auf März. Die besten Aussichten auf lange Updateversorgung durch den Hersteller bietet das Galaxy M12. Die Oberfläche von Motorola ist nahe am Original-Android und hinterlässt, ähnlich wie Samsungs OneUI, einen aufgeräumten und erwach-

senen Eindruck. Eher bunt und etwas verspielt erscheint die Software von Oppo und Realme. Die Xiaomi-Tochtermarken Poco und Redmi verwenden die Android-Spielart MiUI, welche das System einerseits optisch stark anpasst, und andererseits mit vielen vorinstallierten Spielen, Social-Media- und Shopping-Apps vollgestopft. Anders als noch vor einigen Jahren lassen sich immerhin viele Anwendungen deinstallieren, die System-Apps von Xiaomi weigern sich jedoch hartnäckig.

Eine der wenigen wirklich praktischen System-Apps von Xiaomi ist die virtuelle Fernbedienung, denn das X3 Pro und das Note 10 5G lassen sich dank integriertem Infrarot-Modul zur Steuerung von Fernsehern, Receivern und anderen Gerätschaften verwenden. Eine unschöne Überraschung in Sachen Ausstattung ist bei Oppo zu finden: Das A74 ist das einzige Smartphone im Vergleich, das keinen NFC-Chip mitbringt. Damit taugt

es unter anderem nicht zum mobilen Bezahlen.

Fazit

Die sechs Smartphones bieten allesamt ordentliche Grundfunktionen für kleines Geld. Besonders schöne Displays haben die Smartphones von Oppo und Realme. Das Oppo A74 ist zudem der Langläufer im Test, sein Akku hielt am längsten durch. Wer von einem 3G-Handy direkt zwei Schritte auf einmal machen möchte, greift zu den 5G-fähigen Modellen von Redmi oder Realme. Das Poco X3 Pro hat den mit Abstand stärksten Prozessor und ist gegen 50 Euro Aufpreis mit dem größten Speicher erhältlich. Für Sparfüchse bietet sich das Moto G30 an. Das Galaxy M12 fällt durch den knapp bemessenen internen Speicher und den lahmen Prozessor ab. Viel mehr Möglichkeiten als Einfach-Handys und Feature-Phones bieten sie alle. (sht@ct.de) **ct**

Android-Smartphones um 200 Euro

Modell	Motorola Moto G30	Oppo A74	Poco X3 Pro	Redmi Note 10 5G	Realme 8 5G	Samsung Galaxy M12
Betriebssystem / Security Level	Android 11 / März 2021	Android 11 / April 2021	Android 11 / April 2021	Android 11 / April 2021	Android 11 / März 2021	Android 11 / März 2021
Ausstattung						
Prozessor / Kerne × Takt / GPU	Qualcomm Snapdragon 662 / 4 × 2 GHz, 4 × 1,8 GHz / Adreno 610	Qualcomm Snapdragon 662 / 4 × 2 GHz, 4 × 1,8 GHz / Adreno 610	Qualcomm Snapdragon 860 / 1 × 3 GHz, 3 × 2,4 GHz, 4 × 1,8 GHz / Adreno 640	MediaTek Dimensity 700 / 2 × 2,2 GHz, 6 × 2 GHz / Mali-G57 MC2	MediaTek Dimensity 700 / 2 × 2,2 GHz, 6 × 2 GHz / Mali-G57 MC2	Samsung Exynos 850 / 8 × 2 GHz / Mali-G52
RAM / Flash-Speicher / Kartenslot	4 GByte / 128 GByte (104 GByte) / ✓ (MicroSD)	8 GByte / 128 GByte (108 GByte) / ✓ (MicroSD)	6 GByte / 128 GByte (105 GByte) / ✓ (MicroSD)	4 GByte / 128 GByte (105 GByte) / ✓ (MicroSD)	6 GByte / 128 GByte (107 GByte) / ✓ (MicroSD)	4 GByte / 64 GByte (48 GByte) / ✓ (MicroSD)
5G (Band 1 / 28 / 77 / 78 / 260 / 261)	–	–	–	✓ (✓ / ✓ / ✓ / ✓ / – / –)	✓ (✓ / ✓ / ✓ / ✓ / – / –)	–
LTE (Band 1 / 3 / 7 / 8 / 20 / 28 / 32) / SIMs / SAR-Wert ²	✓ (✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / –) / 2 × Nano-SIM / 0,71 W/kg	✓ (✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / –) / 2 × Nano-SIM (SD separat) / 0,72 W/kg	✓ (✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / –) / 2 × Nano-SIM / 0,573 W/kg	✓ (✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / –) / 2 × Nano-SIM / k.A.	✓ (✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / –) / 2 × Nano-SIM (SD separat) / k.A.	✓ (✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / –) / 2 × Nano-SIM (SD separat) / 0,539 W/kg
WLAN (Antennen) ¹ / Bluetooth / NFC / Kompass / Standortbestimmung	Wi-Fi 5 (2) / 5.0 / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Galileo	Wi-Fi 5 (2) / 5.0 / – / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo	Wi-Fi 5 (2) / 5.0 / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo	Wi-Fi 5 (2) / 5.1 / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo	Wi-Fi 5 (2) / 5.1 / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo	Wi-Fi 4 (2) / 5.0 / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo
USB-Anschluss / Kopfhöreranschluss	USB-C 2.0, OTG, kein DP / ✓	USB-C 2.0, OTG, kein DP / ✓	USB-C 2.0, OTG, kein DP / ✓	USB-C 2.0, OTG, kein DP / ✓	USB-C 2.0, OTG, kein DP / ✓	USB-C 2.0, OTG, kein DP / ✓
Akku / Drahtlosladen	5000 mAh / –	5000 mAh / –	5160 mAh / –	5000 mAh / –	5000 mAh / –	5000 mAh / –
Abmessungen / Gewicht / Schutzklasse	16,5 cm × 7,6 cm × 1,06 cm / 197 g / ✓ (IP52)	16 cm × 7,4 cm × 1 cm / 175 g / ✓ (IPX4)	16,5 cm × 7,7 cm × 1,16 cm / 215 g / –	16,2 cm × 7,5 cm × 1,05 cm / 190 g / –	16,3 cm × 7,5 cm × 1,05 cm / 185 g / –	16,4 cm × 7,6 cm × 1,03 cm / 221 g / –
Display						
Größe / Technik	6,5 Zoll / LCD	6,4 Zoll / OLED	6,7 Zoll / LCD	6,5 Zoll / LCD	6,5 Zoll / LCD	6,5 Zoll / LCD
Auflösung (Punktdichte) / Helligkeitsregelbereich	1600 × 720 Pixel (269 dpi) / 2,8 ... 353 cd/m ²	2400 × 1080 Pixel (409 dpi) / 1,58 ... 642 cd/m ²	2400 × 1080 Pixel (396 dpi) / 2,21 ... 455 cd/m ²	2400 × 1080 Pixel (406 dpi) / 2,09 ... 444 cd/m ²	2400 × 1080 Pixel (406 dpi) / 2,34 ... 496 cd/m ²	1600 × 720 Pixel (269 dpi) / 3,98 ... 387 cd/m ²
Kamera						
Hauptkamera Auflösung / Blende / OIS	64,2 MP (9248 × 6944) / f/1,7 / –	48 MP (8000 × 6000) / f/1,7 / –	48 MP (8000 × 6000) / f/1,79 / –	48 MP (8000 × 6000) / f/1,79 / –	48 MP (8000 × 6000) / f/1,8 / –	48 MP (8000 × 6000) / f/2 / –
Weitwinkelkamera Auflösung / Blende / OIS	15,9 MP (4608 × 3456) / f/2,2 / –	–	8 MP (3264 × 2448) / f/2,2 / –	–	–	5 MP (2576 × 1932) / f/2,2 / –
Frontkamera Auflösung / Blende / OIS	13,1 MP (4208 × 3120) / f/2,2 / –	16 MP (4624 × 3468) / f/2,4 / –	20,1 MP (5184 × 3880) / f/2,2 / –	8 MP (3264 × 2448) / f/2 / –	15,9 MP (4608 × 3456) / f/2,1 / –	8 MP (3264 × 2448) / f/2,2 / –
Bewertungen						
Performance / Ausstattung	○ / ○	⊖ / ⊖	⊕⊕ / ○	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊖ / ⊖
Display / Kamera / Laufzeit	⊖ / ⊕ / ○	⊕ / ○ / ⊕⊕	⊕ / ○ / ⊖	○ / ○ / ○	⊕ / ○ / ⊕	⊖ / ○ / ⊕
Preis	190 €	250 €	250 € (6/128) 300 € (8/256)	250 € (4/128) 230 € (4/64)	250 €	180 € (4/64) 200 € (4/128)
✓ vorhanden – nicht vorhanden ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht						

Zum Reden reichs

Kaufberatung: Smartphones und Handys bis 90 Euro

Wer bis jetzt mit einem von der UMTS-Abschaltung betroffenen Handy zufrieden war, muss keine Unsummen für einen Nachfolger ausgeben. Die Geräte unter 90 Euro eignen sich als Mini-Begleiter beim Sport und Ausgehen, für eine Zweit-SIM, als Notfall-Handy im Handschuhfach – oder generell, wenn die Erreichbarkeit wenig kosten soll.

Von Jörg Wirtgen

Alte UMTS-Telefone funken nach der UMTS-Abschaltung weiter im GSM-Netz. Ersatz muss erst her, wenn das Schätzchen kaputtgeht, eine neue SIM nicht passt oder 2G selbst für die gelegentliche Internetnutzung zu lahm ist. Einfache Telefone findet man ab etwa 25 Euro. In einer Übersicht auf dem Schwes-termagazin Techstage (siehe ct.de/y5v2) stachen beispielsweise das dünne Soyes S7+, das als Headset tragbare L8Star BM70 und das wasserdichte Cyrus CM1 hervor.

Sollen auch WhatsApp, Facebook, Twitter oder andere Dienste funktionieren, kommen die sogenannten Feature-Phones ins Spiel, Telefone mit einem App-fähigen Betriebssystem. Vor allem das aus Mozillas Firefox OS erwachsene KaiOS ist einen Blick wert. In den deutschen Preissuchmaschinen finden sich Modelle von Nokia, Caterpillar und Doro ab 50 Euro, darunter für rund 90 Euro die nach IP68 und MIL-STD-810G als robust und wasserdicht zertifizierten Caterpillar CAT B35 und Nokia 800 Tough.

Alle KaiOS-Telefone beherrschen LTE und WLAN, haben GPS, ein rund 2,5 Zoll

kleines Farbdisplay, eine Kamera, einen MicroSD-Slot sowie ein UKW-Radio. Der Store führt inzwischen über 800 Apps, davon mehr als 500 Spiele, aber auch einen PDF-Reader, einen Twitter-Client und eine Covid-Informations-App. Es ist allerdings davon auszugehen, dass App-Hersteller ihre KaiOS-Variante nicht so lange und gut pflegen wie die für Android oder iOS.

In einem Kurztest erwies sich das Nokia 2720 Flip als einigermaßen brauchbar [1]; weil alle anderen Modelle ähnlich ausgestattet sind, dürften sie entsprechend abschneiden. Die Oberfläche erinnert ans vorige Jahrtausend, man bedient sie ohne Touch und tippt Texte wie früher die SMS auf der Zehnertastatur. Das Nokia legte öfter Gedenkseunden ein, dafür reichte der austauschbare Akku rund fünf Tage.

Android-Einstieg

Die billigsten Android-Handys in den Suchmaschinen sind Restposten uralter Geräte. Wir raten zu mindestens Android 10, einem Display mit 1280 × 720 Pixeln, 2 GByte RAM, 32 GByte Flash und LTE.

Ein solches Smartphone, das Xiaomi Redmi 9A, musste sich auf unserem neuen



Wenn Telefonie und SMS reichen, muss es kein Androide sein, dann genügen Billigtelefone. Etwas mehr bieten Feature-Phones mit KaiOS, etwa von Nokia.

YouTube-Kanal c't 3003 eine Woche lang beweisen (siehe ct.de/y5v2): Es schlug sich in puncto Laufzeit, Display und Geschwindigkeit von einmal gestarteten Apps gut; hingegen überzeugten Multitasking und Kamera nicht. Flüssigeres Multitasking mit mehreren Apps darf man ab 3 oder 4 GByte Hauptspeicher erwarten. Bessere Kameras gibt es in dieser Preisklasse nicht.

Echte Schnäppchen gibt es kaum. Beispielsweise haben wir schon die Smartphones aus unserem 150-Euro-Test Anfang 2020 [2] nicht zu supergünstigen Preisen gefunden, lediglich drei liegen um 100 Euro: Huawei Y6s, Nokia 4.2 und Wiko View 4 Lite.

Android gebraucht

Umweltschonender ist der Kauf eines gebrauchten Smartphones; allerdings empfiehlt sich, die technischen Daten zu verifizieren.

Geräte mit LTE und 2 GByte Speicher finden sich unter 90 Euro.

Achtgeben sollten Sie auf genügend Flash-Speicher: Selbst 16 GByte werden heutzutage schon bei Installation weniger Apps schnell eng. Ein etwaiger MicroSD-Slot löst diese Knappheit nicht auf, weil sich lange nicht bei allen Geräten Apps auf die Speicherkarte verschieben lassen. Bei welchen das klappt, lässt sich schwer vorher recherchieren.

Ein weiteres Manko dürfte die Android-Version sein, vor allem weil immer weniger Apps unter alten Versionen laufen. Auch ausbleibende Patches für Sicherheitslücken stellen ein gewisses, zum Glück bisher eher theoretisches Risiko dar. Per Custom ROM mag sich das im Einzelfall lösen lassen. Ein weiterer Knackpunkt sind gealterte Akkus.

Insgesamt lohnt sich Gebrauchtgeräte also nur, wenn Sie Zeit in die Vorrecherche investieren: Wie ist die Ausstattung, welche Updates kommen vom Hersteller, wie ist die Lage bei Ersatzakkus, gibt es vielleicht ein Custom ROM? (jow@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Echter Luxus statt Edel-Phone, Weniger Geld ausgeben mit Billig-Smartphones – bringt das was?, Robin Brand, Michael Link, c't 9/2020, S. 56
- [2] Sechskampf um 150 Euro, Einsteiger-Smartphones im Vergleich, Robin Brand, Marcel Jossifov, c't 9/2020, S. 62

c't 3003 auf YouTube: ct.de/y5v2

Schleichweg über 2G

Was das UMTS-Aus für Autofahrer bedeutet

Online-Funktionen in vernetzten Autos der ersten Generation sollten das Fahren bequemer und sicherer machen. Recherchen von c't und ADAC zeigen, dass einige wenige Fahrzeugbesitzer wegen der anstehenden UMTS-Abschaltung mit Beeinträchtigungen rechnen müssen.

Von Christiane Schulzki-Haddouti

Telekom und Vodafone beginnen zur Jahresmitte mit der Abschaltung ihres UMTS-Netzes (3G), um für die breite Einführung des neuen 5G-Mobilfunkstandards Platz zu schaffen. Wenn O2 zum Jahresende folgt, ist 3G in Deutschland Geschichte.

Von der Abschaltung betroffen sind auch Autos, die die Mobilfunknetze seit den 00er-Jahren für sogenannte „connected services“ nutzen. Sie sollten mehr Komfort und Sicherheit bringen. Die Frage ist, in welchem Umfang die Besitzer vernetzter Fahrzeuge ab Sommer mit Einschränkungen rechnen müssen.

Online-Dienste der ersten Generation

Die Mobilfunktechnik samt zugehöriger Antennen und eSIM ist tief in die Fahrzeuge integriert, sodass ein Aufrüsten mit frischer Hardware kaum möglich ist. Ein Update von 3G auf 4G bleibt den Kunden versperrt. Über die 3G-Verbindung älterer Fahrzeuge kommunizieren verschiedene Online-Dienste, etwa Karten und Firmware-Updates fürs Infotainment-System. Mit dem Abschalten der UMTS-Netze

bricht die Datenkommunikation allerdings nicht abrupt ab, denn die Systeme sind grundsätzlich abwärtskompatibel und greifen dann auf das deutlich langsamere 2G-Netz (GSM) zurück.

Konkret betroffen sind Autos, die bis 2014 auf den Markt gekommen sind. Damals gab es nur wenige Online-Anwendungen. Zu diesen Klassikern gehört der eCall, der automatische Notruf im Auto, der mit der Übermittlung eines kleinen Datensatzes auskommt [1]. Des Weiteren sind Remote-Dienste etwa zum Öffnen der Türen per Smartphone-App betroffen. Auch der Abruf von textbasierten Verkehrsinformationen gehört zu den Anwendungen der ersten Stunde. Das nötige Datenvolumen ist bei all diesen Diensten gering, weshalb eine Verlangsamung kaum zu spürbaren Einschränkungen der Funktionen führt.

Besonders datenintensive Anwendungen haben die Hersteller erst ab 2014 mit der Einführung des LTE-Mobilfunkstandards in die Fahrzeuge integriert. Dazu gehören Firmware- und Software-Aktualisierungen sowie Kartenupdates für Navigationssysteme. Hier können die Datenmengen bis zu einem Gigabyte groß sein. Neben einer LTE-Verbindung sehen manche Systeme daher die Möglichkeit einer WLAN-Verbindung vor oder der Kunde muss die Daten über das Turnschuhnetzwerk mit dem USB-Stick ins Auto tragen.

Ein weiterer Umstand schränkt die Zahl der betroffenen Kunden deutlich ein. Die Fahrzeughersteller schließen mit den Mobilfunkanbietern eigene Rahmenverträge und übernehmen in den ersten Jahren eines Fahrzeuglebens deren Kosten. Danach sollen die Kunden für die Online-Dienste zahlen; doch wie Hersteller

hinter vorgehaltener Hand berichten, ist nur ein Bruchteil von etwa zehn Prozent der Käufer dazu bereit.

Bin ich betroffen?

Die Hersteller machen es ihren Kunden nicht besonders leicht herauszufinden, ob sie betroffen sind. Die Infotainmentsysteme in den Fahrzeugen sind traditionell wenig auskunftsfreudig, wenn es um Art und Geschwindigkeit der Datenverbindung geht. Anders als beim Smartphone, das den jeweiligen Übertragungsstandard über ein entsprechendes Symbol in der Statuszeile verrät, ist im Fahrzeug meist nicht einmal ersichtlich, ob und wie man online ist. Auch im Handbuch ist zum Thema 3G/4G selten etwas zu finden.

Wir haben bei den Fahrzeugherstellern, die schon seit längerem Online-Dienste anbieten, sowie beim ADAC nachgefragt. Auch der Automobilclub hatte sich bei den Herstellern erkundigt und stellte seine Ergebnisse c't zur Verfügung. Antworten liegen von Audi, BMW, Kia, Mazda, Mercedes, Mitsubishi, Porsche, Renault, Subaru, Seat und Suzuki vor. Hingegen blieben Citroën, Fiat, Ford, Hyundai, Opel, Nissan, Peugeot, Tesla, Volkswagen und Volvo eine Reaktion auch nach vier Wochen noch schuldig. Im Detail zeigen die Antworten der Hersteller, dass die Umstellungsprobleme sehr begrenzt sind.

Vernetzungspionier im Fokus

Zu den Online-Pionieren gehört BMW. Für beinahe alle Fahrzeuge mit Produktionsdatum nach Juli 2017 gilt Entwarnung: Sie sind standardmäßig mit 4G ausgestattet. Allerdings liefen ausgerechnet die Technologieträger i8 / i8 Roadster (ab 3/18) und der vollelektrische BMW i3 (ab 11/18) erst 2018 mit 4G-Modem vom Band.

Ein BMW-Sprecher betont gegenüber c't, dass die Entwicklung der 3G-Steuergeräte bis zu zehn Jahre zurückliegt. Damals sei nicht abzusehen gewesen, dass es bereits 2020 zu den ersten Netzabschaltungen kommen würde. 4G-Telematik-Module für Fahrzeuge haben für den Automobilbereich erst später zur Verfügung gestanden. So lief als erstes 4G-fähiges Fahrzeug der BMW 2er Cabrio ab November 2014 vom Band. Danach wurde 4G nach und nach in anderen Baureihen eingesetzt.



BMW-Fahrzeuge mit 3G-Ausstattung nutzen den Fallback auf 2G, sodass Dienste wie eCall, der intelligente Notruf, die Teleservices, Remote Services und BMW Online weiterhin funktionieren. Ebenfalls betroffen sind die Echtzeit-Verkehrsinformationen aus der BMW-Cloud (RTTI), Wetterinformationen sowie die Datenübertragung von Inhalten ins Fahrzeug durch den Concierge Service. Durch die langsamere Datenübertragung seien längere Reaktionszeiten zu erwarten, sagt BMW.

Selbst der RTTI-Dienst mit den Echtzeitverkehrsdaten sei jedoch weiterhin „sinnvoll nutzbar“, versichert BMW. Zwar dauere die initiale Kalkulation einer Route mit Berechnung der Ankunftszeit auf Basis der Echtzeitdaten über 2G etwas länger, doch die regelmäßige Aktualisierung der Daten während der Fahrt würden auch im 2G-Netz „problemlos im Hintergrund“ laufen.

Einzelne Dienste hat BMW vorab deaktiviert, um der Unzufriedenheit der Kunden aufgrund schleppender Downloads vorzubeugen. Dazu zählen das Over-the-Air-Kartenupdate, das nun auf anderem Wege ins Fahrzeug gelangen muss, und das Online Entertainment mit Streaming-Angeboten von ausgewählten Musikdiensten. Schon seit Mai 2020 kann man letzteres für Fahrzeuge ohne 4G-Fähigkeit nicht mehr buchen. Eine alternative Verbindung über WLAN, USB oder Bluetooth sieht BMW nicht vor.

Rückfall auf 2G

Mercedes teilt auf die Anfrage von c't lediglich knapp mit, dass der Kunde „in der Regel“ keinen „nachteiligen Unterschied“ bei der Nutzung seiner Mercedes-medien-Dienste haben werde, da er alternativ 2G oder 4G empfangen könne. Konkrete Modelljahre wurden nicht benannt. Gegenüber dem ADAC erläutern die Schwaben, dass alle Fahrzeuge neben einem 3G-Modul immer zusätzlich mit einem 2G- oder 4G-Modul ausgestattet sind, wobei die Connect-Dienste die jeweils schnellste zur Verfügung stehende Technologie nutzen. Auch hier dürfte es durch einen 2G-Rückgriff zu längeren Reaktionszeiten kommen.

Ähnlich kurz fällt die Antwort von Renault aus. Es gäbe zwar von der Abschaltung betroffene Funktionalitäten wie den eCall oder die Remote-Services, doch das System schalte automatisch auf 2G um, womit die Dienste weiterhin zur Verfügung stünden. Gegenüber dem ADAC er-



Heutzutage nutzt man CarPlay oder Android Auto, um sich ein Infotainment-Update per Smartphone ins Auto zu holen. Bei älteren Systemen ist dies nicht möglich.

läutert Renault, dass die Multimedia- und Navigationssysteme R-Link und R-Link 2 keine große Bandbreite beanspruchten und dass daher eine 2G-Versorgung „vollkommen“ reiche.

Innerhalb der Volkswagengruppe zeichnet sich Fahrzeughersteller Audi dadurch aus, besonders früh digitale Dienste angeboten zu haben. Audi teilt mit, dass Modelle mit einem Kommunikationsmodul, das maximal 3G unterstützt, aufs 2G-Netz wechseln. Audi-Connect-Dienste lassen sich auf solchen Systemen nicht mehr abrufen, aber der eCall soll weiter funktionieren. Zu künftigen Responsezeiten will der Hersteller keine Angaben machen.

Gegenüber dem ADAC gab auch Mazda an, dass die eCall-Funktion, die über 3G läuft, über das 2G-Netz funktioniere. Sämtliche Konnektivitätsdienste hingegen sendeten ausschließlich über das 4G-Netz. Entsprechend gibt es keine Funktionen, die nicht mehr zur Verfügung stehen würden. Anders bei Seat, wo der Hersteller klarstellt, dass über den eCall hinausgehende Connect-Dienste bei Fahrzeugen mit 3G-Modem nicht weiter genutzt werden können. Um welche Modelljahre es sich genau handelt, konnte der Hersteller nicht sagen.

Mitsubishi, Porsche, Kia, Subaru und Suzuki teilten dem ADAC mit, nicht betroffen zu sein, da sie keine reinen 3G-Module eingebaut hätten. Kia etwa hat

schon seine ersten Connected-Modelle auf den 4G-Mobilfunk ausgerichtet. Porsche betont, dass es kein netzabhängiges Dienstportfolio anbiete.

Schleichender Abgang

Mehr Transparenz wäre wünschenswert: Ein Herstellerportal, über das sich der Kunde nach Eingabe der VIN über mögliche Konsequenzen für sein Fahrzeug informieren könnte, wäre angebracht.

In den Fällen, in denen es zu deutlichen Beeinträchtigungen gekommen wäre, haben die Hersteller auf ihre Art vorgesorgt: Die Dienste sind bereits eingestellt oder werden nicht mehr zur Buchung angeboten. Dennoch wird sich erst in der Praxis zeigen, welche möglicherweise auch unerwarteten Auswirkungen die Abschaltung hat.

Der ADAC erinnert an Opels im vergangenen Jahr eingestellten Online-Dienst Onstar und fordert: Fallen durch die 3G-Abschaltung Funktionen weg, ist der Autobesitzer zu entschädigen. In den Niederlanden ist dies im Onstar-Fall geschehen, in Deutschland nicht. Insgesamt scheint die Branche die UMTS-Abschaltung aussitzen zu wollen in der Hoffnung, dass die geringe Zahl betroffener Kunden sich ruhig verhält. (sha@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Michael Link, eCall: Hilfe im Falle des Knalles, Wie eCall wirklich funktioniert, c't 22/2018, S. 128

Zahlen, Daten, Fakten

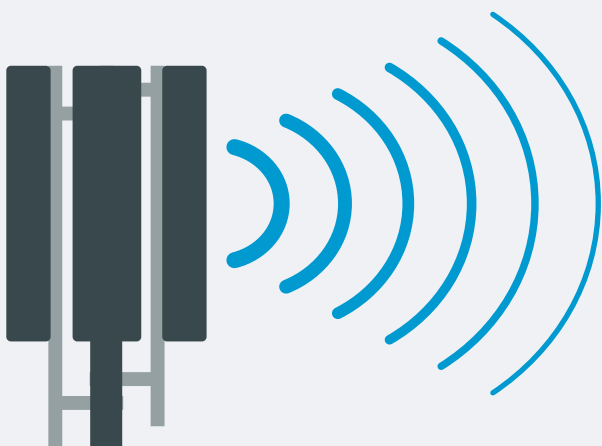
UMTS

Die Anfänge von UMTS (3G) reichen zurück bis in die 80er-Jahre, als die Entwicklung dieses Mobilfunkstandards begann. In Deutschland endet die Geschichte in diesem Jahr. Ende Juni schalten Vodafone und die Telekom ihre Netze ab, bis zum Jahreswechsel zieht dann auch O2 den Stecker.

Begonnen hatte die UMTS-Ära, die zwei Jahrzehnte dauern sollte, mit einem Paukenschlag: der Versteigerung der Lizenzen für die Rekordsumme von 99,4 Milliarden D-Mark. Sie klingt leise aus, weil inzwischen 4G und 5G den Datenverkehr fast vollständig übernommen haben. Anderswo wird UMTS noch viele

Jahre lang wichtige Dienste leisten, global gesehen wurde der Höhepunkt der Nutzerzahlen erst 2017 erreicht.

Der Blick zurück zeigt, welche wichtige Rolle UMTS bei der Einführung des Smartphones gespielt hat und wie die Kosten für Lizenzen und Ausbau die Mobilfunkunternehmen geprägt haben. (uma@ct.de) **ct**



99,4
Milliarden
DM

Umgerechnet
50,8 Milliarden Euro
spülte die erste
UMTS-Auktion
im Jahre 2000
in die Staatskasse,
ein neuer Rekord.

► Die Geschichte von UMTS¹

- 1980er → Festlegung **erster Standards**
- 1998 → Funktionstüchtige **Laborgeräte**
- 2000 → Erste UMTS-Netzwerke in Korea und Japan
- 2000 → UMTS-Versteigerung in Deutschland
- 2002 → Quam verliert die UMTS-Lizenz
- 2003 → Mobilcom gibt die UMTS-Lizenz zurück
- 2004 → Netzstart in Deutschland mit **384 kBit/s**
- 2005 → 2,3 Millionen UMTS-Nutzer in Deutschland
- 2006 → HSPA mit **3,2 MBit/s**
- 2009 → 19 Millionen UMTS-Nutzer in Deutschland
- 2010 → HSPA+ mit **21,1 MBit/s**
- 2010 → Start von **LTE**
- 2011 → HSPA+ mit **42,2 MBit/s**
- 2021 → UMTS wird in Deutschland **abgeschaltet**

► Frequenzvergabe

... beim Start von UMTS waren sechs Bieter erfolgreich. Inzwischen sind nur noch drei Netzbetreiber im Rennen.²

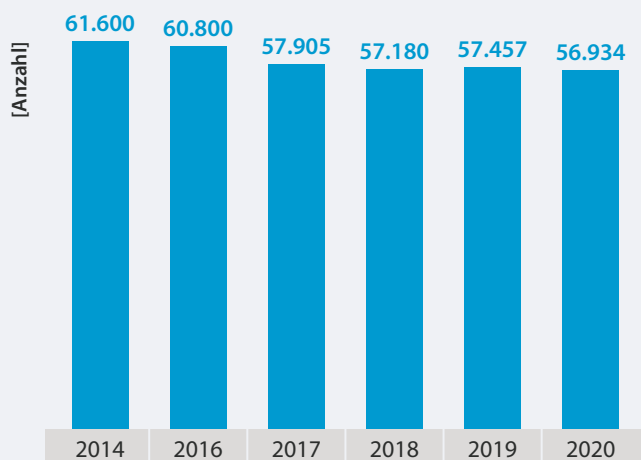
UMTS-Versteigerung 2000						[Uplink, MHz]
Vodafone	3G/Quam	E-Plus	Mobilcom	O ₂	Telekom	
10 MHz	10 MHz	10 MHz	10 MHz	10 MHz	10 MHz	
2110	2120	2130	2140	2150	2160	2170
						[Downlink, MHz]

Neuvergabe 2010				[Uplink, MHz]
Vodafone	E-Plus	O ₂	Telekom	
15 MHz	20 MHz	15 MHz	10 MHz	
2110	2125	2145	2160	2170
				[Downlink, MHz]

Letzter Stand 2021			[Uplink, MHz]
Vodafone	O ₂	Telekom	
20 MHz	20 MHz	20 MHz	
2110	2130	2150	2170
			[Downlink, MHz]

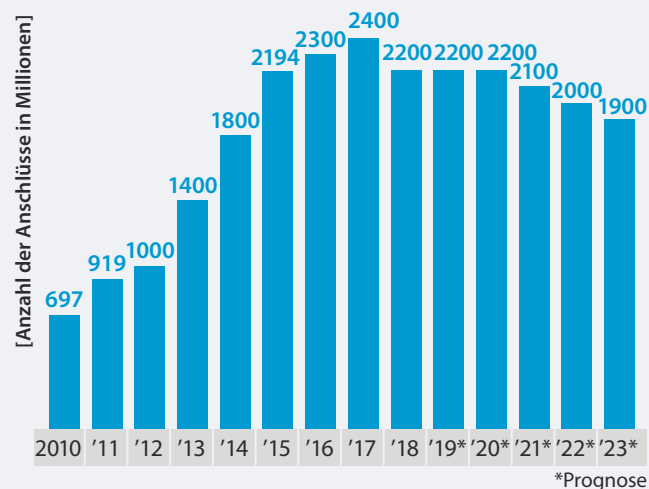
► Aktive UMTS-Basisstationen

... die Zahl der UMTS-Basisstationen in Deutschland sank im Laufe der vergangenen Jahre leicht. Ende 2021 geht die letzte vom Netz.³



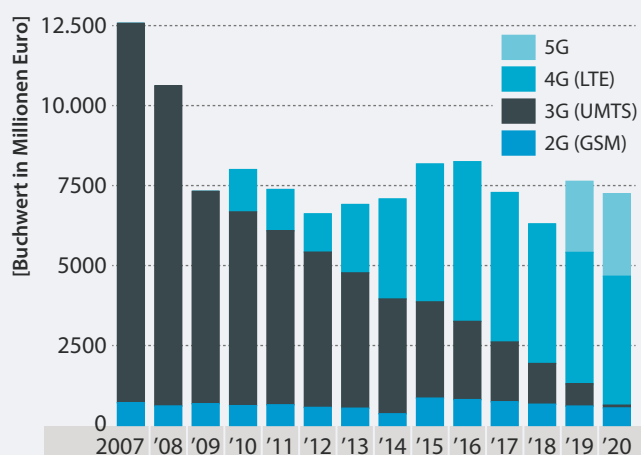
► UMTS-Nutzung weltweit

... nach dem Ende in Deutschland wird die UMTS-Technik in anderen Teilen der Welt noch lange genutzt werden.⁴



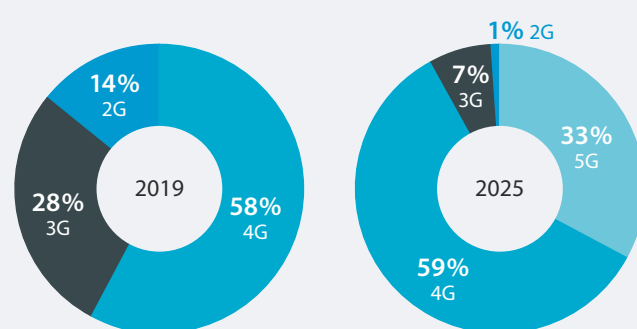
► Der Wert der Lizenzen

... die Deutsche Telekom gibt in ihrem Geschäftsbericht genau an, wie viel die erworbenen Mobilfunklizenzen wert sind.⁵



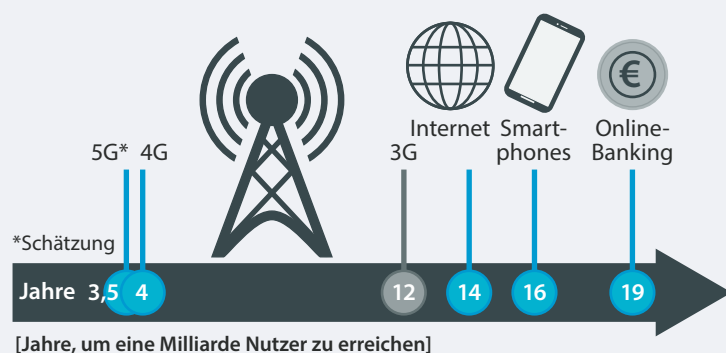
► Verschiebung der Netznutzung

... in Europa wird 4G viele Jahre die dominante Zugangstechnik bleiben, 5G wächst schnell. 2G und 3G werden nach und nach ausgemustert.⁶



► Langsamer Durchbruch

... 3G war der Türöffner fürs mobile Internet. Von der Einführung bis zur ersten Milliarde Nutzer dauerte es 12 Jahre. Andere waren schneller.⁷



► UMTS-Abdeckung (Telekom)

... der Ausbau des UMTS-Netzes endete um 2010 zugunsten von LTE und blieb besonders im Osten immer lückenhaft.⁸



Quellen: ¹ Heise Online, weitere Nachrichtenquellen, ² Bundesnetzagentur (2000-2021), ³ Jahresberichte der Bundesnetzagentur (2018-2020), ⁴ 5G Americas (2019), Schätzung, ⁵ Deutsche Telekom, Geschäftsbericht 2020 (2021), ⁶ GSMA, The Mobile Economy Report (2021), ⁷ Statista, Bericht „A Mobile Connected World“ (2020), ⁸ Deutsche Telekom, Netzabdeckungskarte (2021).

Angezogene Handbremse

Apple iPad Pro 12,9" mit M1-Chip und Mini-LED-Display

Das neue iPad Pro nutzt erstmals Apples M1-Prozessor, der sonst die aktuellen Macs und MacBooks antreibt. Das weckt hohe Erwartungen an das Tablet.

Von Nico Jurrán
und Johannes Schuster

Beim 2020er-Modell des iPad Pro empfahl sich noch ein Blick aufs Datenblatt, um die Veränderungen zum Vorgänger auszumachen. Beim neuen iPad Pro, zumindest bei der von uns getesteten 12,9-Zoll-Ausführung, ist der Sprung von der vorherigen Generation hingegen im Sinne des Wortes deutlich sichtbar – dank neuem „Liquid Retina XDR Display“.

Hierbei handelt es sich immer noch um ein IPS-Panel und nicht etwa um ein OLED, jedoch erschafft eine Hintergrundbeleuchtung aus Mini-LEDs 2596 lokale Dimming-Zonen. Apple verspricht bei der HDR-Wiedergabe so einen Kontrast von 1.000.000 zu 1 und eine Spitzenhelligkeit von 1600 cd/m². Tatsächlich konnten wir im Labor 1400 cd/m² messen – ein Wert, an den aktuell kein anderes Mobilgerät herankommt. Der hohe Kontrastwert ergibt sich, weil die Backlight-LEDs an schwarzen Inhalten ausgeschaltet werden.

Der Unterschied zum iPad mit gewöhnlichem IPS-Panel ist bei HDR-Bildern mit bloßem Auge zu erkennen: Beispielsweise sticht auf dem neuen Display die Sonne in einem durch einen dunklen Gang gefilmten Himmel richtig hervor, während die Konturen der Wolken deutlich sichtbar sind. Dass das iPad Pro 12,9" nun 100 Euro mehr kostet als der Vorgänger – der Einstiegspreis liegt laut Liste bei 1200 Euro –, ist da zu verkraften. Wie ge-

habt erneuert das Panel Bildinhalte mit bis zu 120 Hertz, die Software passt die Bildwiederholrate automatisch an, um Strom zu sparen.

Einen Nachteil durch die Dimming-Zonen konnten wir nicht feststellen. Die üblicherweise bei TVs mit dieser Technik einhergehenden Aufhellungen um Buchstaben halten sich in Grenzen und sind bei gewöhnlicher Beleuchtung nicht zu sehen. Das Onlinemagazin The Verge berichtet von grauen Dunstwolken, die beispielsweise in der Kindle-App an weißen Textblöcken vor schwarzem Hintergrund zu sehen seien. Bei uns trat dieses Phänomen nicht auf.

Die große Bühne

Als weitere neue Funktion sticht „Center Stage“ positiv hinaus, die Nutzer bei Video-calls durch Zoomen und Zuschneiden des Bildes automatisch in der Mitte hält – und es so ermöglicht, sich recht frei vor dem iPad zu bewegen, also etwa von einem Stuhl aufzustehen und etwas an einer Tafel zu zeigen. Bei FaceTime funktioniert das richtig gut.

Erfreulicherweise macht Apple Center Stage auch für Apps von Drittanbietern verfügbar, sodass auch Konferenzsysteme wie Zoom und WebEx es nutzen können. Ebenso werden Videoprogramme wie Filmic die Funktion integrieren, was nicht zuletzt Videoblogger schätzen dürften.

Eine weitere Attraktion des neuen iPad Pro (in der 12,9- wie in der 11-Zoll-Version) ist die aus neuen Macs und MacBooks bekannte 8-Core-CPU M1. Ihr zur Seite stehen eine 8-Core-GPU und eine „Neural Engine“ mit 16 Kernen. Mehr bieten auch das MacBook Air und das MacBook Pro mit M1 nicht. Bei allen liegt der maximale Arbeitstakt bei 3,2 GHz.



Die Rechengeschwindigkeit kann sich mehr als sehen lassen: Kamen das 2020er-Modelle des iPad 12,9" beim Geekbench-5-Multicore auf 4690 Punkte, schnellte das neue Modell auf 7261 Punkte hoch. Das ist mehr als die doppelte Rechenleistung, die Samsungs Spitzen-Tablet Galaxy S7+ im Mehrkernbetrieb erreicht (2981). Auch die Verbesserung im Grafikbereich ist beachtlich: 3D-Mark Ice Storm Unlimited attestiert einen Leistungssprung von mehr als 20 Prozent.

Auch bei RAM und Speicher hat das Tablet mit den Notebooks gleichgezogen: War beim iPad Pro bislang mit 6 GByte Haupt- beziehungsweise 1 TByte Flashspeicher das Maximum erreicht, bekommt man nun wie beim MacBook Air & Pro mit M1 bis zu 16 GByte RAM und 2 TByte Speicher. Für diese Vollausstattung braucht man allerdings tiefe Taschen: Satte 2409 Euro kostet das iPad Pro 12,9" dann schon in der reinen WLAN-Ausführung, 2579 Euro die „Wi-Fi + Cellular“-Fassung (endlich mit 5G-Mobilfunk). Rechnet man das Magic Keyboard für 399 Euro hinzu, ist das Tablet teurer als das MacBook Pro 13".

Immer noch ein Tablet

Wer hofft, dass das neue iPad Pro dank M1-Chip auch macOS-Programme ausführt, wird enttäuscht: Apple hält trotz M1-Chip an iPadOS und dessen Apps fest – und stellt auch keine Dual-Boot-Funktion in Aussicht, die Wahlfreiheit zwischen beiden Betriebssystemen bringen würde.

Schön ist es, dass sich über den USB-C-Port nun Thunderbolt-Geräte nutzen lassen: Wir konnten im Test problemlos Mäuse, Tastaturen und Monitore über Docks mit Thunderbolt 2, 3 und 4 nutzen, nur eine

Webcam zickte. Doch hier wird iPadOS aktuell zum Hemmschuh, da es keine Einstellungen bietet, um ein Audio-Ausgabegerät zu wählen: Hängt am iPad eine externe Soundkarte, schaltet es seine internen Lautsprecher unweigerlich stumm.

Am USB-C-Port lässt sich über Thunderbolt auch ein 5K-Display anschließen, aber nur wenige Programme nutzen den externen Bildschirm voll aus. In der Regel wird das Bild des Tablets nur gespiegelt – und mit schwarzen Balken versehen, um es an das Format des Displays anzupassen.

Schließlich erhält man bei der Nutzung einer Maus weiterhin statt eines Mauszeigers einen Punkt, der kein pixelgenaues Arbeiten erlaubt. Ganz zu schweigen davon, dass es nicht für jedes macOS-Programm eine entsprechende iOS-App gibt.

Alternativen sind rar

Abgesehen von Display, SoC und 5G-Funk hat sich im Vergleich zum Vorgänger wenig verändert. Das rückwärtige Kamerasystem besteht weiterhin aus einem 12-Megapixel-Weitwinkel ($f/1,8$) und einem 10-Megapixel-Ultraweitwinkel ($f/2,4$) mit einem Bildwinkel von 125° . Auch auf der Vorderseite setzt Apple nun einen Ultra-Weitwinkel (12 Megapixel, $f/2,4$, 122° Sichtfeld) ein, um Center Stage zu ermöglichen.

Das iPad Pro beherrscht Wi-Fi 6 mit einem maximalen Datendurchsatz von 1,2 GBit/s. Zu den Funkstandards zählt außerdem Bluetooth 5.0 – und nicht etwa das neuere 5.2. Die Laufzeiten fallen im Vergleich zum Vorgänger etwas geringer aus, sind aber immer noch beachtlich für ein Tablet dieser Größe und Leistungsstärke.

Im Android-Lager drängt sich am ehesten Samsungs Tab S7+ als Alternative auf. Dieses punktet mit einem ähnlich großen OLED-Panel und Rechenleistung satt – für ein Android-Tablet, mit dem iPad hält es nicht mit (siehe oben). Mit Preisen ab 800 Euro samt Stift ist es dafür deutlich erschwinglicher. Der größte Nachteil des

S7+ ist Android selbst: Nur wenige Apps nutzen die Displayfläche sinnvoll aus. Samsungs Desktopmodus DeX ermöglicht produktives Arbeiten am Tablet.

Fazit

Je nachdem, mit welcher Einstellung man an das neue iPad Pro 12,9" herangeht, lassen sich zwei völlig unterschiedliche Fazits ziehen. Eines wäre, dass sich die in dem Gerät schlummernde enorme Leistung nicht voll ausreizen lässt. Zwar gibt es Video- und Bildbearbeitungsprogramme, die die Power des M1-Chips auf dem iPad Pro bereits einsetzen. Doch nur die wenigsten dürften Bildeffekte schnell auf mehrere Fotos im Raw-Format anwenden oder ein Film aus sechs simultan laufenden 4K-Videos in Echtzeit schneiden wollen. Wer tatsächlich zu dieser Gruppe zählt, arbeitet vermutlich lieber an einem Mac, ohne Einschränkungen. Nach dieser Sichtweise

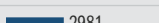
müsste Apple macOS-Programme auf dem iPad Pro ausführbar machen – oder zumindest Dual-Boot anbieten. Denn wer ordentlich in ein solches Gerät investiert, möchte sich nicht mit den Einschränkungen von iPadOS herumschlagen und hoffen müssen, dass seine Lieblingsprogramme vom Mac irgendwann in einer vergleichbaren iPad-Fassung erscheinen.

Wer das neue iPad Pro hingegen weiterhin nur als Tablet betrachtet, kommt zum Ergebnis, dass das Gerät als solches voll überzeugt – und in der 12,9"-Version mit seinem Liquid Retina XDR Display und Center Stage einen echten Mehrwert gegenüber dem Vorgängermodell bietet. Der M1-Chip dürfte für Jahre genügend Leistungsreserven für alle Arbeiten haben, die man an einem Tablet üblicherweise erledigt. So gesehen sind die 100 Euro Aufpreis zur Vorgängergeneration mehr als gerechtfertigt. (nij@ct.de) 

iPad Pro 12,9" (2021)

Tablet	
Hersteller	Apple, apple.de
Ausstattung	
Prozessor / Kerne / Takt	Apple M1 (64 Bit, M12 und neuronale Engine mit 16 Kernen) / 4+4 / 3,2 GHz
Grafik / Kerne	Apple 7 / 8
Arbeitsspeicher, Flashspeicher	8 / 16 GByte, 128 / 256 / 512 / 1024 / 2048 GByte (getestet: 8 / 512 GByte)
WLAN	Wi-Fi 6 (inkl. aller 5-GHz-Bänder), 2 Streams, 1,2 GBit/s max. Durchsatz
Bluetooth / GPS	5.0 / A-GPS, Glonass, Galileo (nur 5G-Modell)
Mobile Datenverbindung / SIM	5G (18 Bänder) / Nano-SIM und eSIM (nur 5G-Modell)
Akku / Kapazität	Lithium-Polymer / 40,88 Wh
Abmessungen (H × B × T), Gewicht	280,6 mm × 214,9 mm × 6,4 mm, 684 g / 682 g (Wi-Fi / 5G)
Anschlüsse / Audio	Typ-C mit USB-3.1 und Thunderbolt 3 / 4 Lautsprecher + 5 Mikrofone
Kameras	
Weitwinkel Auflösung / Blende / OIS	12 MP / $f/1,8$ / ✓
Ultra-Weitwinkel Auflösung / Blende / OIS	10 MP / $f/2,4$ / –
Frontkamera Auflösung / Blende / OIS	12 MP / $f/2,4$ / –
Display	
Technik / Diagonale / max. Helligkeit ¹	LCD (IPS mit Mini-LEDs) / 12,9 Zoll (32,8 cm) / 561 cd/m ² bis 1407 cd/m ²
Auflösung / Kontrast / gemessener Farbraum	2732 × 2048 Pixel bei 264 dpi / > 10.000:1 / DCI-P3
Apple-Zubehör	Pencil 2 (135 €), Smart Keyboard (219 €), Magic Keyboard (399 €)
Preise	128 GByte (Wi-Fi / 5G): 1199 / 1369 €; 256 GByte: 1309 / 1479 €; 512 GByte: 1529 / 1699 €; 1 TByte: 1969 / 2139 €; 2 TByte: 2409 / 2579 €
¹ 1407 cd/m ² nur bei HDR-Inhalten	
k. A. keine Angabe ✓ vorhanden – nicht vorhanden	

Laufzeiten & Benchmarks

Modell	Geekbench 4 Single-Core [Punkte]	Geekbench 4 Multi-Core [Punkte]	GFX Bench Manhattan 3.0 Offscreen [Punkte]	Surfen (normale Helligkeit) ¹ [h]	Video lokal 720p / 60 Hz (normale Helligkeit) ¹ [h]	3D-Spiel (normale Helligkeit) ¹ [h]
	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►
iPad Pro 12,9" (2021)	 1713	 7261	 387,3	 10,3	 10,2	 7,2
iPad Pro 11" (2021)	 1718	 7297	 388,2	 14,2	 11,4	 8,5
iPad Pro 12,9" (2020)	 1125	 4690	–	 12,5	 10,4	 8,8
iPad Air 4 (2020)	 1597	 4214	 200,5	 9,8	 9,3	 7,9
Samsung Galaxy Tab S7+	 961	 2981	 133	 7	 9,5	–

¹ Laufzeittest bei 200 cd/m², 3D-Spiel-Test mit Asphalt 8



Stationäres Riesen-MacBook

Apple iMac 24" (2021) mit ARM-Prozessor M1

Nach zwei MacBooks und dem Mac Mini folgt mit dem 2021er iMac der nächste Mac mit Apples hauseigenem ARM-Prozessor M1. Neu sind auch die gewachsene Bildschirm-diagonale und bunte Gehäuse.

Von Florian Müssig

Reminiszenz an den Urahn aus dem Jahr 1998: Beim allerersten iMac steckte der Röhrenmonitor(!) in einem Kunststoffgehäuse, welches Apple in etlichen kräftigen Farben angeboten hat. Der mindestens 1450 Euro teure iMac des Jahres 2021 ist nun auch wieder bunt geworden: Es gibt ihn nicht mehr nur wie zuletzt in Silber, sondern auch in Blau, Grün und Rosé; höhere Ausstattungsvarianten (ab 1670 Euro) bekommt man zusätzlich auch noch in Gelb, Orange und Violett. Der gewählte Ton färbt die Rückseite mit großem Apfel-Logo knallig, während der Standfuß, das beiliegende Zubehör – dazu später mehr – und das Kinn an der Vorderseite in

einer pastelligen Farbvariante daherkommen.

Der Rahmen rund um den Bildschirm fällt dünner aus als bislang und ist zudem grundsätzlich in Weiß gehalten statt vormals Schwarz. Das macht den iMac optisch zum Hingucker, verringert aber etwa beim Videogucken die Immersion. Zudem deckt der Rahmen den Panelrand nicht exakt ab, sodass doch wieder eine feine dunkle Linie um das eigentliche Bild läuft. Rahmen und Panel werden von einer glänzenden Acrylglasscheibe überdeckt. Das Panel stellt 4480 × 2520 Pixel (also etwas mehr als 4K-Auflösung) auf 23,5 Zoll Diagonale blickwinkelstabil dar und gehört



Apple hat beim neuen iMac den LAN-Anschluss ins Netzteil ausgelagert.

mit vollständiger Abdeckung des DCI-P3-Farbraums zu den besseren seiner Art. Die rund 500 cd/m² Maximalhelligkeit liefert eine klassische LED-Hintergrundbeleuchtung; Mini-LEDs wie im neuen iPad Pro (siehe Seite 72) oder Apples XDR-Profilmonitor gibt es hier nicht. Apropos externer Monitor: Während ältere iMac mit Intel-CPU drei Monitore gleichzeitig ansteuern können, schafft das M1-Modell wie die M1-bestückten MacBook Air, MacBook Pro und Mac Mini [1] nur derer zwei – trotz zwei Thunderbolt-Ausgängen.

Die beiden Thunderbolt-Buchsen findet man an der Rückseite aller iMacs mit M1-Prozessor. Beim Basismodell war es das dann auch an USB-C-Ports, während höhere Ausstattungsvarianten (die mit den zusätzlichen Farben) noch zwei weitere USB-C-Buchsen direkt daneben bieten. Letztere können aber keine Monitore oder Thunderbolt-Geräte ansteuern, sondern verstehen sich ausschließlich auf das USB-Protokoll. Rasante Thunderbolt-SSDs liefern an M1-Macs ihre Maximalgeschwindigkeit; klassische USB-3.x-Peripherie läuft bestenfalls im 10-Gbit/s-Modus (Gen 2) [2].

Peripherie

Das beiliegende 143-Watt-Netzteil mit farblich zum Gehäuse passender Kabel-



Das Netzkabel dockt magnetisch am iMac an und ist farblich passend zum Gehäuse ummantelt.

ummantelung dockt magnetisch an der Rückseite an. Praktisch: Apple verkauft das Netzteil gegen 26 Euro Aufpreis in einer Version mit integrierter Gigabit-LAN-Schnittstelle, damit das Netzkabel nicht auf dem Schreibtisch herumliegt; teurere 4-Port-Modelle bringen das Netzwerkteil automatisch mit.

Bei den teureren iMacs liegt zudem ein Magic Keyboard mit Touch-ID-Sensor bei – den Fingerabdruckleser gab es bislang nur bei MacBooks. Bei den 2-Port-Modellen kostet das Magic Keyboard mit Touch ID 50 Euro Aufpreis. Achtung: Wer Touch ID will, sollte die Tastatur unbedingt beim iMac-Kauf mitbestellen, denn als separates Zubehör war sie bei Redaktionsschluss nicht erhältlich. Gleiches gilt für die bei beiden iMac-Modelle optionale Tastaturvariante mit Touch ID und zusätzlichem Ziffernblock (30 beziehungsweise 80 Euro Aufpreis). Touch ID funktioniert ausschließlich an M1-Macs; an älteren Intel-Macs lassen sich die neuen Magic Keyboards lediglich ohne Biometrie verwenden.

Ausstattungsvarianten

Anders als zu Intel-Zeiten kann man nicht mehr zwischen mehreren CPU-Modellen wählen: In allen neuen iMacs steckt der 4+4-Kerner M1. Performance-Unterschiede gibt es nur im Detail: So verwendet das Basismodell des iMac wie das MacBook Air ab Werk einen M1 mit sieben GPU-Kernen, während bei teureren Modellen acht aktiv sind. Allerdings gibt es zwei Kühlsysteme: Basis-iMacs haben einen Lüfter, bei 4-Port-Modellen fächern gleich zwei Lüfter die Luft durch die Kühlkammern.

In der Praxis haben teurere Modelle deshalb ein etwas höheres Potenzial, unter Dauerlast nicht einzubrechen. Die ist allerdings schwierig zu erreichen – nicht nur, weil der M1 der flotteste ARM-Prozessor seiner TDP-Klasse ist. Ältere x86-Software im Rosetta-2-Emulator lastet nicht alle Funktionseinheiten aus; bei für M1-optimierten Anwendungen kommen hingegen mitunter effiziente Beschleunigungseinheiten statt der generischen CPU-Kerne zum Zuge – oder in Ergänzung. Bei Office-Arbeiten und Videogucken bleibt der iMac jedenfalls flüsterleise, und selbst die maximal gemessenen 1,4 Sone des Testgeräts waren erträglich.

Statt 8 GByte Arbeitsspeicher lassen sich alle Modelle mit 16 GByte (plus 230

Euro) bestücken. Beim Basismodell sind maximal 1 TByte SSD-Speicherplatz (460 Euro, statt 256er-SSD) möglich, bei teureren Modellen auch 2 TByte (930 Euro, statt 256er-SSD). Alle Komponenten sind auf die Hauptplatine gelötet und können somit nicht nachträglich ausgetauscht oder erweitert werden. Die Hauptplatine samt Kühlern versteckt sich übrigens wie die



Das Gehäuse des neuen iMac ist nur knapp 12 Millimeter dünn. Der Winkel lässt sich über den Standfuß verstellen, die Höhe hingegen nicht.

ordentlich klingenden Lautsprecher im bunten Kinn-Bereich des iMac.

Hinter dem Panel selbst ist nicht viel Technik untergebracht, wodurch Apple das Gehäuse auf knapp 12 Millimeter plattquetschen konnte – mancher reine Monitor ist dicker. Wie gehabt lässt sich der iMac am Standfuß zwar neigen, doch eine Höhenverstellung oder gar eine Pivot-Funktion sind nicht vorgesehen.

Durch den ARM-Prozessor M1 lässt sich der iMac nicht mehr unter Windows betreiben. Für reine macOS-Nutzer ist das egal, doch Software-Entwickler brauchen für Windows-Versionen ihrer Apps ein anderes Testsystem. Auch der Einsatz eines iMac als repräsentativer Rechner am Empfang von Anwaltskanzleien oder in Behandlungszimmern von Arztpraxen fällt weg, wenn dort Fachsoftware unter Windows gefragt ist.

Fazit

Apple führt die Erfolgsgeschichte rund um den potenten und effizienten M1-Chip fort: Der neue iMac ist eine farbenfrohe All-in-one-Rechner für Office- und Multimediaaufgaben. Wie bei den M1-MacBooks ist ein farbstarker Bildschirm bereits an Bord; wer den nicht braucht, fährt mit einem Mac Mini günstiger. Nachträgliches Aufrüsten ist nicht möglich, und wenig überraschend liegt die Performance aller M1-Macs sehr eng beieinander.

Mit dem iMac 24" ist das Ende dessen erreicht, wofür der M1 bei Macs konzeptionell infrage kommt. Für weitere Wachablösungen – als Nächstes dürften MacBook Pro 16" und iMac 27" an der Reihe sein – muss Apples CPU-Team dickere Geschütze auffahren – wir sind gespannt.

(mue@ct.de) 



Rund um den Bildschirm läuft ein weißer Rahmen, was einen anderen Bildeindruck bewirkt als der bislang übliche schwarze Rahmen.



Der neue iMac ist der erste stationäre Mac, der biometrischen Komfort über den Fingerabdruckleser Touch ID (rechts oben) bietet.

Literatur

- [1] Florian Müssig, Aus einer Hand, MacBook Air, MacBook Pro und Mac Mini mit Apples ARM-Prozessor M1, c't 1/2021, S. 96
- [2] Florian Müssig, USB 3.2 ist tot, es lebe USB 4, Das USB-Namenschaos geht weiter, c't 26/2020, S. 140

iMac 24" (2021): Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration	CZ130-001000
Lieferumfang	macOS 11 64 Bit, Netzteil, Tastatur, Maus
Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)	
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera	– / – / – / – / ✓
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	– / 2 × H / 2 × H (2 × Typ C) / im Netzteil
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	– / H / –
USB-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / –
Ausstattung	
Display	23,5", 4480 × 2520 Punkte, 218 dpi, 1180:1, max. 500 cd/m², DCI-P3, spiegelnd
Prozessor	Apple M1 (8 Kerne), Turbo bis 3,2 GHz, 16 MByte L2-, 16 MByte L3-Cache
Hauptspeicher / Chipsatz	8 GByte LPDDR4x-4267 / Apple M1-SoC
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	int.: Apple M1 mit 8 GPU-Cores (vom Hauptspeicher) / –
Sound	int.: Apple M1
LAN / WLAN	USB (Gbit, im Netzteil) / int.: Apple (Wi-Fi 6, 2 Streams)
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	– / int.: Apple (Apple)
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	– / Apple T2 / Touch ID (in Tastatur)
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: Apple M1 (512 GByte) / –
Stromversorgung, Maße, Gewicht	
Netzteil	143 W, Kleeblattstecker
Gewicht / Abmessungen	4,5 kg / 54,7 cm × 46,1 cm × 14,7 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	3 mm / 19 mm × 18,5 mm
Leistungsaufnahme	
Suspend / ausgeschaltet	1,6 W / 0,6 W
ohne Last (100 cd/m²) / CPU-Last (max. Helligkeit)	21 W / 45 W
max. Leistungsaufnahme	70,9 W
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks	
Geräusch ohne / mit Rechenlast	< 0,1 Sone / 1,4 Sone
Massenspeicher lesen / schreiben	3274 / 2734 MByte/s
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 113,0 dBA
Cinebench R23 Rendering (1 / n CPU)	1503 / 7805
Preis und Garantie	
Preis Testkonfiguration	1900 €
Garantie	1 Jahr (erweiterbar)
Startpreis	1670 €
Optionen (Aufpreise)	RAM: 16 GByte (230 €); SSD: 512 GByte (230 €), 1 TByte (460 €), 2 TByte (920 €), 3 Jahre AppleCare+ (219 €)
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ⊖ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe	

Ihr Digital Office. Ihre Daten. Unter Ihrer Kontrolle.

Digitale Zusammenarbeit zu jeder Zeit und von überall.
Datenschutz steht dabei immer an erster Stelle,
egal ob beim Betrieb auf Ihren eigenen Servern
oder – mit Cloud Native – in einer beliebigen Cloud:
Sie behalten stets die volle Kontrolle!

Machen Sie sich unabhängig – mit HCL Software



hclsw.de/WM

 **HCL Connections** **HCL Domino** **HCL Notes** **HCL Sametime** **HCL Verse** **HCL Volt MX**

Neue Version unserer Webmeeting-Lösung

Mit HCL Sametime können Sie modern, sicher
und dabei **datenschutzkonform** interne und
externe Web-Meetings nutzen.

Erfahren Sie mehr unter:
<https://hclsw.de/WebMeeting>



Flimmerkiste

Büromonitor mit Blaulichtfilter



HP setzt bei seinen Büromonitoren auf die sogenannte Eye Ease-Technik, um den Blaulichtanteil zu reduzieren. Am Beispiel des E24i G4 sind wir der Technik nachgegangen.

Von Ulrike Kuhlmann

Der 24-zöllige E24i G4 zeigt mit seinen 1920 × 1200 Pixeln etwas mehr Bildhöhe als Full-HD-Displays. Das erleichtert die Arbeit in langen Tabellen und großen Dokumenten. Auch die Mechanik des Monitors fördert ergonomisches Arbeiten, denn das Display ist auf seinem stabilen Fuß höhenverstellbar und neigbar sowie seitlich und ins Hochformat drehbar.

HP empfiehlt den E24i zudem als besonders augenschonendes Gerät. Der Monitor nutzt die von HP „Eye Ease“ genannte Technik, die den Anteil kurzwelligen Blaulichts reduziert. Ein hoher Blauanteil des Lichts beeinflusst den zirkadianen Rhythmus und damit die innere Uhr des Menschen. Außerdem wird Blaulicht in einigen Studien als belastend für die Augen identifiziert.

Während die meisten Geräte als abendlichen Blaulichtfilter einen speziell-

len Bildmodus anbieten, hat HP im E24i einen Teil des besonders niederfrequenten Blaulichts dauerhaft reduziert. Dazu wurden für die LED-Hintergrundbeleuchtung etwas andere Dioden genutzt: Statt bei üblichen 445 bis 450 Nanometern leuchten sie schwerpunktmäßig bei 460 Nanometern. Auf diese Weise konnte HP den Teil des potenziell belastenden Blaulichts zwischen 400 und 455 Nanometern im Displaylicht stark reduzieren, ohne einen hässlichen Gelbstich ins Bild zu holen.

Allerdings hat der Hersteller die Farbfilter des Monitors nicht an das neue Backlight-Spektrum angepasst. In der Folge gelangen Teile des zu höheren Wellenlängen hin verschobenen blauen Lichts durch den grünen Farbfilter: Neben dem hohen grünen Peak um 540 nm zeigte sich in unseren Messungen ein kleiner blauer Peak um 475 nm. Reines Grün (RGB 0/255/0) bekommt dadurch am Display einen leichten Türkis-Stich. Den sRGB-Farbraum deckt der Monitor dennoch sauber ab.

Mattiertes IPS-Display

Gut gefallen hat uns die Entspiegelung des matten Displays. Der Kontrast von fast 1100:1 ist für ein IPS-Panel gut. Während sich die Farben als IPS-typisch stabil erwiesen, dunkelte der Schirm von der Seite betrachtet merklich ab. Als wir den Kopf parallel zur Displayoberfläche von unten nach oben bewegten, wanderten horizontale Streifen über die Darstellung – fast so, als schäue man über eine Linsenrasterfolie.

Insgesamt ist die Darstellung ohnehin sehr unruhig, was an einer zu geringen Frequenz des Frame-Rate-Controllers (FRC) liegen dürfte. In dem 6-Bit-Panel werden per FRC 8-bittige Farb- und Graustufen durch die schnell wechselnde Anzeige von benachbarten Farbtönen erzeugt. Insbesondere graue Hintergründe geraten dadurch sehr krisselig.

Die Leistungsaufnahme des Monitors variiert stark mit dem Bildinhalt. Das kennen wir nur von Displays mit lokal

dimmbarem Backlight. Bei einfarbigen, grauen und weißen Bildinhalten waren es zwischen 8,5 und 10 Watt, mit einem farbigen Testbild knapp 14 Watt. Erklären konnten wir uns diese starken Schwankungen nicht.

Fazit

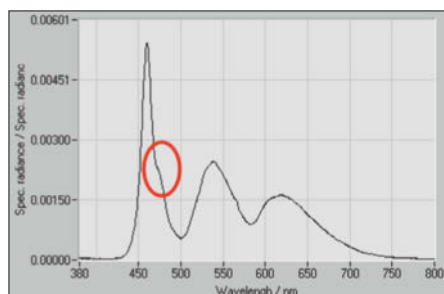
Der E24i G4 ist ein gut ausgestatteter 24-Zöller mit angenehmem 16:10-Format zum fairen Preis von 210 Euro. Während die Mechanik des günstigen Monitors vorbildlich funktioniert und er viele Signaleingänge besitzt, fällt die Qualität des 6-Bit-Panels merklich ab.

Dass sich HP dem Blaulicht-Thema anders nähert als andere Hersteller, fällt positiv auf: Da die Wirkung hier nicht an einen Bildmodus gebunden ist, lässt sich der Monitor unkomplizierter nutzen. Das nervige FRC-Flirren macht etwaige augenschonende Eigenschaften durch die Blaulichtreduzierung allerdings zunichte.

Die Wirkung von tiefbauem Licht wird in etlichen Studien als belastend diskutiert, eine echte Schädlichkeit konnte jedoch bislang nirgends nachgewiesen werden. Dennoch springen immer mehr Hersteller auf den Blaulicht-Zug auf. Immerhin stört der von HP genutzte Blaulichtfilter den Bildeindruck nicht. (uk@ct.de) **ct**

HP E24i G4

24-Zoll-Monitor mit permanentem Blaulichtfilter	
Hersteller	HP, www.hp.com/de
Paneltyp	IPS (mattiert), 6-Bit + FRC
Auflösung (Format), Pixeldichte, Bildfrequenz	1920 × 1200 Pixel (16:10), 94 dpi, 50–60 Hz
sichtbare Bildfläche / -diagonale	52 cm × 32,5 cm / 61 cm
Videoeingänge	DisplayPort, HDMI, VGA
weitere Ausstattung	USB-Hub mit 4 USB-A 3.2 Gen 1 (5 Gbit/s)
Displaymechanik	LCD drehbar, höhenverstellbar, neigbar, Porträt-Modus
Abmessungen B × H × T / Gewicht	53 cm × 35 - 50 cm × 5 cm / 6 kg
VESA-Halterung (Lochabstand)	✓ (10 cm × 10 cm)
Lieferumfang	Kabel: HDMI, DisplayPort, USB, Netz
Garantie	3 Jahre
Preis	215 €



Blau ist im Spektrum des HP E24i G4 leicht in Richtung höherer Wellenlängen verschoben und liegt nun bei 460 nm. Durch die Farbfilter dringt mehr Licht um 475 nm an die Displayoberfläche.

GRAVIS Abo. Einfach alles drin.

Die smarte
Alternative
zum Kauf



ab €9⁵⁰*

Entdecken Sie das GRAVIS Abo für Apple Produkte

Statt zu kaufen, können Sie Apple Produkte jetzt abonnieren. Das ist einfach, nachhaltig und erstaunlich günstig. Also worauf warten? Abo starten!



Mehr Informationen unter:
grav.is/gravis-abo

GRAVIS

Game on

Gaming-Headset Teufel Cage

Das Surround-Headset Teufel Cage kommt mit integrierter 7.1-Soundkarte und bietet sich dank hohem Tragekomfort nicht nur fürs Spielen an.

Von Robin Brand

Kommunikationstalent und Entertainer will Teufels Over-Ear-Headset Cage sein. Mit abnehmbarem Mikrofonarm und integrierter USB-Soundkarte richtet es sich an Gamer, leistet aber auch in Videokonferenzen und als Musikkopfhörer gute Dienste. Hartplastik und Metall verleihen dem Headset ein massives Äußeres. Mit 340 Gramm (ohne Kabel) ist es aber gerade so noch leicht genug, um auch nach längerem Tragen nicht ungemütlich zu werden.

Die großen Ohrmuscheln dürften die meisten Ohren komplett umschließen und lassen sich für den Transport einklappen, aber nicht drehen. Eine Transporttasche legt Teufel nicht bei. Neben dem ansteckbaren Mikroarm gehören ein 3 Meter langes USB-Kabel und ein 1,5 Meter langes Klinkenkabel zum Lieferumfang. An der linken Ohrmuschel befindet sich ein Schiebeschalter, um das Mikro stummzuschalten. Rechts finden sich ein praktischer Drehregler für die Lautstärke und eine Multifunktionstaste. Letztere lässt sich individuell belegen, zum Beispiel mit Play/Pause oder um den Bass stärker zu betonen. Auf beiden Seiten prangt außen das Teufel-Logo, das auf Wunsch rot

leuchtet, wenn das Cage per USB angeschlossen ist.

Sein volles Potenzial entfaltet das Headset nur am Windows-PC im Zusammenspiel mit dem Teufel Audio Center. Darin kann man per Equalizer den Klang den eigenen Vorlieben anpassen oder aus verschiedenen Voreinstellungen auswählen. Außerdem aktiviert und regelt man hier den Surround-Sound. Spielten wir mit Raumklang, ließen sich Tonquellen in Spielen und Filme etwas besser orten – auf Kosten der allgemeinen Wiedergabequalität. So geht mit der 7.1-Ausgabe ein gewisser Hall einher. Der erzeugt zwar die Illusion eines großen Raumes, unpassenderweise ist der Hall aber auch dann zu hören, wenn sich das Geschehen im Freien abspielt. In Filmen verzichteten wir lieber auf den Raumklang.

Ebenfalls im Audio Center findet sich die Einstellung, um die eigene Stimme latenzfrei unterzumischen und in der Lautstärke zu regeln. Nicht nur beim Zocken, auch in Videochats ist das eine sehr nützliche Funktion, um trotz der geschlossenen Bauweise des Kopfhörers nicht von der Umgebung entkoppelt zu sein. Allerdings lässt sich die Multifunktionstaste nicht mit dem Ein- und Ausschalten dieses Monitors belegen, sodass man seine Stimme entweder immer hört oder vor jedem Gespräch ins Audio Center gehen muss.

Die Sprachqualität des Cage ist insgesamt gut. Das gerichtete Mikrofon nimmt nur wenige Umgebungsgeräusche auf, sodass wir für unser Gegenüber stets gut verständlich waren – allemal ein Upgrade zu Kopfhörern mit Mikros in der Ohrmuschel. Im direkten Vergleich



überträgt das Ansteckmikro V-Moda Boom Pro die eigene Stimme aber noch etwas voluminöser (siehe c't 11/21, S. 74).

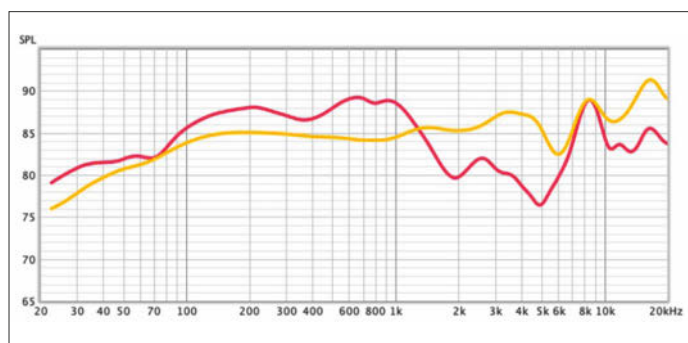
Klanglich überzeugt das Gaming-Headset mit einer ausgewogenen Abstimmung mit präsenten Mitten – Bassliebhaber dürften damit aber nicht vollends glücklich werden. Der letzte Punch im Tiefbassbereich fehlt dem Teufel Cage, daran ändert auch der optionale Bass Boost wenig. Bei längeren Hör- und Gamingssessions kann das aber auch von Vorteil sein kann. Denn durch den zurückhaltenden Bass ist das Cage kein „Kopfwöhler“. Nutzt man den Kopfhörer vornehmlich, um Musik zu hören, empfiehlt sich die Anbindung über das beiliegende Klinkenkabel. Waren wir mit dem USB-Kabel verbunden, hatten wir stets ein deutliches Rauschen auf den Ohren, was vor allem bei der leisen Wiedergabe störte. Beide Kabel übertrugen Körperschall durch Reibungen an der Kleidung recht deutlich.

Fazit

Das Teufel Cage kann mehr als nur spielen. Es überzeugt in seiner Grunddisziplin als Gaming-Headset, macht dank hohem Tragekomfort und ordentlichem Mikro aber auch in Videokonferenzen eine gute Figur. Sein volles Potenzial schöpft man aber nur mit der zugehörigen Windows-Software am Rechner aus. (rbr@ct.de) **ct**

Teufel Cage

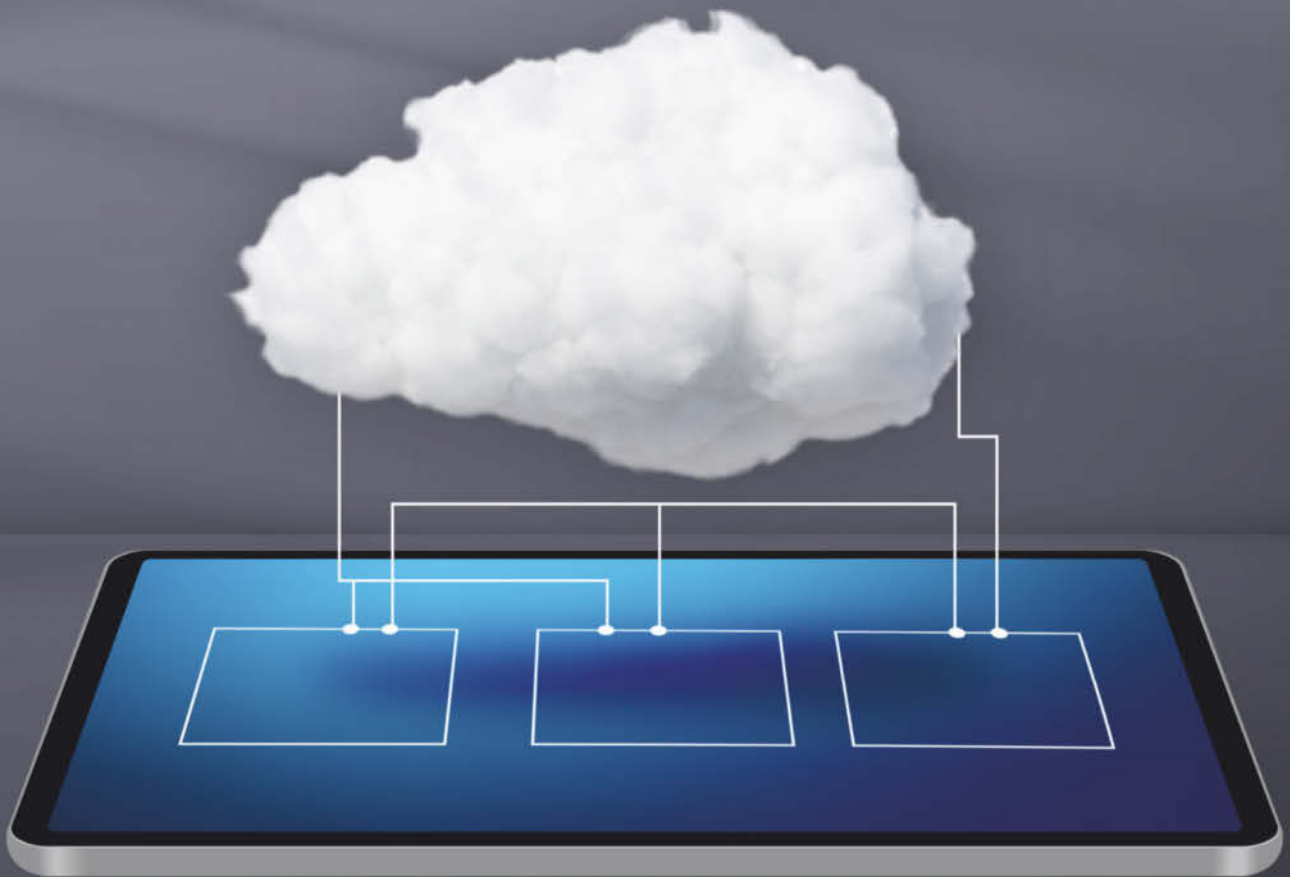
Gaming-Headset	
Anbindung	USB, 3,5-mm-Klinke
Gewicht	340 g
Lieferumfang	Headset, Ansteckmikro, USB-Kabel (Mikro-USB auf USB-A, 3 m), 3,5-mm-Klinkenkabel (1,5 m)
Preis	170 €



Der Teufel Cage (rote Kurve) klingt angenehm unaufgeregt und taugt auch für längere Sessions. Im Vergleich ist der Frequenzgang des relativ neutral abgestimmten Sennheiser HD600 zu sehen.

Cloud-Design war noch nie so einfach

Erstellen Sie Ihr eigenes virtuelles Rechenzentrum –
schnell und einfach per Drag & Drop



Die europäische Cloud-Alternative.

✓ Perfomant ✓ Sicher ✓ Einfach ✓ Fair ✓ Kundenorientiert

IaaS & PaaS „Made in Germany“: Konfiguration und Administration über die intuitive Benutzeroberfläche des Data Center Designers.

Bedarfsgerechte Einrichtung – auch im laufenden Betrieb. Mit Start-/Stopp-Automatik für maximale Flexibilität. Automatisierung über API und Microservices.

cloud.ionos.de

IONOS_{by 1&1}

Android-Kino

Smarter Beamer mit Android TV 10



Der Beamer XGIMI Horizon ist dank Android TV und integrierten Lautsprechern nicht auf externe Peripherie angewiesen.

Von Robin Brand

Der Smart Beamer XGIMI Horizon soll das Wohnzimmer zum Heimkino machen. Filme zeigt der Android-TV-Beamer in bis zu Full-HD-Auflösung. Ton gibt er wahlweise über die integrierten Lautsprecher aus.

Das 20,8 × 21,8 × 13,6 Zentimeter große Kästchen bringt fast drei Kilogramm auf die Waage und ist mit mattierter Aluminiumoptik schön anzuschauen. Leider sind dem simplen Design wünschenswerte Ausstattungsmerkmale zum Opfer gefallen, zum Beispiel höhenverstellbare Füße, mit deren Hilfe sich das Gerät und damit die Projektion leichter ausrichten ließe.

Kinofeeling kommt mit den integrierten Lautsprechern nicht auf, da hilft auch das Harman-Kardon-Branding nichts. Die Bässe sind dünn; die maximale Lautstärke allerdings überzeugt. Dennoch: Gerade in größeren Räumen kommt man über externe Lautsprecher nicht herum.

Soll der Horizon ohne weitere Peripherie wie Streaming-Sticks auskommen, ist ein Google-Konto Pflicht. Damit ist das Gerät binnen weniger Minuten betriebs-

bereit. Das klappt prinzipiell problemlos, hier und da hat der Hersteller allerdings die Übersetzung ins Deutsche vergessen – zum Beispiel beim chinesischen Dialog, der bei der automatischen Trapezkorrektur erscheint.

Android TV 10 als Betriebssystem eröffnet Zugriff auf die meisten aktuellen Streamingdienste wie Amazon Prime oder YouTube. Live-TV lässt sich zum Beispiel über waipu.tv, Joyn oder die Mediatheken der Öffentlich-Rechtlichen streamen. Netflix dagegen läuft wie auf vielen anderen Beamern nicht von Haus aus auf dem Horizon und findet zum Beispiel über einen FireTV-Stick seinen Weg an die Leinwand. Auch Blu-ray-Player oder Notebooks bindet der Horizon über zwei HDMI-Ports ein, Soundquellen per Bluetooth (4.0) oder Klinkenkabel.

Aus einer Entfernung von 163 Zentimetern warf der Projektor ein Bild mit einer Diagonalen von 150 Zentimetern an die Wand. In unseren Messungen erreichte er in diesem Abstand im Leistungsmodus eine maximale Helligkeit von 1525 Lumen in der Bildmitte. Davon blieben in der rechten und linken unteren Bildecke noch 1376 respektive 1332 Lumen übrig, am oberen Rand war der Helligkeitsabfall mit 1066 Lumen noch etwas ausgeprägter. Insgesamt geht die Ausleuchtung noch in Ordnung. Wesentlich störender war der gelbgrüne Schleier, der sich im Leistungsmodus über das Bild legte.

Eingeschränkt tageslichtfähig

In den Modi „Hell“ und „Standard“ zeigte sich dieser nicht, allerdings erreicht der Horizon darin nur noch 1198 Lumen (Bildmitte) in der Standardeinstellung und kurioserweise weniger, wenn er „Hell“ eingestellt war (1019 Lumen). In der Praxis lässt sich der Horizon auch bei Tageslicht verwenden, wenn er maximal zwei Meter von der Leinwand entfernt ist. Dann gefällt er mit kräftigen Farben und – vor allem wenn die automatische Helligkeitsanpassung aktiviert ist – mit ordentlichen Kontrasten. Aus 3,65 Metern Entfernung wirft

er ein Bild mit einer Diagonale von 120 Zoll (ca. drei Meter) an die Wand. Geeignet ist dieser Abstand nur für abgedunkelte Räume, da das Bild andernfalls zu blass gerät. Liegen die Inhalte in Full-HD-Auflösung vor, ist das Bild auch für Fußballübertragungen ausreichend scharf. Im hellen Sonnenlicht stößt der Projektor wie die allermeisten Beamer an seine Grenzen.

Im regulären Betrieb macht sich der Horizon kaum bemerkbar. Einzig im Leistungsmodus dreht er deutlich auf. Aus einem Abstand von 50 Zentimetern haben wir darin eine Lautheit von 2,1 Sone gemessen. In der Einstellung „Hell“ waren es 0,37 Sone. Die Leistungsaufnahme steigerte sich im Leistungsmodus von 116 auf 170 Watt.

Fazit

Der XGIMI Horizon punktet mit seiner einfachen Bedienbarkeit. Mit dem Google-Konto verknüpft, ist der Beamer mit samt etlichen Streaming-Apps in wenigen Minuten einsatzbereit, WLAN und eine Steckdose in Reichweite genügen. Ohne Schwächen ist er aber nicht: Füßchen zur Justage auf unebenen Flächen fehlen; im Leistungsmodus pustet der Beamer hörbar und produziert ein gelbstichiges Bild. In Innenräumen genügen die anderen Modi, die ein deutlich ansehnlicheres Bild erzeugen und den Beamer flüsterleise werden lassen.

(rbr@ct.de) **ct**



Auf der Rückseite des Horizon befinden sich unter anderem zwei HDMI-Eingänge für Streaming-Stick oder Blu-ray-Player.

XGIMI Horizon

Smart Beamer mit Android TV	
Hersteller, URL	XGIMI, xgimi.com/de
Projektionseinheit	0,47"-DMD-Chip
Projektionsverhältnis	1,2:1
Auflösung	Full HD (1920 × 1080 Pixel)
Betriebssystem	Android TV 10
Signaleingänge	2 × HDMI, 1 × USB-A (3.0), 1 × USB-A (2.0); 1 × optisch, 1 × LAN, 1 × 3,5-mm-Klinke
Abmessungen, Gewicht	20,8 cm × 21,8 cm × 13,6 cm, 2,8 kg
Lampenlebensdauer	25.000 Stunden ¹
Preis	1100 €
¹ Herstellerangabe	

bluechip empfiehlt Windows 10 Pro für Unternehmen.

bluechip

CREATING COMPUTERS.

Hardware flexibel mieten

bluechip Workplace-as-a-Service

 **Microsoft 365**

**BEREITS AB
20,99€
PRO MONAT**

**Windows 10
Pro**

 Windows

Better Together - bluechip
empfiehlt Microsoft 365!



ALLE VORTEILE AUF EINEN BLICK:

1. Sie mieten alles, was Ihren Arbeitsplatz ausmacht (z. B. Device, Software, Peripherie).
2. Sie haben keine hohen Anfangsinvestitionen. Die Verteilung der Kosten erfolgt über die gesamte Vertragslaufzeit und schont Ihre Liquidität.
3. Sie sind technologisch immer auf dem neuesten Stand.
4. Sie entscheiden selbst am Ende der Vertragslaufzeit – Rückgabe, Verlängerung oder Austausch.
5. Sie benötigen keine teuren Garantieverweiterungen.
6. Sie sparen Kosten durch frei wählbare Laufzeiten / Kündigungsoptionen / Vergabe von Management- / Instandhaltungstätigkeiten.
7. Steuerlich wird es als monatliche Betriebsausgabe (Miete) berücksichtigt.

Mehr Informationen erhalten Sie unter www.bluechip.de/workplace-as-a-service

*Preis gilt pro Monat für ein bluechip TRAVELine LN14W3 bei einer Laufzeit von 24 Monaten. Alle genannten Preise verstehen sich zuzüglich der gesetzlichen Mehrwertsteuer. Die Angebote sind freibleibend. Druckfehler und Irrtümer vorbehalten. Alle genannten Bezeichnungen sind Marken oder eingetragene Marken der jeweiligen Unternehmen.

bluechip

WORKPLACE-AS-A-SERVICE

MIT SPACE HEBEN SIE AB

DAS IST SPACE

Vollgepackt mit informativen Artikeln und atemberaubenden Fotos berichtet Space über die Technik der Weltraumfahrt, ebenso wie über Astronomie und kosmische Phänomene.

**30 %
Rabatt +
Geschenk**



TESTEN SIE 2 x SPACE

2 Ausgaben als Heft inkl. PDF
+ Geschenk nach Wahl

Jetzt bestellen:

www.amedia.de/space-mini



(0541) 800 09 126



leserservice@amedia.de



eMedia Leserservice, Postfach 24 69,
49014 Osnabrück

Test & Beratung | Mobilfunk-GPS-Tracker



Verfolgungsjagd

Wer die Position eines Fahrzeugs verfolgen möchte, kann keinen Tracker gebrauchen, der nur über Bluetooth funkt und ständig neu aufgeladen werden muss. Hier schlägt die Stunde von Invoxias Mobilfunk-GPS-Tracker.

Beim Begriff „Tracker“ dürften die meisten an die kleinen Bluetooth-Sender von Tile oder die AirTags von Apple denken. Invoxias Cellular GPS Tracker wirkt mit einer Länge von 10,5 Zentimetern aber mehr wie ein zu groß geratener USB-Stick. Ihn soll man aber auch gar nicht am Schlüsselbund befestigen. Vielmehr bietet er sich zur Verfolgung von Autos oder Motorrädern an, wo er sich im Handschuhfach oder im Kofferraum beziehungsweise im Topcase oder Staufach platzieren lässt. Auch zur Ortung von Taschen und Koffern ist er mit einem Gewicht von 30 Gramm zu gebrauchen.

Zur Positionsbestimmung sucht der Tracker nach WLAN-Access-Points in seiner Umgebung. Bei Treffern meldet er deren MAC-Adressen an die Server von Invoxia, die über einen Google-Service die Position des Trackers bestimmen. Mangelt es an WLAN-Netzen, greift er zur Positionsbestimmung auf sein integriertes GPS-Modul zurück.

Der Tracker überträgt seine Positionsdaten per 4G LTE-M an Invoxia, von wo die Kundschaft sie sich per Android- oder iOS-App anschauen kann. Ein 1-Jahres-Mobilfunkabo ist im Kaufpreis von 129 Euro enthalten, jedes weitere Jahr kostet knapp 40 Euro. Ein Wermutstropfen bleibt: Der Dienst ist auf Deutschland beschränkt; wird das Fahrzeug ins Ausland verbracht, verliert sich also die Spur.

Im GPS-Betrieb zahlt sich aus, dass der Tracker Platz für einen 300-mAh-Akku (aufladbar über Micro-USB) bietet. Meldet er bei Bewegung den Standort alle 5 bis 7 Minuten, reicht das für eine Laufzeit von bis zu zwei Wochen. Wer möchte, setzt das Intervall in der App auf bis zu 32 Minuten hoch und erhöht so die Laufzeit auf bis zu 7 Wochen.

Im per Bewegungssensor festgestellten Stillstand sendet der Tracker nur alle 24 Stunden. Darüber hinaus wechselt er auf Bluetooth LE, wenn er sich in der Nähe des Smartphones des Nutzers befindet – und hält laut Invoxia so bis zu vier Monate durch. Wer möchte, kann sich auch über verdächtige Aktivitäten (Bewegung oder Neigungsänderung über 30 Grad) informieren lassen.

Die Bluetooth-Verbindung lässt sich auch für ein Näherungsradar nutzen und um den Tracker klingeln zu lassen. Darüber hinaus hat das Gerät eine Taste, über die sich ein Alarm samt aktueller Position senden lässt. Im Test funktionierte das Tracking inklusive Verlaufsübersicht einwandfrei. Ebenso klappten die IFTTT-Anbindung und die automatische Warnung, wenn der Tracker eine vordefinierte Zone verlässt. Alles in allem lohnt sich der Kauf des Trackers damit für alle, die sich bislang sorgten „Denk ich an mein Fahrzeug in der Nacht, dann bin ich um den Schlaf gebracht“. (nij@ct.de)

Invoxia Cellular GPS Tracker

Mobilfunk-GPS-Tracker	
Hersteller	Invoxia, www.invoxia.com/de
Konnektivität	4G LTE-M, Bluetooth LE
Systemanf.	iOS/iPadOS ab 12.0 oder Android ab 5.0
Preis	129 € (inklusive 1 Jahr 4G LTE-M, danach 39,90 € im Jahr)

Partybox

Der Bluetooth-Lautsprecher Tribit StormBox Pro klingt gut und kann unterwegs auch mal als Powerbank herhalten.

Der Bluetooth-Lautsprecher StormBox Pro des chinesischen Herstellers Tribit ist ungefähr so groß wie eine pummelige Wasserflasche, trägt sich dank praktischem Henkel aber besser. Mit diesen Maßen soll das kompakte 1-Kilo-Paket klein genug für den Rucksack und groß genug für raumfüllenden Klang sein.

Zwei 5000-mAh-Akkus verwandeln die Box in einen wahren Dauerläufer. Die vom Hersteller versprochene Laufzeit von 24 Stunden toppte die StormBox im c't-Labor bei Zimmertemperatur und mittlerer Lautstärke deutlich: Erst nach 36,5 Stunden war das Konzert beendet. Auch bei kräftigen Lautstärken und wenn wir die Box als Freisprecheinrichtung benutzten, schafften wir mehr als 20 Stunden. Geladen wird die Box per USB-C, und das dauerte mit einem 20-Watt-Netzteil quälend lange; erst nach fast sieben Stunden waren die 10.000 mAh befüllt. Ein Netzteil liegt dem Lautsprecher nicht bei, sondern nur ein USB-C-Ladekabel. Neben der USB-C findet sich auch eine USB-A-Buchse an der StormBox, an der man zum Beispiel ein Smartphone laden kann. Da das mit maximal 5 Watt geschieht, sollte man dafür reichlich Zeit einplanen. Eine Klinkenbuchse gehört dagegen nicht zur Ausstattung, Musik nimmt die Box ausschließlich per Bluetooth entgegen.

Für den Sound sind ein 76,2-Millimeter-Subwoofer, zwei 40-Millimeter-Lautsprecher und zwei Passivradiatoren verantwortlich – und das gelingt ihnen überraschend gut. Die Musik tönt kräftig mit präsentem, aber nicht dem übertrieben aufgeschwemmten Bass manch anderer Bluetooth-Lautsprecher. Auf Knopfdruck lässt sich der Bassbereich stärker betonen, bleibt dabei aber kontrolliert. Auch voll aufgedreht überdrehen die Lautsprecher nicht. Besitzt man zwei StormBoxen, kann man diese miteinander im Stereomodus koppeln und so auch größere Wohnzimmer problemlos beschallen. Fürs Abspielen von Musik ist dieser Modus ein echter Gewinn. Für Filme taugt er dagegen nicht, da er die Latenz weiter erhöht: Mit einem FireTV-Stick verbunden, war der Ton im Stereo-



modus nicht mehr lippensynchron. Dank der IP67-Zertifizierung gegen Staub und Wasser taugt die Box auch für die Freiluftparty – selbst einen Sturz in ungechlortes Süßwasser übersteht sie unbeschadet.

Dank Multipoint-Bluetooth lassen sich zwei Geräte gleichzeitig verbinden. Spielt per Smartphone die Musik, kann man per Knopfdruck den Videochat am PC entgegennehmen. Letzteres ist aber kaum empfehlenswert: Unsere Gegenüber beklagten sich über schlechte Verständlichkeit und Aussetzer in der Stimmübertragung.

Fazit

Die StormBox Pro klingt gut, bietet im Verbund mit einer zweiten Box einen praktischen Stereomodus für die Musikwiedergabe und ist wasserdicht. Sie läuft lange und lässt sich als Powerbank verwenden. Kann man mit der langen Ladezeit, der schlechten Freisprechfunktion und dem Fehlen der Klinkenbuchse leben, ist die Box eine Empfehlung wert. (rbr@ct.de)

Tribit StormBox Pro

Bluetooth-Lautsprecher

Hersteller	Tribit, tribitaudio.de
Maße, Gewicht	9,6 cm × 9,6 cm × 18 cm, 971 g
Anbindung	Bluetooth 5.0 aptX
Preis	120 €

Neue Online-Kurse für IT-Professionals



Datenvisualisierung mit Python

Der Online-Kurs zu Data Science – mit vielen praktischen Übungen

► 60 Videos, 8 Std. Spielzeit, inkl. Jupyter Notebook



Natural Language Processing mit Python

Der große Praxiskurs zur Textanalyse mit Machine Learning

► 86 Videos, 11 Std. Spielzeit, mit über 60 Jupyter Notebooks



NoSQL mit MongoDB

Die Praxiseinführung in nicht-sequenzielle Datenbanken

► 88 Videos, 7:30 Std. Spielzeit

Gratis-Lektionen aus allen Kursen
anschauen unter:

heise-academy.de

Bunter fernsehen

Eine TV-Hintergrundbeleuchtung, die Bildinhalten folgt, bekommt man nur bei Philips ab Werk. Govees Immersion-Kit motzt beliebige Fernseher für 80 Euro mit einem Ambilight-Effekt auf.



Ambilight-TVs von Philips werten Bildinhalte aus und lassen Farben aus den Randbereichen über rückwärtige LEDs wie eine Corona um den Fernseher erstrahlen. Im Netz kursieren zahlreiche Anleitungen zum Ambilight-Nachbau. Der Knackpunkt: Die zur Farbanalyse nötigen Bildinformationen sind wegen der heutzutage DRM-geschützten, digitalen Signalwege nicht ohne Weiteres abzugreifen.

Der chinesische Hersteller Govee schlägt dem ein Schnippchen, indem er das Live-Bild einfach komplett abfilmt. Neben der dazu benötigten Full-HD-Kamera mit extremem Weitwinkel enthält das Nachrüst-Kit vier LED-Streifen zur rückwärtigen Montage am TV und eine kleine Steuerbox. Die Kamera hängt an einem etwa 10 Zentimeter langen Ausleger, um einen minimalen Abstand zum Display aufzubauen.

Zunächst gilt es, die Lichtstreifen an der Rückseite des Fernsehers zu befestigen. Die selbstklebenden LED-Streifen sind bereits in vier Segmente konfektioniert, für TV-Geräte über 60-Zoll passen sie perfekt. Kürzen lassen sie sich nicht, da die Steuerbox auf die Zahl der LEDs abgestimmt ist. Bei kleineren TVs kann man bestenfalls versuchen, eine kleine Schleife zu ziehen und ungünstig abstrahlende LEDs abzukleben. Die Steuerbox lässt sich ebenfalls an der Rückseite des TVs festkleben. An ihr schließt man die mitgelieferte USB-Kamera an. Man kann letztere wahlweise mittig oben oder unten ans TV kleben, ohne dass sie den Bildeindruck stört.

Mit der Govee-Home-App richtet man das System ein. Hierzu klebt man farbige Einrichthilfen in die Ecken des Fernsehers und schiebt die entsprechenden Marker in der App auf die nun gut sichtbaren Ecken des TV-Screens. Damit ist sichergestellt, dass sich die Box bei der Analyse der Bilddaten wirklich nur auf den Bereich des Bildschirms bezieht.

Sobald man das Set unter Strom setzt, beginnt die Kamera mit dem Abfilmen. Die Steuerbox wertet die Bildinhalte aus und schickt passende Farbeffekte auf die LED Streifen. An den kurzen Seiten werden je 21 LEDs bespielt, an den Längen sind es 36 LEDs. Ganz so fein aufgelöst sind die Effekte allerdings nicht, denn die Steuer-Chips auf den LED-Streifen (WS2811) schalten immer je 3 LEDs als Gruppe.

Im Ambilight-Modus folgen die Lichteffekte mit leichter Latenz grob dem farblichen Geschehen auf dem Bildschirm. Nur selten scheint Govees Immersion aus dem Tritt zu kommen und rutscht in komplett falsche Farbbereiche ab. Zusätzlich zum Ambilight-Modus kann man über die App oder eine Taste am Gerät auch diverse Audio-Modi anwählen, die den Streifen wild zucken oder sanft im Takt pulsieren lassen. Die Steuerbox ist mit einem Mikrofon ausgestattet und hat allerlei nette Farbeffekte in Petto. Mit der App lassen sich darüber hinaus eigene Lichtstimmungen gestalten. Durch die Anbindung an Google Assistant und Alexa kann man das Effektllicht sogar in Smart-Home-Szenarien einbinden oder als Benachrichtigungslicht verwenden.

Wer es gerne bunt mag, wird den Kauf des Govee-Immersion-Sets nicht bereuen. Es arbeitet zwar nicht so präzise wie das Original, schneller und billiger wird man sich einen Ambilight-Klon allerdings kaum zusammenbasteln können. (sha@ct.de)

Govee Immersion (H6199)

TV-Hintergrundbeleuchtung	
Hersteller	Govee, www.govee.com
Lieferumfang	Full-HD-Kamera, Steuerbox, 4 x LED-Streifen, Netzteil, Kalibrierhilfe, Montagematerial
Kommunikation	Wi-Fi 4, Bluetooth
Abmessungen	LED-Streifen (2 x 70 cm / 2 x 120 cm)
Preis	80 €



Bidirektionaler Konverter

SDI-HDMI-Medienkonverter sind eine Alternative zu teuren Glasfaser-HDMI-Kabeln, um Videosignale über lange Strecken zu führen.

Mit den SDI-HDMI-Konvertern von Blackmagic Design genügen billige Koaxialkabel mit BNC-Anschluss, um HDMI-Signale in Full HD mit bis zu 60 Bildern pro Sekunde per Serial Digital Interface über Strecken von bis zu 100 Metern zu übertragen. Außerdem lässt sich eine SDI-Kamera an einem HDMI-Framegrabber oder -Bildmischer betreiben oder eine Consumer-Kamera oder auch ein Raspberry Pi an professionelles Video-Equipment mit SDI-Eingang anschließen. Für den Einsatz im Heimkino, etwa zwischen BluRay-Player und Beamer, ist der Konverter nicht gedacht: Der Kopierschutz (HDCP) wird nicht durchgereicht.

Der Clou des neuen 3G-Modells ist, dass es auch Steuerbefehle transparent von HDMI nach 3G-SDI und umgekehrt überträgt. So kann man eine Pocket Cinema Camera 4K oder 6K des Herstellers, die lediglich über einen HDMI-Anschluss verfügen, an einen SDI-Bildmischer etwa der Atem-Studio-Familie anschließen und darüber vollständig steuern – inklusive Zoom, Fokus und Tally-Licht.

Umgekehrt funktioniert das auch mit SDI-Studio-Kameras: Diese kann man nun an einem HDMI-Bildmischer etwa aus der Atem-Mini-Familie anschließen und steuern. (mid@ct.de)

MicroConverter BiDirectional SDI/HDMI 3G

Bidirektionaler SDI-HDMI-Signalkonverter	
Hersteller	Blackmagic Design, blackmagicdesign.com
max. Videoformat	1080p60
Anschlüsse	2 x SDI, 2 x HDMI, USB-C
Preis	ca. 70 €



**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.**





T-Spezi

WLAN-Router Speedport Smart 4 fürs Telekom-Netz

Mit dem Speedport Smart 4 macht die Deutsche Telekom ihren Kunden modernes WLAN erschwinglich: Der Router funkt flott und bindet auf Knopfdruck passende Repeater ein, um große Wohnungen mit einem Mesh-Funknetz abzudecken.

Von Ernst Ahlers

Mit 170 Euro senkt der xDSL-Router Speedport Smart 4 für Telekom-Kunden die Einstiegsschwelle für modernes WLAN: Er funkt gemäß Wi-Fi 6 über vier MIMO-Streams und im 5-GHz-Band, wenn möglich, mit einem doppelt breiten 160-MHz-Kanal. Das macht den Router nominell im WLAN ebenso flott wie das aktuelle Spitzenmodell Speedport Pro Plus (Test in c't 3/2021, S. 20). Passend dazu hat der Smart 4 einen extraschnellen Ethernet-Port bis 2,5 GBit/s, den man fürs LAN oder für den Internetzugang über ein externes Glasfasermode nutzen kann.

Ein weiteres Highlight ist das OLED-Display: Nach erfolgreichem Setup – am Telekom-Netz im Kern nur anschließen, einschalten, warten – funkelt dort ein Feuerwerk. Die grafische Anzeige hilft Hobby-Admins bei der Fehlersuche sehr,

wenn es nicht auf Anhieb klappt. Wer einen älteren Speedport-Router ersetzt, der seine Konfiguration per EasySupport in der Telekom-Cloud gespeichert hat, findet direkt sein gewohntes WLAN wieder, ebenso automatisch wird die Festnetz-Telefonie eingerichtet.

Etwas Nacharbeit per Browser sollte man in die Router-Konfiguration investieren, damit sich Besucher nicht zu leicht ins interne Funknetz mogeln können: Ändern der aufs Typenschild gedruckten Daten Konfigurationspasswort, WLAN-Name und WLAN-Passwort, Deaktivieren der Display-Anzeige der WLAN-Zugangsdaten samt QR-Code. Löblicherweise funkt das Gerät ab Werk mit der verbesserten WLAN-Verschlüsselung WPA2+3 (Mixed Mode). Im Gastnetz müssen Besucher indes auf IPv6 verzichten.

Die optionalen neuen Mesh-Repeater Speed Home WLAN (im Bild links und rechts) sind zwar per Knopfdruck leicht gekoppelt und in die Router-Konfiguration eingebunden. Aber sie verbreiten das Gastnetz nicht weiter, was andere Mesh-Systeme durchaus tun. Wenigstens lassen sich die mit zwei Gigabit-Ethernet-Ports ausgestatteten Repeater auch per LAN-Kabel anbinden, was das Funkspektrum von den weiterzuleitenden Daten verschont.

Funktionen

Bei den Router-Funktionen bietet der Speedport Smart 4 das Meiste dessen, was

Heimnutzer brauchen. Auch Portfreigaben für eigene Server lassen sich anlegen, gemeinsam für IPv4 und IPv6. Läuft der Server mit aktivierten IPv6-Privacy-Extensions (automatisch wechselnder Host-Part der IPv6-Adresse, hintere 64 Bit), dann funktionieren IPv6-Freigaben eventuell nach einiger Zeit nicht mehr: Man kann keinen festen Host-Part (auch IID) für die Zieladresse eintragen.

Routerkaskaden sind beispielsweise für WGs oder Co-Working-Spaces interessant, damit alle ein eigenes, von den anderen getrenntes (W)LAN bekommen. Läuft der Smart 4 als Haupt-Router an der Internetleitung, dann bekommen die nachgeschalteten Geräte mangels Präfixdelegation (DHCPv6-PD) leider kein IPv6. Umgekehrt spricht der Smart 4 auf seinem WAN-Port nur PPPoE, kann also nicht als nachgeschalteter Router mit DHCP arbeiten.

Im Frühjahr 2020 war die Telekom mit WireGuard als VPN-Protokoll unter den Vorreitern, doch kann man WireGuard nur alternativ zu L2TP/IPsec verwenden und weiterhin nur eine einzige VPN-Verbindung anlegen. Das soll sich laut Hersteller demnächst mit einem Firmware-Update ändern.

Den USB-2.0-Port kann man zur Freigabe eines Druckers oder Massenspeichers im (W)LAN nutzen. Die langsame USB-Variante begrenzt den Datendurchsatz auf rund 38 MByte/s. Leider spricht

der Server (Samba 3.0.37 vom Oktober 2009) in der getesteten Firmware-Version (siehe Tabelle) auch nur das obsolete SMB1-Protokoll, das in Windows 10 ab Werk deaktiviert ist. Wer mehr als das eine mögliche Nutzerkonto für Dateifreigaben braucht oder hohen Durchsatz möchte, ist mit einem separaten Netzwerkspeicher (NAS) besser bedient.

Die integrierte DECT-Basis koppelt bis zu fünf Schnurlos-Telefone, auch in HD-Sprachqualität, und steuert DECT-ULE-Komponenten im Magenta-Smart-home. Als zweites Smart-Home-Protokoll lässt sich Zigbee per USB-Stick nachrüsten, auch für Homematic IP.

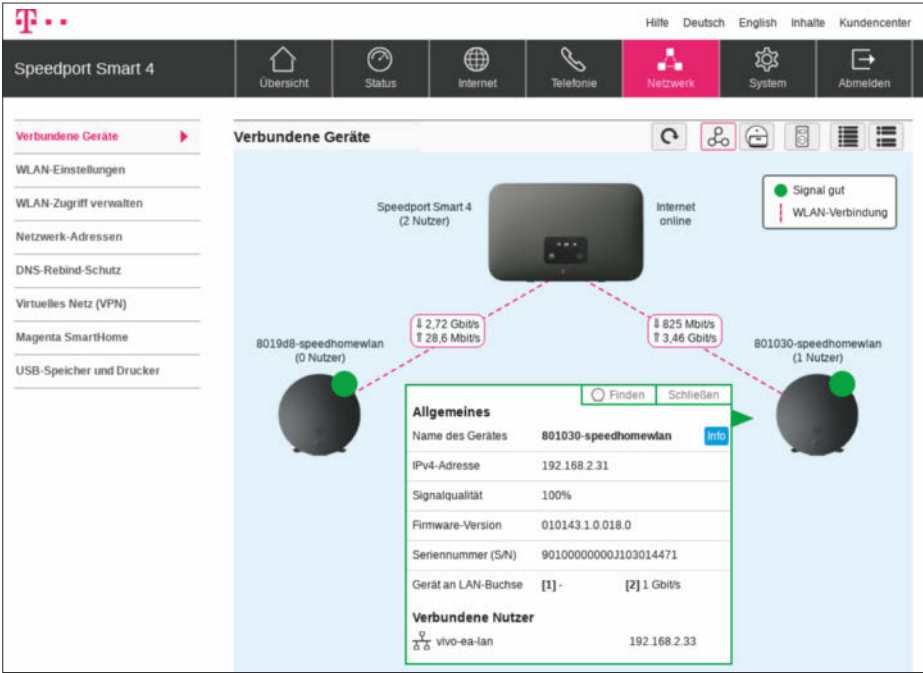
Im Mesh-WLAN unterstützen Router und Repeater laut Beacons (Anwesenheitssignale) die üblichen Roaming-Helfer (IEEE 802.11k, Radio Resource Measurement, und 11v, BSS Transition). Bezüglich Wi-Fi 6 bieten sie die Standards (BSS Coloring für effizientere Spektrumsnutzung, TWT für erleichtertes Stromsparen in Mobilgeräten). Diese Roaming- und Effizienzfunktionen sind Selbstverständlichkeiten, werden aber auch bei Neuerscheinungen nicht immer geboten, wie wir kürzlich beim Test von Amazons eero-6-Kit feststellten (c't 12/2021, S. 67).

Das Mesh-System leitete erwartungsgemäß das Telekom-eigene Multicast-IPTV MagentaTV störungsfrei im internen WLAN weiter, auch an die Ethernet-Ports der Repeater, sodass man eine Set-Top-Box ins Gästezimmer stellen kann. Doch im Gast-WLAN kam das Multicast-IPTV ebenso wenig an wie IPv6.

Performance

Am Telekom-VDSL-Anschluss mit Superfectoring lieferte der Router den erwarteten Durchsatz von rund 260 MBit/s im Downstream und 43 MBit/s in die Gegenrichtung. Das stimmte gut mit dem Ergebnis des integrierten, über das Display startbaren Speedtests überein. An schnelleren Anschlüssen – etwa einer Telekom-Glasfaser – könnte der Smart 4 deutlich mehr: Wir maßen bis zu 860 MBit/s PPPoE-Durchsatz, wobei unser Server begrenzte.

WLAN-seitig spielte der Smart 4 mit unserem Test-Client Intel AX200 sehr gut zusammen: Mit dem Test-PC am schnellen Ethernet-Port maßen wir bis zu 1437 MBit/s als Mittel aus Down- und Upstream, jedoch nur in unmittelbarer Nähe zum Router. Über die 20-Meter-Strecke durch Wände waren es immer



Mit passenden Mesh-Repeatern zeigt der Speedport Smart 4 die Netzwerk-Topologie an, inklusive der aktuellen Datenrate zwischen den WLAN-Basen sowie den an den Repeatern hängenden Clients.

noch über 200 MBit/s, je nach Ausrichtung der Geräte und Funkband auch einiges mehr.

Mit einem Mesh-Repeater Speed Home WLAN am 20-Meter-Punkt bekam der Client nochmals sechs Meter weiter durch eine Wand auch mindestens noch 134 MBit/s. Ohne Repeater ging dort gar nichts. Im AP-Betrieb (Anbindung per LAN-Kabel an den Router) kletterte die Geschwindigkeit auf 214 beziehungsweise 311 MBit/s. Für seine hohe Performance gönnte sich der Smart 4 aber mit 12 Watt aus der Steckdose auch einen guten Schluck.

Fazit

Braucht man bei den Netzwerkfunktionen mehr, als der Smart 4 kann, etwa Routerkaskaden oder mehrere VPN-Zugänge ins Heimnetz, dann muss man sich derzeit noch andersorts umsehen. Für „einfach nur Internet“ kann Telekom-Kunden der Neuanschluss oder Routerwechsel aber kaum leichter fallen: anschließen, einschalten, warten. Auch das Versorgen größerer Wohnungen mit schnellem Mesh-WLAN klappt mit den passenden Repeatern auf Knopfdruck – mit einem angekündigten Firmware-Update bald auch für Gäste. (ea@ct.de) ct

Telekom Speedport Smart 4

Mesh-fähiger WLAN-Router	
Hersteller	Deutsche Telekom, www.telekom.de
WLAN	2 x Wi-Fi 6 (4) = IEEE 802.11ax-1200 / 4800, WPA3, WPS, DFS
Bedienelemente	Reset, Neustart, WLAN, Menü, Connect, 3 Statusleuchten, Display
Anschlüsse	5 x RJ45 (DSL bis Superfectoring, 3 x Gigabit-Ethernet, 1 x NBase-T bis 2,5 GBit/s), 1 x USB 2.0, 1 x TAE
getestete Firmware	010139.1.1.001.2 (Repeater: 010143.1.0.018.0)
NAT-Perf. PPPoE (DS / US)	860 / 505 MBit/s
IP-zu-IP (DS / US)	nicht unterstützt
WLAN 2,4 GHz nah / 20 m ¹	417 / 246-350 MBit/s
5 GHz nah / 20 m ¹	1437 / 202-293 MBit/s
Backbone-Durchsatz 20 m	205-274 MBit/s
Client-Durchsatz 26 m 2,4 / 5 GHz ¹	203 / 134 MBit/s
Leistungsaufnahme Router ²	12 W / 22 VA (Mesh-Node: 5,5 W/11 VA)
jährliche Stromkosten ²	32 € (mit 2 Repeatern: 61 €)
Preis	170 € (Router; Repeater: 80 €)

¹ gegen Intel AX200 ² idle, bei Dauerbetrieb, 30 Cent/kWh, gerundet



Kleiner Kraftprotz

Android-Smartphone Asus Zenfone 8

Ein High-End-Smartphone, das in jede Hosentasche passt: Das Zenfone 8 von Asus ist handlich und dennoch vollgestopft mit aktueller Technik.

Von Robin Brand

Kompakte High-End-Smartphones suchte man im Android-Lager bislang vergeblich. Entweder sind die Geräte nicht wirklich kompakt (zum Beispiel das schmale, aber lange Sony Xperia 5 II) oder nicht wirklich High-End (zum Beispiel das Google Pixel 5 mit Snapdragon 765G). Das Asus Zenfone 8 macht Schluss damit, es

ist das kompakteste Smartphone mit Qualcomms Top-SoC Snapdragon 888. Dazu packt Asus bis zu 16 GByte RAM und 256 GByte nicht erweiterbaren Flashspeicher in das handliche (148 mm × 68 mm × 8,9 mm) 170-Gramm-Paket.

Dank der Abmessungen lässt sich das Zenfone 8 angenehm einhändig bedienen. Die mattierte Glasrückseite und der leicht abgerundete Metallrahmen liegen gut in der Hand, die Verarbeitung ist grundsätzlich. Das Display soll dank Gorilla Glass Victus auch Stürze aus zwei Metern Höhe aufharte Untergründe unbeschadet überstehen. Ein Sturz aus ebendieser Höhe auf einen Holzdielenboden mit dem Display voran brachte dem Gerät keine sichtbaren Schäden bei. Gegen Wasser und Staub ist es gemäß IP68-Zertifizierung geschützt.

Diese bescheinigt dem Smartphone, staubdicht zu sein und ein Bad in Süßwasser in einem Meter Tiefe auszuhalten. Nach der obligatorischen Test-Schwimmstunde im Waschbecken funktionierte das Smartphone wie zuvor.

Die Vorderseite des Zenfone besteht fast ausschließlich aus Display, das somit trotz des kleinen Gehäuses mit 5,9 Zoll einigermaßen großzügig bemessen ist. Serien streamen oder zocken machen auf größeren Screens aber mehr Spaß. Das plane OLED stellt maximal 120 fps dar und löst 2400 × 1080 Pixel auf. Das ergibt eine Pixeldichte von 448 dpi – oder anders ausgedrückt: Alle Inhalte werden gestochen scharf dargestellt. Die Software passt die Bildwiederholrate wahlweise automatisch an den Inhalt an, um Akku zu sparen. Die von Asus versprochene maximale Helligkeit von über 1000 cd/m² haben wir nur in einigen Apps wie der Foto-Galerie messen können (bis zu 1014 cd/m²). In den meisten anderen schaffte das Zenfone keine 500 cd/m². Für welche Anwendungen die maximale Helligkeit begrenzt ist und für welche nicht, verriet uns Asus auf Anfrage nicht. Bei der täglichen Benutzung fiel uns das an Ketten gelegte Panel aber nicht negativ auf. Auch in heller Umgebung leuchtet das Display hell genug.

Im Spiele-Dauerlauf stoppte die Uhr nach 13,7 Stunden – das toppen wenige Oberklasse-Smartphones. Erhöhten wir die Last (mit einem 4K/120-Video), forderte das 120-Hertz-Display allerdings seinen Tribut und die Lichter gingen schon nach rund fünf Stunden aus, da schaffen andere High-End-Smartphones deutlich mehr. Bei der alltäglichen Benutzung pendelten wir uns bei einem Ladestopp pro Tag ein. Wer kein Problem damit hat, dass der Akku auch mal mittags leer läuft, kann anderthalb Tage überstehen.

Absichtlich langsam

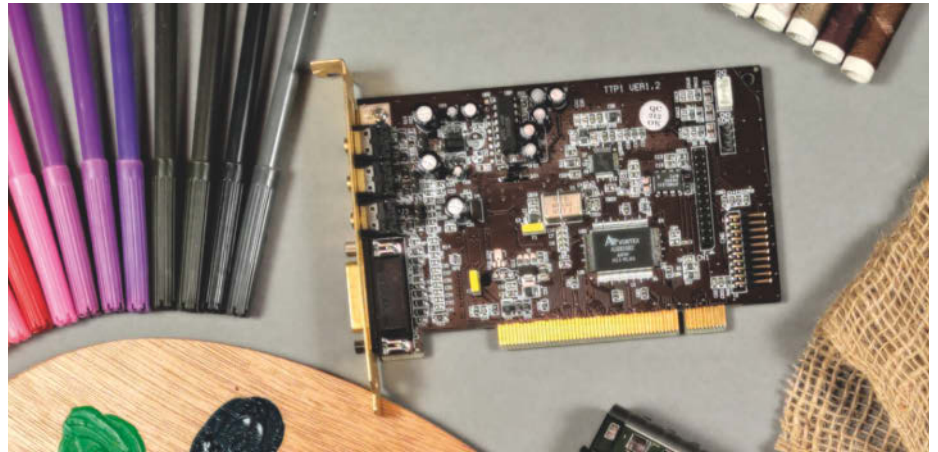
Vollgeladen ist das Zenfone mit dem beiliegenden 30-Watt-Netzteil binnen 78 Minuten, eine halbe Akkufüllung dauert 23 Minuten. Viele Konkurrenten laden deutlich schneller. Asus dagegen hat dem Zenfone allerlei Ladetechniken beigebracht, damit der Stopp an der Steckdose nicht so schnell, sondern so akkuschonend wie möglich erledigt ist. So kann man die Ladung an den Wecker koppeln. Dann wird der Akku schonend über die Nacht befüllt und die volle Kapazität passend mit dem Wecker klingeln erreicht. Alternativ kann

man zum Beispiel auch festlegen, dass der Akku nicht zu mehr als 80 oder 90 Prozent befüllt wird. Stetiges Laden auf 90-prozentige Füllung dauerte 90 Minuten. Drahtlos lässt sich das Zenfone nicht laden.

Auch bei der Kamera musste Asus zugunsten des kompakten Gehäuses Abstriche machen – eine Telekamera fehlt dem Zenfone. Es fotografiert mit zwei Kameras – einer weitwinkligen Hauptkamera (64 MP, $f/1,8$, OIS) und einem Ultra-Weitwinkel (12 MP, $f/2,2$). Die Hauptkamera wird Oberklasse-Ansprüchen gerecht. Die Software glättet weniger als mancher Konkurrent, sodass die Fotos viele Details zeigen, aber mitunter schon bei Tageslicht rauschen. Fotografiert man in dunkler Umgebung, hellt das Zenfone stark auf und glättet sichtbar. Googles Pixel-Smartphones holen in diesem Szenario etwas mehr aus den Motiven. Deutlich besser werden die Resultate, wenn man das Zenfone im Dunkeln auf ein Stativ stellt. Dass es sich dann ordentlich Zeit lässt für ein Foto, lohnt sich. Bei 5 Lux konnten wir auf unserem aus anderthalb Metern Entfernung aufgenommenen Testchart sogar feine Leiterbahnen einer in der Bildmitte platzierten Platine erkennen. Diese arbeiten manche anderen Smartphones selbst bei 1100 Lux nicht so gut heraus. Der Ultra-Weitwinkel kommt da nicht heran. Die Software glättet stärker und verschluckt Details – genau wie die Konkurrenz.

Die Performance des Zenfone 8 ist über jeden Zweifel erhaben. Mit Qualcomms Snapdragon 888 zählt es zu den schnellsten Android-Smartphones auf dem Markt. Unter Last wurde es allerdings mitunter unangenehm warm – es erhitze sich auch stärker als andere Smartphones mit Snapdragon 888, die wir bislang in den Händen hatten. Eine Auswirkung auf die Performance hatte das nicht: Unter halb-stündiger Dauerlast drosselte das Zenfone 8 geringfügiger als die größeren Konkurrenten OnePlus 9 Pro, Oppo Find X3 Pro oder (mit Kirin 9000) Huawei Mate 40 Pro.

Im 5G-Netz funkt das Zenfone unter anderem in allen in Deutschland relevanten Bändern. Außerdem beherrscht es Wi-Fi 6 und Bluetooth 5.2 – und punktet mit zwei selten gewordenen Features: Kopfhörerbuchse und Benachrichtigungs-LED. Die Stereo-Lautsprecher tönen laut und kräftig – für Smartphone-Verhältnisse überdurchschnittlich gut. Asus liefert das



Bei 5 Lux im Nachtmodus lichtet die Kamera des Zenfone erstaunlich viele Details ab, nimmt sich dafür auf dem Stativ aber auch viel Zeit.

Zenfone 8 mit Android 11 und fast unveränderter Bedienoberfläche aus. Es soll mindestens zwei Upgrades auf neue Android-Versionen erhalten. Wie lange und in welchem Rhythmus es Sicherheitspatches erhalten wird, ließ Asus offen.

Fazit

Mit seiner Kombination aus potenter Hardware auf knappen Raum steht das Zenfone 8 fast konkurrenzlos da. Eine Alternative ist das Google Pixel 5. Dieses

bietet die etwas bessere Kamera, Softwareupdates direkt von Google und exklusive Featuredrops, kommt aber mit dem schwächeren Snapdragon 765G, ohne Kopfhörerbuchse und mit maximal 128 GByte Flash. Asus dagegen stopft fast alles, was die Smartphone-Technik hergibt, in das Zenfone 8. Wer den schnellsten Prozessor, massig Speicher, ein tolles Display und eine ordentliche Kamera im kleinen Format sucht, wird mit dem Zenfone 8 fündig. (rbr@ct.de) **ct**

Asus Zenfone 8

Android-Smartphone	
Betriebssystem / Security Level	Android 11 / April 2021
Ausstattung	
Prozessor / Kerne × Takt / GPU	Qualcomm Snapdragon 888 / 1 × 2,8 GHz, 3 × 2,4 GHz, 4 × 1,8 GHz / Adreno 660
RAM / Flash-Speicher / Kartenslot	16 GByte / 256 GByte (240 GByte) / –
5G (DSS / Band 1 / 28 / 77 / 78 / 260 / 261) / LTE / SIMs / SAR-Wert	✓ (✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / – / –) / LTE Cat 20/13 (2000Mbps/150Mbps) / 2 × Nano-SIM / 1,412 W/kg
WLAN (Antennen) / Bluetooth / NFC / Kompass / Standortbestimmung	Wi-Fi 6 (2) / 5.2 / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo,
USB-Anschluss / Kopfhöreranschluss / Benachrichtigungs-LED	USB-C 2.0, OTG, kein DP / ✓ / ✓
Akku / Ladezeit / Drahtlosladen	4000 mAh / 1,3 h mit mitgeliefertem Netzteil / –
Abmessungen / Gewicht / Schutzklasse	148 mm × 68 mm × 8,9 mm / 170 g / ✓ (IP68)
Display	
Größe / Technik	5,9 Zoll / OLED
Auflösung (Punktdichte) / Helligkeitsregelbereich ¹ / Ausleuchtung	2400 × 1080 Pixel (448 dpi) / 2,02 ... 447 cd/m² / 96 %
Kamera	
Hauptkamera Auflösung / Blende / OIS	63,3 MP (9184 × 6888) / $f/1,8$ / ✓
Weitwinkelkamera Auflösung / Blende / OIS	12,2 MP (4032 × 3024) / $f/2,2$ / –
Frontkamera Auflösung / Blende / OIS	12,2 MP (4032 × 3024) / $f/2,45$ / –
Messungen, Laufzeiten, Benchmarks	
Laufzeiten bei 200 cd/m² Helligkeit	18,4 h lokales Video / 13,7 h 3D-Spiel / 5,2 h 4K-Video / 13,9 h Videostream
Coremark Single / Multi	22656 / 98759
Geekbench V4 Single, Multi / V5 Single, Multi	5021, 13976 / 1123, 3725
GFXBench Car Chase / Manhattan 3.0 / Manhattan 3.1 (je On-, Offscreen)	62 fps, 72 fps / 119 fps, 159 fps / 105 fps, 119 fps
Preis	669 € (6/128), 719 € (8/256), 799 € (16/256)
¹ maximale Helligkeit (1018 cd/m²) nur in ausgewählten Apps ✓ vorhanden – nicht vorhanden	

Größer ist besser

Mittelformatkamera: Fujifilm GFX100S

Die Fujifilm GFX100S bringt den derzeit größten Sensor mit, den ein Kameragehäuse in Spiegelreflexgröße fasst. Er löst über 100 Megapixel auf – ohne Kompromisse beim Bildrauschen.

Von Peter Nonhoff-Arps und Sophia Zimmermann

Fujifilm treibt die Konkurrenz vor sich her: Der Mittelformatsensor der GFX100S verspricht mit 65 mm Sensor-diagonale gegenüber Vollformatsensoren mit 46 Millimetern mehr Licht einzufangen. Allenfalls die Vollformatkamera Sony A7R IV mit ihren 61 Megapixeln hält in Fragen der Lichtempfindlichkeit mit dem 102-Megapixelmonster mit, denn bei beiden Kameras sind die einzelnen Pixel gleich groß, nämlich 3,7 Mikrometer.

Um die GFX100S als Alternative zum handlicheren und günstigeren Vollformat zu platzieren, gestaltet Fujifilm das Gehäuse kompakt und outdoortauglich. Sie wiegt kaum mehr als eine große Spiegelreflexkamera. Der Body ist wie auch bei professionellen Vollformatkameras üblich rundum gegen Staub und Spritzwasser geschützt. Der Sensor ist stabilisiert; bei 45 Millimetern Brennweite erzielen wir noch bei 1/10 Sekunde verwacklungsfreie

Fotos. Fujifilm bietet für die GFX-Kameras zehn Festbrennweiten und drei Zoomobjektive an.

Die Kamera erhöht ihre enorme native Auflösung auf Wunsch mit der Sensor-Shift-Technik. Bei der Aufnahme verschiebt sich der Sensor und verrechnet mehrere Einzelfotos zu einem hochauflösenden Bild. So kommt das Fujifilm-Modell auf eine maximale Auflösung von 400 Megapixeln mit erstaunlicher Detailwiedergabe. Sinnvoll einsetzbar ist diese Technik allerdings nur unter gut kontrollierbaren Aufnahmebedingungen und bei Motiven, die stillhalten.

Handhabung und Praxis

Die GFX100S liegt ausgewogen in der Hand. Ihre Größe macht sich vor allem beim Transport bemerkbar. Mit Standardzoom trägt die Mittelformatkamera mehr auf und benötigt somit auch eine größere Kameratasche als eine Vollformatkamera.

Statt einzelner Belichtungsradchen bringt die GFX100S ein klassisches PASM-Moduswahlrad mit. Neben dem Display finden Fotografen auf der Rückseite einen Joystick, um Autofokusfelder anzuwählen und in den Menüs zu navigieren. Das Top-LCD ist auch im ausgeschalteten Zustand aktiv. Es zeigt die Aufnahmeparameter, ein Histogramm oder ISO und Belichtungszeit an. ISO und Shutter erscheinen als animierte Wahlräder. Auf Videos wendet sie auf Wunsch die inzwischen typischen 19 Fujifilm-Looks an.

Messwerte und Bildkritik

Weil die Pixel der Fujifilm-Kamera nahezu identisch mit denen der Sony A7R IV sind, bietet sich diese als Referenz an. Unsere Messungen zeigen bei beiden Kameras ein ähnlich hohes Niveau. Beide bringen es bei ISO 100 auf die gleiche prozentuale Auflösung von etwa 95 Prozent; der Mittelformatsensor kommt dabei auf 4130 Linienpaare pro Bildhöhe (Lp/Bh) und der kleinformatische auf 3040 Lp/Bh. Beim Dynamikumfang liegt die Sony A7R IV etwas weiter vorne, beim Rauschverhalten

führt das Mittelformat. Beide Kameras zeigen bis ISO 12.800 kein deutlich störendes Rauschen. Mäßiges Rauschen zeigt die GFX100S erst oberhalb von ISO 6400, die A7R IV bereits bei ISO 1600.

Es beeindruckt, wie gut beide Kameras feine Strukturen unterschiedlicher Materialien etwa von Stein oder Eisen herausarbeiten. Es lässt sich unabhängig von der Auflösung kaum sagen, welche Kamera das grundsätzlich besser macht.

Fazit

Die GFX100S beweist, dass das Mittelformat an das Vollformat heranrückt, nicht nur durch kompaktere Abmessung und geringeres Gewicht als bislang, sondern auch preislich. Kosten manche Mittelformat-Kameras sechsstellige Summen, ruft Fujifilm nur 6000 Euro auf.

Mit ihrem robusten Gehäuse eignet sich die GFX100S nicht nur fürs Studio, sondern auch für Landschafts-, Architektur- oder Hochzeitsfotografie. Die Kamera ist etwas für Fotografinnen und Fotografen mit besonders hohen Ansprüchen, beispielsweise für Großdrucke. Außerdem zeigt sie, dass bei Auflösung und Bildqualität das Ende der Fahnenstange noch lange nicht erreicht ist. (akr@ct.de) **ct**

Einen ausführlichen Test dieser Kamera lesen Sie in c't Fotografie 3/2021.

Fujifilm GFX100S

Mittelformatkamera mit 102-MPixel-Sensor	
Bildsensor	43,8 mm × 32,9 mm, CMOS (X-Trans)
Sensorauflösung	102 Megapixel (11648 × 8738)
Lichtempfindlichkeit	ISO 100 - ISO 12.800 (erweiterbar auf ISO 50 - ISO 102.400)
Bildstabilisierung	5-Achsen (IBIS) und objektivseitig
Autofokustyp	Hybrid-AF
AF-Messfelder / Arbeitsbereich	425 Felder / ab -5,5 LW
kürzeste / längste Verschlusszeit	1/4000 s / 30 s, Bulb (1/16.000 elektr.)
Serienbildrate / Raw in Folge	5 B/s / 14
Videoformat	MOV (MPEG-4 AVC, HEVC / H.264)
max. Video-Auflösung	4096 × 2160 (30p)
Sucher / Vergrößerung	OLED (1080 × 960) / 0,77x
Display / Diagonale	LCD (1024 × 768) / 7,6 cm
Display: beweglich / Touch	neig- u. schwenkbar / ✓
Speichertyp	2 × SD (HC, XC), UHS-II
Akku / Aufnahmen	2200 mAh (Li-Ion) / 460
Gehäusematerial / wetterfest	Magnesiumlegierung / ✓
Objektiv-Bajonett / Cropfaktor	Fujifilm G-Mount / 0,8
Bodymaße (B × H × T) / Gewicht	150 mm × 104 mm × 87 mm / 900 g
Anschlüsse	USB 3.2 (Typ-C, 10 GBit/s), HDMI (Typ D), Mikr., Kopfh., Fernbed.
Wireless	WLAN 802.11b/g/n, Bluetooth 4.2
Preis	6000 €



Fujifilm bringt in der GFX100S einen Mittelformatsensor unter. Dabei ist sie kaum größer als eine Vollformatkamera wie die Sony A7R IV hier zum Vergleich.

Ulla Lohmann

Expeditionsfotografin und c't Fotografie-Autorin

mit dem Hang zum Nervenkitzel
im Vulkan Benbow in Vanuatu



Ulla Lohmann, Fotografiert u. a. für
GEO, National Geographic, TerraX

„Fotografie ist meine Leidenschaft, und weil ich sie gefunden habe, kann ich meine Träume verwirklichen.“

Ulla Lohmann, www.ullalohmann.com

© Ulla Lohmann



Von Fotografen – für Fotografen

- 2 Ausgaben kompaktes Profiwissen für 14,30 €
- 35 % Rabatt gegenüber Einzelheftkauf
- Inkl. Geschenk nach Wahl



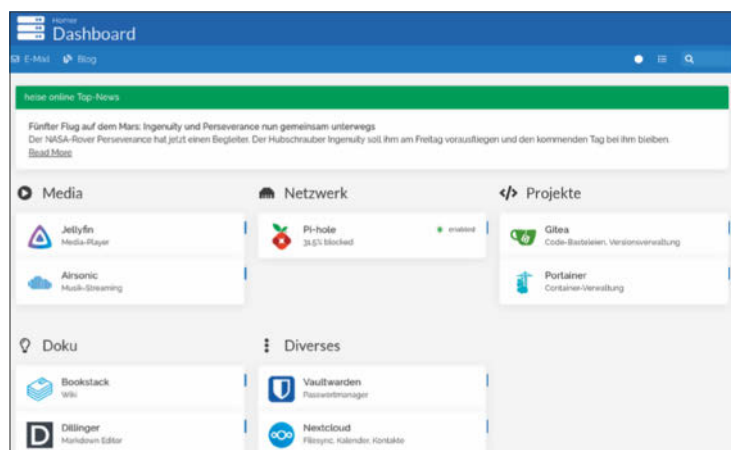
Jetzt bestellen:

www.ct-foto.de/miniabo

c't Fotografie

+49 541/80 009 120

✉ leserservice@heise.de



Wegweiser im Heimnetz

Wenn sich viele Webanwendungen im Netzwerk tummeln, kann man schon mal den Überblick verlieren. Das Dashboard „Homer“ macht die Lesezeichensammlung überflüssig.

„Wie war nochmal die IP-Adresse des Raspi, auf dem die Nextcloud läuft? Auf welchem Port lauscht doch gleich der Webserver der Wiki-Anwendung?“. Wer Gefallen daran gefunden hat, diverse Webdienste in Eigenregie zu hosten, sieht sich früher oder später mit diesen Fragen konfrontiert. Homer verlinkt alle Anwendungen in einem Dashboard und hilft so dabei, den Durchblick zu behalten.

Beim Homer-Dashboard handelt es sich um eine simple, statische Website. Am schnellsten nimmt man das Dashboard mittels Docker-Container in Betrieb. Dafür gibt es im Docker Hub ein gut gepflegtes Container-Image (b4bz/homer). Im Git-Hub-Repository des Projektes stehen jedoch auch alle benötigten Dateien als Archiv zur Verfügung, die sich mit einem beliebigen Webserver ausliefern lassen.

Nutzer befüllen und konfigurieren das Dashboard über eine zentrale YAML-Datei. Das Container-Image und das Download-Archiv enthalten beide eine YAML-Datei mit einem Grundgerüst für eine Demo-Seite, sodass weitere Anpassungen mit dem Texteditor leicht von der Hand gehen. Um die Änderungen zu sehen, reicht es aus, die Seite im Browser neu zu laden. Mit eigenen Einträgen in der YAML-Datei lassen sich Apps hinzufügen und in Kategorien einsortieren. Die Font-Awesome-Bibliothek stellt passende Icons für die Kategorien bereit und schafft so einen konsistenten Look. Die Icons für

die Anwendungen legt man lokal in einem Asset-Ordner ab und referenziert sie in der YAML-Datei.

Das Homer-Dashboard skaliert flexibel je nach Bildschirmgröße und macht auch auf Smartphones und Tablets eine gute Figur. Die Kopfzeile beinhaltet neben zusätzlichen Shortcuts weitere Bedienelemente. Über eine Schaltfläche lässt sich hier in eine Listenansicht wechseln. Sollte das Dashboard irgendwann überquellen, hilft die Suchfunktion, die auch per Tastenkürzel startet. Ein Button zum Umschalten zwischen einem hellen und einem dunklen Theme sowie eine Option, die sich nach dem Farbschema der Systemeinstellungen richtet, stehen ebenfalls zur Verfügung.

Wer möchte, ändert die Farben des Dashboards oder verwendet ein eigenes Wallpaper. Mit etwas Bastelarbeit sind auch Spielereien wie ein Videohintergrund möglich. Tiefergehende Anpassungen nehmen Nutzer mit eigenen CSS-Stilen vor. Via Node-Red-Flow kann Homer einen RSS-Feed abrufen und so eine dynamische Nachricht anzeigen. Bei ausgewählten Diensten, wie beispielsweise Pi-hole, lädt Homer Statistiken des Dienstes über das Pi-hole-API und bindet diese ein. Andere Dashboards wie Heimdall sind bereits weiter und zeigen bei deutlich mehr Anwendungen zusätzliche Informationen an. Der Homer-Entwickler will zukünftig weitere Dienste integrieren, dabei jedoch den simplen und leichtgewichtigen Charakter des Dashboards beibehalten. (ndi@ct.de)

Homer

Webbasiertes Dashboard	
Hersteller	Bastian Wirtz, github.com/bastianwirtz/homer
Systemanf.	Docker (Windows, macOS, Linux), Webserver (Apache, Nginx, Python http.server)
Preis	kostenlos, Open Source (Apache 2.0 Lizenz)



Hübsch im Homeoffice

Die Webcam Taxon von Trust überträgt hoch aufgelöste Bilder zu einem vergleichsweise niedrigen Preis.

Die Taxon-Webcam ist auch ohne separaten Treiber per USB mit Windows, macOS und Linux kompatibel: Wählt man sie in einem Videokonferenzprogramm wie Zoom als Kamera und Mikrofon aus, ist sie in wenigen Sekunden einsatzbereit.

Anwender mit weniger dichtem Haarwuchs brauchen sich keine Sorgen machen, unangenehm zu glänzen: Die Taxon belichtet gut und überstrahlt nicht. Allerdings versucht sie, den Nutzer sehr stark vom Hintergrund zu trennen, wodurch die Haare ein wenig flirren und es so wirkt, als ob man einen virtuellen Hintergrund eingeschaltet hätte. Sprachaufnahmen vom eingebauten Mikrofon klangen klar und gut verständlich.

Mit ihrem 80-Grad-Weitwinkelobjektiv mit Autofokus eignet sich die Taxon gut für den Einsatz im Homeoffice. Um die Privatsphäre zu schützen, lässt sich ein Schieberegler vors Objektiv der Webcam schieben.

Für 80 Euro ist sie eine gute sowie günstige Alternative zu vergleichbaren Webcams wie der Logitech C-922.

(kim@ct.de)

Trust Taxon

2K-Webcam mit Weitwinkel	
Hersteller	Trust, www.trust.com
Sensorauflösung / max. Bildrate	2560 × 1440 Pixel / 30 fps, 1920 × 1080 / 30 fps, 1280 × 720 / 30 fps
Systemanf.	Windows ab 7, macOS ab 10.15
Preis	80 €

// heise devSec()

Die Konferenz für sichere Software- und Webentwicklung

2021 mit zusätzlichen Online-Tagen

DevSecOps und Web Application Security

29. Juni

Thementag DevSecOps

- Wo gehört das Sec in DevOps hinein?
- Was macht eine Secure Architecture aus?
- Kann man „defensiv entwickeln“?
- Welche Codeanalyse-Tools eignen sich für die Cloud?

**Jetzt buchen,
von Kombi-Preis
profitieren**

1. Juli

Thementag Web Application Security

- Erfahrungen mit Content Security Policy
- Mutation XSS im Jahr 2021: Ein längst gelöstes Problem?
- OAuth – The Good Parts

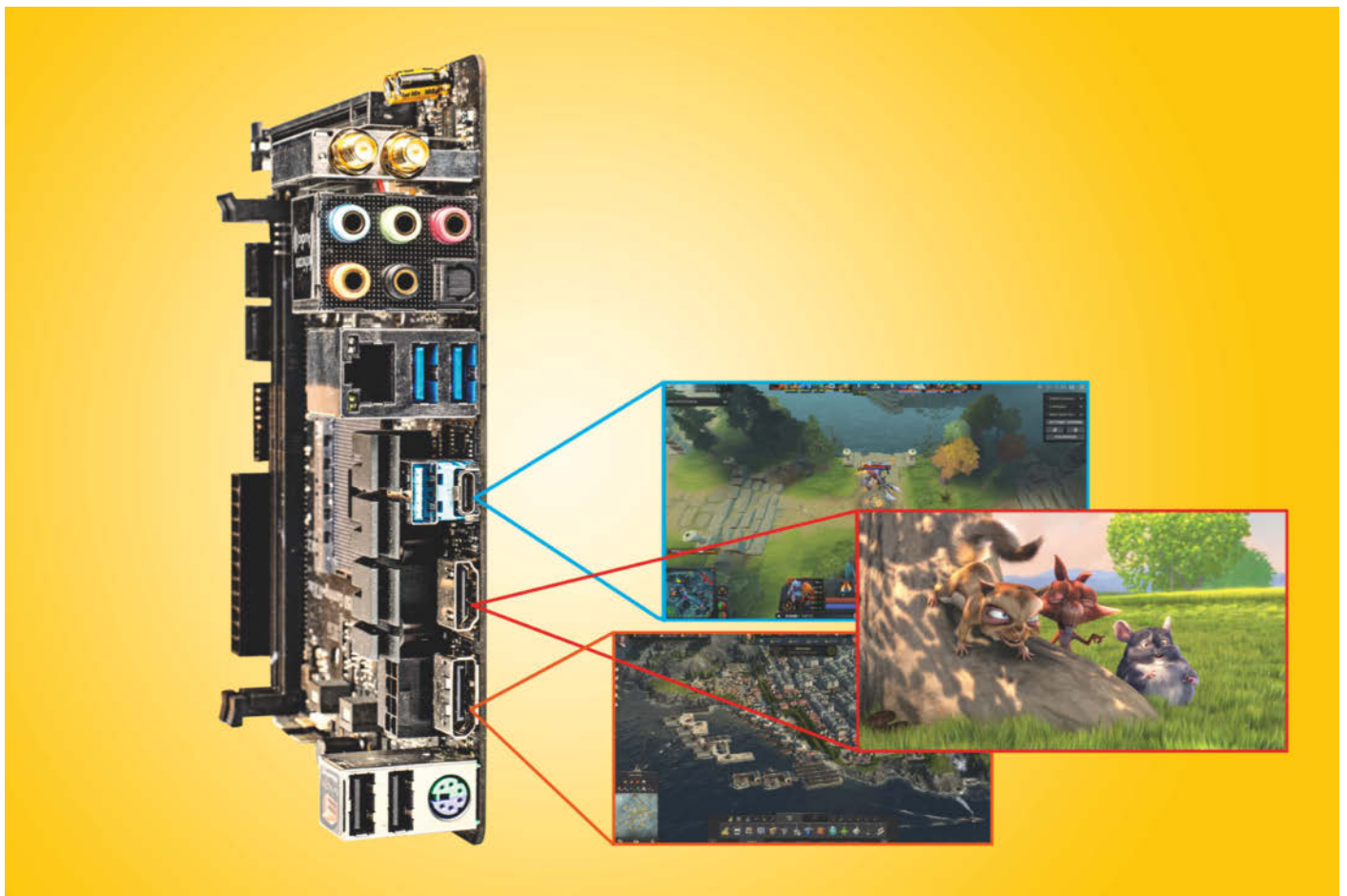
Jetzt anmelden: www.heise-devsec.de

Veranstalter

 **heise Security**

 **heise Developer**

 **dpunkt.verlag**



Grafik zum Pauschaltarif

3D- und Videofähigkeiten integrierter Grafikeinheiten von Core-i- und Ryzen-Prozessoren

Die in AMD- und Intel-Prozessoren eingebauten GPUs stehen etwas zu Unrecht im Schatten leistungsfähiger Grafikkarten. Sie ermöglichen nicht nur schlanke Notebooks und sparsame Desktop-PCs, sondern reichen dank moderner Videoeinheiten und gewachsener 3D-Leistung für viele Anwendungen aus.

Von Christian Hirsch

Für Profi-Anwender und PC-Spieler führt an Grafikkarten kein Weg vorbei, insbesondere wenn höchste Rechenleistung für komplexe CAD-Modelle, wissenschaftliche Berechnungen oder den neuesten 3D-Shooter gefragt ist. Für die meisten anderen Anwendungen ist eine separate Grafikkarte beziehungsweise ein zusätzlicher Grafikchip im Notebook hingegen überflüssig, denn dafür reicht die im Prozessor integrierte Grafik aus. Sie steuert mehrere Monitore an, entlastet die CPU-Kerne bei der Videowiedergabe und taugt für viele Gelegenheitsspiele.

Die integrierten GPUs (iGPU) der Core-i-Prozessoren von Intel und der Ryzen-CPU von AMD bieten einige Vorteile gegenüber Grafikkarten. Sie benötigen viel weniger Energie. Das bringt nicht nur längere Laufzeiten beim Notebook,

sondern auch leisere Kühlung bei Desktop-PCs. Zudem sind sie viel billiger, insbesondere in der jetzigen Situation, wo Grafikkarten kaum erhältlich sind. Selbst sparsame Billigmodelle wie die Nvidia GeForce GT 1030 oder AMD Radeon RX 550 kosten derzeit mehr als 100 Euro. Bei leistungstärkeren Gaming-Karten sind die Straßenpreise auf das Doppelte oder Dreifache der Herstellerpreisempfehlungen gestiegen. Im Unterschied dazu beträgt das Preisdelta zwischen dem Sechskernprozessor Core i5-11400 mit UHD-730-Grafik und dem sonst identischen Core i5-11400F ohne iGPU lediglich 20 Euro.

Wahlhilfe

Doch welche Prozessoren haben eine integrierte Grafik? Bei den Mobilprozessoren

ren lässt sich die Frage einfach beantworten: Alle! Bei Intel ist derzeit die 11. Generation der Core-i-Prozessoren aktuell. Dazu zählen für Notebooks und Mini-PCs die Serien Core i-1100G und Core i-11000H „Tiger Lake“. Sie enthalten eine GPU der 12. Generation, die Intel als Xe bezeichnet. Je nach CPU-Modell gibt es unterschiedlich leistungsstarke Ausbaustufen der 3D-Grafikeinheit mit 16, 32, 48, 80 oder 96 Execution Units (EUs), die jeweils acht Shader-Kerne enthalten.

AMDs Mobilprozessoren der aktuellen Serie Ryzen 5000U/H „Cezanne“ enthalten alle eine Radeon-GPU mit 6, 7 oder 8 Compute Units, die jeweils wiederum aus 64 Shader-Kernen bestehen. Ein Ryzen 7 5800H hat bei acht CUs also 512 Shader. Zum Einsatz kommt die fünfte Generation der GCN-Architektur (Graphics Core Next) alias „Vega“, die allerdings schon rund vier Jahre alt ist.

In den Desktop-Prozessoren Intel Core i-11000 „Rocket Lake“ gibt es nur schwächere Xe-GPUs mit 24 und 32 EUs.

Bei CPUs von Intel mit einem „F“ in der Bezeichnung, wie dem Core i5-11400F, ist die Grafikeinheit hingegen komplett deaktiviert.

Bei den Desktop-Varianten der Ryzen-Prozessoren ist die Sache etwas vertrackt. Die Radeon-Grafik gibt es bei AMD nur in CPUs mit einem G in der Bezeichnung. Die Ryzen 4000G der „Renoir“-Familie und die kürzlich vorgestellten Ryzen-5000G-Kombiprozessoren „Cezanne“ mit sechs, sieben oder acht Compute Units behält der Chiphersteller bislang aber ausschließlich PC-Herstellern vor, weshalb sie nur wenige Online-Shops führen. Die Vorgänger der Serie Ryzen 3000G „Picaso“ wiederum sind technisch nicht mehr auf dem neuesten Stand und wegen der Chipknappheit etwa 50 Prozent teurer als vor der Pandemie. Erst Anfang August kommen in Gestalt von Ryzen 5 5600G und Ryzen 7 5700G attraktive CPUs mit aktueller Zen-3-Technik und integrierter Grafik als Boxed-Varianten in den Handel (siehe S. 33).

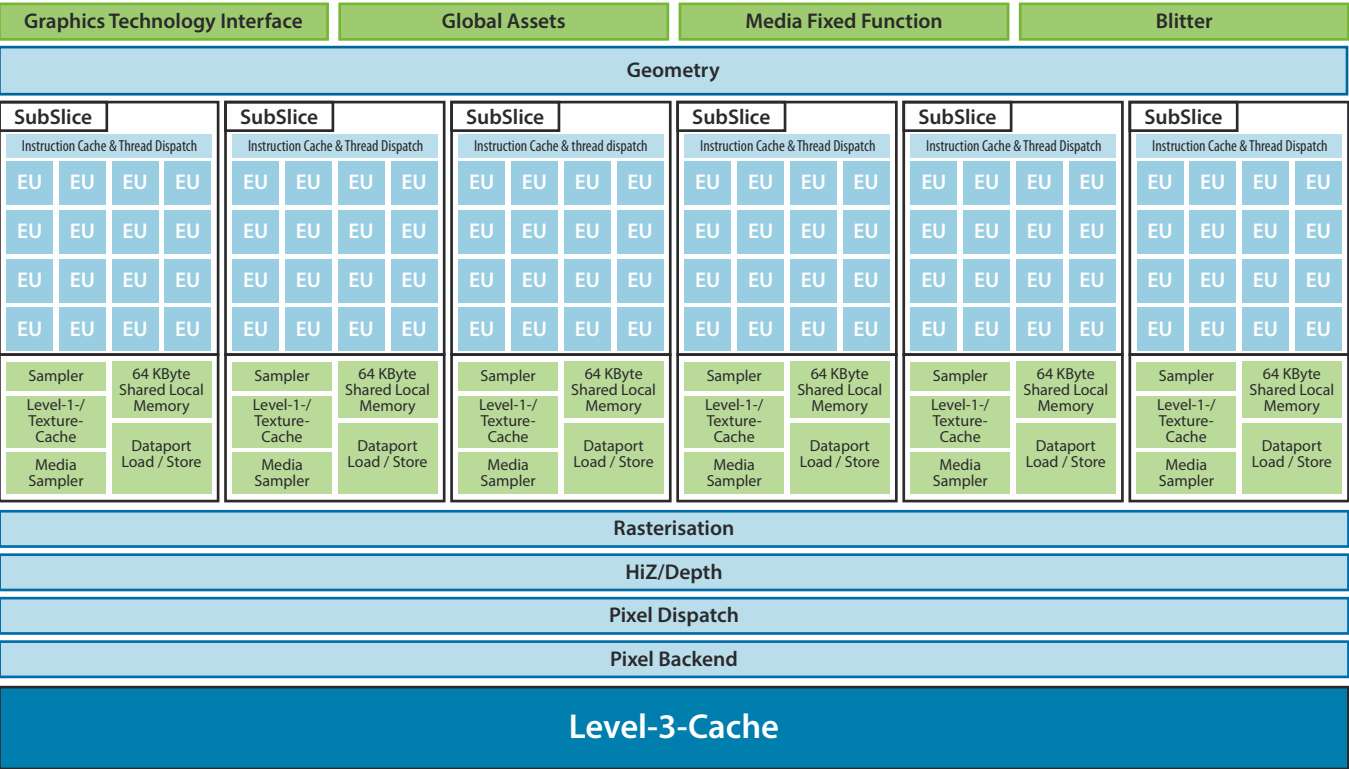
Anschlussvielfalt

Sowohl bei AMD als auch bei Intel verteilen sich die einzelnen GPU-Bestandteile auf unterschiedliche Funktionsblöcke des Prozessors. Diese kommunizieren über den Ring-Bus (Intel) beziehungsweise das Infinity Fabric (AMD) miteinander. Bei den Core-i-CPU-s sitzt der Display-Controller für die Grafikausgänge beispielsweise im sogenannten System Agent, der auch den PCI Express Root Hub und den Speicher-Controller enthält. Das verringert den Energiebedarf: Die fertig berechneten Bilddaten liegen im Arbeitsspeicher, von wo sie sich der Display-Controller direkt holen kann. Somit können sich die übrigen Funktionsblöcke des Prozessors schlafen legen, wenn sich der Bildschirminhalt nicht ändert.

Die aktuellen Core-i-Prozessoren der 11. Generation für Desktop-PCs (Rocket Lake) und Notebooks (Tiger Lake) können wie die Ryzen-Prozessoren der Serien 3000G, 4000G und 5000G nun vier Monitore parallel ansteuern. Die vier

Architektur Intel Xe

Intel teilt die 96 Ausführungseinheiten der Xe-GPU in Tiger-Lake-Mobilprozessoren auf sechs SubSlices auf. Darin nutzen jeweils 16 Execution Units (EU) gemeinsam unter anderem eine Threadverwaltung, einen kombinierten Level-1- und Texturen-Cache sowie einen 64 KByte großen lokalen Speicher. Jede der 96 Ausführungseinheiten besteht im Inneren wiederum aus zwei spezialisierten Gleitkommaeinheiten und acht SIMD-Pipelines, die gemeinsam entweder Integer- oder Gleitkommaoperationen ausführen können.



3D-Spiele, empfohlene Einstellungen für Full HD

GPU	Die Sims 4, >30 fps	Cities: Skylines, >30 fps	Dota 2, >60 fps	World of Warcraft: Shadowlands, >45 fps	Anno 1800, >30 fps
Intel Xe, 768 Shader, Core i7-1165G7	high	medium	bestes Aussehen	Stufe 5	niedrig
Intel UHD 750, 256 Shader, Core i5-11600K	high	nicht spielbar	Stufe 2	nichts spielbar	nicht spielbar
AMD Radeon, 448 Shader, Ryzen 5 Pro 4650G	high	low	bestes Aussehen	Stufe 1	niedrig
Nvidia GeForce GTX 1050, 768 Shader	high	high	bestes Aussehen	Stufe 7	mittel
mögliche Qualitätseinstellungen	5 Stufen: low, medium low, medium, high, ultra	3 Stufen: low, medium, high	4 Stufen: beste Leistung, Stufe 2, Stufe 3, bestes Aussehen	10 Stufen: Stufe 1 bis Stufe 10	5 Stufen: niedrig, mittel, hoch, sehr hoch, ultrahoch

Display-Pipes arbeiten flexibel als DisplayPort, DVI, HDMI sowie im DisplayPort-Alternate-Mode von USB-C oder als Embedded DisplayPort (eDP) für Notebook-Panels. Typ und Anzahl der tatsächlich nach außen geführten Anschlüsse hängen jedoch vom jeweiligen Mainboard oder Notebook ab. Die genannten Prozessoren können per HDMI 2.0 und DisplayPort 1.4 über jede Display-Pipe einen 4K-Monitor ruckelfrei mit 60 Hertz ansteuern.

Sind 3D-Inhalte wie PC-Spiele oder die 3D-Ansicht von Google Maps zu berechnen, kommen die Shader-Kerne zum Einsatz. Diese Recheneinheiten belegen vergleichsweise große Teile des Prozessors-Dies.

Der Aufbau entspricht denen verwandter Grafikkarten, nur dass letztere viel mehr Einheiten haben. Intel hat in den letzten Monaten mit Xe eine neue GPU-Architektur eingeführt, von der es künftig auch leistungsstarke Gaming-Grafikkarten geben soll. Technisch handelt es sich dabei aber um keine Revolution, sondern um

eine kontinuierliche Weiterentwicklung der bisherigen integrierten GPUs, weshalb Intel sie auch als Gen 12 bezeichnet.

Um die Leistung zu steigern, hat Intel im Vergleich zur Gen 11 die maximale Taktfrequenz von 1,1 auf 1,45 GHz und die Zahl der Execution Units um 50 Prozent von 64 auf 96 erhöht.

Zusätzlich zum Level-3-Cache innerhalb der Xe-GPU kann die Grafikeinheit auf den L3-Cache der CPU-Kerne zugreifen, der dann als Level-4-Cache dient. Der Chiphersteller bezeichnet letzteren deshalb auch als Last-Level-Cache, um Verwirrung zu vermeiden und weil er der letzte Cache vor dem gemeinsam genutzten Hauptspeicher ist.

AMD hat beim Generationswechsel von Ryzen 3000G auf Ryzen 4000G im vergangenen Jahr stattdessen die Zahl der Shader in der GPU reduziert: Statt elf Compute Units gibt es bei den Ryzen 4000G und 5000G maximal acht. Durch den Umstieg auf 7-Nanometer-Technik konnte der Chiphersteller aber den Maxi-

maltakt der iGPU von 1,4 auf 2,1 GHz kräftig steigern und somit die Performance dennoch erhöhen.

Angespielt

Wie leistungsfähig die verschiedenen iGPUs sind, haben wir mit fünf Spielen unterschiedlicher Genres getestet. Dabei handelt es sich zum Teil um Dauerbrenner wie Die Sims 4, Dota 2 oder World of Warcraft, aber auch um aktuellere Titel wie Anno 1800. Bei der Auswahl haben wir solche Spiele genommen, die integrierte Grafikeinheiten nicht von vorn herein überfordern.

Statt der Bilddrate haben wir in der Tabelle auf dieser Seite jeweils angegeben, mit welchen Einstellungen das Spiel jeweils die für einen flüssigen Ablauf notwendigen Bilder pro Sekunde erreichte. Im Parcours traten die jeweils stärkste Xe-GPU der Mobil- und Desktop-Prozessoren mit 96 beziehungsweise 32 EUs und die zweitstärkste integrierte Radeon-Grafik mit 7 CUs gegeneinander an – das Spitzenmodell stand uns nicht zur Verfügung. Zum Vergleich haben wir eine Grafikkarte der 150-Euro-Klasse vom Typ GeForce GTX 1050 gegenüber gestellt.

Im synthetischen Benchmark 3DMark Firestrike lag die größte Intel-iGPU mit 5284 Punkten fast auf dem Niveau der GeForce-Karte (5795 Punkte) und deutlich vor der AMD-Grafik (3657 Punkte). Doch in der Praxis relativierte sich der Vorsprung: Radeon- und Xe-GPU lieferten sich bei 3D-Spielen ein Kopf-an-Kopf-

Mehr Leistung durch schnelleren Speicher

Außer der Anzahl der Shader und deren Taktfrequenz spielt für die 3D-Performance die Speichergeschwindigkeit eine wichtige Rolle. Das trifft für eine integrierte GPU besonders stark zu, denn CPU-Kerne und Shader nutzen beide gemeinsam den Hauptspeicher. Am Beispiel der Radeon-Grafikeinheit des Ryzen 5 Pro 4650G haben wir die 3D-Leistung bei gängigen Speicherkonfigurationen getestet.

Mit dem nach Spezifikation maximal zulässigen DDR4-3200-RAM im Dual-Channel-Modus betrug die Bilddrate im Echtzeitstrategiespiel Dota 2 60 fps. Mit DDR4-2666, der zum Teil noch in günstigen Desktop-PCs und Notebooks eingebaut wird, fiel die Bilddrate im Schnitt um

7 Prozent. Der Performance-Rückgang ist eindeutig messbar, aber kaum spürbar. Anders sieht es aus, wenn nur einer der beiden Speicherkanäle bestückt ist. Das kommt in Billig-Notebooks leider immer noch vor. Damit halbierte sich die Bild-

Einfluss der Speichergeschwindigkeit bei Dota 2

RAM	Bilddrate [fps]
	besser ►
DDR4-3600, Dual-Channel	70
DDR4-3200, Dual-Channel	60
DDR4-2666, Dual-Channel	56
DDR4-2666, Single-Channel	36
Radeon, 448 Shader, Ryzen Pro 5 4650G, Full-HD, hoch	

rate mit DDR4-3200-RAM fast auf 36 fps. Testweise haben wir das System außerdem mit zwei Riegeln schnellen Overclocker-Speichers mit DDR4-3600-Tempo und kurzen Latenzen bestückt. Das brachte im Vergleich zu DDR4-3200 rund 17 Prozent mehr 3D-Leistung. Allerdings unterstützt nicht jedes Mainboard die dafür notwendigen XMP-Profile.

Wenn Sie auf einer integrierten GPU spielen wollen, sollten Sie in jedem Fall darauf achten, dass beide Speicherkanäle bestückt sind. Zudem bringt aufgelöteter LPDDR4X-RAM bei Notebooks ein paar Prozent mehr Leistung, weil dieser schneller taktet als gebräuchlicher DDR4-RAM (LPDDR4X-4266 statt DDR4-3200).



Wenn ein Spiel ruckelt, lässt sich das oft nur durch Abschalten grafischer Effekte beheben. Bei niedrigster Qualität legt **Die Sims 4** beispielsweise einen Nebel über das Bild (rechts), der die Sichtweite im Spiel reduziert. Dadurch muss die Grafikeinheit weniger berechnen, allerdings kommt es dabei zu absurden Situationen, dass der Innenraum aus dem Nebel heraussteicht.

Rennen. Bei **Die Sims 4** und **Dota 2** reicht es bei Full-HD-Auflösung bei beiden für die höchste Qualitätsstufe, bei letzterem Spiel sogar für über 60 Bilder pro Sekunde.

Bei der Städtessimulation **Cities: Skylines** und dem Online-Rollenspiel **World of Warcraft** mit der Erweiterung **Shadowlands** mussten wir die Qualität bei den iGPUs reduzieren, damit der Spielspaß erhalten blieb. Beim Hin und Herscrollen vermiesen sonst Ruckler die Laune. Anno 1800 kann man klar als Grafikkartenspiel bezeichnen, dort hatte schon die GeForce GTX 1050 zu kämpfen. Die Grafik sieht allerdings auch auf niedrigster Stufe ansprechend aus, ganz im Unterschied zu **Sims 4** (siehe oben). Wenig empfehlenswert für Gelegenheitsspieler trotz Xe-Architektur ist die UHD-700-Grafik der Core-i-Desktop-Prozessoren. Beschnitten auf 32 EUs erreicht sie lediglich 2259 Punkte im 3DMark Firestrike und taugt nur für anspruchslose Titel wie **Die Sims 4**.

Bewegtbilder

Zusätzlich zu den flexibel einsetzbaren Shader-Kernen enthalten moderne Prozessoren spezialisierte Funktionseinheiten für das De- und Encoding von Videoformaten. Sie können zwar nur exakt die dafür notwendigen Operationen durchführen, benötigen dabei aber viel weniger Energie als die CPU-Kerne. AMD und Intel packen sie jeweils in einen separat angeordneten Funktionsblock, sodass sich die Videoeinheiten unabhängig vom Shader-Block der GPU komplett schlafen legen können und umgekehrt.

Was die Videofähigkeiten betrifft, stehen die Xe-GPUs an der Spitze. Außer etablierten, teils schon Jahrzehnte alten Codecs wie MPEG2, VC1 und H.264/AVC

übernehmen Sie auch bei anspruchsvollen, neuen Formaten H.265/HEVC, VP9 und AV1. Vor allem die beiden letztgenannten haben große Bedeutung, weil die Videoplattformen YouTube und der Streaming-Anbieter Netflix sie zunehmend einsetzen. Die Codecs sind zwar rechenintensiver, benötigen aber für vergleichbare Videoqualität geringe Bitraten als ihre Vorgänger. Das spart Platz auf dem Server und Leitungskapazität im Internet.

Im Praxistest spielte der Core i5-11600K mit der UHD-750-Grafik AV1-Videos mit 4K-Auflösung hardwarebeschleunigt mit unter 2 Prozent CPU-Last ab. Der Task Manager von Windows 10 zeigt zudem die Auslastung der Videoeinheiten der GPU an, die bei rund 20 Prozent lag. Bei 8K-Auflösung kamen die sechs Prozessorkerne hingegen ins Schwitzen, denn im Unterschied zu HEVC und VP9 können die Xe-GPUs AV1 nur maximal bis 4K-Auflösung abspielen. Die CPU-Last erreichte deshalb rund 40 Prozent, während die Videoeinheiten Däumchen drehten. Bei VP9 klappte auch 8K mit unter 4 Prozent CPU-Last, die Video-Engine war zu 80 Prozent ausgelastet.

AMD hinkt bei den Videofähigkeiten der integrierten GPUs sowohl Intel als auch den eigenen Grafikkarten hinterher. Die Ryzen 4000U/H/G und 5000U/H/G verwenden noch den Funktionsblock Video Core Next 2.0 (VCN 2.0) der Vega-Generation, dem zum Beispiel die Unterstützung für den AV1-Codec fehlt. Bei der Mobil-CPU Ryzen 3 4300U lag deshalb die CPU-Last bei der Wiedergabe eines AV1-Videos mit 4K-Auflösung mit 60 Prozent wesentlich höher als beim Intel-System – das leert den Akku rasch. Die 15-Watt-Modelle der Ryzen-Prozessoren

können zudem nur 4K-Videos beschleunigen, während das bei den leistungsstärkeren 45- und 65-Watt-CPU auch in 8K-Auflösung bei HEVC und VP9 klappt.

Fazit

In vielen Belangen erreichen die im Prozessor integrierten Grafikeinheiten inzwischen das gleiche Funktionsniveau wie deutlich teurere Grafikkarten. Bei den Videofähigkeiten hat Intels aktuelle Xe-Grafik klar die Nase vorn.

Für Gelegenheitsspieler sind lediglich die stärksten iGPUs von AMD und Intel interessant. Sie können in guter Qualität massentaugliche Spiele darstellen, die darauf ausgelegt sind, auch auf schwachen GPUs flüssig zu laufen. Die UHD-700-Grafik von Intel ist dafür nur eingeschränkt empfehlenswert.

Vor allem für Office-PCs und -Notebooks ist eine iGPU eine sinnvolle Option, die Strom und bei der Anschaffung Geld spart. Aber auch bei Rechnern mit einer Grafikkarte kann sich die integrierte Grafik als Retter in der Not erweisen. Bei einem Defekt der Karte kann man den PC so weiter verwenden, bis Ersatz eintrifft.

(chh@ct.de) **ct**

Hardwarebeschleunigte Videowiedergabe

Codec	Radeon	Xe / UHD 700
MPEG2	1080p, 8 Bit	1080p, 8 Bit
VC1/WMV9	1080p, 8 Bit	4K, 8 Bit
AVC/H.264	4K, 8 Bit	4K, 8 Bit
HEVC/H.265	4K ¹ , 10 Bit	8K, 10 Bit
VP9	4K ¹ , 10 Bit	8K, 12 Bit
AV1	—	4K, 10 Bit

¹ 45-Watt-Mobil- und Desktop-Varianten auch 8K



Workstation mit Extras

Das bringen Profi-Grafikkarten und SSD-RAID in der Lenovo Thinkstation P620

Keine Workstation erfüllt ab Werk alle Anforderungen. Deshalb lassen sich die meisten sehr flexibel ausstatten. Um Ihnen bei der sinnvollen Zusammenstellung der Komponenten zu helfen, haben wir nachgemessen, was ein schneller Grafikbeschleuniger und ein NVMe-RAID bringen.

Von Carsten Spille

Wer eine Workstation anschafft, findet schon zu moderaten Einstiegspreisen durchdachte, vorgeprüfte Systeme mit der Option auf umfassende Serviceleistungen. Greift man zu dem schnellsten Prozessor, maximalem Speicherausbau, einem oder gar mehreren Profi-Grafikbeschleunigern und einem mehrere Terabyte fassenden Verbund schneller NVMe-SSDs, kostet eine Workstation schnell so viel wie ein Mittelklasseauto. Doch die teuersten Komponenten sind selten nötig. Welche sich wie stark auf die Performance verschiedener Anwendungsgebiete auswirken, prüfen wir am Beispiel von Lenovos Thinkstation P620. Die gibt es schon ab rund 2300 Euro, allerdings ohne Grafikkarte und Massenspeicher.

Die Basis für das Testsystem bilden AMDs Threadripper Pro 3975WX mit 32 Kernen und Simultaneous Multithreading (SMT), unterstützt von 128 GByte DDR4-3200-Speicher, verschiedenen Grafikbeschleunigern und einer Add-in-Karte, die per PCI-Express x16 vier NVMe-SSDs zu einem RAID-Verbund koppelt. Das Betriebssystem liegt auf einer schnellen NVMe-SSD mit PCIe 4.0. Für die Grafikbeschleunigung sorgt eine Nvidia RTX A6000, die wir mit ihrer Vorgängerin Quadro RTX 6000 und den Radeon Pro W5700 sowie W6800 vergleichen.

Quervergleiche

Die Benchmarkresultate stellen wir in Bezug zu den Messergebnissen, die wir im ersten Test der Thinkstation P620 ermit-

telten [1]. Diese Version war mit einem Threadripper Pro 3995WX ausgestattet, hatte aber nur 64 GByte Arbeitsspeicher, eine eher gemächliche SSD und einer Radeon Pro W5700 aus der Mittelklasse der Profi-Grafikkarten.

Unser damaliges Fazit lautete, dass die P620 als eine der ersten Workstations mit Threadripper Pro zwar Prozessorleistung im Überfluss bot und auch beim Speicherausbau sowie den Erweiterungsoptionen mit PCIe 4.0 klotzte, statt zu kleckern. Allerdings ging dies auch mit hoher Leistungsaufnahme und einer nicht gerade leisen Kühlung schon im Leerlauf einher.

Das von uns bemängelte Problem, dass sich SMT im BIOS nicht wirksam deaktivieren ließ, wurde in einer neuen BIOS-Revision behoben. Kaum verändert hat sich der lärm- und energieintensive Betrieb der P620: 80 Watt und 1,5 Sone im Leerlauf sind auch für eine Profi-Workstation viel. Unter voller CPU-Last schwoll die Geräuschkulisse auf sehr laute 3,8 Sone an, immerhin etwas weniger als bei der 64-Kern-Version mit 4,0 Sone. Muss die Grafikkarte schwer schuften, kamen wir mit der Nvidia RTX A6000 auf bis zu 4,6 Sone, die sich nach längerem Einpendeln auch des GPU-Taktes auf 3,7 Sone reduzierten.

Heizten wir das Gehäuse mit Volllast für CPU und GPU auf, rührten die Lüfter

Der „Quad AIC M.2 SSD Adapter“ bindet für 330 Euro extra bis zu vier NVMe-SSDs in einem x16-Steckplatz als RAID-Verbund ins System ein und kühlt die schnellen Hitzköpfe von vorn und hinten.



nach einigen Minuten mit 5,5 Sone. Doch selbst dann haben die Ventilatoren offenbar noch Reserven. Steht die Workstation etwa in einem stark aufgeheizten Raum, können sie auch bis zu 8,4 Sone erzeugen. Mit der Nvidia RTX A6000 schluckte die P620 dann 705 Watt, mit der Quadro RTX 6000 maßen wir 650 Watt.

Workstation mit Wumms

Für diesen Test nutzten wir die brandneue SPEC Workstation 3.1 für die allgemeine Systemleistung sowie die aktuelle SPEC ViewPerf 2020 für die Grafikperformance. Diese Benchmarksuites der Standard Performance Evaluation Corporation, wie die SPEC mit vollem Namen heißt, vereinen etliche Teilbenchmarks, die auf realen Anwendungen basieren.

Die SPEC Workstation errechnet aus mehr als zwei Dutzend Einzelbenchmarks in 140 Tests verschiedene Ratings und

setzt so die erzielte Leistung in Bezug zu einem definierten Basissystem (Xeon E3-1240 v5, Radeon Pro WX3100). Die frische Version 3.1 kommt besser mit vielkernigen Prozessoren zurecht als ihre Vorgänger und setzt für die Berechnungen auf der Grafikkarte nur noch OpenCL ein – Nvidias CUDA flog raus.

Die verschiedenen Anwendungsgebiete der SPEC Workstation 3.1 werden über eine Mischung aus CPU-, Grafik- und Storage-lastigen Tests errechnet. Die langsamere SSD der früheren P620-Variante mit Threadripper Pro 3995WX bremst die durchaus vorhandene Mehrleistung der 64 Extra-Kerne in einigen Tests ein wenig. Betroffen sind die Wertungen General Operations und Product Development. Die Financial Services wollten wohl auch mit dem verbesserten Multithreading der Workstation-Suite 3.1 noch nicht so recht zusammenarbeiten, sie liefen auf dem

Lenovo Thinkstation P620 als Grafik-Workstation: Leistungsvergleich

SPEC ViewPerf 2020 (Ultra-HD)	3dsmax-07 ¹ [fps]	catia-06 ² [fps]	creo-03 ³ [fps]	energy-03 ⁴ [fps]	maya-06 ⁵ [fps]	medical-03 ⁶ [fps]	snx-04 ⁷ [fps]	sw-05 ⁸ [fps]
	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►
Nvidia Quadro RTX 6000	110,1	64,9	100,3	34,5	253,2	28,6	396,0	139,4
Nvidia Quadro RTX 6000 ⁹	110,4	73,7	117,1	34,6	254,6	28,9	399,4	139,6
Nvidia RTX A6000	132,7	80,8	108,2	42,7	318,5	35,6	455,4	162,5
Nvidia RTX A6000 ⁹	133,6	91,5	128,3	42,8	317,3	35,6	458,6	162,9
AMD Radeon Pro W5700	45,5	36,1	63,8	15,4	137,3	12,6	253,7	72,7
AMD Radeon Pro W5700 ⁹	45,0	36,1	64,0	15,5	138,2	12,7	254,9	73,0
AMD Radeon Pro W6800	97,7	46,7	71,0	33,4	211,6	23,5	311,1	104,8
Nvidia GeForce RTX 3090 ¹⁰	132,5	51,4	74,8	28,0	318,3	20,8	20,1	181,1

gemessen unter Windows 10 mit Threadripper Pro 3975WX (32c/64t, 3,5-4,2 Ghz) ¹3ds Max 2016 (DirectX11) ²CATIA V5/3DEXperience ³PTC Creo ⁴OpenTect ⁵Autodesk Maya 2017 (ViewPort2.0)
⁶Tuvok library ⁷Siemens PLM NX8.0 ⁸Dassault Solidworks 2020 ⁹mit Threadripper Pro 3995WX (64c/128t, 2,7-4,2 Ghz) ¹⁰Gaming-Grafikkarte, außer Konkurrenz

Lenovo Thinkstation P620 Workstation-Benchmarks

SPEC Workstation 3.1	Media and Entertainment [Punkte]	Product Development [Punkte]	Life Sciences [Punkte]	Financial Services [Punkte]	Energy [Punkte]	General Operations [Punkte]	GPU Compute [Punkte]
	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►
Threadripper Pro 3975WX mit Radeon Pro W5700	4,96	6,85	6,01	10,5	8,28	2,3	3,56
Threadripper Pro 3975WX mit Nvidia Quadro RTX 6000	5,34	7,07	7,12	10,56	9,35	2,27	4,76
Threadripper Pro 3975WX mit Nvidia RTX A6000	5,42	7,4	7,35	10,51	9,97	2,28	7,28
Threadripper Pro 3995WX mit Radeon Pro W5700	5,62	6,67	7,35	9,43	11,96	1,97 ¹	3,54

gemessen unter Windows 10 ¹Threadripper Pro 3995WX mit wesentlich langsamerer NVMe-SSD

eigentlich langsameren Threadripper Pro 3975WX schneller.

Bei den Sub-Scores für CPU, Storage, Grafik und GPU-Compute zeigten sich klarere Resultate, und die CPU-Wertung schafft der 3995WX mit 43 Prozent Vorsprung vor dem 3975WX, während der reine Storage-Wert aufgrund der langsameren SSD nur auf gut die Hälfte kam.

NVMe-SSDs im RAID

Die Storage-Wertung der SPEC Workstation 3.1 auf dem NVMe-RAID-Array war indes nicht bedeutend flotter als mit einer einzelnen, schnellen PCIe-4.0-SSD. Und dass, obwohl die Karte mit vier Samsung PM961 Pro à 512 GByte bestückt war. Wahrscheinlich sind die Zugriffszeiten, die sich durch das RAID eher verschlechtern, ebenfalls ein Faktor.

Bei der Durchsatzmessung zeigten sich hingegen die erwarteten Leistungs-

steigerungen: Mit knapp 14,6 GByte/s lief das RAID-0-Array beinahe viermal so schnell wie eine einzelne SSD. Ein Versuch mit den schnelleren SSD 980 Pro brachte keine weitere Geschwindigkeitssteigerung – wohl weil die Karte nur PCIe 3.0 unterstützt. Modernere 4.0-Varianten, die die Möglichkeiten der SSDs und des Prozessors ausnutzen, sollen bald erscheinen.

Grafik-Power

Die Spec ViewPerf 2020 gibt für acht Tests gewichtete Mittelwerte verschiedener Szenarien gängiger CAD/CAM-Anwendungspakete in Bildern pro Sekunde (frames per second, fps) aus.

Als Basisausstattung verkauft Lenovo eine kleine Nvidia Quadro – wie die Thinkstation mit der Nummer P620 – für 170 Euro, die zwar nicht viel mehr als Bildschirm- und Video-Darstellung bietet, aber etwa fürs Programmieren sowie für

kleinere Bildbearbeitungsaufgaben in Photoshop genügt. Wer der Lenovo-Workstation jedoch intensive Grafik- und Designaufgaben zumuten will, greift ab der Radeon Pro W5700 für 900 Euro zu [2]. Die Nvidia Quadro RTX 6000 mit 24 GByte Speicher kostet rund 4400 Euro, die RTX A6000 auf Basis der moderneren Ampere-Architektur mit 48 GByte rund 6000 Euro. Der riesige Grafikspeicher ist vor allem für große Machine-Learning-Datensätze interessant, Grafikanwendungen sind meist auch mit 16 oder 24 GByte zufrieden.

Die Nvidia-Karten liefern deutlich mehr Performance: Im Vergleich zur Radeon Pro W5700 ist die Quadro RTX 6000 in Ultra HD über alle Tests im Mittel rund doppelt so schnell, die RTX A6000 rund 2,4 Mal. Wer auf die brandneue Radeon Pro W6800 wechselt, bekommt indes im Schnitt 60 Prozent mehr Performance als mit der W5700 – in 3dsmax-07 und energy-03 sogar über 100 Prozent.

Doch nicht nur die Grafikkarte beeinflusst die ViewPerf-Ergebnisse. Wer zum Beispiel PTC Creo einsetzt, kann laut creo-03-Ergebnissen mit einem flotteren Prozessor bis zu 19 Prozent höhere Bildraten erreichen. Catia läuft bis zu 14 Prozent flotter.

Unterschiede gibt es auch bei den Displayanschlüssen: Radeon-Pro-Karten binden bis zu sechs 4K-Bildschirme via Mini-DP an, während Nvidias Beschleuniger nur vier Displays an normal großen DP-Buchsen betreiben.

Fazit

Ausgestattet mit Vielkern-Prozessor und schnellem Grafikbeschleuniger wird aus Lenovos Thinkstation P620 ein echter Numbercruncher oder ein Render-Biest. Ob 64 oder 128 GByte Arbeitsspeicher spielte in unseren Benchmarks keine entscheidende Rolle. Der Massenspeicher bedarf besonderer Beachtung: Eine schnelle NVMe-SSD ist für das Betriebssystem sinnvoll, aber viele Anwendungen profitieren nicht oder nur wenig von schnellen und teuren RAID-Verbünden. Daher sollten IT-Entscheider zunächst das Anwendungsszenario genau analysieren. (csp@ct.de) 

Literatur

- [1] Carsten Spille, Beast in Black, Lenovo Thinkstation P620: Die erste Threadripper-Pro-Workstation, c't 6/2021, S. 74
- [2] Carsten Spille, Profi-Navi, Workstation-Grafikkarten AMD Radeon Pro W5500, W5700 und Nvidia Quadro P2200, c't 9/2020, S. 86

Lenovo Thinkstation P620

Workstation mit AMD Ryzen Threadripper Pro	
Hersteller, Website	Lenovo, www.lenovo.de
Hardware-Ausstattung	
CPU / Kerne / Takt (Turbo)	AMD Ryzen Threadripper Pro 3975WX / 32+SMT / 3,5 (4,2) GHz
CPU-Fassung / -Lüfter (Regelung)	SP3 / 2 (✓)
RAM-Typ (max.)	8 × 16 GByte Samsung DDR4-3200 ECC RDIMM (2 TByte)
Grafik (-speicher)	Nvidia RTX A6000 (48 GByte GDDR6)
Mainboard (BIOS) / Chipsatz	AMD Castlerock Lenovo 1046 (S07KT1BA) / AMD WRX80
SSD	Samsung PM981A (mzvl21TOHCLR-00BL7, PCIe 4.0 x4)
Netzwerk-Interface (Chip) / TPM	10 GBit/s (Marvell AQC107 10G) / fTPM 2.0
Erweiterungssteckplätze	4 × PCIe 4.0 x16, 2 × PCIe 4.0 x8, 5 × SATA 6G
Gehäuse (B × H × T) / Lüfter (geregelt)	16,5 cm × 44,6 cm × 45,5 cm / 2 (✓)
Netzteil (Leistung)	proprietär (1000 W)
Anschlüsse hinten	4 × DisplayPort, 4 × USB-A (10 GBit/s), 2 × USB-A (480 MBit/s), 2 × PS/2, 1 × LAN (RJ45), 1 × Seriell (RS-232), 3 × analog Audio (3,5-mm-Klinke), Strom (Kaltgeräte-Kabel)
Anschlüsse vorn	Power-Knopf, 2 × USB-A (10 GBit/s, 1 × 10 Watt PD), 2 × USB-C (10 GBit/s, 15 W PD), 1 × analog Audio (3,5-mm-Klinke)
Elektrische Leistungsaufnahme und Datentransfer-Messungen	
Soft-off (mit ErP) / Energie sparen / Leerlauf Full HD	3,4 / 7,6 / 80 W
Volllast: CPU / CPU und Grafik	380 / 705 W
USB 3.x hinten / vorne: Lesen (Schreiben)	1016 (948) / 1024 (960) MByte/s
SSD Lesen (Schreiben)	3266 (2860) MByte/s
LAN Empfangen (Senden)	1179 (1181) MByte/s
Funktions- und Leistungstests	
Secure-Boot ab- / CSM einschaltbar	✓ / –
Wake on LAN: Standby / Soft-off	✓ / ✓
USB: 5V in Soft-off / Wecken per USB-Tastatur aus: Standby (Soft-off)	– / ✓ (–)
Bootdauer bis Login	88 s
Blender „classroom“ CPU (GPU: Cuda / Optix)	141 (87 / 52) s
Cinebench R20 / R23 (Singlethreading)	16.306 (500) Punkte / 42.114 (1286) Punkte
3DMark Firestrike / Time Spy	25.727 / 10.268 Punkte
Bewertung	
Leistung: Office / Rendering / Spiele	⊕⊕ / ⊕⊕ / ⊕⊕
Audio: Wiedergabe / Aufnahme	○ (⊕⊕) ¹ / ○
Geräuschentwicklung: Leerlauf / Volllast	○ / ⊕⊕
Preis (Testkonfiguration) / Garantie	13.559 € / 3 Jahre inklusive Vor-Ort-Service am nächsten Arbeitstag
¹ am Frontanschluss ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ funktioniert – nicht vorhanden	

DIGITAL EVENT

**DIE KONFERENZ FÜR
SECURITY-EXPERTEN**

**16./17.
September
2021**

**JETZT
ANMELDEN!**

ISD
**INTERNET
SECURITY
DAYS 2021**

#ISD21

**WEBINARE UND
VORTRÄGE
AUSGEWÄHLTER
SECURITY-EXPERTEN
ERWARTEN SIE.**

ISD Partner

DomINIC'



HUAWEI

@ heise Events

isd.eco.de

eco

**VERBAND DER
INTERNETWIRTSCHAFT**

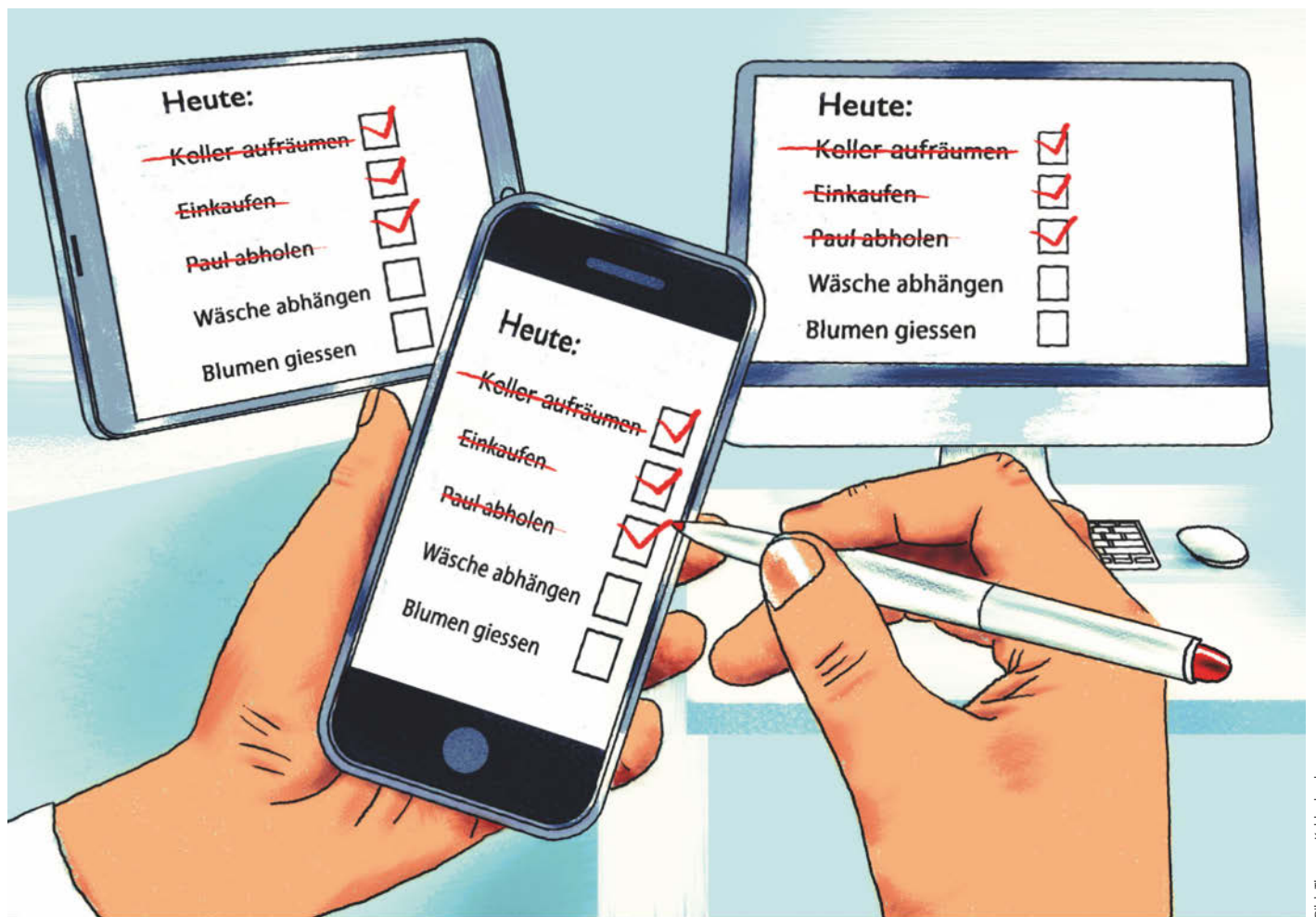


Bild: Thomas Kühlenbeck

Abgehakt

Sechs Aufgabenplaner im Test

Fehlt der Überblick über alles, was so zu tun ist? Wissen Sie nicht, wo Sie anfangen sollen? Zeit für eine To-do-Liste, am besten mit einem digitalen Helfer! Wir testen sechs Aufgabenplaner für Desktop-Rechner und Mobilgeräte.

Von Stefan Wischner

Ein populärer Spruch aus unbekannter Feder lautet: „Manche Arbeiten muss man Dutzende Male verschieben, bevor man sie endgültig vergisst“. So ironisch das klingt, es ist was Wahres dran. Es ist auch

eine Binsenweisheit, dass Aufschreiben das beste Mittel gegen das Vergessen ist.

Doch was für viele beim Supermarkteinkauf selbstverständlich ist, fällt ihnen bei der Bewältigung der täglichen Aufgabenflut eher schwer: Alles, was ansteht, in eine oder mehrere Listen zu schreiben und diese systematisch abzuarbeiten.

Egal, ob man sich dabei einer der unzähligen in Büchern und Seminaren vermittelten Methoden oder einer ganz eigenen Systematik bedient – es braucht auch ein geeignetes Werkzeug. Im einfachsten Fall sind das ein Zettel und ein Stift; viel besser und methodischer geht es mit digitalen Aufgabenplanern.

Populär geworden ist diese Art von digitalen Helfern nicht zuletzt durch das Programm Wunderlist vom Berliner Start-up 6Wunderkinder, das vor einigen Jahren

von Microsoft gekauft wurde und teilweise in deren eigenen Aufgabenplaner To Do aufging. Das Besondere an Wunderlist war die optische Gestaltung und die Leichtigkeit, mit der es sich vor allem auf Tablets bedienen ließ.

Sechs populäre To-do-Apps haben wir getestet: Any.Do, Remember The Milk, das ausschließlich für Apple-Systeme verfügbare Things, Microsoft To Do, Todoist und Zenkit To Do. Microsofts Aufgabenplaner ist kostenlos, Things gibt es nur als (Einmal-)Kaufsoftware, alle anderen folgen dem Freemium-Modell: Grundfunktionen sind gratis, für den vollen Funktionsumfang ist ein kostenpflichtiges Abonnement erforderlich. Art und Zahl der Einschränkungen unterscheiden sich dabei stark. Während das Gratis-Any.Do arg kastriert ist, dürfte Todoist schon in

der kostenlosen Version den meisten Ansprüchen gerecht werden.

Außen vor gelassen haben wir Software, die To-do-Listen als Nebenfunktion enthält, etwa Notizprogramme wie Evernote, Joplin, OneNote und Notion. Ebenfalls nicht berücksichtigt haben wir ausgewachsene Team-Projektplaner wie Asana, Trello oder Zenkit.

Die Programme in diesem Vergleich beschränken sich ganz auf die persönliche Aufgabenorganisation in Listenform, wobei wir eine Teamfunktion dann doch ganz spannend finden: das Teilen kompletter Listen, um zum Beispiel mit Freunden zusammen die Vorbereitung des kommenden Gartenfests zu organisieren oder dem Familienmitglied auf dem Weg zum Supermarkt noch eine Tafel Schokolade auf den digitalen Einkaufszettel zu schmuggeln.

Wichtige Auswahlkriterien waren: Neben einer Desktop- oder wenigstens Browserversion muss es Apps für iOS und/oder Android geben, die die Aufgabenlisten auf allen Geräten synchron halten. Aufgaben müssen sich in einzelne Unteraufgaben aufteilen und mit einem Fälligkeitsdatum versehen lassen. Für die Strukturierung erwarten wir entweder eine flexible Organisation in verschiedene Listen oder Ordner und/oder eine Form der Kategorisierung oder Priorisierung. Außerdem Pflicht: wiederkehrende Aufgabenserien, idealerweise mit Zeitbegrenzung (schreibe für die nächsten vier Wochen jeden Monat einen Report).

Alle Kandidaten im Testfeld bieten zudem „intelligente Listen“. Dahinter stecken gefilterte Ansichten aller Aufgaben, etwa nach Fälligkeit (Heute), Priorität oder solche, die in der aktuellen Woche fällig sind. Manche erlauben zudem, anhand wählbarer Kriterien (zum Beispiel ein Suchwort oder Tag) eigene Filterlisten zu definieren.

Auffällig ist, dass alle Apps mit Ausnahme von Things auf progressiven Web-Apps, also letztlich auf Webseiten im Fenster, basieren und neben den mobilen und Desktop-Versionen auch eine nahezu identisch bedienbare Webseite bieten.

Spaß am Streichen

Eine To-do-Liste ist nur dann nützlich, wenn man sie diszipliniert und konsequent führt und pflegt. Das fällt umso leichter, je einfacher sich die App bedienen lässt. Idealerweise macht das sogar Spaß.

Quasi als Belohnung für erledigte Aufgaben bleiben diese bei den meisten Programmen sichtbar; entweder durchgestrichen in der Tagesliste oder zumindest in einer eigenen Übersicht. Der psychologische „Guck-mal-was-ich-heute-schon-alles-geschafft-habe“-Effekt ist nicht zu unterschätzen. Noch mehr Schulterklopfen gibt es von Todoist: Neben einem Produktivitätsreport vergibt das Programm Karma-Punkte für erledigte Aufgaben. Ob diese Form der Gamification die Motivation anschiebt, muss man für sich selbst entscheiden.

Todoist und Remember The Milk versuchen, vor allem das Festlegen von Fälligkeitsterminen und Wiederholungen besonders einfach zu machen: Sie erlauben die Eingabe in natürlicher Sprache, Todoist sogar direkt am Aufgabentitel. Anstatt in einem Kalender herumszuklicken, tippt man einfach „Wochenbericht ab dem 1.7. jeden Montag für 6 Monate“.

Planung mit Methode

Die einfachste Art der Aufgabenplanung ist eine Liste, in der man alles Anstehende einträgt und Erledigtes abhakt oder durchstreicht. Das alleine mag schon reichen, die Tagesplanung hinzubekommen und nichts aus den Augen zu verlieren. Dazu eignen sich alle Programme im Testfeld uneingeschränkt, wobei hierfür schon ein Stück Papier oder ein Texteditor reichen würde.

Methodisches Selbstmanagement erfolgt hingegen zumeist mit einer von mehreren gängigen Systematiken. Sie basieren in der Regel darauf, dass Aufgaben zunächst gesammelt und dann kategorisiert oder priorisiert werden. Die populärsten Methoden sind die Eisenhower-Matrix und David Allen's GTD-Methode

(nach seinem Buch „Getting Things Done“). Die Eisenhower-Matrix versieht alle Aufgaben mit einer Priorität von A-D (oder 1-4), gestaffelt von „wichtig und dringend“ über „wichtig, aber nicht dringend“ und „nicht wichtig, aber dringend“ bis „weder wichtig noch dringend“. Letztere fliegen am besten gleich wieder von der Liste.

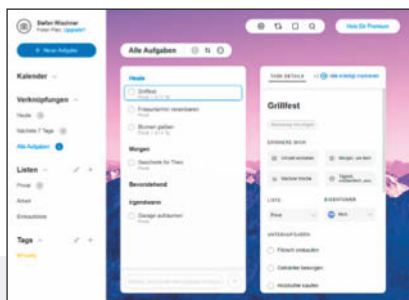
GTD ist komplexer und füllt ganze Seminare und etliche Bücher. Das System basiert aber ebenfalls darauf, dass man alle zunächst in einer zentralen Liste (Inbox) gesammelten Aufgaben bewertet, kategorisiert, Durchführbarkeit, voraussichtliche Dauer und Aufwand einschätzt, sie gegebenenfalls in Teilaufgaben zerlegt und in verschiedene Ordner oder zusätzliche Listen einsortiert.

Die getesteten To-do-Apps bringen alle Elemente mit, mit denen sich die Systeme auf die eine oder andere Art umsetzen lassen, wenn auch manchmal etwas Kreativität gefordert ist. So bieten zum Beispiel nicht alle Apps vier Prioritätsstufen für die Einordnung nach der Eisenhower-Methode. Stattdessen kann man aber Kategorien (Tags), Farbmarkierungen oder frei anlegbare Ordner verwenden.

Aufgaben vs. Termine

Die Programme in diesem Test organisieren Aufgaben, aber keine Termine. Beides scheint auf den ersten Blick sehr verwandt und nicht zuletzt ist eine Aufgabe mit Fälligkeitsdatum ja schon ein Termin, oder? Nicht ganz. Ein Termin besitzt eine minutengenaue Startzeit und in aller Regel auch eine (voraussichtliche) Dauer. Eine Aufgabe hingegen hat entweder kein bestimmtes Datum oder eine Fälligkeit, also eine Endzeit. Zudem bestimmt man bei einer Aufgabe mehr oder weniger dyna-

In Todoist tippt man auch zeitbegrenzte Wiederholungen einfach mit dem Aufgabentitel im Klartext ein, anstatt die Termine aus einem Kalender zusammenzuklicken.



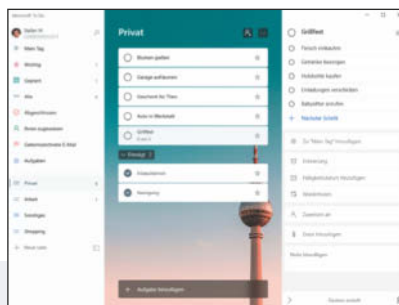
Any.Do

Was bei Any.Do zuerst auffällt, ist die recht bunte Oberfläche, die großzügig mit dem Platz umgeht. Das schafft zwar Übersicht, begrenzt aber auch die Zahl der gleichzeitig sichtbaren Einträge. Aufgaben werden in beliebig vielen Listen geführt und lassen sich mit Tags kategorisieren. Unteraufgaben sind möglich, aber nur als abhakbare Liste ohne eigene Fälligkeitsdaten oder Erinnerungen.

Eine Funktion, die Any.Do von anderen Aufgabenplanern unterscheidet, ist die nur für die Mobilversionen verfügbare „Moments“-Ansicht. Ruft man sie auf, werden einem nacheinander die noch offenen Aufgaben vorgelegt. Man kann dann per Fingertipp zum Beispiel entscheiden, ob man sie heute, morgen oder irgendwann mal erledigen will. Diese Funktion ist zwar auch in der kostenlosen Version verfügbar, ohne Abo kann man sie aber nur fünfmal pro Monat aufrufen.

Apropos Abo: Die Mobil-Apps fordern Gratisnutzer ständig bildschirmfüllend zum Abschluss eines solchen auf. Der Nutzen von Any.Do ohne Abonnement ist allerdings deutlich eingeschränkt. So bleiben Kostenloskonten unter anderem Tags und manche Optionen für sich wiederholende Aufgaben verwehrt. Extrem verwirrend ist die Preisgestaltung. Auf der Herstellerwebseite, in den App-Stores und im Programm selbst gibt es stark unterschiedliche und teils widersprüchliche Preisangaben. Der günstigste Preis von knapp drei US-Dollar pro Monat (bei jährlicher Abrechnung) ist als befristetes Angebot ausgewiesen, allerdings ohne Angabe eines Ablaufdatums.

- 📅 Kalender-Anbindung
- 📅 Gratisversion stark beschränkt
- 📅 „Moments“ nur mobil



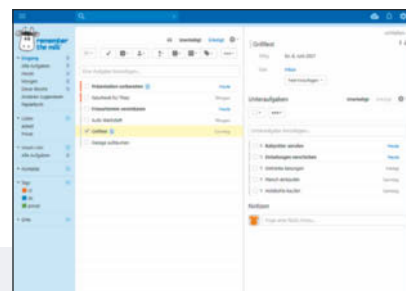
Microsoft To Do

Microsofts schlicht To Do genannter Aufgabenplaner gilt als Nachfolger des vor rund sechs Jahren annektierten Wunderlist und lehnt sich in puncto Funktionsumfang und Design stark an das Vorbild an. Die Nutzung der Desktop-, Mobil- und Web-Apps ist kostenlos und erfordert lediglich ein Microsoft-Konto.

Die Stärke des Tools ist die Integration ins Microsoft-Universum, zum Beispiel die Synchronisation mit dem in Outlook integrierten Aufgabenplaner. Das setzt allerdings voraus, dass zumindest die Outlook-Aufgabenliste über dasselbe Microsoft-Mailkonto geführt ist, mit der man auch bei To Do angemeldet ist. Das gilt auch für die automatische Umwandlung von in Outlook gekennzeichneten E-Mails in To-Do-Einträge. Das funktioniert nur mit einem Exchange-Online-Konto, also einer Microsoft-Mailadresse. Dann ist die Markierung mit einem roten Fähnchen in Outlook auch mit einer Zeitangabe (Heute, nächste Woche...) differenzierbar. Mit IMAP- oder POP-Konten geht das nicht.

Microsoft To Do bringt die wichtigsten Grundfunktionen eines Task-Planers mit, lässt aber auch manches vermissen. Beispielsweise kann man Teilaufgaben („Schritte“) nicht mit eigenen Fälligkeitsdaten oder Erinnerungen versehen; für sich wiederholende Aufgaben lässt sich kein Geltungsdauer festlegen, etwa „für die nächsten zwei Wochen“. Etwas eigenwillig ist die Tagesplanung: Die „Heute“-Liste ist zu Tagesbeginn immer leer und muss manuell mit Aufgaben bestückt werden. Hierzu unterbreitet das Programm Vorschläge mit kürzlich in anderen Listen erfassten Aufgaben und unerledigten Einträgen des Vortags.

- 📅 Verbindung mit Outlook
- 📅 kostenlos (MS-Konto)
- 📅 beschränkter Funktionsumfang



Remember The Milk

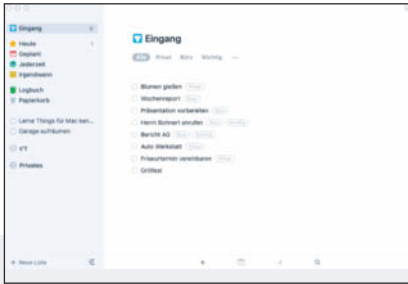
Remember the Milk ist – anders als der Name vermuten lässt – nicht nur eine elektronische Einkaufsliste, sondern ein vollwertiger Aufgabenplaner. Als Planer für Browser und Mobilgeräte existiert das Programm schon sehr lange; mittlerweile gibt es Apps für alle gängigen Systeme.

Die Oberfläche wurde von den Entwicklern vor einiger Zeit generalüberholt. Sie wirkt nun zwar zeitgemäß, aber im Vergleich zur Konkurrenz auch ein wenig überfrachtet. Manche Aktionen benötigen in der Desktop-Version ein paar Mausklicks mehr als bei der Konkurrenz. Dafür lassen sich fast alle Funktionen auch per Tastatur bedienen, wenn man die umfangreiche Shortcut-Liste erst einmal auswendig gelernt hat.

Funktional spielt RTM in der Oberliga. Es gibt benutzerdefinierte Filterlisten, Tags mit freien Bezeichnungen, vielfältige Sortierrmöglichkeiten und Fälligkeits- und Dauerangaben in natürlicher Sprache. Letzteres funktioniert aber nicht so gut und einfach wie bei Todoist; es sind einige Syntax-Eigenheiten zu lernen.

Mit der kostenlosen Version lässt sich zwar arbeiten, viele wichtige Funktionen bleiben aber zahlenden Kunden vorbehalten. Dazu gehören unter anderem Teilaufgaben, farbige Tags und das Anhängen von Dateien. Abonnenten erhalten auch eine externe App zur Synchronisation mit MS Outlook ab Version 2003. Zum Redaktionsschluss fand sich im macOS-App-Store nur die iPad-Version, die außer auf Tablets nur auf M1-Macs läuft. Direkt von der Herstellerseite bekommt man hingegen auch die Intel-Version.

- 📅 großer Funktionsumfang
- 📅 gut für Tastatur-Fans
- 📅 wenige Funktionen ohne Abo



Things

Things gibt es nur für Apple-Geräte (Mac, iPad, iPhone, iWatch) und ist das einzige Programm, das nicht in einer kostenlosen Version verfügbar ist und kein Abomodell nutzt. Stattdessen muss man die App jeweils recht teuer separat für macOS, iPadOS und iOS kaufen; immerhin gibt es eine 15-Tage-Testversion, wenn auch nur für den Mac.

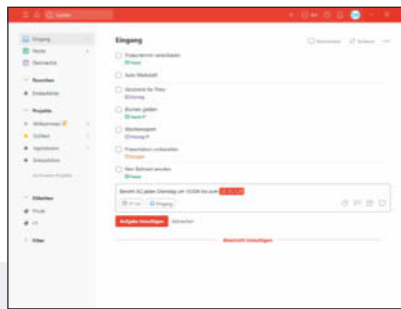
Eine weitere Besonderheit: Eine Verbindung mit dem Cloudspeicher des Things-Herstellers ist zwar möglich, aber nicht zwingend notwendig. Jedenfalls dann nicht, wenn man Aufgaben nicht zwischen Geräten synchronisieren oder sie stattdessen per E-Mail an eine Liste schicken will. Letzteres ist auch der einzige Weg, Aufgaben von einem Nicht-Apple-Gerät aus an Things zu senden; eine Browserversion gibt es nicht.

Da Things als native Anwendung entwickelt wurde, folgt es perfekt der Designsprache von macOS und iOS, wirkt dadurch aber auch etwas angestaubt. Es empfiehlt sich, zumindest die wichtigsten Tastenkürzel zu lernen, da sich viele Funktionen in Pulldown- und Kontextmenüs verstecken.

Das Programm ist gut mit Apples Kalender- und Erinnerungen-Apps verzahnt. Zur Organisation erlaubt Things beliebig viele Listen („Projekte“), die sich wiederum zu Gruppen („Bereiche“) zusammenfassen lassen. Teilaufgaben heißen bei Things „Checkliste“ und kennen keine separaten Fälligkeitsdaten oder Prioritäten.

Things ist ein solider Aufgabenplaner für Apple-Nutzer, die sich nicht an der etwas langweiligen und nicht immer intuitiv bedienbaren Oberfläche und dem recht hohen Preis stören.

- 👑 Apple-Look-and-Feel
- 👑 kein Cloud- und Abozwang
- 👑 teuer, dafür ohne Folgekosten



Todoist

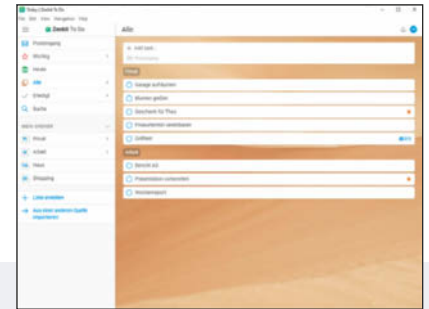
Todoist wartet mit dem größten Funktionsumfang in diesem Testfeld auf. Trotzdem ist es den Entwicklern gut gelungen, die Bedienoberfläche einfach und intuitiv zu halten – mit ein paar kleineren Ausnahmen. So ist es zwar möglich, wiederkehrende Aufgaben in natürlicher Sprache festzulegen, etwa „Wochenbericht schreiben jeden Montag um 9.00h bis zum Ende des Monats“, nicht aber durch Kalenderauswahl per Maus.

Aufgaben organisiert man in farbig unterscheidbaren Projekten und zerlegt sie bei Bedarf in Teilaufgaben, auch auf mehreren Ebenen. Es gibt also nicht nur Unteraufgaben, sondern auch Unterunteraufgaben. Dabei kann man jede Teilaufgabe mit eigenen Fälligkeitsterminen und Prioritäten versehen. Zusätzlich kategorisiert man Aufgaben mit farbigen Etiketten und vier Prioritätsstufen. Für Übersicht sorgen Favoriten- und frei definierbare Filterlisten. Eine übersichtliche Darstellung komplexer verschachtelter Projekte fehlt aber.

Dafür gibt es neben der Standardlistenansicht neuerdings eine Kanban-Board-Darstellung, was schon in Richtung persönliches Projektmanagement geht. Ob Produktivitätsauswertungen und die etwas verspielten „Karma“-Belohnungspunkte die Selbstorganisation verbessern, muss jeder für sich selbst entscheiden.

Die kostenlose Version bietet nahezu den vollen Funktionsumfang, lediglich Erinnerungen, wählbare Themes und automatische Backups bleiben Abonnenten vorbehalten. Außerdem erlaubt die freie Version nur fünf aktive Projekte, drei Filteransichten und maximal 5 MByte große Dateianhänge.

- 👑 großer Funktionsumfang
- 👑 durchdachte Bedienung
- 👑 gute Gratis-Version



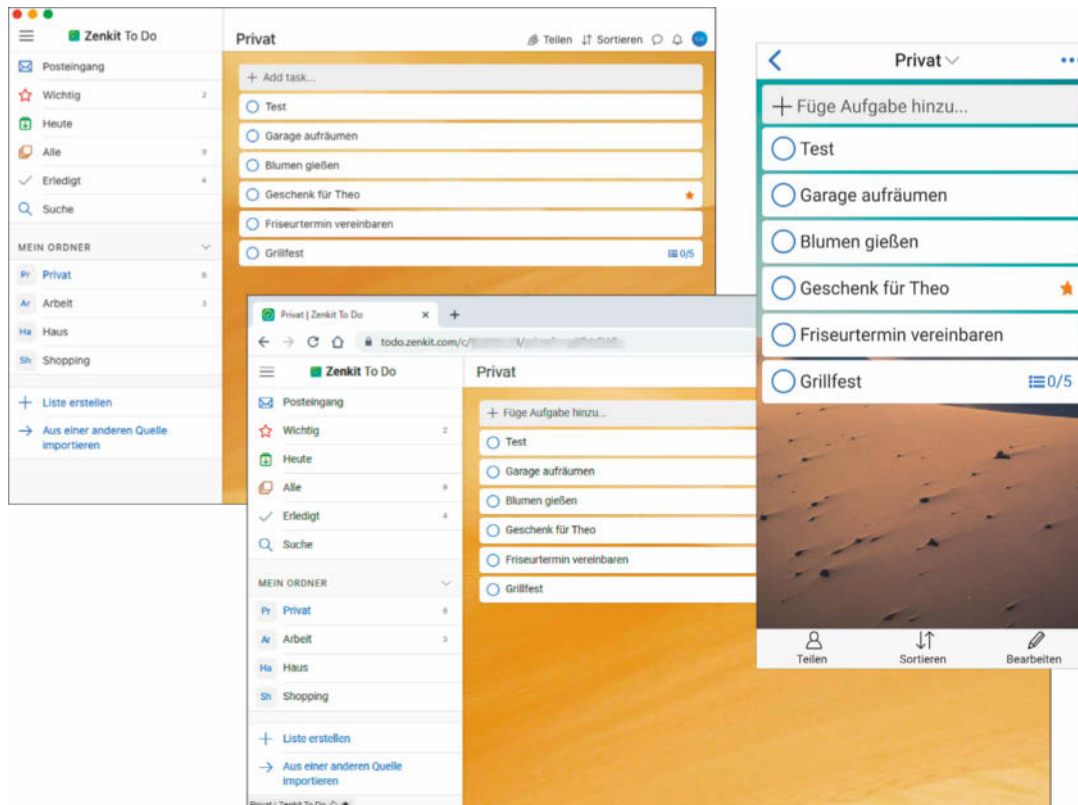
Zenkit To Do

Zenkit To Do kommt von den Machern des Projektplanungsprogramms Zenkit Base, das mit Programmen wie Asana und Trello konkurriert. To Do ist aber ein eigenständiges Programm, das stark vom von Microsoft geschluckten Wunderlist inspiriert ist und dessen Look fast perfekt kopiert. Es versteht sich auch als Alternative zu Microsofts „offiziell“ Wunderlist-Nachfolger To Do. Für Listen beider Programme bietet Zenkit To Do eine Importfunktion; die für Wunderlist führt mittlerweile aber auf eine tote, weil von Microsoft abgeschaltete Webseite.

Funktional geht Zenkit To Do kaum über Wunderlist und MS To Do hinaus: Auch hier fehlen Fälligkeiten und Erinnerungen für Teilaufgaben, frei definierbare Filterlisten und Kategorien/Tags. Letztere sind aber für eine kommende Version angekündigt. Dafür lässt sich die App sehr intuitiv bedienen; das Rumschubsen von Listeneinträgen macht besonders auf Mobilgeräten Spaß. Eine Besonderheit ist, dass sich Listen zusätzlich in übergeordneten Ordnern organisieren lassen. Schon mit der kostenlosen Version von Zenkit To Do lässt sich gut arbeiten; sie erlaubt immerhin bis zu 100 Listen in 20 Ordnern mit insgesamt 10000 Aufgaben.

Zenkit To Do richtet sich weniger an GTD- und Selbstorganisationsprofis. Stattdessen hat es Nutzer im Visier, die eine einfach zu bedienende, ansprechende Listen-App im Wunderlist-Stil suchen und Microsofts Nachfolger nicht mögen.

- 👑 guter Wunderlist-Klon
- 👑 intuitive Bedienung
- 👎 beschränkter Funktionsumfang



Da alle Aufgabenplaner (außer Things) als Web Apps programmiert wurden, ähneln sich Optik und Bedienung von Desktop-, Browser- und Mobilversionen stark. Im Bild: Zenkit To Do auf macOS, im Browser und auf Android.

misch, wann man sie erledigt oder teilweise daran arbeitet (zum Beispiel zwischen zwei Terminen).

Beides zusammen gehört in die Tages- und Wochenplanung, ist aber so verschieden, dass es sich nur schlecht in einem Programm gemeinsam organisieren lässt. Man braucht also sowohl einen Aufgaben- als auch einen Terminplaner, die idealerweise in irgendeiner Form miteinander interagieren können, denn: Bei der Tagesplanung kann man sich ja durchaus einen bestimmten Zeitblock reservieren, um an einer bestimmten Aufgabe aus dem Taskplaner zu arbeiten. Die Aufgabe wird somit zu einem Termin.

Manche Programme (zum Beispiel Microsoft Outlook in der Desktop-Version) enthalten zwar beide Programmarten, trennen sie aber strikt voneinander. Die meisten der hier getesteten Aufgabenplaner bieten in irgendeiner Form eine Kalenderanbindung. Any.Do beispielsweise lässt sich mit einem Google Kalender verbinden, zeigt Aufgabenliste und Terminkalender dann nebeneinander an und erlaubt es, eine Aufgabe per Drag & Drop zu einem Termin zu machen.

Todoist verbindet sich optional ebenfalls mit einem Google- oder Outlook-Kalender (letzteres nur in Verbindung mit einem Exchange-Online-/Microsoft-Mailkonto) und trägt dort Aufgaben mit Fällig-

keitsdatum automatisch als Termin ein. Fest ins Apple-Universum eingebunden, macht Things Ähnliches mit dem Apple-Kalender. Unterstützt der Aufgabenplaner einen Workflow-Automatisierer wie If This Then That (IFTTT) oder Zapier, lässt sich eine solche Verbindung möglicherweise auch selbst konfigurieren.

Datenschutz: problematisch

Gemäß unserer Anforderung erlauben alle hier vorgestellten To-do-Apps, Aufgabenlisten zwischen mehreren Geräten oder mit anderen Nutzern derselben App zu synchronisieren. Dazu setzen alle auf einen nicht frei wählbaren Clouddienst als Zwischenspeicher, was die Frage des Datenschutzes aufwirft. Wir haben uns insbesondere die Datenschutzerklärungen der Anbieter genauer angesehen.

Bei Any.do und Remember the Milk handelt es sich um kleinere Start-ups aus San Francisco, die dem Datenschutz offenbar wenig Bedeutung beimessen und Anwendern keinerlei Auskünfte darüber geben, wo die Daten gespeichert werden und welche Dienstleister und Drittfirmen darauf zugreifen. Da sich beide Firmen immer noch auf das inzwischen für ungültig erklärte Privacy-Shield-Abkommen [1] mit den USA berufen, muss man hier in puncto Datenschutz vom Schlimmsten ausgehen. Etwas mehr Transparenz lie-

fert Todoist-Hersteller Doist aus Delaware, USA. Hier werden die Nutzer immerhin darüber informiert, dass ihre Daten an knapp zwei Dutzend Dienstleister verteilt und auch nach Schließung ihres Kontos bis zu sechs Jahre aufbewahrt werden.

Things-Hersteller Cultured Code aus Stuttgart verzichtet leider wie die genannten US-Firmen auf eine Datenschutzerklärung in deutscher Sprache, die von der DSGVO vorgeschrieben ist. Laut ihrer mittlerweile drei Jahre alten Erklärungen landen die Daten der Nutzer nicht nur beim deutschen Hoster Hetzner, sondern auch bei mehr als einem halben Dutzend US-Firmen.

Die größte Transparenz gewährt noch Zenkit-Entwickler Axonic aus Karlsruhe. Die deutsche Datenschutzerklärung zählt penibel auf, welcher Dienstleister welche Informationen verarbeitet. Entgegen dem Versprechen, die Daten würden in Deutschland gehostet, erfährt man im Kleingedruckten jedoch, dass sie unter anderem irgendwo auf der Welt auf Amazon-Servern landen. Und um der DSGVO zu genügen, müsste der Hersteller zumindest auch die Rechtsgrundlagen zur Datenverarbeitung aufführen, die die Datenschutzerklärung aber nicht verrät.

Bei Microsofts To Do kann man sich schließlich sicher sein, dass der Herstel-

ler alle Daten mit neuester Technik und KI auswertet und umfangreiche Profile erstellt. Die Redmonder spielen hier in einer Liga mit Facebook und Google. Zur Nutzung des Programms ist ein Microsoft-Konto [2] nötig, dessen Daten bis auf Ausnahmen auch in die USA transferiert werden. Die Inhalte der To Do App werden im zugehörigen Exchange-Online-Konto gespeichert. Microsofts Datenschutzerklärung und Einstellmöglichkeiten sind hochkomplex, so dass eine genauere Analyse diesen Rahmen sprengt. Nur so viel: Datenschützer in verschiedenen Bundesländern schlagen regelmäßig Alarm und warnen vor einem Einsatz bei Behörden und Schulen.

Nutzt man die Apps als Einkaufsliste oder Planungshilfe fürs nächste Grillfest, wiegen die Datenschutzbedenken nicht so schwer. Anders sieht es jedoch bei sensiblen geschäftlichen oder intimeren privaten Daten aus.

Es gibt auch eine Reihe von selbst gehosteten oder lokalen Task-Planern (eine Auswahl finden Sie unter ct.de/yxew); die können allerdings in der Regel funktional und in der Bedienungsfreundlichkeit nicht mit den hier getesteten Programmen mithalten.

Fazit

Wer seine täglichen Aufgaben in den Griff bekommen will, indem er sie in eine oder mehrere Listen schreibt und bei Erledigung abhakt, ist mit allen Programmen im Testfeld gut bedient. Die Unterschiede liegen vor allem in erweiterten Funktionen, zum Beispiel die Zerlegung in echte Teilaufgaben mit eigener Fälligkeit, Einbindung in Workflows mit Kalendern, oder wie detailliert man wiederkehrende Aufgaben definieren kann. Ob und welche erweiterte Funktionen man braucht, hängt stark von der persönlichen Planungsmethode ab.

Todoist sticht schon in der Gratisversion die Konkurrenz beim Funktions-

umfang aus, bleibt aber trotzdem übersichtlich und bedienbar. Wer mit ein paar Funktionen weniger auskommt und einen Look-and-Feel-Ersatz für das eingestellte Wunderlist sucht, wird sich am ehesten mit Zenkit To Do und Microsoft To Do anfreunden können.

Etwas aus dem Rahmen fällt Things, das es exklusiv für Apple-Systeme gibt. Es zwingt weder zur Cloud-Nutzung noch zu einem Abo und ist als einziges Programm im Test keine Web-App im Fenster. Dafür sieht es etwas altbacken aus und ist ziemlich teuer. (swi@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Holger Bleich, FAQ: Das Ende der Privacy, c't 21/2020, S. 178
- [2] Hajo Schulz und Axel Vahldiek, Engelchen oder Teufelchen, Microsoft-Konto: Pro und Contra, c't 13/2021, S. 18

Herstellerlinks und Zusatzinformationen:
ct.de/yxew

Aufgabenplaner

Name	Any.Do	Microsoft To Do	Remember the Milk	Things	Todoist	Zenkit To Do
Version	4.2.155	2.45.2105	1.3.10	3.13.3	1112	4.5.5
Hersteller	Any.do Inc.	Microsoft	Remember the Milk	Cultured Code	Doist Inc.	Axonix Informationssysteme
URL	https://www.any.do/de/	https://todo.microsoft.com/	https://www.rememberthemilk.com/	https://culturedcode.com/things/	https://todoist.com/de/todo/	https://zenkit.com/de/todo/
Systeme	Win 10, macOS ab 10.15, Android (k.A.), iOS ab 12.0, WatchOS ab 3.0, Android (k.A.)	Win 10, iOS ab 13.0, macOS ab 10.14, Android ab 5.0, Web	Win ab 7, macOS ab 11.0, iOS ab 12, WatchOS ab 5.0, Android ab 4.1, Linux, Web	macOS ab 10.13, iOS / iPad OS ab 12.1, WatchOS ab 5.0	Win 10, iOS ab 13.0, macOS ab 10.11, WatchOS ab 3.0, Android (k.A.), Linux, Web	Win 10, iOS ab 11.0, macOS ab 10.12, Android ab 5.1, Linux, Web
Planung						
Kategorien / Listen	✓ ¹ / ✓	– / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	– / ✓
intelligente Listen (Filter)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Prioritäten (Stufen)	–	2	4	–	4	2
Teilaufgaben / mehrstufig	✓ / –	✓ / –	✓ / ✓	✓ / –	✓ / ✓	✓ / –
wiederkehrende / zeitbegrenzt	✓ ¹ / ✓ ¹	✓ / –	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ ¹ / –
Fälligkeit / für Teilaufgaben	✓ / –	✓ / –	✓ / ✓	✓ / –	✓ / ✓	✓ / –
Erinnerung / Aufschieben	✓ / – ²	✓ / –	✓ / ✓	✓ / –	✓ ¹ / ✓	✓ ¹ / –
Tagesplanung (heute)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Dateien / Notizen	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ ¹ / ✓	– / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Konnektivität						
Aufgabe per Mail	✓	– ³	✓	✓	✓	✓ ¹
Verbindungen	Google Calendar, Zapier	Power Automate, Outlook	IFTTT ¹ , Zapier ¹	Apple Kalender, Apple Erinnerungen	IFTTT, Zapier, Power Automate, Outlook-Kalender, Google Kalender, Browser- und Outlook-Plugins	Zenkit, Zapier, iCal-Kalender ¹
Listen teilen	✓ ¹	✓	✓	–	✓	✓
Cloud-Sync	✓	✓	✓	✓ (opt.)	✓	✓
Bewertung						
Funktionen	○	○	⊕	○	⊕⊕	○
Bedienung	⊕	⊕	○	⊕	⊕	⊕
Konnektivität	○	○	⊕	⊕	⊕⊕	⊕
Kosten	kostenlos, ab 2,99 US-\$ / Monat (Premium)	kostenlos (MS-Konto erforderlich)	kostenlos, 40 US-\$ / Jahr (Pro)	54,99 € (macOS), 10,99 € (iOS inkl. WatchOS), 21,99 € (iPad OS)	kostenlos, 3 € / Monat (Pro), 5 € / Nutzer und Monat (Business)	kostenlos, 3 € / Monat und Nutzer (Plus), 15 € / Monat und Nutzer (Business)

¹ nicht in kostenloser Version
✓ vorhanden – nicht vorhanden ⊕ ⊕ sehr gut ⊕ gut ○
² nur mobil über „Moments“-Funktion
³ nur durch Markierung in Outlook
zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht

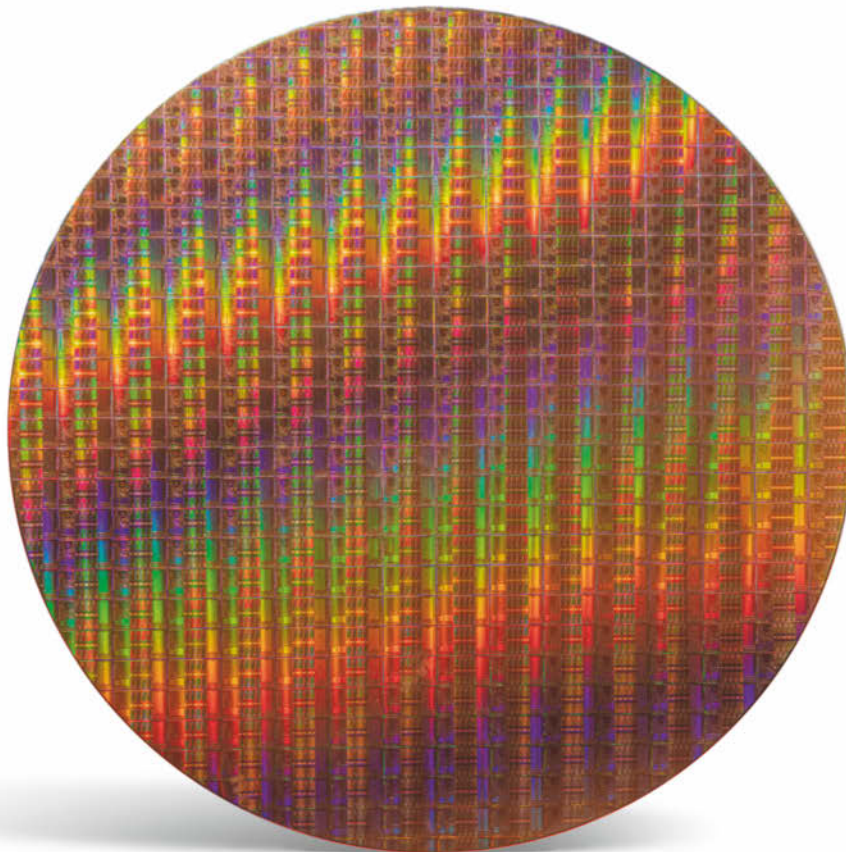


Bild: Intel

Es bleibt knapp

Chipmangel: Hintergründe und Ausblick

Lieferengpässe bei Halbleiterbauelementen verärgern Privatreute und verursachen Produktionsstopps bei Autoherstellern und immer mehr anderen Firmen. In einigen Bereichen könnte die Chipknappheit bald überwunden sein, in anderen dürfte sie andauern. Ein Überblick.

Von Christof Windeck

Erst wurde es unübersichtlich, dann kam Corona und schließlich ging noch mehr schief: Seit über einem Jahr gibt es Engpässe bei Halbleiterbauelementen.

Die Lieferschwierigkeiten treffen unterschiedliche Produkte und Branchen. Bei manchen führen sie zu leeren Online-shops, bei anderen sogar zu Produktionsstopps, die das Wachstum bremsen – etwa bei Automobilherstellern. Das ist im Auto-land Deutschland ein großes Thema. Doch auch PC-Grafikkarten, Spielkonsolen, manche Notebooks und Fernseher sind schlecht lieferbar.

Einige Ursachen für Chipmangel sind leicht verständlich, etwa der Boom der Kryptowährungen, der zu einem anhaltenden Kaufrausch bei Grafikkarten führte. Weshalb man nicht einfach viel mehr Grafikchips produzieren kann, ist aber schon schwieriger zu durchschauen. Und völlig vertrackt sind die Ursachen des Mangels, der die Automobilbranche plagt.

Milliardenmarkt

Triebfeder aller Halbleiter-Erfolge ist das „Moore’sche Gesetz“ aus den 1960er-Jahren, sofern man es sehr weit auslegt: Ungefähr alle zwei Jahre kommen verbesserte Fertigungsverfahren, die bessere Chips ermöglichen. Sie bringen beispielsweise mehr Rechenleistung, größere Speicherkapazität, höhere Datentransferraten oder längere Akkulaufzeit. Durch die im Vergleich zu anderen Branchen rasante Fortentwicklung erschließen sich Chips immer neue Einsatzbereiche, was wiederum Stückzahlen und Umsätze hochtreibt. Jährlich werden weit mehr als 1 Billion Halbleiter produziert, mehr als 150 Stück pro Erdenbürger. Das Umsatzvolumen von Halbleitern im Jahr 2020 schätzen verschiedene Marktforscher auf 440 bis 490 Milliarden US-Dollar.

Rund 45 Prozent der Chipverkäufe entfallen auf nur zehn Anbieter, siehe Tabelle auf Seite 112. Auch auf der Käuferseite konzentriert sich große Marktmacht auf wenige Firmen: Alleine Apple „konsumierte“ Halbleiter für fast 54 Milliarden US-Dollar, das sind über 11 Prozent des Gesamtmarkts und mehr, als beispielsweise alle Automobilfirmen zusammen kaufen.

Nicht jedes Halbleiterfertigungswerk – genannt „Fab“ – kann jeden beliebigen Baustein fertigen. Deshalb kann man bei Engpässen nicht immer auf andere Fabs ausweichen. Als „Chip“ bezeichnet man sehr unterschiedliche Komponenten. Oft meint man einen integrierten Schaltkreis (Integrated Circuit, IC), der aus einigen Tausend bis mehreren Milliarden Transistoren besteht – vom 30-Cent-Mikrocontroller zur Steuerung einer Kaffeemaschine bis zum 30.000-Euro-Serverprozessor. Obwohl Chips für viele Produkte essenziell sind, spielen ihre Kosten oft keine wesentliche Rolle, beispielsweise bei Haushaltsgeräten, Autos und Industriemaschinen. Die Preise von PCs und Smartphones hängen hingegen entscheidend von den eingebauten Chips ab. In einem Smartphone stecken mehrere Dutzend: Die teuersten sind Systemprozessor, DRAM- und Flash-Speicherchips, dazu kommen Funkadapter (Modem, WLAN, NFC), Sensoren (für Kameras, Berührung, Neigung, Drehraten, Fingerabdruck) sowie ICs etwa für Stromversorgung und Bezahlfunktionen. Letztere nennt man anwendungsspezifische ICs (ASICs).

Prozessoren, Mikrocontroller, Grafikprozessoren und viele ASICs zählt man zu den Logikchips, die meistens CMOS-Fertigungstechnik nutzen. Für DRAM- und NAND-Flash-Speicher sind etwas andere Fertigungsschritte nötig und wieder andere für Chips mit analogen Ein- und Ausgängen, Optoelektronik (LED, Laser, Kamera), Sensoren (Mikromechanische Systeme, MEMS) und Leistungshalbleiter. Letztere braucht man zum Schalten starker Ströme etwa für Akkus und Motoren in E-Autos und -Bikes. In der Halbleiterindustrie gibt es folglich ganz verschiedene Fertigungsverfahren. Zwar kommen durchweg dünne Siliziumscheiben (Wafer) als Basismaterial zum Einsatz, doch in ganz unterschiedlichen Durchmessern (6, 8 oder 12 Zoll, also 15, 20 oder 30 Zentimeter) und Stärken (0,1 bis 1 Millimeter). Nicht alle Wafer bestehen aus reinem Silizium, es gibt etwa auch Silicon-on-Insulator-(SOI-) oder Silizium-Germanium-(SiGe-)Wafer.

Wafer und Chips

Eine Chip-Fab erzeugt auf den Wafern hauchdünne Schichten und darin wiederum Mikrostrukturen, und zwar durch Lithografie und anschließendes Ätzen. Die Mikrostrukturen fungieren später als elektronische Bauelemente, oft als Feld-

effekttransistor (FET). Ein Wafer durchläuft in der Fab einige Hundert Bearbeitungsschritte, was Wochen dauert. Auf einem Wafer entstehen mehrere Hundert bis mehrere Tausend Chiprohlinge gleichzeitig. Einen solchen Rohling nennt man „Die“.

Typische Prozessoren für Smartphones und PCs haben 60 bis 250 Quadratmillimeter (0,6 bis 2,5 cm²) Die-Fläche. Aktuelles Beispiel mit 5-Nanometer-Technik: Der Apple A14 des iPhone 12 vereint knapp 12 Milliarden Transistoren auf 0,9 cm², also rund 130 Millionen pro mm². Im Prinzip gilt: je größer die Die-Fläche, desto höher die Fertigungskosten. Doch die einfachsten ICs belegen nur wenige Quadratmillimeter. Dann lohnt es sich kaum, sie mit feineren Strukturen oder auf größeren Scheiben zu fertigen. Bei Speicherchips, Prozessoren und Grafikchips mit mehreren Milliarden Transistoren bringen feinere Strukturen hingegen klare Vorteile. Das kann schlichtweg die kleinere Fläche sein: Eine microSD-Karte hat eine festgelegte Größe und wenn sich darin mehr Flash-Speicherzellen unterbringen lassen, kann man microSD-Karten mit höherer Kapazität verkaufen. Prozessoren bringt höhere Transistordichte mehr CPU-Kerne, größeren Cache oder Zusatzfunktionen wie KI-Beschleuniger und Hardware-Videoencoder.

Die jeweils neueste Fertigungstechnik ist allerdings auch die teuerste: Die meisten 5-Nanometer-Strukturen erzeugt man mit kurzweiliger ultravioletter (EUV-)Strahlung und ein einziges EUV-Lithographiesystem kostet weit über 100 Millionen Euro. Auch die Entwicklung des Chip-„Schaltplans“ wird mit jeder Generation teurer.

Fertigungsprozesse werden jedoch im Laufe der Jahre auch weiter verbessert und liefern eine höhere Ausbeute („Yield“)

fehlerfreier Dies. Ein größerer Chip aus einem älteren Fertigungsverfahren kann daher günstiger sein als ein kleinerer mit modernster Technik. Und nicht zuletzt lassen sich die Vorteile einer höheren Transistordichte nur ausreizen, wenn auch die Schaltverluste jedes einzelnen Transistors sinken. Sonst muss man die maximale Taktfrequenz reduzieren, um Leistungsaufnahme und Hitze im Zaum zu halten, oder den neueren Prozessor mit mehr Strom speisen und stärker kühlen. Daher wägen Chiphersteller in jedem Einzelfall ab, welche Fertigungstechnik technisch und wirtschaftlich optimal ist.

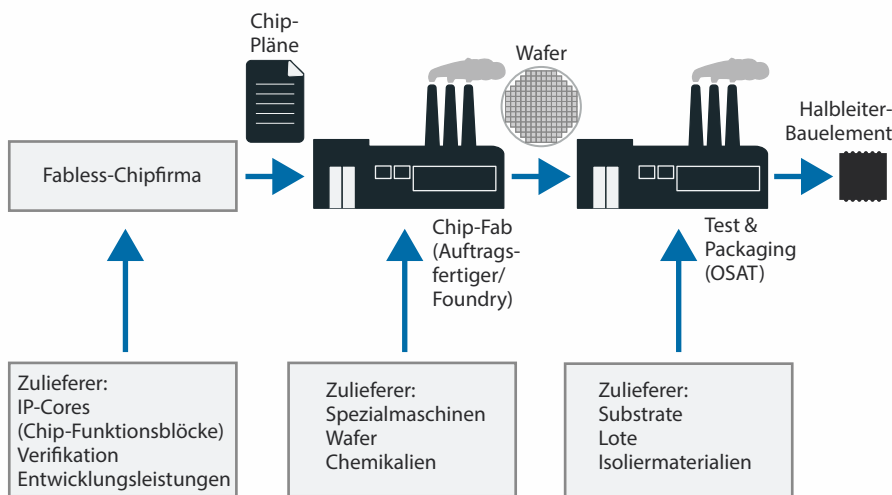
Chipfertiger schützen ihre jeweilige Technik mit Patenten vor der Konkurrenz. Die 10-Nanometer-Technik von Intel hat andere Eigenschaften als die der taiwanischen Chipschmiede TSMC. Zudem gibt es Varianten, beispielsweise für Low Power (LP), High Performance (HP) oder Hochfrequenz (RF). Daher lassen sich Fertigungsverfahren unterschiedlicher Firmen nicht einfach anhand der öffentlich genannten minimalen Strukturbreite – wie 10, 7, 6, 5 Nanometer – vergleichen. Diese Konvention zur Benennung von Fertigungsverfahren stammt aus früheren Zeiten, als planare Transistoren gängig waren, bei denen sich die kleinstmöglichen Strukturen stark auf die Größe der FET-Steuerelektrode (Gate) auswirkten. Moderne FinFETs mit dreidimensionaler Gatestruktur verhalten sich anders und die Hersteller optimieren sie mit proprietären Spezialtricks wie verspannten Kristallgittern sowie Isoliermaterialien wie High-k Metal Gate und Silicon-on-Insulator. Vergleicht man hingegen unterschiedliche Fertigungsgenerationen desselben Herstellers, bringt die feinere Technik fast immer deutliche Vorteile.



Produktionsmaschinen im Reinraum der neuen Chipfabrik, die Bosch in Dresden für rund 1 Milliarde Euro gebaut hat.

Chipfertigung

Die Fertigung von Halbleiterbauelementen nutzt eine globale Lieferkette aus Tausenden Zulieferern und Dienstleistern. Die meisten Chipfirmen überlassen die Produktion ihrer Chips Auftragsfertigern (Foundries) und Spezialfirmen für Outsourced Semiconductor Assembly and Test (OSAT).



IDMs und Foundries

Die Kosten einer Fab sind extrem unterschiedlich. Bosch hat nach eigenen Angaben rund 1 Milliarde Euro ins neue Dresdner Werk gesteckt – ähnlich viel kostet der Bau mancher Autofabrik. Die Fab 18 von TSMC soll hingegen rund 17 Milliarden US-Dollar verschlungen haben, ist aber auch mit teureren Maschinen für feinere Strukturen bestückt und verarbeitet wesentlich mehr Wafer pro Monat.

Dermaßen gewaltige Investitionen können bloß wenige große Unternehmen stemmen. Zudem arbeiten moderne Chip-Fabs erst nahe ihrer vollen Auslastung rentabel. Die meisten heutigen „Chiphersteller“ stellen deshalb selbst keine Chips her, sondern entwickeln sie nur und über-

lassen die Produktion einem Auftragsfertiger, genannt „Foundry“. Die bekannteste und mit Abstand größte ist die Taiwan Semiconductor Manufacturing Corporation (TSMC). Chipfirmen ohne eigene Fabs nennt man Fabless-Hersteller, dazu gehören Branchenriesen wie Qualcomm, Broadcom und Nvidia. Im Unterschied dazu betreiben „Integrated Device Manufacturers“ (IDM) wie Intel, Samsung, Micron, Infineon, STMicroelectronics (STM), NXP und Bosch eigene Fabs, in denen sie ihre Chipdesigns herstellen.

Die Trennung IDM/Fabless ist jedoch unscharf. Denn einerseits betätigen sich IDMs als Foundries: Samsung beliefert etwa Nvidia und Qualcomm. Andererseits lagern IDMs wie Intel und Infineon Teile

der Chipfertigung an Foundries aus. Manchmal geht es um feinere oder spezielle Fertigungstechniken, die man selbst nicht „im Haus“ hat. Üblich ist es auch, die Fertigung älterer Chips mit größeren Strukturen abzugeben, weil diese weniger Profit bringen. Manchmal wird dazu die ältere Fertigungstechnik an die Foundry verkauft oder gleich die komplette Fab.

Diese Nachnutzung teilweise abge-schriebener Fertigungstechnik spielt eine wichtige Rolle in der „Nahrungskette“ der Halbleiterindustrie, weil sich damit größere Strukturen billig produzieren lassen. Umgekehrt rechnet sich die Anschaffung fabrikneuer Fertigungslinien für „ausgereifte Fertigungsgenerationen“ (Mature Nodes) nicht. Das begrenzt die Fertigungskapazität für solche Bauteile.

Arbeitsteilung und global

Der Branchenjargon verwirrt oft: Eine Wafer-Fab stellt nicht etwa Wafer her, sondern verarbeitet sie. Die Wafer liefern Spezialfirmen, die riesige Silizium-Einkristalle züchten, zersägen und polieren. Chip-Fabs kaufen auch zahllose andere Spezialprodukte zu, etwa Fertigungsmaschinen, Edelmetalle und hochreine Chemikalien. Für manche Maschinen existiert nur ein einziger Zulieferer, etwa ASML für EUV-Lithographiesysteme. Laut dem Industrieverband Semiconductor Industry Association gibt es bis zu 15.000 Zulieferer für eine einzige Fab. Das komplizierte Geflecht weltweiter Lieferbeziehungen ist anfällig für Störungen.

Nicht alle Chip-Fabs liefern fertige Chips, manche nur komplette Wafer. Dann müssen die einzelnen Dies noch geprüft, sortiert, aus dem Wafer herausgesägt und in Chipgehäuse verpackt werden. Dieses „Test & Packaging“ übernehmen Dienstleister, die man auch „Outsourced Semiconductor Assembly and Test“- (OSAT)-Firmen nennt. IDMs wie Intel und Foundries wie TSMC entwickeln eigene, ebenfalls patentierte Packaging-Verfahren.

Für manche Einsatzzwecke müssen die Wafer zuvor dünn geschliffen werden, etwa damit bis zu 17 übereinanderliegende Chips in eine 1 Millimeter dicke microSD-Karte passen. Andere Packaging-Verfahren kombinieren Dies – auch „Chipllets“ genannt – aus unterschiedlichen Fertigungsverfahren zu einem Bauelement. Zehntausende winzige Kontakte zwischen zwei Dies ermöglichen hohe Datentransferraten und niedrige Latenzen. Solche Verfahren nutzen spezielle Substrate und

Die größten Chiphersteller 2020

Firma	Land	Umsatz 2020	Marktanteil
Intel	USA	76,3 Mrd. US-\$	15,5 %
Samsung	Korea	61,9 Mrd. US-\$	12,6 %
SK Hynix	Korea	27,1 Mrd. US-\$	5,5 %
Micron	USA	22,5 Mrd. US-\$	4,6 %
Qualcomm	USA	19,4 Mrd. US-\$	3,9 %
Broadcom	USA	17,7 Mrd. US-\$	3,6 %
Nvidia	USA	14,7 Mrd. US-\$	3,0 %
TI	USA	13,6 Mrd. US-\$	2,8 %
Apple	USA	11,4 Mrd. US-\$	2,3 %
Infineon	Deutschland	11,2 Mrd. US-\$	2,3 %
sonstige		216,9 Mrd. US-\$	44,0 %
Gesamtmarkt		492,7 Mrd. US-\$	

Quelle: IC Insights, 2021

Isoliermaterialien, deren thermische Ausdehnung zu den Dies passt und die hochfrequente Signale nicht stören. Auch dabei gibt es Lieferschwierigkeiten.

Jeder Chip muss Schwankungen der Betriebsbedingungen vertragen: Spannung, Temperatur, Kontaktwiderstände, Luftfeuchtigkeit, Vibrationen. Besonders robust müssen Komponenten für Medizintechnik, Luft- und Raumfahrt und Fahrerassistenzsysteme sein. Sicherheitschips für Bezahlkarten und Schließsysteme wiederum müssen einschlägige Standards erfüllen. Zum Nachweis durchlaufen sie Prüfungen in externen Labors und auch die jeweilige Fab muss Qualitätsstandards einhalten. Folglich kann man bei Lieferproblemen nicht einfach ein anderes Bauteil nehmen oder eine andere Foundry beauftragen.

Chips für Fahrzeuge, Industrieanlagen und Rüstung müssen mehr als sieben oder gar 15 Jahre lang in gleicher Qualität lieferbar sein. Das entspricht drei bis sieben Generationswechseln bei der Fertigungstechnik. Manche Auftragsfertiger sind daher auf „langlaufende“ Fertigungsverfahren spezialisiert.

Konstanten und Verschiebungen

Obwohl der Chipmarkt höchst dynamisch neue Produktgenerationen hervorbringt, hat er einige träge Eigenschaften: Die Fertigung eines Chips vom Wafer bis zum fertigen Bauteil dauert Monate. Und weil sich das Geschäft nur bei hoher Auslastung lohnt, planen Chip-Fabs und ihre Zulieferer



Bild: ASML

Ein Lithografiesystem mit EUV-Lichtquelle für Chipstrukturen kleiner als 5 Nanometer kostet über 100 Millionen Euro ist nur von der niederländischen Firma ASML zu bekommen.

rer mehrere Quartale voraus. Daher gibt es kaum Reserven für plötzlichen Mehrbedarf. Der Aufbau neuer Fertigungskapazitäten braucht sogar ein bis zwei Jahre.

Genau wie bei anderen Branchen mit ähnlich langen „Totzeiten“ droht deshalb der berühmte „Schweinezyklus“: Auf steigende Preise wegen des knappen Angebots reagieren konkurrierende Hersteller mit dem Ausbau von Kapazitäten, was nach einigen Monaten zu einem Überangebot mit anschließendem Preisverfall führt. Daraufhin schließen die Firmen Werke und der Kreislauf beginnt erneut.

Marktbeobachter meinen allerdings, dass der Halbleiterbedarf derzeit so rasant wächst, dass kein Abschwung in Sicht ist. Dafür sprechen auch strukturelle Veränderungen. Erstens gibt es nur noch zwei Firmen, die Chips mit Strukturen kleiner als 10 Nanometer fertigen können: TSMC und Samsung. Anders gesagt: Wer einen High-End-Chip fertigen lassen will, hat kaum Alternativen. Und wenn nur wenige Firmen konkurrieren, lässt sich die Marktentwicklung zuverlässiger vorhersagen.

Zweitens breiten sich künstliche Intelligenz (KI) und Machine Learning (ML) rasant aus. Das treibt den Chipbedarf in die Höhe, ebenso wie der Aufbau schnellerer (5G-)Kommunikationsnetze. KI, 5G und Cloud-Rechenzentren hängen in gewisser Weise zusammen: Smartphones, vernetzte Autos und IoT-Sensoren senden über leistungsstarke Mobilnetze riesige Datenfluten, die sich nur per KI in der Cloud erschließen lassen.

Drittens hat sich der Servermarkt völlig verändert. Die größten Server-Käufer

sind nicht mehr einige Hundert Großfirmen, sondern wenige Betreiber gigantischer „Hyperscale“-Rechenzentren: Amazon, Google, Microsoft, Facebook, in China Alibaba, Baidu und Tencent. Deren Cloud-Rechenzentren verschlingen mehr als die Hälfte aller Serverprozessoren sowie enorme Mengen an RAM und Flash-Speicher. Die Hyperscaler lassen selbst entwickelte Geräte (Stichwort: Open Compute Project, OCP) bei asiatischen Auftragsfertigern produzieren. Sie verhandeln direkt mit Chipherstellern oder entwickeln sogar eigene Prozessoren (Amazon, Google, Alibaba, Baidu), die Fertigungskapazität bei TSMC und Samsung binden.

Viertens hat der US-Handelskrieg gegen China die Balance im Chipmarkt verändert. Unter anderem wurde der einstige Smartphone-Primus Huawei hart getroffen, der auch größter TSMC-Einzelkunde war; den Titel hält mittlerweile Apple. Diese Veränderungen führten zu

Die größten Chip-Käufer 2020

Firma	Einkaufsvolumen	Anteil
Apple	53,6 Mrd. US-\$	11,9 %
Samsung Electronics	36,4 Mrd. US-\$	8,1 %
Huawei	30,2 Mrd. US-\$	4,2 %
Lenovo	24,9 Mrd. US-\$	4,1 %
Dell	16,8 Mrd. US-\$	3,7 %
BBK Tech (Oppo etc.)	15,6 Mrd. US-\$	3,0 %
HP	11,7 Mrd. US-\$	2,4 %
Xiaomi	10,7 Mrd. US-\$	2,0 %
Foxconn (Hon Hai)	7,0 Mrd. US-\$	1,3 %
HPE	5,8 Mrd. US-\$	1,2 %

Quelle: Gartner, Februar 2021

Die größten Chip-Auftragsfertiger 2020

Firma	Land	kleinste Strukturen	Marktanteil 2020
TSMC	Taiwan	5 nm	54 %
Samsung Electronics	Korea	5 nm	17 %
Globalfoundries	USA (UAE)	12 nm	7 %
UMC	Taiwan	14 nm	7 %
SMIC	China	14 nm	5 %
DB Hitek	Korea	90 nm/Spezial ¹	1 %
Huahong Grace	China	90 nm/Spezial ¹	1 %
Tower Semi	Israel	45 nm/Spezial ¹	1 %
Powerchip (PSMC)	Taiwan	2x nm	1 %
Vanguard (VIS)	Taiwan	Spezial ¹	1 %
sonstige			4 %

¹ Analog, HF, Leistungshalbleiter, Sensoren, SiGe, SiC; Quelle: Trendforce, April 2021

gesamter Foundry-Markt 2020 rund 85 Milliarden US-Dollar; Regionen: Taiwan 65 %, Korea 18 %, China 5 %, Rest 12 %



Bild: Samsung

Alleine Samsung will bis 2030 über 150 Milliarden US-Dollar in neue Chip-Fabs investieren. Das Bild zeigt den Campus Hwaseong in Korea; auf dem Parkplatz im Vordergrund steht mittlerweile eine weitere Fab mit EUV-Lithografie.

Unsicherheiten in der Planung einiger Auftragsfertiger.

Corona-Einschlag

In dieser Situation traf die Coronapandemie die Chipbranche. Zuerst gab es kleine Engpässe durch den Lockdown einiger Regionen Chinas. Als die Lockdowns sich auf den Rest der Welt ausweiteten, brach dort jedoch die Nachfrage nach bestimmten Produkten ein, etwa nach Autos, während Notebooks, Webcams, Drucker und andere Geräte fürs Homeoffice plötzlich ausverkauft waren. Und obwohl chinesische Zulieferer nach wenigen Wochen wieder produzierten, kam der Nachschub ins Stocken. Denn ein erheblicher Teil der Luftfracht wird mit Passagierflugzeugen transportiert, die nun am Boden blieben. Die Preise der zuvor sehr billigen Schiffsfracht schossen in die Höhe und es gab Ausfälle durch Coronainfektionen bei Schiffsbesatzungen.

Unter dem Schock des Nachfrageschwunds stornierten einige Automobilhersteller im Frühjahr 2020 ihre Bestellungen für elektronische Zulieferteile, was schwere Nachwirkungen hatte. Denn die frei gewordenen Kapazitäten sicherten sich andere Chiphersteller, die sie gut nutzen konnten: Mehrere große Firmen planten bedeutende Generationswechsel. Apple hatte große Teile der 5-Nanometer-Kapazität von TSMC für die Prozessoren A14 (iPhone 12) und M1 (MacBook/iMac) reserviert. Microsoft und Sony wiederum blockierten 7-Nanometer-Kapazität für ihre Spielkonsolen Xbox Series X und PlayStation 5, die noch immer knapp sind.

AMD und Nvidia schließlich brachten neue 7- und 8-Nanometer-Grafikprozessoren heraus, die wegen des Kursrauschs der Kryptowährung Ethereum von Betreibern der Mining-Farmen weggekauft werden. Weitere Fertigungskapazität belegen ASICs fürs Bitcoin-Mining.

Wegen der enormen Nachfrage nach Notebooks und PCs verkaufte Intel im ersten Quartal 2021 über 50 Prozent mehr Mobilprozessoren als im Jahr zuvor. AMD konnte dabei den Marktanteil trotz besserer Ryzen-Prozessoren nicht weiter steigern, weil TSMC ausgebucht ist. Auch Unterhaltungselektronik war gefragt: Viele Menschen verdienten weiter wie zuvor, konnten aber nicht in den Urlaub fahren und hatten daher Geld übrig. Das gaben sie etwa für neue Fernseher aus. Die unerwartet großen Stückzahlen führten zu Engpässen bei billigen „Nebenhalbleitern“ wie Steuerungschips für die Stromversorgung (Power Management IC, PMIC), Sound- und Netzwerkchips oder auch Touch-Controllern. Solche Chips entstammen oft älteren Fertigungsverfahren mit beschränkter Kapazität. Sind die Lager leer, gibt es enorme Lieferzeiten, manchmal mehr als 40 Wochen.

Zu umgestürzten Fertigungsplänen, Transportschwierigkeiten und überraschenden Nachfrageschüben gesellten sich Naturkatastrophen und Unfälle. Extreme Kälte in Texas verursachte Stromausfälle, die Fabs von Samsung und Infineon länger lahmlegten. Eine Dürreperiode in Taiwan plagt die Auftragsfertiger TSMC und UMC, die den hohen Wasserbedarf mancher Fabs mit Tankwagen ver-

sorgen müssen. In einer japanischen Fab der Firma Renesas, die viele Chips für Autos liefert, brach ein Brand aus.

Auto-Spezialitäten

Die Automobilindustrie kämpft mit speziellen Problemen. Denn bei der Autoelektronik gibt es Umwälzungen. Durch den wachsenden Anteil von E-Autos braucht man weniger Steuergeräte für Verbrennungsmotoren und Getriebe, dafür mehr Leistungshalbleiter für E-Motoren und Akkus. Nach dem Vorbild von Tesla ändern zudem viele Autohersteller die Systemarchitektur ihrer Fahrzeuge: Statt auf viele verteilte Steuergeräte setzen sie auf wenige zentrale Controller. Das erleichtert Updates und eröffnet neue Geschäftsfelder, etwa das nachträgliche Aufspielen kostenpflichtiger Zusatzfunktionen. Neue Autos haben auch immer mehr (KI-)Assistenzsysteme, die stärkere Prozessoren verlangen.

Die Automobilindustrie braucht folglich neuartige Chips, die Automotive-Spezialisten wie Infineon, NXP, Renesas, TI, STM, X-Fab und Bosch – darunter übrigens viele europäische Hersteller – nicht selbst fertigen können. Die neue Bosch-Fab in Dresden zielt beispielsweise auf 110- und 65-Nanometer-Technik. Bei den großen Foundries ist der Umsatzanteil der Automotive-Chips wiederum gering, bei TSMC liegt er unter 5 Prozent. Manches deutet darauf hin, dass die großen Autofirmen die komplizierten Beziehungen in der Halbleiterbranche nicht bedacht hatten: Statt direkt mit Chipfirmen zu verhandeln, kauften sie komplette Module weiterhin von spezialisierten Zulieferern wie Bosch und Continental. Letztere bestellen dann Chips bei Auftragsfertigern. Dieses indirekte Zuliefermodell scheint aber an seine Grenzen zu stoßen, wenn rasche Veränderungen nötig sind. VW kooperiert deshalb nun enger mit Chipentwicklern.

Digitale Souveränität

Obwohl es in Europa mehrere große Chiphersteller gibt – Infineon gehört zu den Top Ten der Branche –, werden nur rund 10 Prozent aller Chips in der EU gefertigt. Diesen Anteil will die EU bis 2030 verdoppeln und dazu einen Teil der Fördermittel investieren, die die Wirtschaft nach dem Coronaschock wieder ankurbeln sollen: über 140 Milliarden Euro. Das Geld fließt unter anderem in „Important Projects of Common European Interest“ (IPCEI) für Mikroelektronik. Dabei geht es aber nicht darum, die aktuelle Chipknappheit zu be-

seitigen, sondern um digitale Souveränität auf längere Sicht: Man fürchtet, dass kritische Infrastrukturen, Rüstungstechnik und Schlüsselbranchen wie Automobilindustrie und Maschinenbau den Zugriff auf konkurrenzfähige Halbleiter verlieren könnten. Zu den Risikofaktoren zählen der Handelskrieg zwischen den USA und China, aber auch Drohungen der ehemaligen Trump-Regierung.

Die EU verkündete zunächst Pläne für eine eigene 2-Nanometer-Fertigung. Wahrscheinlicher ist jedoch, dass man die Ansiedelung von Fabs der etablierten Foundries in der EU fördert. Die modernsten Fabs in der EU betreiben bisher Globalfoundries und Intel, siehe Seite 116. TSMC verhält sich bisher eher zögerlich, denn es stehen Investitionen in den USA im Vordergrund. Auch manche europäischen Partner winken ab: Infineon und STM sehen keinen Bedarf an zusätzlicher Kapazität für feinste Strukturen. Eine Analyse vom Thinktank Stiftung Neue Verantwortung fragt, woher die Auftraggeber für eine 2-Nanometer-Fab in der EU kommen sollen: In der EU gibt es

keinen großen Chipentwickler, der diese Technik benötigt – und Fabs in Asien sind billiger sowie einfacher hochzuziehen. Die Steigerung des europäischen Anteils an der Chipfertigung wird ohnehin schwierig, weil in anderen Regionen gigantische Investitionen geplant sind: Samsung will bis 2030 umgerechnet mehr als 150 Milliarden US-Dollar für neue Fertigungsanlagen ausgeben. TSMC will bis 2024 global 100 Milliarden investieren, 12 davon in den USA, wo auch Intel Ausgaben von über 23 Milliarden angekündigt hat.

Buckelpiste

Die Halbleiternachfrage ist gewaltig, und zwar nicht nur dank kurzfristigem Schub, sondern auch durch strukturelle Veränderungen wie KI. Branchenkenner schätzen, dass der Chipmangel noch Monate anhält, in manchen Bereichen sogar Jahre. Einige dieser Aussagen kommen jedoch von Firmen, die derzeit Milliarden in neue Fertigungskapazitäten investieren – da werden sie Risiken eher kleinreden. Doch in der Vergangenheit sorgte der Schweinezyklus

regelmäßig nach wenigen Jahren für ein Überangebot. Dagegen spricht, dass in manchen Bereichen nur noch wenige Giganten konkurrieren, weshalb sich sicherer prognostizieren lässt, wie sich die Nachfrage verteilt.

Der Kurseinbruch bei Kryptowährungen im Mai 2021 könnte zumindest bei Grafikkarten die Liefersituation verbessern; mancher erwartet im zweiten Halbjahr gar eine Schwemme gebrauchter Grafikkarten von Ethereum-Minern. Sobald Kinder wieder in die Schule gehen und die Homeoffices sich leeren, könnte auch die PC-Nachfrage absacken. Wenn mehr Menschen im Urlaub Geld verpassen, kaufen sie möglicherweise weniger Unterhaltungselektronik. Und wie es mit der starken Förderung von E-Autos angesichts leerer Staatskassen weitergeht, ist ungewiss. Wenn die Nachwirkungen der Coronapandemie zu einem Einbruch der Weltwirtschaft führen, dürfte der Chipmangel rasch abflauen. Doch die Branche ist positiv gestimmt, wie der nachstehende Artikel zeigt. (ciw@ct.de) **ct**



Die Online-Konferenz von Heise

Data Science im Unternehmen

Meistern Sie Ihre Data-Science-Projekte – von der Idee zur Produktion

6. JULI 2021

1 Tag. 1 Projekt. 7 Experten.

Das lernen Sie auf der Konferenz:

- Business Understanding für Data Science → Datensuche, Exploration und Statistik
- Preprocessing und Datenanalyse → Erstellung eines Vorhersagemodells
- Data Storytelling: Reporting und Best Practices → Datenkommunikation
- Operationalisierung von Data Science

MEHR INFOS: konferenzen.heise.de/data-science/

Jetzt
Data-Science-Experte
werden!



Bild: Globalfoundries

Ausbaufähig

EU-Chipfertigung: Fragen an Dr. Horstmann von Globalfoundries

Die Dresdner Fab 1 des Halbleiter-Auftragsfertigers Globalfoundries ist eine der größten und modernsten in Europa. Der wachsende Standort spielt eine wichtige Rolle in den EU-Plänen für mehr heimische Chipfertigung.

Von Christof Windeck

Nahel Dresden im „Silicon Saxony“ stehen Halbleiterfertigungswerke etwa von Infineon, Bosch, X-Fab und Globalfoundries. Globalfoundries, der drittgrößte Chip-Auftragsfertiger der Welt, verarbeitet in seiner Fab 1 monatlich über 40.000 Wafer und erzeugt Mikrostrukturen bis hinab zu 22 Nanometern. Die Fab 1 entstand in den 1990er-Jahren als Werk für AMD-Prozessoren. Seither hat Global-

foundries in Wilschdorf mehr als 12 Milliarden US-Dollar investiert.

Im US-Bundesstaat New York fertigt Globalfoundries noch feinere Strukturen bis hinab zu 12 Nanometern. Die beiden größten Chip-Auftragsfertiger (Foundries) TSMC und Samsung Electronics beherrschen schon 5-Nanometer-Technik. Innerhalb der EU fertigt bisher jedoch Intel die feinsten Strukturen: nämlich 14-Nanometer-Prozessoren im irischen Leixlip. Dort baut Intel derzeit eine weitere große Fab, vermutlich für 7-Nanometer-Chips. Globalfoundries wiederum plant in den nächsten Jahren die Einführung der besonders sparsamen 12-Nanometer-Technik 12FDX und will zuvor die Kapazität der ausgelasteten Fab 1 verdoppeln. Das passt zu Plänen der Europäischen Kommission, die Chipfertigungskapazität in der EU zu steigern. Dabei geht es auch um digitale Souveränität, also um Unabhängigkeit von anderen Staaten bei der Versorgung mit Chips.

Dr. Manfred Horstmann leitet die Globalfoundries-Fab 1 in Dresden; er ar-

beitet schon seit AMD-Zeiten dort und kennt die Branche sehr gut. Daher haben wir ihm einige Fragen zur Chipfertigung gestellt.

c't: Geht es bei den Ausbauplänen von Globalfoundries nur um Projekte im Rahmen des EU-Vorhabens IPCEI Mikroelektronik oder um mehr?

Dr. Manfred Horstmann: Lassen Sie mich mit dem „Big Picture“ beginnen: Weltweit werden Investitionen in die Mikroelektronik seit Jahren massiv gefördert. Eine Volkswirtschaft, die Mikroelektronik „kann“ in Bezug auf Forschung, Entwicklung, Produktion und dem nötigen Know-how zu Systemen und Integration, besitzt einen wichtigen Schlüssel zu wettbewerbs- und zukunftsfähigen Industrien.

Deutschland und Europa sind aber „late to the game“ – seit mehr als zwei Jahrzehnten. Mit dem ersten IPCEI haben wir nach anfänglichen Verzögerungen ein sehr gutes Instrument gefunden, das den europäischen Chipsektor bei den hohen Investitionen unterstützt – und damit noch viel mehr die Industrien, deren Zukunft vom krisenfesten Zugang zur Mikroelektronik abhängt. Das zweite IPCEI sollte rasch starten: Der Rest der Welt wartet nicht, bis wir in Deutschland und Europa unsere komplexen Prozesse sortieren. Unsere Dresdner Ausbaupläne wollen wir im Rahmen des noch laufenden ersten IPCEI Mikroelektronik und dem geplanten zweiten realisieren.

c't: Derzeit erweitern auch alle anderen großen Halbleiterhersteller und Auftragsfertiger ihre Kapazitäten mit Milliardensummen. Haben Sie keine Sorgen wegen des berühmten „Schweinezyklus“, also wegen Überkapazitäten?

Horstmann: Ich glaube, wir erleben gerade einen gewaltigen weltweiten Digitalisierungsschub. Corona hat das beschleunigt: Digitale Schwächen traten wie unter einem Brennglas zutage. Wenn wir in der Zukunft auf 2020 zurückblicken, werden wir sicherlich zu dem Schluss kommen, dass es in diesem Jahr so viele Veränderungen gab wie sonst in einer Dekade.

Die Einsatzmöglichkeiten von Mikroelektronik wachsen quasi im Wochentakt. Denken Sie an die Qualität der Handyskameras, die Präzision medizinischer Geräte oder die verschwindende Latenz, die mit 5G/6G kommt. Das eröffnet völlig

neue Anwendungsfelder und Märkte. Oder denken Sie an die Alltags-Robotik, wo wir noch ganz am Anfang stehen. Kurzum, ich sehe keine Anzeichen für die Wiederkehr des Schweinezyklus, dafür sind vor allem die Foundries zu differenziert aufgestellt.

c't: Die EU will ausdrücklich eine Chip-Fab zur Produktion besonders feiner Strukturen ansiedeln. Könnte Globalfoundries in Zukunft auch Strukturen kleiner als 12 Nanometer in Dresden fertigen?

Horstmann: Nanometer sind kein Selbstzweck – vor allem, wenn die einstelligen Nanometer-Ziffern vom Marketing getrieben sind. Der eigentliche Kern der europäischen Debatte lautet doch: Wie stellen wir sicher, dass unsere Industrien nicht in eine Schieflage geraten, weil wir keinen krisenfesten Zugang zu den benötigten Chips haben? Die Ereignisse der letzten Jahre zeigen, dass diese Krisenfestigkeit nicht mehr gegeben ist.

Die Tiefe und Breite der europäischen Industrie hat jedoch bis weit in das nächste Jahrzehnt ganz andere Bedürfnisse als 7, 5 oder gar 3 Nanometer – nach dem Motto „be smarter, not just smaller“. Darauf haben wir unsere Dresdner Fab ausgerichtet: Drei starke Plattformen (22FDX und später 12FDX, 28SLP, 40/55) mit differenzierten Funktionalitäten wie High Voltage (HV), Hochfrequenz (RF), Radar, 5G/6G, Analog-Digital-Wandler (BCD), nicht-flüchtiger Speicher (NVM), MRAM, RRAM, Mikro-LED, Edge AI, Encryption, Secure Payment und Image Sensing (ISP). Wir glauben, dass ein Dresdner Technologie-Korridor von 55 bis hinab zu 22/12 Nanometern Lösungen für 90 Prozent der Chips bereithält, die die europäische Industrie bis weit nach 2035 braucht. Wir haben damit die Lösungen parat oder in der Pipeline, die in den kommenden 15 Jahren benötigt werden.

c't: Die europäischen Chiphersteller Infineon und STMicroelectronics sowie einige Branchenkenner kritisieren die EU-Pläne, eine Fab für besonders feine Strukturen in der EU anzusiedeln. Wie sehen Sie das?

Horstmann: Die Debatte um „2 Nanometer bis 2030“ lenkt uns von wichtigen aktuellen Aufgaben ab. Ich begrüße die Ambitionen der EU-Kommission in der Mikroelektronik. Sie hat erkannt, dass

europäische Fähigkeiten und Produktionskapazitäten in diesem Bereich systemrelevant sind. Viele Jahre waren nur Forschung und Entwicklung im Fokus, das ändert sich jetzt nach einem Dutzend Jahren an Diskussionen in Berlin und Brüssel. Ich sehe allerdings nicht, dass die Nachfrage aus Europa nach Chipstrukturen unter 10 Nanometern eine Fab füllen kann. Halbleiterwerke sind nur dann erfolgreich, wenn sie über eine „Economy of Scale“ verfügen und mit sehr hoher Auslastung produzieren. Der europäische Bedarf besteht im Wesentlichen in den Bereichen Auto, Industrie 4.0, Energiewende, 5G/6G, KI/Machine Learning. Hier können wir europäische Positionen weiter stärken oder neu aufbauen mit Fertigungskapazität deutlich oberhalb von 12 Nanometern.

c't: Welches sind die wichtigsten Kostenfaktoren, die die Chip-Fertigung in der EU teurer machen als anderswo?

Horstmann: Das lässt sich kurz und knapp zusammenfassen: Energie, Regulierung, Arbeits- und Sozialkosten. Solche Standortnachteile können wir aber durch „Bessermachen“ kompensieren, etwa durch höhere Qualität und Produktivität. Wenige Prozent mehr Ausbeute pro Wafer gleichen schon einige Mehrkosten aus.

c't: Globalfoundries betreibt mit Partnern eigene Gaskraftwerke zur Strom- und Wärmeversorgung der Fab 1. Stellt eine höhere CO₂-Abgabe ein Problem dar? Wie wirken sich EU-Pläne für Klimaneutralität in 23 oder 28 Jahren aus?



Dr. Manfred Horstmann leitet den Globalfoundries-Standort Dresden.

Horstmann: Wir sind dabei, unsere Energieversorgung (Strom, Wärme, Kälte) grundlegend zu modernisieren und zukunftsfest zu machen. Ziel ist, CO₂ um Größenordnungen zu reduzieren. Wir prüfen auch, ob in den Anlagen langfristig Wasserstoff eingesetzt werden kann.

c't: Intel-Chef Pat Gelsinger soll mit EU-Binnenmarkt-Kommissar Thierry Breton über eine höhere Förderquote für die Ansiedelung neuer Chip-Fabs in der EU diskutiert haben. Wäre das hilfreich?

Horstmann: Im Vergleich mit dem Rest der Welt sind die deutschen und europäischen Budgets für Mikroelektronik in der Tat eher bescheiden. Ich sehe allerdings beim Bund den Willen, das Engagement deutlich zu erhöhen. Im Moment mache ich mir eher Sorgen um die Geschwindigkeit und die Konsequenz in der Umsetzung der industriepolitischen Strategie. Da verzeteln wir uns in der Optimierung unserer Prozesse. Ein stärkerer Fokus auf Resultate ist dringend geboten.

c't: In Deutschland wird viel über „Chips für Autos“ diskutiert. Solche Automotive-Chips haben jedoch keinen großen Anteil am gesamten Halbleitermarkt – wie hoch ist er ungefähr?

Horstmann: Sie haben recht: Apple allein konsumiert mehr Chips in einem Jahr als die gesamte weltweite Autoindustrie. Automotive gehört aber zu den am stärksten wachsenden Bereichen und wird auch für uns in Dresden immer wichtiger. Wir kooperieren bei Radar etwa mit Bosch.

c't: Wie lange dauert es „von der Bestellung bis zum fertigen Chip“ bei Ihren Produkten üblicherweise?

Horstmann: Das hängt von verschiedenen Faktoren ab: Ist das Produkt bereits in der Linie und voll qualifiziert, dann können wir zusätzliche Wafer nach etwa acht Wochen liefern – sofern wir die nötige Kapazität haben. Im Moment laufen wir bei 100 Prozent Auslastung, da sieht es anders aus. Ist das Produkt neu, dauert es sechs bis zwölf Monate; sind besondere Zertifizierungen nötig, wie bei Automotive, kann es länger dauern. Und wenn neue Produktionsanlagen nötig sind, müssen wir von deutlich längeren Zeiten ausgehen. (ciw@ct.de) **ct**



Bild: Albert Huim

Gute Karten

Wie elektronische Zahlungen funktionieren

Viele Kunden nutzen täglich eine Karte an der Kasse, offline und online. Wer die Prozesse, Akteure und Regeln dahinter kennt, versteht nicht nur mögliche Risiken, sondern weiß auch, an wen man sich bei Ärger wenden muss.

Von Markus Montz

Nicht erst seit Corona zahlen immer mehr Menschen beim Einkauf mit der Karte. Doch wie funktionieren die hierzulande gebräuchlichsten Karten überhaupt und wie läuft eine Zahlung sicher ab? Wir

erklären, welche Spielregeln gelten und welche Kosten dafür anfallen können, aber auch, welche Akteure mitspielen, wie diese in den meisten Fällen für einen reibungslosen Ablauf sorgen und was Sie tun können, falls jemand Ihre Kartendaten missbraucht.

Kreditkarten

Im internationalen Kreditkartengeschäft konkurrieren mehrere große Finanzunternehmen. Die größten sind Visa und Mastercard. Ursprünglich als Zweckverbände von Banken gegründet, kümmern sie sich heute als eigenständige Unternehmen um technische und organisatorische Standards. Vor allem aber vergeben sie Lizenzen an Banken, damit diese Kreditkarten an Privat- und Geschäftskunden herausgeben („Issuing“) und Händler als Akzep-

tanzpartner gewinnen dürfen („Acquiring“). Weder Mastercard noch Visa geben selbst Karten heraus; Kreditkartennutzer schließen ihren Vertrag mit dem Issuer ab, also oftmals einer Bank. Mastercard und Visa nehmen auch kein Geld der Kunden entgegen. Das macht der Acquirer, also die Bank des Händlers, bei dem Sie einkaufen. Stattdessen finanzieren sich die beiden Kreditkartenfirmen über Entgelte von Banken und Händlern.

Anders als bei diesem Vier-Parteien-Modell schließen American Express und auch Diners Club meist direkt mit Händlern und Kunden Akzeptanz- respektive Kartenverträge (Drei-Parteien-Modell). Bei ihnen ist dabei die Kartenfirma Ihr Ansprechpartner, bei Mastercards und Visa-Karten dagegen die herausgebende Bank.

In vielen Ländern sind aus Karten, die zunächst der Legitimation bei Scheckzahlungen oder der Nutzung von Geldautomaten dienten, eigene Varianten für den elektronischen Zahlungsverkehr entstanden. In Deutschland entwickelte sich so die Girocard als Debitkarte (zu Kartenarten siehe Kasten auf S. 121) unter dem Dach des Banken-Spitzenverbandes Deutsche Kreditwirtschaft. Ihr größtes Manko ist immer noch die fehlende Online-Bezahlungsfunktion, auch wenn Onlinehändler gelegentlich anderes suggerieren. Technisch handelt es sich dann aber um eine Online-Lastschrift [1].

Damit Kunden die Girocard international nutzen können, gehen nahezu alle Kreditinstitute eine Kooperation mit Mastercard oder Visa ein. Dabei nutzen sie deren Debitkartendienste Maestro oder V-Pay. Erkennbar ist dies am entsprechenden Aufdruck auf der Karte; man spricht von „Cobranding“. Bezahlen oder Geld abheben kann man damit überall, wo das entsprechende Logo an der Kasse oder auf dem Automaten zu finden ist. Über die jeweiligen Zahlungsnetzwerke wird dann direkt über das Girokonto abgebucht.

In Ländern ohne nationale Debitkarten sind Bankkarten – abgesehen von der Fähigkeit, Bargeld am Automaten zu bekommen – oft anders ausgestattet. Während in Österreich Debitkarten von Mastercard und Visa verbreitet sind, setzen die Schweizer oft auf Maestro. Bei den Eidgenossen bietet außerdem die PostFinance als einzelne Bank ein eigenes Debitkarten-System an.

Gib her die Karten!

Heute gebräuchliche Zahlungskarten bestehen normalerweise aus Plastik im ID-1-Format nach ISO 7810. Auf den Karten von Visa, Mastercard und American Express befinden sich auf der Vorderseite meist die Kartennummer („Primary Account Number“, PAN), der Name des Inhabers und das Ablaufdatum. Auf der Girocard steht anstelle der PAN normalerweise die IBAN. Hinzu kommen die Logos von Bank und Zahlungsnetzwerk sowie zuweilen ein Hologramm. Auf der Rückseite vieler Kredit- und Debitkarten befindet sich außer dem Unterschriftsfeld noch eine drei- oder vierstellige Kartenprüfnummer, die man beim Online- oder Telefoneinsatz der Karte zusätzlich angeben muss. Sie nennt sich „Card Validation Code 2“ (CVC2, Mastercard), „Card Verification Value 2“ (CVV2, Visa) oder „Card

Identification Number“ (CID, American Express, dort auf der Vorderseite).

Die digitalen Daten speichern und verarbeiten der Magnetstreifen und der Prozessorchip, erkennbar an seinen Metallkontakten. Auf Magnetstreifen und Chip sind die relevanten Daten der Kreditkarte digital gespeichert; Girocards speichern die PAN nur auf dem Chip. Alle Chips enthalten einen kleinen Computer mit RAM, ROM, EEPROM und Mikroprozessor sowie Betriebssystem. Sie konnten anders als der Magnetstreifen nach unserem Kenntnisstand bisher noch nicht manipuliert werden, die Karten sind dadurch nahezu fälschungssicher.

Die Chips arbeiten international mit Kartenlesegeräten zusammen. Dazu hatten die drei großen Zahlungskarten-Organisationen Europay International (heute Teil von Mastercard), Mastercard und Visa ab 1998 den sogenannten EMV-Standard zum Datenaustausch geschaffen. Ihn nutzen auch Girocard, American Express und weitere Zahlungskartennetzwerke. Weil die weltweite Umstellung noch nicht abgeschlossen ist, werden Karten weiterhin mit Magnetstreifen ausgeliefert; der Kunde legitimiert sich dann per Unterschrift. Bei Missbrauch haftet allerdings der Acquirer, sollte das Lesegerät des Händlers nur Magnetstreifen auslesen können.

Der EMV-Standard lässt sich außerdem relativ einfach mit RFID-Funkchips („Radio-Frequency Identification“, Identifizierung mittels elektromagnetischer Wellen) zu einem kontaktlosen Bezahlverfahren kombinieren. Der Nutzer muss die Karte lediglich näher als vier Zentimeter an das Terminal halten, dann beginnt eine Nahfeldkommunikation (NFC). Den Strom für den Prozessorchip oder Magnetstreifen und den Sender erhält die Karte per elektromagnetischer Induktion vom Terminal. Über NFC reden auch Smartphones und Gadgets mit dem Terminal [2].

Gib Geld (für Ware)!

Wenn Sie Ihre Karte in ein Terminal stecken oder beim kontaktlosen Bezahlen davor halten, müssen Sie sich zunächst autorisieren und meistens eine PIN eingeben. Grundsätzlich können Sie sich dabei selbst dann autorisieren, wenn das Kassenterminal – in der Fachsprache auch „Point of Sale“ (PoS) genannt – keine Onlineverbindung hat. Auf dem Speicher im Chip ist dafür neben der PIN auch der letzte bekannte Verfügungsrahmen hinterlegt, sprich: das noch abrufbare Geld auf dem Konto inklusive Kreditlinie.

In den meisten Fällen setzen Händler jedoch auf eine Online-Prüfung. Kartenchip und Lesegerät verschlüsseln die Kar-

Parteien einer elektronischen Zahlung

Den meisten Kartenzahlungen liegt ein Vier-Parteien-Verhältnis zugrunde: der Kunde mit seiner „kartenausgebenden“ Bank („Issuer“) sowie der Händler mit seinem Akzeptanz-Dienstleister („Acquirer“, bei der Girocard oft „Netzbetreiber“ genannt und meist eine Bank). Die Banken verrechnen die Zahlungen untereinander („Clearing“) und rechnen mit dem Karteninhaber respektive Händler ab („Settlement“).

Die Kartennetzwerke agieren als Lizenzgeber und Mittler im Hintergrund.

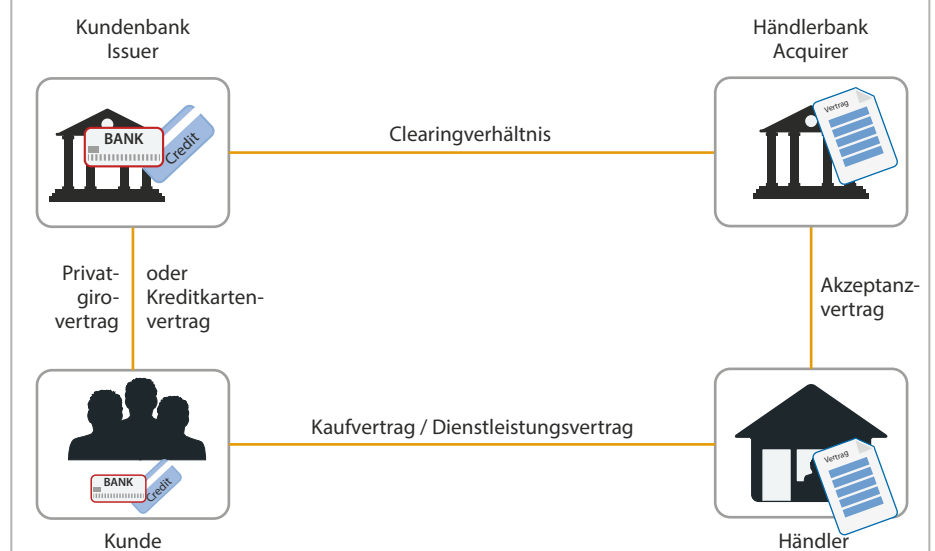


Bild: Mastercard

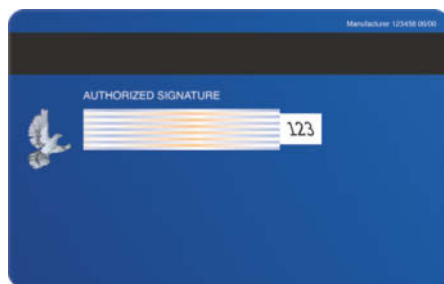
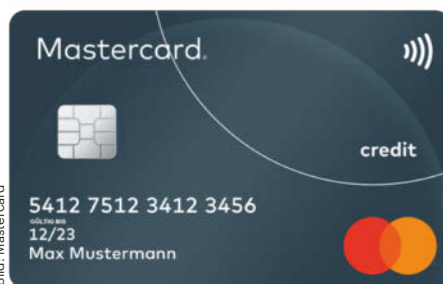


Bild: Visa

Die Kreditkartennummer (PAN) folgt einem festgelegten System: Die ersten sechs Ziffern geben Bank, Kreditkartengesellschaft und Kartenart an, die restlichen zehn die Kontonummer, wobei die letzte Ziffer eine Prüfziffer nach dem Luhn-Algorithmus ist. Auf der Rückseite befindet sich meistens die Kartenprüfnummer.

ten- und Zahlungsdaten, der Acquirer nimmt sie vom Terminal des Händlers entgegen und schickt sie zwecks Autorisierung zur Kundenbank. Diese prüft die Karte gegen die PIN und eine Sperrdatei und entscheidet anhand von Parametern wie Verfügungsrahmen und Betrugsrisiko über die Freigabe. Das Zahlungsnetzwerk – bei der Girocard „Kopfstelle“ genannt – vermittelt dabei anhand der PAN zwischen Kunden- und Händlerbank („Routing“), bei Visa und Mastercard zusätzlich verbunden mit einer ersten Risikoeinschätzung.

Danach rechnen die beteiligten Banken miteinander ab („Clearing“). Die Kundenbank belastet anschließend das Konto des Kunden und die Händlerbank zahlt den Händler aus. Auch dabei fungiert das Kartennetzwerk als Vermittler und ermittelt die Entgelte. Außerdem bekommt der Chip auf der Karte die aktualisierten Daten zum Verfügungsrahmen mitgeteilt.

Die Kosten der Transaktion trägt formal der Händler, auch wenn er sie meist über eine Mischkalkulation in die Verkaufspreise einberechnet. Der Händler zahlt seinem Acquirer das vertraglich vereinbarte Entgelt sowie der Kundenbank die sogenannte „Interchange Fee“. Letztere ist seit 2015 in der EU auf 0,2 Prozent des Umsatzes bei Debit- und 0,3 Prozent für Kreditkarten gedeckelt. Die drei Kreditkartenfirmen kassieren zusätzlich eine sogenannte „Scheme Fee“ und teils weitere Entgelte. Die Gesamtkosten liegen zwischen 0,5 und 3 Prozent des Umsatzes. Weil sie tendenziell deutlich niedriger liegen als 2015, akzeptieren heutzutage wesentlich mehr Händler Kartenzahlungen als noch vor sechs Jahren [1].

Kunden zahlen an ihre Bank oft eine Jahrespauschale für die Karte; hinzu kom-

men gegebenenfalls Kreditzinsen, besondere Entgelte beim Auslandseinsatz und bei Bargeldauszahlungen. Bei manchen Kontomodellen kostet zudem jede einzelne Girocard-Transaktion Geld. Übrigens kann es sich lohnen, die Entgelte für die Debitsysteme Maestro und V-Pay mit denen von reinen Mastercards und Visa-Karten zu vergleichen. So sparen Sie bei kluger Auswahl vor allem im Ausland manchen Euro.

Falschspieler raus!

Der technische Schutz gegen Datenspiionage und Betrug beginnt mit dem Chip und der PIN der Karte. Durch die Zweite Europäische Zahlungsdiensterichtlinie (PSD2) gibt es einige Ausnahmen von der

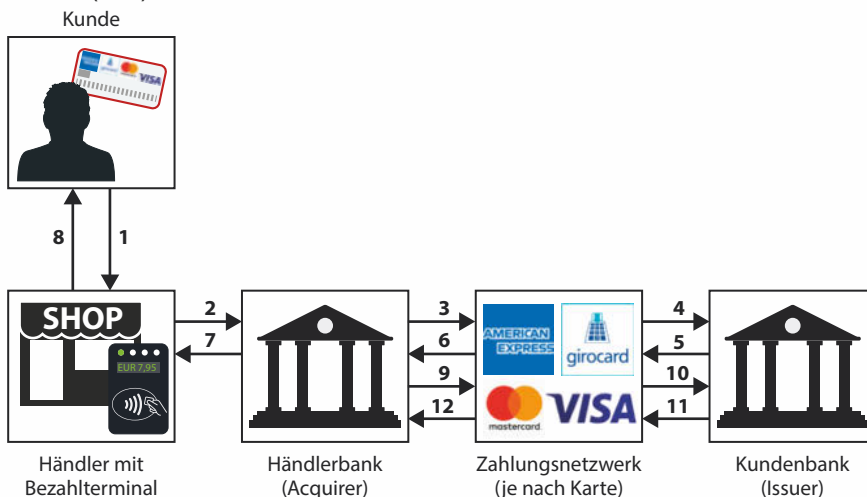
PIN-Eingabe, die wir unter [3] und [4] zusammengefasst haben – sie gelten insbesondere bei Beträgen unter 50 Euro an der Kasse und unter 30 Euro online.

Lesegeräte werden von den Kartennetzwerken respektive dem Spitzenverband Deutsche Kreditwirtschaft zertifiziert, technisch gegen Manipulation gesichert und beim Acquirer registriert. Nach unserer Kenntnis konnten mit Nachbauten oder umgebauten Geräten bisher keine Zahlungen über den Kartenchip abwickelt werden; unbefugte Abbuchungen können die Banken zudem nachverfolgen. Skimming, also das Ausspähen von Kartendaten durch zusätzlich angebrachte Lesegeräte und Erfassung der PIN-Eingabe, bleibt im Einzelfall möglich. Als Kunde haften Sie dafür in der Regel nicht.

Während der Autorisierungsanfrage prüfen Algorithmen die Zahlung darauf, wie wahrscheinlich ein Missbrauch der Kartendaten durch Betrüger ist. Mastercard und Visa etwa errechnen anhand von Parametern wie Zahlungsort und -zeit, Nutzergewohnheiten und Beträgen einen Risikowert. Diesen berücksichtigt die kartenausgebende Bank bei ihrer eigenen Prüfung. Bei der Girocard helfen der Kundenbank die vier „Kopfstellen“, wie die Zahlungsnetzwerke der öffentlich-rechtlichen, genossenschaftlichen, privaten und öffentlichen Banken offiziell heißen. All dies geschieht automatisiert innerhalb

Ablauf einer elektronischen Zahlung

Der Kunde zahlt durch Stecken der Karte oder kontaktlos (1). Bei der standardmäßigen Onlineprüfung durchläuft die Autorisierungsanfrage die Kette bis zur Bank des Kunden und wird unterwegs mit Zahlungsdaten und Risikobewertung angereichert (2-4), dann läuft deren Freigabe oder Ablehnung zurück (5-8). Dabei wird auch der Kartenspeicher aktualisiert. Es folgen das Clearing der Banken (9-12) und das Settlement.



von Zehntelsekunden. Ebenso schnell läuft die Freigabe- oder Ablehnungsmeldung zurück. Geht die Bank von Betrug aus, kann sie die Karte zusätzlich sofort sperren. Der Datenaustausch erfolgt dank der kryptografischen Fähigkeiten von Kartenchips und Lesegeräten dem EMV-Standard entsprechend verschlüsselt.

Beim Onlineshopping mit Visa, Mastercard und American Express tippen Sie als Besitzer die Kartendaten über eine verschlüsselte Verbindung ein und autorisieren die Transaktion meist mit der Kartenprüfnummer (ohne deren Prüfung haftet der Händler). Hinzu kommt seit Kurzem oft eine Zwei-Faktor-Authentifizierung, auch „Starke Kundenauthentifizierung“ oder „3-D Secure“ genannt (mehr dazu in [4]). Der weitere Vorgang gleicht dem mit einer Plastikkarte. Hinterlegen Sie Ihre Kartendaten im Onlineshop, bekommt der Händler in vielen Fällen nur ein Token, also eine eigens erzeugte Pseudo-PAN. Die Zuordnung zur Original-PAN übernehmen dann die Kartennetzwerke, der Issuer oder spezielle Zahlungsdienstleister, die über besonders gesicherte Rechenzentren verfügen.

Bei digitalisierten Karten, die in einem Wallet auf dem Smartphone oder dem PC liegen, ist so ein Token auf einem Hardwarechip oder in einer besonders geschützten Enklave im Betriebssystem des Geräts hinterlegt. Wie das im Zusammenspiel mit NFC funktioniert und weshalb es aufgrund der Eigenschaften eines Smartphones weitere (Sicherheits-)Vorteile gibt, haben wir in [1] erklärt.

Wer welche Zahlungsdaten erhält, ist ebenfalls geregelt. Im Grundsatz gilt: Händler und andere Acquirer bekommen weder Karten- noch persönliche Daten des Kunden, sondern nur eine Transaktionsnummer samt Betrag und Zeitstempel als Beleg, um etwaige Unregelmäßigkeiten zu klären. Allein das Kartennetzwerk und der Issuer kennen die Kartendaten des Kunden. Sie wissen auch, wer wann wo wie viel bezahlt hat, aber nicht wofür. Das weiß nur der Händler. Der kann es aber nicht individuell dem Kunden zuordnen. Gesetzliche Regeln wie Datenschutz und Bankgeheimnis verbieten überdies die ungefragte Weitergabe an Dritte.

Die Haftung bei Missbrauch einer Karte ist durch Gesetze und die Nutzungsbedingungen der Banken geregelt. Als Faustregel gilt: Wenn Sie nicht grob fahrlässig oder vorsätzlich handeln, haften Sie für Schäden nur bis zum gesetzlich festge-

legten Maximum von 50 Euro. Grob fahrlässig wäre beispielsweise, die PIN zusammen mit der Karte aufzubewahren oder einen Verlust der Karte erst Tage später zu melden. Manche Banken sind darüber hinaus kulant und ersetzen Ihnen den kompletten Schaden. Stellen Sie einen Missbrauch durch gestohlene Kartendaten fest, reklamieren Sie die Zahlung bei der Institution, von der Sie die Karte erhalten haben – also normalerweise Ihrer Bank. Nach einer Prüfung durch das Institut bekommen Sie Ihr Geld in vielen Fällen zurück.

Mit Karte?

Kartenzahlungen sind vergleichsweise bequem und sicher. Sie haben aber aus guten Gründen psychologische Hürden und verlangen Vertrauen in unsichtbare Akteure: Der Bezahlvorgang findet größtenteils über Dritte im Hintergrund statt, die auch

den Schutz gegen Datenspionage übernehmen; zudem herrscht oft Unklarheit über Ansprechpartner und Haftungsfragen. Egal, ob Sie Karte oder Bargeld bevorzugen: Wir hoffen, etwas Licht in diese Fragen gebracht zu haben – und wollen uns den Themen Reklamation und Haftung demnächst noch einmal ausführlicher widmen.
(mon@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Markus Montz, Zahlen, bitte! Wie Sie die richtige Bezahlmethode für Ihre Online-Käufe finden, c't 20/2019, S. 16
- [2] Markus Montz, Luftbuchungen, Wie das Bezahlen mit Uhr und Smartphone funktioniert, c't 9/2021, S. 64
- [3] Markus Montz, Nimm zwei, Was sich ab September beim elektronischen Bezahlen ändert, c't 15/2019, S. 122
- [4] Markus Montz, Faktor zwei, Was Kunden beim Onlineshopping ab Januar 2021 erwartet, c't 19/2020, S. 144

Kartenarten

Zu den Zahlungskarten für Privatanutzer gehören zunächst einmal **Kreditkarten**. Sie räumen ihrem Inhaber, Bonität vorausgesetzt, ein Darlehen ein. In Mitteleuropa üblich ist die sogenannte **Charge-Karte** (von englisch „to charge“, „in Rechnung stellen“). Die Bank sammelt alle Zahlungen oder Barabhebungen, die der Inhaber damit tätigt, und rechnet einmal im Monat gebündelt und zinsfrei ab. Der Ausgleich erfolgt meist per Lastschrift auf sein Girokonto.

Als Inhaber einer „**revolvierenden**“ **Kreditkarte** bestimmen Sie selbst, ob Sie die Rechnung vollständig oder als Teilrespektive Ratenzahlung über ein Girokonto ausgleichen. Jeder verbliebene Negativsaldo wird dabei als Kredit verzinst. Bei einigen Karten, etwa der verbreiteten Amazon-Kreditkarte, können Sie im Onlinebanking dennoch eine vollständige Abbuchung auswählen. Bei anderen Karten müssen Sie den Rechnungsbetrag aktiv durch eine Überweisung ausgleichen.

Bei **Debitkarten** (von englisch „debit“, „Soll“) wird der Zahlungs- oder Abhebungsbetrag sofort vom Girokonto abgebucht. Was „sofort“ heißt, bestimmt vor allem die Bank; bis zur Belastung kann es einige Tage dauern. Die bekannteste Debitkarte in Deutschland ist die Girocard, ehemals „EC-Karte“. Ebenfalls als

Debitkarte funktionieren die Systeme Maestro und V-Pay von Mastercard respektive Visa. Beide geben außerdem Debitkarten heraus, die ansonsten ihren Kreditkarten gleichen. Zu unterscheiden sind sie am Schriftzug „Debit“ auf der Karte. Zahlungen damit sind wie bei den Kreditkarten nur möglich, wenn der Händler Visa oder Mastercard akzeptiert. Der Zahlungsvorgang an der Kasse bleibt aber der gleiche. Auch Kautionen kann man damit grundsätzlich wie mit einer Kreditkarte hinterlegen.

Guthabekarten, auch **Prepaid-Karten** genannt, müssen Sie vor der Nutzung online oder am Automaten mit Geld aufladen. Überschreitet eine Zahlung das Restguthaben, lehnt die Karte diese ab. Daher bekommen Sie sie auch ohne Bonitätsprüfung. Ein Beispiel sind Visa- oder Mastercards, die manche Banken Jugendlichen anbieten.

Sämtliche Kartenarten gibt es in physischer Form (meist aus Plastik), seit einigen Jahren aber auch digitalisiert. Eine **digitale Karte** ist das Abbild einer physischen Karte, die aber eine Pseudo-Kartennummer erhält (Token). Sie setzt ein **Wallet** wie Google Pay oder Apple Pay voraus, das sich auf einem PC, einem Smartphone oder einer Smartwatch befindet. Eine **virtuelle Karte** hat kein Gegenstück aus Plastik.

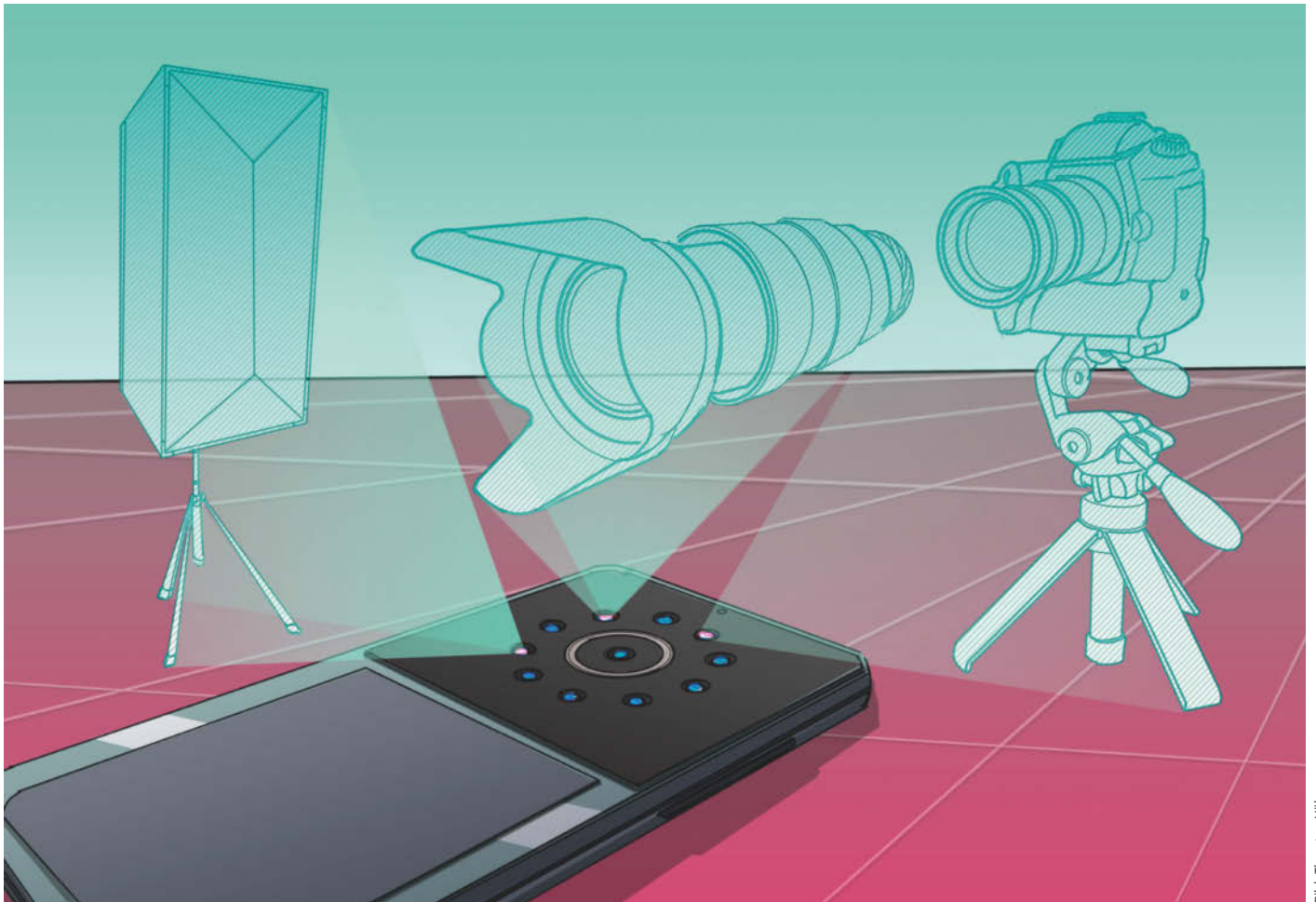


Bild: Thorsten Hübner

Mobile Foto-Fabriken

Wie Smartphone-Kameras teure Foto- und Studioteknik simulieren

Smartphone-Kameras imitieren nicht mehr nur fotografisches Bokeh, sondern ermöglichen Nachtaufnahmen sowie professionell ausgeleuchtete Porträts – einfach aus der Hand, ohne schweres Stativ, Blitz und Studiolampen. Dafür sorgen raffinierte Algorithmen, clevere optische Konstruktionen und maschinelles Lernen aus den Laboren von Google, Apple, Huawei und Leica.

Von Andrea Trinkwalder

Seit Erfindung der Smartphone-Fotografie sehnen sich Hersteller und Nutzer nach der Qualität und der Ästhetik von Spiegelreflex- oder Systemkamera-Aufnahmen: edle Unschärfe, knackige Details, kaum Rauschen auch bei schlechtem Licht. Gemäß den optischen Gesetzen benötigt man für all das aber möglichst große lichtempfindliche Zellen auf möglichst großen Sensoren, deren Abmessungen wiederum raumgreifende, schwere Objektive nach sich ziehen. Weil das Smartphone damit seinen Immer-dabei-Status verlieren würde, müssen sich die Hersteller zwangsläufig mit deutlich kleineren Sensoren und fest eingebauten Miniaturobjektiven begnügen, was lange Zeit bedeutete: brillante, detailreiche Fotos nur bei Tageslicht,

geringe Auflösung und keine fotografische Hintergrundunschärfe (Bokeh).

Im Laufe der Jahre sind die Smartphones zu veritablen Rechenzentren herangewachsen: Bestückt mit schneller CPU, zig Gigabyte Arbeitsspeicher, flankiert von Grafik- und KI-Beschleunigern (Neural Processing Unit, NPU), bringen Entwickler dort Bildverarbeitungsalgorithmen zum Laufen, für die sie früher eine Serverfarm gebraucht hätten. So öffnen sich mit fast jeder Kamerageneration neue Perspektiven. Die erste Generation simulierte glaubhaftes Bokeh [1] und erweiterte den Dynamikumfang, die nächste ermöglichte erstaunlich scharfe, rauscharme Nachtaufnahmen aus der Hand und entlockte den Sensoren deutlich mehr

Auflösung. Die Algorithmen dahinter haben eines gemein: Sie stützen sich auf Bilderserien, um möglichst viele Bild-details zu sammeln, die das beschränkte optische System aus einer Belichtung allein nicht gewinnen kann.

Die Herausforderung dabei ist, die einzelnen Frames so passgenau zu überlagern, dass keine Geisterbilder entstehen. Szenen mit Menschen und anderen sich bewegenden Objekten bringen die Algorithmen an ihre Grenzen, insgesamt arbeiten die Verfahren aber auch dann noch erstaunlich präzise. Pionier auf diesem Gebiet ist Google und insbesondere der Computergrafikexperte Marc Levoy. Unter seiner Ägide entstanden bahnbrechende Techniken wie HDR+, Porträtmodus auf Basis geteilter Pixel, Night Sight und Super Res Zoom, die die Möglichkeiten des günstigen Ein-Kamera-Systems derart ausreizten, dass sie manch teure Konkurrenz mit zwei und mehr Linsen deklassierte. Hinter diesen Algorithmen stehe der generelle Anspruch, dass sie möglichst gut skalieren, sich mit der zugrunde liegenden Hardware verbessern und mit allen verfügbaren Kameras des Smartphones funktionieren, erläutert Google gegenüber c't. Mehr oder weniger abgewandelt haben sich solche Verfahren als Fundament der Bildverarbeitung in allen besseren Smartphones etabliert – von Apple über Samsung bis hin zu Huawei und Xiaomi.

Nachtsichtgeräte

Um nächtliche Szenen mit Mondschein, Sternenhimmel oder städtischem Lichtermeer aus der Hand aufzunehmen, schießen die Smartphone-Kameras anstatt einer Langzeitbelichtung mehrere kurz belichtete Aufnahmen nacheinander und überlagern sie anschließend. Damit vermeiden sie Verwacklungsunschärfe, erhöhen den Dynamikumfang und reduzieren das Rauschen. Wie ihre Technik im Detail funktioniert, verraten die meisten Hersteller nicht. Nur Google gibt großzügige Einblicke in die faszinierende Welt seiner Foto-Algorithmen.

Weniger Rauschen: Die Langzeitbelichtung des Google Pixel kombiniert nun drei längere mit zwölf kurzen Belichtungen (unten), anstatt fünfzehn kurze (oben).

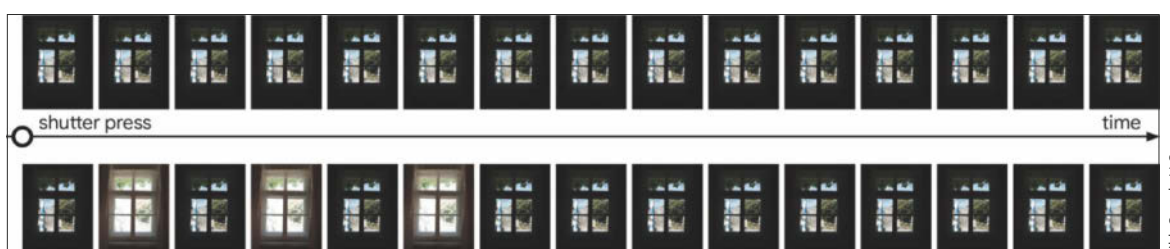
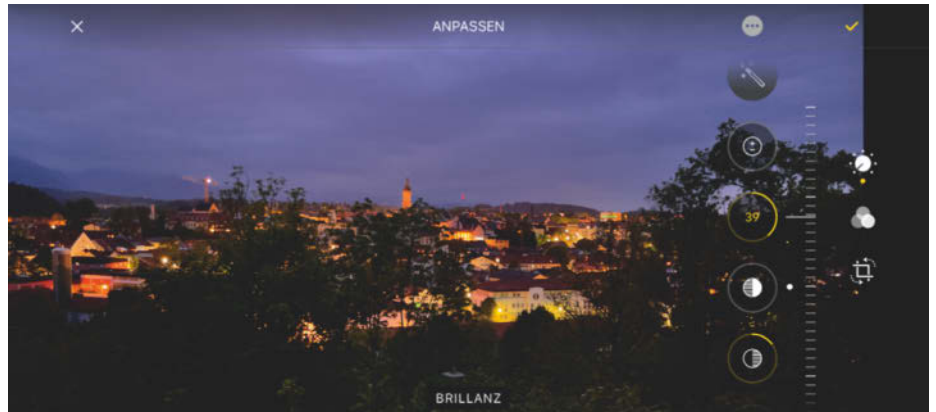


Bild: Google LLC



Großen Gestaltungsspielraum bieten die Nachtsicht-Funktionen der Smartphones nicht. Im neuen iPhone-Rohdatenformat ProRAW kann man immerhin Ausleuchtung und Farbgebung der Bilderserie nachträglich justieren.

Sobald der Anwender die Kamera-App öffnet, beginnt ein kontinuierliches Shooting mit strenger Selektion. Wie genau die einzelnen Frames geschossen und gelöscht werden, ergibt sich aus einer akribischen Analyse des Motivs und der Aufnahmebedingungen. Stark verwackelt? Falscher Fokus? Lässt sich nicht passgenau überlagern? All das erkennt der Algorithmus in Sekundenbruchteilen, verwirft unbrauchbare Frames direkt und behält nur aktuelle Aufnahmen im Speicher. Sobald der Auslöser gedrückt wird, schickt die Kamera sofort neun bis 15 Bilder zur Verarbeitung an den Night-Sight-Algorithmus.

Die Belichtungszeit variiert mit der Helligkeit des Motivs, bleibt aber so kurz, dass die Aufnahmen nicht verwackeln; dabei unterstützt auch die optische Bildstabilisierung (OIS). Erkennen die im Smartphone verbauten Gyro-Sensoren, dass die Kamera auf festem Untergrund oder einem Stativ steht, verlängern sie automatisch die Belichtungszeiten. Bewegte Objekte im Motiv wirken sich verkürzend aus, weil Bewegungsunschärfe das Überlagern erschwert beziehungsweise dessen Qualität verschlechtert. Abhängig von diesen Parametern nimmt die App beispielsweise aus der Hand 15 Fotos mit 1/15 Sekunde oder kürzerer Belichtungs-

zeit auf. Oder sechs Frames mit längerer Belichtung bis hin zu einer Sekunde.

Die Belichtungsstrategie orientierte sich anfangs am Prinzip des zuvor entwickelten High-Dynamic-Range-Verfahrens HDR+: Anstatt klassische Serien aus unter-, über- und neutral ausgeleuchteten Einzelbildern zu fertigen (Bracketing), wurden alle Frames unterbelichtet. Mit diesem Verfahren ließ sich Ghosting an bewegten Objekten sowie das Übersättigen von Farben effektiv vermeiden; auch das Ausrichten gelingt leichter, weil die Einzelbilder homogener sind. Weil vergleichsweise viele Frames miteinander verrechnet werden, reduziert sich nebenbei auch das Rauschen – allerdings nicht so stark wie beim Bracketing.

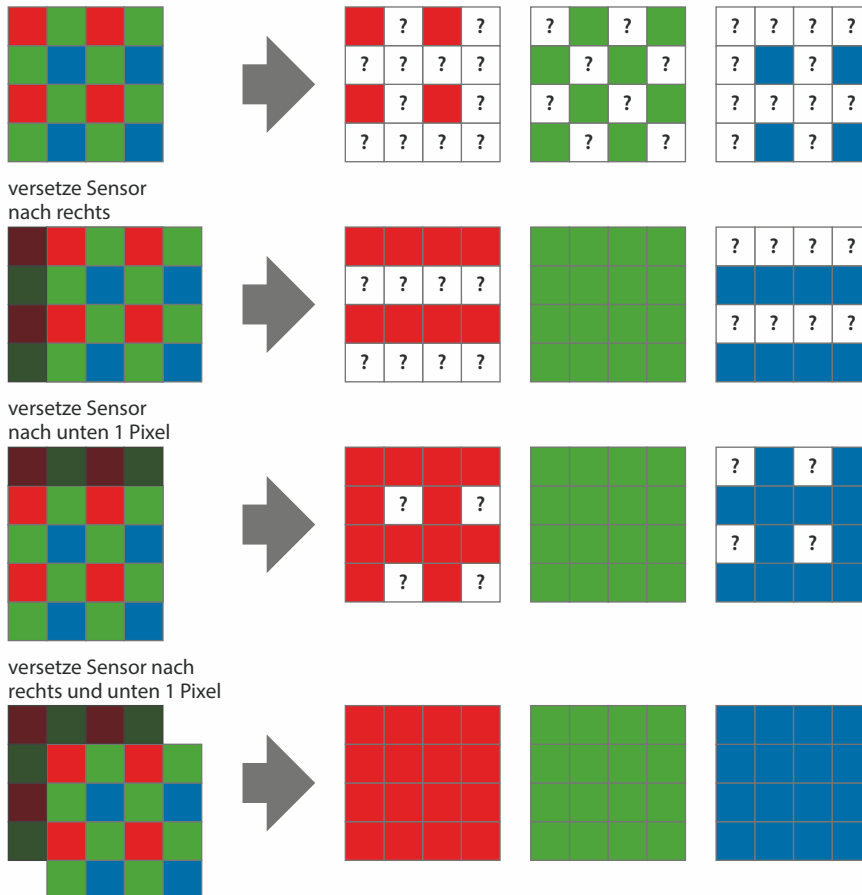
Im Frühjahr kamen Pixel-4a/5-Nutzer in den Genuss eines verbesserten Algorithmus, der HDR+ mit Belichtungsreihen ermöglichte. Jetzt kombiniert Night Sight zwölf Kurzzeit- mit drei Langzeitbelichtungen.

Mehr Auflösung

Zum passgenauen Überlagern nutzen Google-Smartphones ab dem Pixel 3 mit seinem schnelleren Prozessor ein Verfahren namens Super Res Zoom. Wie der Name andeutet, soll Super Res Zoom ei-

Höhere Auflösung mit Serienbildern

CMOS-Sensoren liefern nicht die maximal mögliche Auflösung, weil die RGB-Werte jedes Pixels mithilfe der Nachbarpixel interpoliert werden müssen. Mit drei zusätzlichen, exakt um ein Pixel versetzt aufgenommenen Serienbildern, lassen sich die echten RGB-Werte messen. Smartphone-Hersteller haben spezielle Algorithmen entwickelt, um die volle Auflösung auch bei ungleichmäßigem Versatz berechnen zu können.



Quelle: Google

gentlich die Auflösung erhöhen, und zwar nicht durch simple Interpolation, sondern indem es echte zusätzliche Bildinformationen in der Szene sammelt – wiederum aus Serienbildern.

Das funktioniert folgendermaßen: Weil die Fotodioden eines typischen CMOS-Sensors helligkeits-, nicht aber farbempfindlich sind, sorgt ein vorgesetztes Farbfilter-Array dafür, dass jedes Pixel eine der Farben Rot, Grün oder Blau misst. Den RGB-Wert jedes Pixels interpoliert die Kamerasoftware anschließend mithilfe der Nachbarpixel (Demosaiicing), weshalb handelsübliche Digitalkameras die volle Sensorauflösung konstruktionsbedingt gar nicht ausschöpfen können.

Die jeweils fehlenden Farbwerte lassen sich aber indirekt messen und nachträglich ergänzen, indem man drei zusätz-

liche Aufnahmen anfertigt: die erste um ein Pixel nach rechts versetzt, die zweite um ein Pixel nach unten und die dritte um ein Pixel nach rechts und unten verschoben. Solche Idealbedingungen herrschen allerdings nur, wenn der Sensor aktiv im Gehäuse verschoben wird und die Kamera stabil auf einem Stativ steht – etwa in der Astrofotografie, die solche Methoden seit Jahren praktiziert. Die Herausforderung in der Smartphone-Fotografie ist, dass die Schwankungen üblicherweise recht groß und ungleichmäßig ausfallen.

Hier kommt den Entwicklern eine „Schwäche“ der optischen Bildstabilisatoren (Optical Image Stabilization, OIS) zu pass: Laut Google gleichen diese Systeme die größten Schwankungen aus, nämlich fünf bis 20 Pixel Versatz zwischen zwei aufeinanderfolgenden Frames. Sie schei-

tern aber am hochfrequenten Händezittern, das nur wenige Pixel ausmacht. Genau diese verbliebenen Mikro-Verschiebungen liefern dem Algorithmus die begehrten Farbwerte. Schraubt der Fotograf sein Handy doch mal aufs Stativ oder stützt sich ab, wird das OIS sogar vorübergehend zweckentfremdet, um das Smartphone sanft durchzuschütteln.

Der Algorithmus sucht nun in den einzelnen Frames nach gemeinsamen Strukturen, um die Bilder grob übereinanderzulegen. Doch das passgenaue Ausrichten aller Frames gelingt nur beim Stillleben, also äußerst selten. Meist wiegen sich Blätter und Gräser im Wind, im Meer brechen sich Wellen, Menschen und Autos bewegen sich durch die komplette Szene. Um dadurch entstehende Artefakte und Geisterbilder zu vermeiden, wird ein Referenzbild als Basis ausgewählt und gezielt mit Pixeln aus den anderen Frames angereichert. Dabei ergänzt der Algorithmus nur solche Details, die er exakt und eindeutig zuordnen kann. Effekt: Manche Partien der Szene erhalten eine höhere Auflösung und sind rauschärmer als andere.

Auf dem iPhone heißen die entsprechenden Algorithmen Smart HDR (ab iPhone XS), Nachtmodus (iPhone 11 Pro Max) und Deep Fusion (iPhone 11). Bei Huawei spricht man von Multi-Frame HDR, Multi-Frame Noise Reduction und Multi-Frame Super Resolution. Laut Dr. Florian Weiler, Technischer Projektleiter Image Pipeline bei Leica, kamen erste Implementierungen bereits im Huawei P9 zum Einsatz.

Raffinierte Optik

Unabhängig vom Nachtmodus diene der Super-Res-Algorithmus auch als Ersatz für ein optisches Zoom, und bis hin zu einer Zweifachvergrößerung konkurrierte er durchaus mit einem optischen Tele. Doch mittlerweile verbauen Huawei, Samsung und Xiaomi immer raffinierter konstruierte Periskop-Teleobjektive, die um 90 Grad gedreht im Gehäuse liegen und das durch die Front einfallende Licht über einen Spiegel durchs Linsensystem leiten. Dank dieser Technik rückten sogar lange Brennweiten in den Bereich des Möglichen. Spitzenreiter ist momentan das Huawei Mate P40 Pro+ mit seinem 240-Millimeter-Tele von Leica, das das Licht über eine zusätzliche Spiegelkonstruktion im Inneren nochmals umleitet und damit etwas kompakter ausfällt. Das 65-Millimeter-Tele des iPhone 12 Max Pro

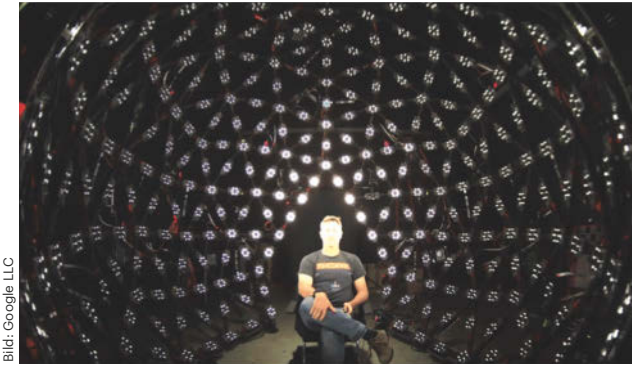


Bild: Google LLC

Das computergesteuerte Beleuchtungssystem Light Stage besteht aus 64 Kameras und 331 programmierbaren LEDs. Damit hat Google Menschen unterschiedlicher Hautfarbe, Alters und Geschlechts fotografiert, um Millionen von Bildpaaren fürs maschinelle Lernen zu generieren.

ein spezielles neuronales Netz trainiert hat. Apple wiederum hat mit ProRAW ein eigenes Rohdatenformat entwickelt, über das sich auch bei Multi-Frame-Belichtungen (Intelligente HDR, Deep Fusion, Nachtmodus) die wichtigsten Parameter nachträglich justieren lassen: Belichtung, Farbe und Weißabgleich. Die Stärke der Rauschreduzierung kann der Nutzer leider noch nicht beeinflussen.

Berechenbare Zukunft

Smartphone- und Kamerahersteller investieren massiv in Computational-Photography-Infrastruktur. Die Bedeutung der Technik lässt sich schon allein an der Tatsache bemessen, dass der traditionsreiche Optik-Spezialist Leica ein eigenes, darauf spezialisiertes Forschungszentrum mit 40 Mitarbeitern in den USA aufgebaut hat. Für Leica liegt die Zukunft in der konsequenten Weiterentwicklung und dem reibungslosen Zusammenspiel aller beteiligter Komponenten: „Neueste Fertigungsverfahren und Materialien ermöglichen kompaktere Objektive und schaffen neue Freiheitsgrade im Optikdesign“, so Andreas Mohrland, Kompetenzfeldleiter Image Pipeline. „Zusätzlich werden die Bildsensoren mit mehr Intelligenz ausgestattet und übernehmen die Vorverarbeitung der Bilddaten. Ergänzend werden etablierte Algorithmen in Hardware gegossen.“ Dies schaffe Ressourcen für fortgeschrittene Algorithmen, die zunehmend von Machine-Learning-Verfahren gestützt werden. (atr@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Andrea Trinkwalder, Algorithmen statt Optik, Wie Smartphone-Kameras Spiegelreflexsysteme imitieren, c't 17/2018, S. 174

Publikationen: [ct.de/y7xx](https://www.ct.de/y7xx)

sitzt noch klassisch senkrecht im Gehäuse, dafür setzt Apple auf große, lichtstarke 12-Megapixel-Sensoren mit großen Pixeln. Ein Periskopsystem fürs iPhone existiert erst auf dem Papier, nämlich in einer umfangreichen Patentschrift des Herstellers (siehe [ct.de/y7xx](https://www.ct.de/y7xx)).

Weil Smartphones kein echtes Zoomobjektiv besitzen, sondern mehrere Festbrennweiten kombinieren, ist das Zoomen nur in bestimmten Fällen ein rein optischer Prozess: nämlich dann, wenn die gewählte Vergrößerung exakt zur Brennweite einer der Kameras passt. Alles dazwischen oder deutlich darüber nennt sich Hybrid- oder Digitalzoom, wobei ebenfalls Multi-Shot- und Super-Res-Algorithmen zum Einsatz kommen, erklärt Dr. Weiler. Der Hybrid-Zoom-Algorithmus schneidet aus dem hochauflösenden Foto der Hauptkamera den passenden Ausschnitt zurecht und mischt mehr oder weniger Details aus simultan geschossenen Aufnahmen der anderen drei Kameras hinzu, auch unter Zuhilfenahme von Super-Resolution-Techniken. Reproduzierbare Ergebnisse kann man davon nicht immer erwarten, weil das exakte Mischverfahren von der vorherigen, KI-gestützten Motivanalyse abhängt.

Smarte Farbgestaltung

Apropos künstliche Intelligenz: Weißabgleich und Farbumsetzung sind knifflige Aufgaben, die auch Spiegelreflexkameras nicht immer zufriedenstellend lösen. Ihre klassischen Messverfahren und Algorithmen zielen auf eine möglichst neutrale Umsetzung, die aber nicht in jeder Aufnahmesituation das liefert, was der Fotograf wahrgenommen hat. So schimmern Hauttöne zu rötlich, das Gras zu grün, der Sonnenuntergang zu gelb. Solche schwer beschreibbaren Zusammenhänge zwischen allen möglichen Einflussfaktoren lassen sich am besten mit Machine-Lear-

ning-Algorithmen modellieren – und dafür bringen Smartphones im Unterschied zu Spiegelreflexkameras die perfekte Hardware-Ausstattung mit.

Mithilfe unzähliger Beispielfotos trainieren die Hersteller neuronale Netze auf die perfekte Umsetzung und Anmutung – und zwar abhängig von Motiv und Aufnahmebedingungen. Anhand von Porträt-Beispielen etwa lernen sie, sowohl bei Hell- als auch bei Dunkelhätigen einen natürlichen Hautoon zu treffen. Nach Durchsicht von Sonnenuntergangsbildern haben sie verinnerlicht, dass der kräftige Rotton dazugehört und keinesfalls neutralisiert werden darf. Wie gut sich solche KIs auf unterschiedliche Aufnahmebedingungen einstellen können, hängt stark von der Vielfalt der Trainingsdaten ab. Und ob das Ergebnis einem persönlich gefällt, steht und fällt auch damit, auf welchen „Look“ es optimiert wurde.

Nicht bei jeder Kamera ist man auf Gedeih und Verderb den Black-Box-Algorithmen der Hersteller ausgeliefert. Neuere Pixel-Smartphones etwa blenden bei Nachtmodus-Aufnahmen zwei Regler für den Kontrastaussgleich ein. Porträts lassen sich nachträglich wie im Studio ausleuchten, wofür Google mit enormem Aufwand

Zwei zusätzliche Spiegel im 240-Millimeter-Periskop-Objektiv von Leica ermöglichen eine kompakte Bauweise.

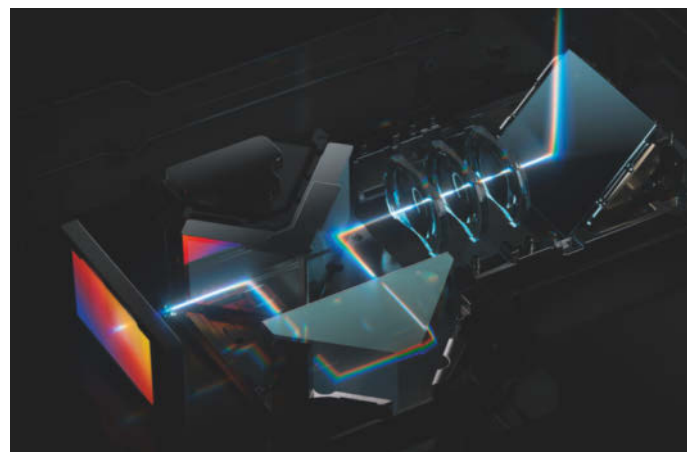


Bild: Huawei

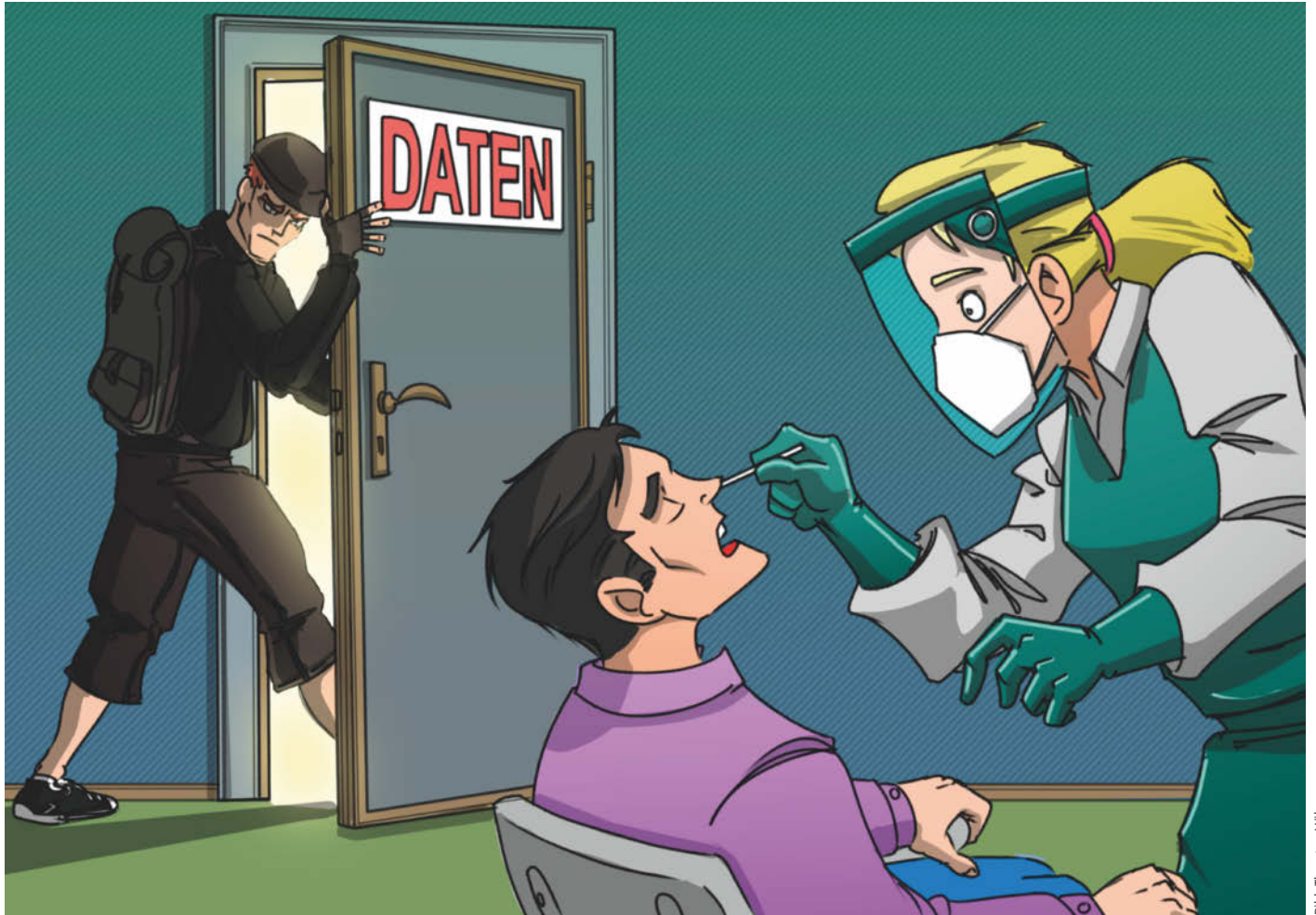


Bild: Thorsten Hübner

Testsystemversagen

Die Anatomie von typischen Datenlecks bei Test- und Impfterminvergabe

Seitdem großflächig auf das Coronavirus getestet und in Arztpraxen geimpft wird, häufen sich die Datenlecks bei Test- und Impfterminvergabesoftware. Das Muster ist immer ähnlich – halbgarer Software mit vermeidbaren Fehlern. Wie können Nutzer typische Probleme erkennen und Entwickler sie vermeiden?

Von Jan Mahn

Seit Anfang 2021 sammelt sich in den Postfächern der c't-Redaktion eine neue Kategorie von Zuschriften: „Datenschutzproblem bei Terminvergabe“ oder „Datenleck bei Impfportal?“ lauten häufige Betreffzeilen. Dahinter stecken Berichte von Lesern, die sich in einem Corona-Schnelltestzentrum oder bei einer Arztpraxis für einen Schnelltest oder eine spontane Impfung angemeldet haben: „Wenn ich das richtig sehe, könnte ich auf diesem Weg die Daten von Tausenden anderer Patienten einsehen.“

Für gewöhnlich reagieren wir auf solche Hinweise immer nach einem ähnlichen Schema: Zunächst versuchen wir, den Fehler nachzustellen und zu dokumentieren. Dann stellen wir weitere Analysen rund um den betreffenden Dienst an und stoßen nicht selten auf weitere Probleme: Alte Versionen von Serversoftware, Lücken in der Serverkonfiguration (etwa aktives Verzeichnis-Listing bei Apache-Servern, über das man eigentlich vertrauliche Ordner findet) oder Probleme mit HTTPS und dem Zertifikat sind typischer Beifang. Meist bestätigt sich die Beobach-

tung der Leser, manchmal fanden wir noch tiefergehende Probleme, weil wir schon ähnliche Systeme kannten und die Lücken mit Erfahrungen von anderer Software kombinieren konnten. Über all diese Beobachtungen informieren wir die Betreiber im Rahmen von Responsible Disclosure – solange Daten noch ungewollt öffentlich erreichbar sind, schreiben wir nicht über den Fall.

Allzu ähnliche Probleme

Sind die Probleme abgestellt, berichten wir oft ausführlich über die Fälle – vor allem, damit andere Entwickler und Administratoren nicht in ähnliche Fallen tappen. Zuletzt veröffentlichten wir Probleme mit der Online-Funktion für die Aldi-Schnelltests [1]. Seit Anfang 2021 haben wir uns aber immer häufiger dagegen entschieden, jeden Fall, der im Postfach landet, in einem Artikel vorzustellen. Schlagartig hatten bundesweit Arztpraxen und Apotheken, Betreiber von privaten oder kommunalen Testzentren die Aufgabe, Termine für Schnelltests und Impfungen (abseits der Impfzentren) zu vergeben, Ergebnisse zu kommunizieren oder online prüfbare Testzertifikate auszustellen. Und genauso schlagartig hatten Anbieter passende Softwarelösungen bereit, die Ärzte, Apotheken und Testzentren in ihre Homepage integrieren konnten. Die Anbieter treten teilweise nur regional begrenzt in Erscheinung, beliefern etwa mehrere Arztpraxen in einer Stadt mit ihrer Lösung. Obwohl viele kleine Hersteller völlig unabhängig voneinander eigene Software geschrieben haben, sehen sich die Fehler alle extrem ähnlich.

Wir prüfen zwar weiterhin eingehende Hinweise, stellen die Fehler nach und informieren die Betreiber mit einer ausführlichen Beschreibung des Problems, haben uns aber dazu entschieden, die typischen Probleme dieser Softwarelösungen in einem Artikel zu sammeln. Spannender und lehrreicher ist ohnehin die Anatomie typischer Sicherheits- und Datenschutzpannen. Eins lässt sich festhalten: Von der Optik darf man sich nicht täuschen lassen, sie sagt nichts über die Fähigkeiten der Entwickler aus. Offensichtliche Fehler fanden wir sowohl in Plattformen im Retro-Look als auch in schicken modernsten Frontends.

1. Falsche Einstellung

Wer eine Terminvergabesoftware baut, die Impftermine oder Schnelltests verwal-

tet, kommt schnell mit Gesundheitsdaten von Nutzern in Kontakt. Für diese fordert die DSGVO einen besonderen Schutz. Wer an die Aufgabe mit der Einstellung herangeht, „mal eben“ eine Software zusammenzustricken, wird also zwangsläufig scheitern. Ein ausführliches Gespräch mit dem hauseigenen Datenschutzbeauftragten ist Pflicht, eine Beratung bei einem Anwalt für IT-Recht kann nicht schaden, wenn man in das Geschäftsfeld einsteigen will – und zwar bevor man die erste Zeile Code schreibt

Selbstverständlich ist das nicht: Bei einem Telefonat mit dem Datenschutzbeauftragten eines Test-Anbieters mit akuten Problemen erfuhren wir, dass dieser erst einbezogen wurde, als die Software schon am Netz war und mehrere Tausend Nutzerdatensätze verarbeitet hatte. Bei einem anderen Anbieter mit offenen Hintertüren gelang es uns schlicht nicht, den Betreiber oder dessen Datenschutzbeauftragten überhaupt zu erreichen: Die Mail-Adressen aus Impressum und Datenschutzerklärung existierten nicht, telefonisch waren weder der Datenschutzbeauftragte noch der Geschäftsführer zu erreichen. Schließlich informierten wir den Arzt, der den Dienst in seine Seite eingebettet hatte. Danach verschwand der Dienst erst vom Netz und erschien dann runderneuert und ohne die offensichtliche Schwachstelle wieder (mit neuem Datenschutzbeauftragtem).

Zu einem verantwortungsvollen Umgang mit Nutzerdaten gehört es auch, auf Überflüssiges zu verzichten: Neben den offensichtlichen Datenlecks fanden wir bei vielen Anbietern Google-Analytics-Cookies, Einbettungen (Grafiken und CSS) von Facebook und PayPal, Schriftarten, die von Google Fonts nachgeladen wurden, und

JavaScript von externen CDN-Servern. Sowas passiert leicht, wenn die Entwickler gedankenlos auf ihren Standardbaukasten zurückgreifen.

Die eindringliche Warnung an alle Betreiber: Lassen Sie in diesem sensiblen Bereich die Finger von solchen Spielereien! Eine Test- oder Impfterminseite für deutsche Patienten gehört komplett auf Server in deutschen oder europäischen Rechenzentren. Tracking und externe Einbindungen haben hier nichts verloren – schon die Information, dass sich jemand überhaupt fürs Impfen interessiert, geht Dritte nichts an. Aus gutem Grund möchten sich viele Nutzer nicht tracken lassen, wenn sie Gesundheitsdaten in ein Formular eingeben sollen.

2. Berechenbare IDs

Der absolute Klassiker unter den Datenleckursachen ist die einfach zu erratende ID. Mit etwas Ausprobieren findet man so schnell fremde Daten. Diese Fälle sind immer ähnlich: Am Ende eines Terminvergabe- oder Anmeldeprozesses bekommt der Besucher eine PDF-Datei zum Ausdrucken – mit URLs wie

https://coronatest.example.org/user/1234/print_result.pdf.

Generiert werden diese Dateien meist dynamisch, ein Blick in die Metadaten verrät, dass häufig die Bibliothek FPDF dahintersteckt, ausgeführt von PHP-Code. Der Server schlägt beim Generieren dieser Datei den Nutzer mit der ID 1234 in seiner Datenbank nach, schreibt Namen, Geburtstag, Impftermin oder Testergebnis in PDF-Daten und liefert diese direkt an den Browser aus.

Name	Domain	Typ
 translate_24dp.png	www.gstatic.com	png
 googlelogo_color_42x16dp.png	www.gstatic.com	png
 translate_24dp.png	www.gstatic.com	png
 analytics.js	www.google-analytics.com	js
 translateelement.css	translate.googleapis.com	css
 main_de.js	translate.googleapis.com	js
 element_main.js	translate.googleapis.com	js
 element.js	translate.google.com	js
 sharethis.js	platform-api.sharethis.com	js
 font-awesome.min.css	maxcdn.bootstrapcdn.com	css
 1Ptxg8zYS_SKggPN4IEgvnHyvveLxVvaorCIPrcVIT9d0c8.woff	fonts.gstatic.com	woff

Elemente von Google und anderen Drittanbietern sind nicht vertrauensfördernd, wenn eine Website sensible Gesundheitsdaten verarbeiten soll. Auf dieser Terminseite fanden wir reichlich solcher Inhalte, nicht alle wurden geschützt per HTTPS nachgeladen.

Wer als Entwickler in der URL mit natürlichen Zahlen arbeitet und keine weitere Sicherung einbaut, gefährdet leichtsinnig die Daten seiner Nutzer. Denn alle bereits vergebenen IDs sind extrem leicht zu erraten. Tippt ein Nutzer 1233 statt 1234 in die Adresszeile, sieht er die Daten seines Vorgängers im System und kann sich durch über 1000 weitere Datensätze hangeln. Manchmal wird diese ID auch als „Geheimnis“ benutzt. An anderer Stelle im System wird genau sie als Passwortersatz zusammen mit dem Namen in einem Formular verlangt, um sich am System anzumelden und dort den Termin zu stornieren oder zu ändern. Variationen des Fehlers fanden wir oft: mal leicht zu sehen, mal etwas versteckt in einem HTTP-Request im Hintergrund, mal in einen QR-Code eingebacken.

Wann immer Sie vor der Aufgabe stehen, ein ähnliches Szenario zu programmieren, nutzen Sie als ID eine ausreichend lange Folge von Zufallszeichen (nicht beschränkt auf Ziffern). Eine 32 Zeichen lange Kette aus zufälligen Buchstaben und Zahlen oder der Hash einer zufälligen Zeichenkette lassen sich in endlicher Zeit nicht erraten. Überlegen Sie als Entwickler auch, was Sie alles auf ein Negativtestzertifikat schreiben oder im QR-Code

kodieren wollen. Wenn sich der Friseur, der nur die Gültigkeit prüfen soll, mit den Informationen auf dem ausgedruckten Testzertifikat am System als Nutzer anmelden kann, enthält das ganze System einen offensichtlichen Denkfehler.

3. Datenhalden

Wenn der Grund für die Datenspeicherung entfallen ist, dürfen die Daten auch nicht mehr auf dem Server liegen. Denn was restlos gelöscht wurde, kann bei Datenlecks auch nicht versehentlich ausgespuckt werden. Bei den problematischen Systemen, die wir uns angesehen haben, war diese Erkenntnis nicht immer angekommen. Datensätze, die wir durch andere Fehler fanden, reichten oft Wochen und Monate zurück (bis zum Start des Angebots).

Dabei kann es so einfach sein: Hat man zum Beispiel einen Termin für eine Impfung bei einem Arzt gebucht, ist der Datensatz ziemlich genau bis zu dem Zeitpunkt relevant, an dem die Impfung stattgefunden hat. Auf dem Server kann also ein Cronjob laufen, der alle halbe Stunde die erledigten Datensätze in der Datenbank löscht – und zwar mit einem DELETE-Befehl, nicht als Soft-Delete über eine Datenbankspalte wie `isDeleted`, die

auf `true` gesetzt wird. Braucht man die Informationen über die Terminvergabe später noch für statistische Auswertungen, kann der Cronjob alle personenbezogenen Daten (etwa Name, Geburtstag, Anschrift) auch mit Zufallsstrings überschreiben oder anonymisierte Datensätze regelmäßig in eine andere Tabelle kopieren und die Originale löschen. Monatelang anlasslos auf dem Server herumliegen dürfen die personenbezogenen Daten keinesfalls. Derlei Sorglosigkeit im Umgang mit Daten ist schon vielen zum Verhängnis geworden.

4. Vermeintlich Geheimes

Ein Fall stieß aus der Masse durch besonders undurchdachtes Design heraus. Auf die Spur kamen wir dem Problem leicht mit einem Blick in die Entwicklerwerkzeuge des Browsers (alle Browser haben einen solchen Werkzeugkasten an Bord). Im Reiter „Netzwerk“ (oder „Network“) kann jeder Besucher einer Seite leicht nachvollziehen, welche Daten der Browser von welchen Servern geladen hat. Wie einfach das geht, war einem Anbieter vermutlich nicht bewusst – sein Server schickte Hunderte Datensätze von Nutzern als JSON-Objekt an den Browser, der dann per JavaScript nur das eigene Ergebnis herauspuckte und in der Oberfläche darstellte. Unter allen Möglichkeiten, die Bereitstellung der Daten umzusetzen, ist das die schlechteste! Der Webserver darf zu keinem Zeitpunkt mehr Daten ausliefern, als der Benutzer sehen darf.

Programmierer sind gut beraten, sich selbst immer beim naheliegenden Gedanken „Wer soll da schon drauf kommen?“ auf die Finger zu klopfen. Gehen Sie am Ende der Entwicklungsarbeit alle Schritte der Software noch einmal durch und verfolgen Sie jeden HTTP-Aufruf in den Entwicklerwerkzeugen mit einer Frage im Hinterkopf: „Was könnte man hier Unangenehmes anstellen oder ausprobieren?“ Am besten lassen Sie am Ende einen Kollegen (oder noch besser einen professionellen Penetration-Tester) die Anwendung vor der Veröffentlichung noch einmal gründlich untersuchen.

Denken Sie daran, dass Ihre Anwendung unter besonderer Beobachtung steht. Unter den Impf- und Testwilligen sind sehr sicher auch IT-Experten, die sich Ihre Anwendung genauer ansehen werden. Nicht unbedingt, um sie anzugreifen,

Anmeldung Corona Impfung

Im folgendem Abschnitt erklären wir Ihnen, wie Sie uns einfach online Ihre Impfbereitschaft zur SARS-CoV-2 Corona Impfung persönlich mitteilen können. (Bitte beachten Sie, dass Ihre Daten unverschlüsselt übertragen werden.)

- Öffnen Sie den Link: Online-Anmeldung
- Geben Sie Ihren Namen in das Feld "Ihr Name (optional)"
- Geben Sie Ihre eMail Adresse in das 2. Feld ein, damit Sie eine Sendebestätigung bekommen können
- Setzen Sie den Haken bei "Ich stimme zu, dass meine eingegebene E-Mail Adresse an den Faxempfänger übermittelt wird."
- Geben Sie bei in das Feld "Zielfaxnummer" ein
- Nun teilen Sie uns Ihre Impfbereitschaft nach folgendem Schema mit:

Name:

Vorname:

Geburtsdatum:

Adresse:

Telefon: (für Terminmitteilung)

eMail:

Grund für die Impfberechtigung: (bitte ankreuzen/auswählen!)

☐ Mit AstraZeneca ohne Impfgrund, Mindestalter 18 Jahre

☐ Personen, die 60 Jahre und älter sind

☐ Krebspatient

☐ Interstitieller Lungenkrankheit, COPD, Mukoviszidose, Asthma

☐ Diabetes mellitus

Mit Abstand die kreativste Lösung, aber eine Datenschutzkatastrophe: Ein Arzt beschrieb in seiner Anleitung, die Patienten sollen einen kostenlosen Faxdienst im Internet nutzen und dort ihre Krankengeschichte hinterlassen.

sondern im ersten Schritt, um sich ein Skript zu basteln, das automatisch auf freie Termine hinweist. Gerade Impftermine sind aktuell ein knappes Gut und ein Termin-Bot ein nützliches Feierabendprojekt. Bei GitHub sind in letzter Zeit zahlreiche solcher kleiner Projekte aufgetaucht (suchen Sie dort einfach nach „vaccination“).

5. Unbedarfte Kreativität

Auf einen sehr kreativen, aber nicht weniger gruseligen Weg wies uns ein Leser aus Hessen hin. Die Praxis seines Hausarztes hatte für Terminvergaben eine Anleitung auf seiner Homepage veröffentlicht: Die Patienten wurden aufgefordert, dem Link zum Angebot eines Online-Faxdienstes zu folgen. Dieser bietet als Demonstration seines Dienstes ein kostenloses Fax über ein Textfeld an – ausdrücklich nur als Demo gekennzeichnet.

Die Patienten sollten dort neben Kontaktdaten auch intime Details zur Krankengeschichte ins Textfeld eintippen und die Terminanfrage als Testfax an die Nummer der Arztpraxis schicken. Versehen war diese einfallsreiche Schritt-für-Schritt-Anleitung mit dem Hinweis „Bitte beachten Sie, dass Ihre Daten unverschlüsselt übertragen werden“. Später heißt es noch, man könne selbstverständlich keine Haftung für die Daten im Internet übernehmen.

Was tun?

Ärzte und Apotheker, die eine Lösung für die Terminvergabe suchen, sollten sich die Software sehr gewissenhaft ansehen (oder einen unabhängigen IT-Experten zurate ziehen) – am besten in einem öffentlichen System in einer anderen Praxis. Probieren Sie (oder ein kompetenter Vertrauter) den ganzen Prozess einmal durch und achten Sie mindestens auf den häufigsten und einfachsten Fehler. Sobald eine verdächtige Zahl in einer URL auftaucht, lohnt ein kurzer Test mit benachbarten Zahlen. Wie ernst es ein Anbieter mit Datenschutz nimmt, sehen Fortgeschrittene mit einem Blick in die Entwicklerwerkzeuge ihres Browsers: Wer ganze Arbeit geleistet hat, kommt ohne Google- und Facebook-Tracking aus. Schauen Sie auch, welche Daten genau erfasst werden – je weniger, desto besser. Für eine Impfterminvergabe ist es zum Beispiel nicht erforderlich, den genauen Grund einer Priorisierung (schlimmstenfalls die ganze Krankengeschichte) im System einzutragen.

Nachdem Sie die Seite von außen gründlich untersucht haben, bleibt Ihnen als Patient nur Vertrauen. Wie sicher die Daten hinter den Kulissen aufbewahrt werden, finden Sie nicht so schnell heraus. Wenn ein Bestätigungslink oder ein QR-Code auch Wochen nach dem Test oder Termin funktionieren, ist das aber ein schlechtes Zeichen und es lohnt sich, den Anbieter zur Löschung der Daten aufzufordern. Hierfür können Sie sich auf die DSGVO berufen und unseren kostenlosen Musterbrief nutzen (siehe ct.de/y3vn). Sollten Sie offensichtliche Fehler finden, scheuen Sie sich nicht, den Datenschutzbeauftragten des Betreibers in der Datenschutzerklärung ausfindig zu machen und zu informieren. (jam@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Jan Mahn, Bedenkliche Zertifikate, Corona-Selbsttests von Aldi: Online-Zertifikate wertlos, c't 8/2021, S. 30

DSGVO-Musterbrief: ct.de/y3vn

Exklusiv
im heise shop!

Ein Breadboard ist für Sie kein Schneidebrett?

Dann sind Sie bereit für den Einstieg in die Elektronik!



Make Elektronik Special

Make Elektronik Special bietet einen einfachen und praxisorientierten Einstieg in Transistorschaltungen, die Maker in eigenen Projekten einsetzen können. Das mitgelieferte Experimentierset inkl. Breadboard, Kabeln und 45 Elektronikbauteilen enthält alles, um die gezeigten Schaltungen sofort nachbauen und testen zu können. Dabei machen die speziellen Adapterplatinen den Aufbau zum Kinderspiel. Jede Menge Projekte zum Nachbauen sind ebenfalls dabei. Also – sofort loslegen!

shop.heise.de/make-elektronik21

Heft + Experimentierset für nur
44,95 €

heise shop

shop.heise.de/make-elektronik21

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



Bild: Albert Hulm

Handel mit System

Die Technik hinter Deutschlands größter Börse

Die Börse funktioniert auf Basis von Angebot und Nachfrage – so die landläufige Erklärung. Doch wie entsteht eigentlich der Preis, was wechselt genau den Besitzer, wenn es keine Papieraktien gibt, und warum verlangt die Bank so hohe Gebühren für einen Kauf? Fragen, denen man nur mit einem Blick auf die technischen Details näherkommt.

Von Jan Mahn

Aktionär zu werden ist heute so einfach wie nie: Die App einer Bank oder eines Börsenhandels-Startups installieren, ein Depot eröffnen, kurz den Personalausweis zur Verifizierung in die Kamera halten und schon kann es losgehen. Schneller als man in manchem Webshop einkauft, hat man eine Aktie gefunden, die Stückzahl gewählt und zum angezeigten Kurs gekauft. Nach wenigen Touch-Gesten auf dem Mobiltelefon liegt die Aktie im eigenen Depot und man ist stolzer Anteilseigner einer Firma. Wenn man sich etwas anstrengt und den

Ablauf kennt, schafft man den ganzen Vorgang inklusive Registrierung in unter zehn Minuten.

Doch was passiert genau hinter der hübschen Oberfläche der App in dem Moment, in dem man einen Kauf tätigt? Welche Computersysteme arbeiten zusammen und welche Rolle spielt das Handelssystem der Börse? Das sind keine akademischen Fragen, sondern entscheidende Informationen, um zu verstehen, wie Preis und Ordergebühren zustande kommen und wie man als Kunde optimal handelt und einen guten Broker findet.



Zwei Dinge braucht man als Kunde: Zunächst einen Börsenhandelsplatz, an dem Wertpapiere ihren Besitzer wechseln. Allein in Deutschland ist die Auswahl groß, es gibt mehrere Börsen, an denen deutsche Aktien gehandelt werden, international unzählige weitere. Dieser Artikel kann daher keineswegs alle berücksichtigen – er beschränkt sich auf einen Blick hinter die (technischen) Kulissen der größten deutschen Börse und verfolgt eine Kauforder von der App in der Hand des Kunden über das digitale Handelssystem Xetra der Frankfurter Wertpapierpapierbörse bis zur Abwicklung nach dem Kauf. Xetra ist der Referenzmarkt für deutsche Aktien, an dem sich auch andere Börsen orientieren. Für diesen Einblick sprach c't mit zwei Xetra-Experten aus Frankfurt. Wolfgang Eholzer ist Vorstandsmitglied und CTO der Frankfurt Eurex AG und verantwortlich für die Entwicklung und den Betrieb des Handelssystems T7. Frank Hoba aus der Geschäftsführung der Frankfurter Wertpapierbörse ist verantwortlich für den operativen Betrieb und die funktionale Weiterentwicklung des Handelssystems aus Sicht des sogenannten Kassamarktes.

Als Kunde, der ein Wertpapier kaufen oder verkaufen will, hat man mit den Programmierschnittstellen von Xetra nichts zu tun. Diese hängen auch nicht öffentlich im Internet und sind für Normalsterbliche nicht erreichbar. Daher braucht man als zweite Zutat für den Kauf einen Broker, der Kundenaufträge entgegennimmt und an eine Börse weitergibt.

Xetra: Handeln in Frankfurt

Damit ein Broker (in der Regel eine Bank) über Xetra handeln kann, muss er als sogenannter „Teilnehmer“ bei der Börse angemeldet sein und jährlich einen Mitgliedsbeitrag entrichten. Dann bekommt er Zugriff auf Programmierschnittstellen, über die er Orders einstellen und Daten beziehen kann.

Bereitgestellt werden diese Schnittstellen von der Software T7. Sie ist eine Eigenentwicklung der Deutschen Börse AG, die auch von anderen Börsen in Europa und weltweit benutzt wird. Der Kern der Software ist in C++ verfasst, einzelne Komponenten in Java, Bausteine zur Datenanalyse in Python. Überraschend in Zeiten, in denen sich immer mehr Unternehmen von eigener Infrastruktur verabschieden und Infrastruktur bei Cloud-Anbietern mieten: Das Handelssystem für Xetra läuft vollständig in börseneigenen

Rechenzentren in Frankfurt am Main auf Servern mit Red Hat Enterprise Linux. Betreiber ist der Rechenzentrumsspezialist Equinix.

Die Teilnehmer müssen sich für den Zugriff auf die Schnittstellen in diesem Rechenzentrum physisch mit gleich zwei Netzwerken verbinden: Über das „Access Network“ werden Orders (Handelsaufträge) ins Handelssystem eingestellt, über das „Market Data Network“ bekommen die Teilnehmer aktuelle Daten zum Marktgeschehen.

Um bei Xetra mitzuspielen, müssen Banken zwei Netzwerkstecker in die 10 GBit/s-Switches (vom Typ Cisco 3548X) der Börse einstöpseln und auf der anderen Seite mit eigenen Servern verbinden. Wer schon ein Rechenzentrum in der Nähe betreibt, kann dazu Glasfaserkabel durch die Stadt verlegen und ein Ende ins Equinix-Rechenzentrum führen. Das Kabel sollte dann aber am anderen Ende der Stadt direkt und ohne Switches im Server des Teilnehmers enden, um die Latenz gering zu halten.

Weil aber auch Licht eine begrenzte Geschwindigkeit hat und Bruchteile von

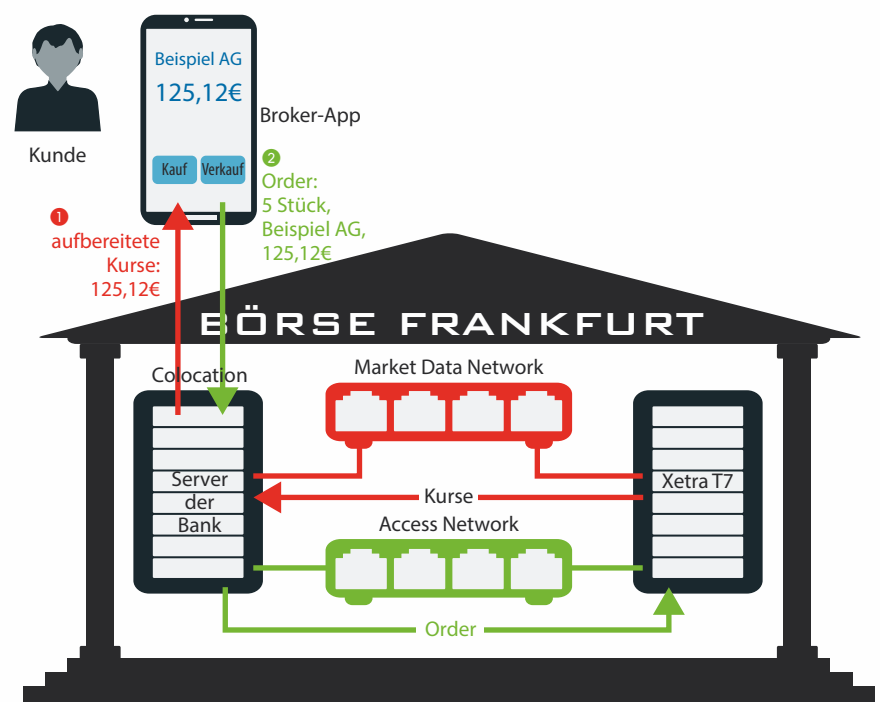
Sekunden bei einigen Handelsformen entscheidend sind, haben viele Banken großes Interesse, ihre Server möglichst nah am T7-System zu platzieren. Damit das für alle fair gelingt, vermietet die Börse sogenannte Colocation-Plätze, also leere Server-Racks direkt neben den Servern der Börse im Equinix-Rechenzentrum. Hier können Banken ihre eigenen Maschinen unterbringen und für Schrankfläche, Strom und Netzzugang bezahlen. Die Deutsche Börse kümmert sich darum, dass alle Colocation-Kunden, auf 50 Zentimeter genau ausgemessen, gleich lange Leitungswege bis zum Börsensystem haben und so niemand mehr als 2,5 Nanosekunden Vorteil gegenüber anderen Mietern hat. Aus dem Internet ist das Handelssystem nicht erreichbar, als Reserveverbindung können sich Banken noch mit einem VPN verbinden – das ist aber nicht der übliche Weg, sondern mehr eine Notlösung mit höherer Latenz.

Wo die Aktien herkommen

Der Aktienkauf beginnt für den Kunden im System des Brokers. Das kann eine App sein, eine Website oder auch ganz

Aktienhandel über einen Broker mit Xetra

Wer an einer Börse wie Xetra handeln will, braucht einen Broker. Der hat Server direkt im Rechenzentrum der Börse platziert. Über ein Netzwerk bekommt er aktuelle Kurse, über ein zweites Netzwerk gibt er Orders der Kunden an die Börse weiter.



Wenn die Cloud zu langsam ist

Börsenhandel ist prinzipbedingt ständig in Bewegung und nicht vollständig vorhersehbar. Das gilt auch für die Menge an Transaktionen, die das Handelssystem verarbeiten muss. Bei Ereignissen, die Auswirkungen auf die Weltwirtschaft haben, können schlagartig Verkaufsaufträgen von allen Brokern gleichzeitig auf die Börse einprasseln – etwa als Anfang 2020 klar wurde, dass das „neuartige Coronavirus“ wohl kein regionales und kurzfristiges Problem in China bleiben, sondern alle Wirtschaftszweige betreffen würde.

Für solche Szenarien, in denen man kurzfristig auf Lastspitzen reagieren muss, setzen Unternehmen gern auf Cloud-Technik, stecken ihre Software in Container und mieten Ressourcen zu Minutenpreisen bei Cloud-Providern wie Amazon Web Services, Google Cloud oder Microsoft Azure (die alle auch Rechenzentren am Internetknoten Frankfurt unterhalten). Für die Deutsche Börse kommt eine solche Strategie aktuell nicht infrage: Die gesamte Infrastruktur ist bis auf die Kabellängen zwischen Switches durchoptimiert und auf schnellstmögliche Ausführung im Nanosekundenbereich ausgelegt. Details und tiefe Einblicke in die Überlegungen finden Sie in einer öffentlich zugänglichen Präsentation (siehe ct.de/ympx). Externe Server bei einem Cloud-Dienstleister passen da nicht ins Konzept: Sie würden eine un-

berechenbare Latenz verursachen und andere Hardware beinhalten als jene, für die T7 optimiert wurde. Einige Anforderungen wie eine Infiniband-Infrastruktur gibt es in der Cloud sogar überhaupt nicht zu mieten. Daher bleibt das Handelssystem im eigenen Rechenzentrum, auf Servern mit Intel-Xeon-Prozessoren.

Statt auf eine flexibel skalierbare Infrastruktur setzt die Börse auf ausreichend Puffer: Das System wird jederzeit so dimensioniert, dass es immer das Doppelte der jemals gemessenen Spitzenlast aushalten könnte. Sobald also ein neuer Rekord beim Handelsvolumen erreicht wird, müssen die Verantwortlichen nachlegen: bei Netzwerkinfrastruktur, Prozessoren, RAM und Optimierungen an der Software.

Cloud-Dienste spielen aber dennoch eine Rolle: Neue Softwareversionen von T7 werden in gemieteten Cloud-Instanzen automatisiert gebaut, getestet und als Demo-Instanzen bereitgestellt. Vor einem Release können die Entwickler so sicherstellen, dass die zahlreichen Testfälle, die die komplexe Software passieren muss, in endlicher Zeit durchlaufen können. Auch für die Zukunft gibt es schon Pläne: „Für Systeme, bei denen die Anforderungen nicht so ausgeprägt sind wie beim Handelssystem T7, ist die Cloud auch für Produktionsumgebungen eine Option und wir arbeiten darauf hin“, so Wolfgang Eholzer.

klassisch ein Telefonat mit der Bank. Der Kunde erwartet für seine Kaufentscheidung aktuelle und korrekte Kursdaten und ein Diagramm des bisherigen Kursverlaufs. Diese Daten bekommt der Broker über seinen Server in Frankfurt, der mit dem Marktdatenetz per Kabel verbunden ist und so über die Datenschnittstelle von T7 mit frischen Daten versorgt wird. Bevor die Daten in einer Broker-App landen, werden sie vom Server der Bank in eigenen Datenbanken zwischengespeichert, eingedampft und aufbereitet.

Hat man sich als Kunde entschieden und eine Order abgesetzt, hat die Bank zunächst die Aufgabe, diese zu prüfen und zum Beispiel sicherzustellen, dass das Konto des Kunden ausreichend gedeckt und die Eingabe plausibel ist. Dann landet die Order auf jenem Server der Bank, der

in Frankfurt im Access Network der Börse steckt, und in ein standardisiertes Format, das FIX-Protokoll, überführt. Das ist eine simple ASCII-Zeichenkette mit Schlüsselwertepaaren, die die T7-Server in einer TCP-Sitzung entgegennehmen und sofort verarbeiten. Die FIX-Nachricht enthält eine Identifikationsnummer des Wertpapiers, die Stückzahl und weitere Parameter der Order. Für Hochfrequenzhändler gibt es neben FIX noch weitere Schnittstellen, die noch stärker auf Geschwindigkeit optimiert sind.

Sowohl Kauf- als auch Verkaufsaufträge werden bei der Börse ins Orderbuch geschrieben. Für jedes Wertpapier gibt es ein solches Buch, das nicht als gebundenes Papier existiert, sondern im RAM der T7-Server liegt. Das Handelssystem versucht unentwegt, Käufer und Verkäufer

zusammenzubringen, damit ein Handel zustande kommt und das Orderbuch leer wird. Das liegt im Interesse der Börse, die für jeden Handel Geld von den Brokern verlangt. In welcher Reihenfolge das Handelssystem das Orderbuch abarbeitet, ist dabei klar in Regeln definiert und hängt von den Ordertypen und Bedingungen ab, die Käufer und Verkäufer ausgewählt und über den Broker an die Börse übermittelt haben. Eine Übersicht über die Ordertypen und die Regeln finden Sie im Kasten „Order ist nicht gleich Order“ auf Seite 133.

Abwicklung

Jeder abgeschlossene Handel stellt den aktuellen Kurs einer Aktie dar. Haben gerade 10 Aktien für 120 Euro den Besitzer gewechselt, steht der Kurs so lange bei 120, bis der nächste Handel zu einem anderen Preis stattgefunden hat. Beide Broker bekommen von T7 eine Orderbestätigung im FIX-Format. Mit der Preisfindung ist die Arbeit aber noch nicht abgeschlossen. Käufer und Verkäufer kennen sich nicht und sollen auch nie voneinander erfahren. Die Broker geben die Information, wer die Order ausgeführt hat, nicht an die Börse weiter und halten ihre Kunden anonym. So wird verhindert, dass andere Marktteilnehmer aus dem Kauf- und Verkaufverhalten von Individuen und Institutionen Schlüsse ziehen.

Damit das Geschäft dennoch stattfinden kann, muss ein weiterer Akteur auftreten: Die Central Counterparty (CCP). Beim Handel über Xetra ist das im Normalfall die Eurex Clearing AG. Sie löst noch ein weiteres Problem, indem sie Ausfallrisiken abfängt: Nachdem ein Handel an der Börse stattgefunden hat, muss das Wertpapier zwingend den Besitzer wechseln. Kann der Verkäufer die Aktie nicht liefern (weil er sie nicht besitzt) oder der Käufer nicht zahlen (weil er kein Geld hat), wäre das ein ernstzunehmendes Problem für das System. Die CCP fängt dieses Risiko ab und agiert als Mittelsmann. Beide Parteien handeln also mit der CCP. Ein Risikomanagementsystem bei der CCP entscheidet automatisch über weitere Schritte. Es kann zum Beispiel verhindern, dass eine Partei weitere Orders einstellt, wenn bestimmte Limits überschritten wurden.

Die CCP übergibt, wenn sie die Existenz von Geld und Aktie sichergestellt hat, den Handelsvorgang an die nächste Stelle, die für das sogenannte Post-Trading verantwortlich ist. In Frankfurt übernimmt

diese Aufgaben das Unternehmen Clearstream Banking AG, eine Tochter der Deutschen Börse. Den ersten Schritt der Nachbehandlung bezeichnet man als Clearing, die Vorbereitung des Besitzerwechsels. Hier wird noch einmal sichergestellt, dass das Wertpapier auch bereitliegt. Den Besitzer wechselt das Wertpapier dann am Ende des folgenden Börsentags. Wurde das Papier am Freitag gekauft, geschieht dies also am Montagabend – diese Regel wird als T+1 bezeichnet.

Stapelverarbeitung

Auf den Servern von Clearstream beginnt abends ein Batch-Prozess mit dem sogenannten Settlement. Clearstream unterhält eine Datenbank, in der festgehalten wird, welcher Broker wie viele Aktien verwaltet. Alle Handelssereignisse des Vortages werden ausgewertet und können addiert werden (auch als „Netting“ bezeichnet). Hatte ein Broker vor dem Handelstag 100.000 Papiere eines Unternehmens in der Datenbank und verschiedene Kunden kauften 100 dazu, andere verkauften 50, so ist der neue Bestand nach dem Settlement 100.050. Dieser neue Stand wird dem Server des Brokers mitgeteilt. Dieser gleicht die Informationen mit den Han-

delsereignissen in seinem eigenen Protokoll ab und macht sich in eigenen Datenbanken Notizen, welchem Kundendepot jetzt wie viele Aktien zustehen. Als Kunde bemerkt man von T+1 und dem Settlement meist nichts. Oft wird die Aktie sofort nach dem Kauf in der Oberfläche angezeigt und kann theoretisch umgehend wieder verkauft werden, obwohl sie der Bank noch gar nicht gutgeschrieben wurde. Das funktioniert, weil die Aktien keine Identität haben, sondern nur ein Zählerstand in der Datenbank von Clearstream sind. Wichtig für den Broker ist nur, dass beim Settlement am Folgetag genug Aktien vorhanden sind und er seinen Kunden in Summe nicht erlaubt hat, mehr zu verkaufen, als vorhanden waren.

Bei vielen Aktien ist es Clearstream herzlich egal, welcher Kunde des Brokers die Aktie gerade gutgeschrieben bekommen hat. Clearstream interessiert sich nur für die Summen pro Broker. Ein Sonderfall sind sogenannte Namensaktien. Wenn sich eine Gesellschaft entscheidet, solche herauszugeben, führt sie ein Register ihrer Aktionäre mit Anschrift. Diese bekommen dann auch per Post einen Brief mit der Einladung zur Hauptversammlung und Informationen zum Ausüben des Stimmrechts.

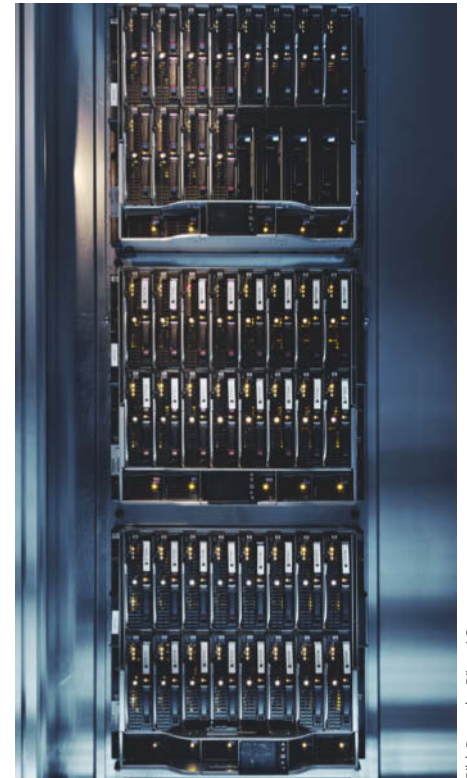


Bild: Deutsche Börse AG

Die Server für das Handelssystem stehen in eigenen Rechenzentren der Börse. So kann der Betreiber Soft- und Hardware bis auf die Nanosekunde optimieren.

Order ist nicht gleich Order

Von montags bis freitags findet zwischen 9:00 und 17:30 Uhr der fortlaufende Handel über Xetra statt. Zur Eröffnung, mittags und zum Schluss gibt es zusätzlich Auktionen, auf die wir hier nicht weiter eingehen.

Grundsätzlich gibt es zwei Order-typen. Die **Market Order** nutzen Käufer und Verkäufer, wenn sie möglichst schnell kaufen oder verkaufen wollen. Market Orders bleiben meist nicht lange im Orderbuch stehen: Angenommen, es hat gerade ein Handel zu 150 Euro stattgefunden und es kommt eine Market Order herein. Das Handelssystem nimmt dann unmittelbar die Verkaufsoffer mit dem niedrigsten Preis aus dem Orderbuch und schließt den Handel ab. Als Käufer mit einer Market Order kann man Glück haben und eine Order auf der Gegenseite zugeteilt bekommen, die nicht weit vom aktuellen Preis abweicht. Wenn aber wenig Orders im Orderbuch stehen, kann der Sprung auch sehr groß werden und man bekommt die Aktie zum Beispiel nur zu 152 Euro.

Trifft eine Market-Kauforder auf eine Market-Verkauforder (also beide ohne Limit), wird der Handel zum Referenzpreis, also zum Preis des letzten Handels abgeschlossen. In den Oberflächen der Broker heißen Market Orders meist „Billigst & Bestens“ (Käufe möglichst billig, Verkäufe möglichst teuer).

Um das Risiko auszuschließen, auf eine stark abweichende Order zu stoßen, kann man eine **Limit Order** einstellen. Verkauforders haben einen Mindestpreis als Limit, Kauforders einen Höchstpreis. Für jede neue Limit Order sucht das Handelssystem sofort ein Gegenstück im Orderbuch. Erste Priorität ist der Preis: Einer neu eingegangenen Kauforder wird also erst die günstigste Verkauforder unterhalb des Limits zugeteilt. Bei mehreren identischen Gegenangeboten entscheidet das System anhand der Zeit: Wer die Order zuerst eingestellt hat, bekommt zuerst ein „Match“. Eine Limit Order kann theoretisch sehr lange im Orderbuch auf ein

Gegenstück warten und es gibt keine Garantie auf Ausführung. Dafür kann man sicher sein, dass man nicht zu einem unerwarteten Preis kauft oder verkauft.

Zusätzlich zu den Grundtypen kann man an die Order noch weitere Attribute anhängen. So kann ein Kunde bestimmen, wie lange die Order im Orderbuch bleibt (zum Beispiel bis Tagesende oder so lange, bis der Kunde sie löscht). Als Absicherung gibt es **Stop Orders**, die erst nach Erreichen eines Schwellenwertes im Orderbuch landen. Weitere Optionen und Spezialfälle erklärt Xetra ausführlich in seiner Dokumentation (siehe ct.de/ympx).

Hinter dem Kursverlauf einer Aktie über einen Tag, den man anschaulich als Kurve visualisieren kann, steckt also kein Algorithmus des Handelssystems, sondern nur die simple zeitliche Aneinanderreihung von Preisen, zu denen ein Handel zustande kam. Wenn der Kurs um 12:30 bei 125 Euro stand, sind sich zu der Zeit ein Käufer und ein Verkäufer handelseinig geworden.

Damit das funktioniert, übermittelt der Broker nach dem Settlement von Namensaktien die Daten seines Aktionärs an Clearstream (aber niemals an die Börse oder den Verkäufer der Aktie). Dort werden sie zwischengelagert und können von der ausgebenden Aktiengesellschaft abgerufen werden. Wer seine personenbezogenen Daten nicht mit dem Unternehmen teilen will, darf schlicht keine Namensaktien kaufen. Die Information, ob eine Aktie Namensaktie ist, findet man in einschlägigen Finanzportalen oder im Internet auf den Investorensseiten der Gesellschaft.

Wo die Kosten herkommen

Wenn Sie eine Aktie beim Broker kaufen wollen, werden Ihnen Gebühren ange-

zeigt. Dem Broker entstehen bei einem Geschäft über Xetra Kosten, die er auf seine Kunden umlegt. Das sind Fixkosten wie die Jahresbeiträge als Teilnehmer, die Colocation-Miete für die Server in Frankfurt und Aufwendungen für weitere Infrastruktur. Eine Order in T7 einzustellen kostet zunächst nichts. Erst wenn ein Handel stattfindet, muss der Broker für die Transaktion Entgelte zahlen. Auch CCP und Clearstream wollen von ihrer Dienstleistung leben. Für Clearing, Settlement und Verwahrung der Aktie muss der Broker also ebenfalls zahlen.

All diese Kosten muss der Broker natürlich wieder hereinbekommen und am besten noch Gewinn erwirtschaften – wie er das tut, ist seiner Kreativität überlassen.

Er kann die Kosten pro Trade direkt weitergeben und die Fixkosten in einer Pauschale abrechnen oder eine Flatrate für seine Kunden schnüren, ähnlich wie auch Telefonanbieter verschiedene Preismodelle entwickeln können, um die Entgelte an die Kunden weiterzugeben.

Daten sind eine Ware

Die Deutsche Börse verdient ihr Geld nicht nur mit Provisionen bei abgeschlossenem Handel, sondern verkauft noch eine weitere Ware: Daten. Was der Zugriff auf die Datenschnittstellen kostet, hängt davon ab, wie detailliert sie sein sollen. In der höchsten Auflösungsstufe bekommt man jedes einzelne Handelereignis als Multicastpaket über das interne Netzwerk. Für private Kunden sind die Echtzeitschnittstellen nicht gedacht. Einen eigenen Server in Frankfurt zu betreiben ist nicht erschwinglich. Für spezielle Interessengruppen, etwa Forscher, die ein einzelnes Ereignis an einem Tag oder in einer Woche untersuchen wollen, gibt es einen Datashop der Deutschen Börse, über den man historische Daten als Dateien herunterladen kann (siehe ct.de/ymxp).

Hat man als Bank oder kommerzieller Datendienstleister Zugang auf Echtzeitdaten bei der Börse gebucht und Infrastruktur in Frankfurt installiert, kann man sich mit den Daten verschiedene Geschäftsmodelle ausdenken, sie zum Beispiel zu Dashboards mit aussagekräftigen Diagrammen verarbeiten und diese professionellen und semiprofessionellen Händlern anbieten. Ein Blick ins Orderbuch ist etwa für kurzfristige Investoren interessant, die daran erahnen können, was mit dem Kurs passiert: Steht er beispielsweise bei 175 Euro und im Orderbuch stehen mehrere kleinere Verkaufsorders zwischen 175,01 und 179,99 Euro und eine große Order mit vielen Tausend Stück bei 180, ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass der Kurs 180 erreicht, die Schwelle aber nicht überschreitet und danach wieder fällt.

Für die Darstellung solcher Diagramme gibt es Trading-Anwendungen. Die holen sich die Daten mindestens sekundlich von den Servern ihrer Anbieter. Diese Server rufen sie wiederum über Xetra und andere Börsen ab und speichern sie zwischen. Spannend ist das nur für sogenannte Daytrader. Wer dagegen eine Aktie mit der Absicht kauft, sie über 10 oder gleich 30 Jahre bis zur Rente zu halten, braucht solche Informationen nicht

32-Bit-Probleme

Das Xetra-Handelssystem arbeitet mit 64-Bit-Zahlen zum Speichern der Kurse und hat damit viel Luft für extrem hohe Kurse. Nicht so die Nasdaq in den USA. Sie verwendet einen 32-Bit-Integer. Die größte Zahl darf $2^{32}-1$ sein, also 4.294.967.295. Die letzten vier Stellen verwendet die Nasdaq als Nachkommastellen. Der höchste Aktienkurs, den die Datenschnittstellen ausgeben können, ist daher 429.496,7295 US-Dollar. Als die Systeme konzipiert wurden, hielt niemand einen solchen Aktienkurs für erreichbar.

Doch im Mai 2021 führte die jahrzehntealte Entscheidung zu einem kuriosen Problem: Die Aktie von Warren Buf-

fetts Investmentfirma Berkshire Hathaway (BRK.A) überschritt am 6. Mai den maximal möglichen Wert. Obwohl die Aktie an der New York Stock Exchange gehandelt wird, deren Systeme von dem Fehler nicht betroffen sind, führte das zu Schwierigkeiten. Weil die Nasdaq mit ihren Schnittstellen viele Anwendungen mit Daten beliefert, spielten plötzlich die Diagramme verrückt. Auch das Google-Widget für die Berkshire-Aktie zeigte einen Zickzack-Kurs, ausgelöst durch den Überlauf in der Datenbank. Bei jedem Sprung über die 32-Bit-Grenze fing der Kurs wieder bei null an – wie bei einem mechanischen Kilometerzähler im Armaturenbrett alter Autos.



Die Aktie von Berkshire Hathaway ist nicht wirklich um 422.000 Dollar gefallen. Weil die Nasdaq mit 32-Bit-Integern arbeitet, erzeugte sie vielmehr einen Überlauf.

und kommt mit minütlich aktualisierten Kursen gut aus. In üblichen Broker-Apps gibt es daher auch keinen Live-Einblick ins Orderbuch und keine zappelnden Diagramme.

Dass die Daten der Börse ein so wertvolles Gut sind, erklärt auch, warum man als Nutzer so schwer an sie herankommt. Programmierer, die es gewohnt sind, für fast alle Lebensbereiche von Wetter bis Bahnverspätungen ein schönes und meist kostenloses API zu finden, um eigene Integrationen zu bauen, sind auf der Suche nach einem kostenlosen Börsen-API schnell verzweifelt. Lange konnte man die Daten über ein API von Yahoo beziehen. Das API musste aber eingestellt werden, weil die Daten der verschiedenen Börsen gar nicht für die Weitergabe lizenziert waren. Wenn Sie sich ein eigenes Dashboard bauen möchten oder Alarmer bei bestimmten Schwellenwerten programmieren wollen, finden Sie einige kommerzielle Anbieter von Finanz-APIs über ct.de/ympx.

Entscheidungen

Börsenhandel ist komplizierter, als es die Oberflächen der Broker-Apps vermuten lassen. Dass so viele Akteure und Systeme am Geschäft beteiligt sind, merken Anleger vor allem an den nicht ganz einfachen Preistabellen ihrer Broker. Vor dem Abschluss eines Kaufs müssen die Broker alle anfallenden Kosten aber exakt anzeigen.

Der hier vorgestellte Handel über Xetra ist nicht die einzige Möglichkeit, an Aktien zu kommen. Mit geschicktem Einsatz der Orderoptionen können Fortgeschrittene beim Handel einen Vorteil he-



Eine grafische Darstellung des Orderbuchs ist ein Hilfsmittel für Fortgeschrittene: In Grün sieht man die Kauforders absteigend nach Preis sortiert, in Rot die Verkauforders aufsteigend sortiert.

rausholen. Andere Börsen haben teilweise niedrigere oder gar keine Gebühren, dafür aber möglicherweise etwas schlechtere Kurse. Wenn Sie nicht gerade in Hektik kaufen oder verkaufen müssen, lohnt es sich, Kurse und Order-Entgelte an verschiedenen Börsenplätzen zu vergleichen zum niedrigsten Gesamtpreis zu handeln.

(jam@ct.de) **ct**

Dokumentation zu Xetra und T7: ct.de/ympx



Börsendaten aufzubereiten und darzustellen ist ein eigenes Geschäftsmodell. Anwendungen wie Tradingview (tradingview.com) zeigen weit mehr Informationen als nur den aktuellen Kurs.

Neue Online-Kurse für IT-Professionals



Container-Orchestrierung mit Kubernetes

Das umfassende Online-Training für Kubernetes im Praxiseinsatz

► 63 Videos, 6 Std. Spielzeit



Web Application Security

Das Security-Training für Entwickler und Webmaster

► 82 Videos, 9:30 Std. Spielzeit



Der JavaScript-Kurs für Softwareentwickler

Der Programmierkurs für Einsteiger und Umsteiger

► 77 Videos, 8 Std. Spielzeit

Gratis-Lektionen aus allen Kursen
anschauen unter:

heise-academy.de

Auf dem Weg in die Wolke

Wie Microsoft europäische Regierungen in die Cloud lockt

Aus Sorge vor Spionage und wirtschaftlicher Abhängigkeit will die Bundesregierung ihre Mails und Dokumente nicht in Microsoft-Rechenzentren verlagern. Nun schlägt der US-Konzern der Politik ein neues Cloud-Modell vor – doch Risiken bleiben.

Von Christian Wölbart

Fast acht Jahre liegen die Enthüllungen von Edward Snowden zurück, doch vor Kurzem rückten sie wieder ins Bewusstsein der Öffentlichkeit: Ende Mai deckten mehrere europäische Medien auf, dass die NSA auch mithilfe des dänischen Geheimdienstes europäische Politiker abgehört hatte, darunter Angela Merkel.

Solches „Ausspähen unter Freunden“ erklärt, warum die Bundesregierung die Clouddienste amerikanischer Anbieter skeptisch sieht. Ihre Beamten arbeiten und mailen zwar mit Microsoft Office und Exchange – die Software läuft aber in bundes-eigenen Rechenzentren. Mails und Dokumente auf Server von US-Firmen zu verlagern, wie es in der Wirtschaft längst normal ist, das hat Berlin stets ausgeschlossen, auch wenn Behörden vereinzelt US-Dienste wie Cisco Webex nutzen.

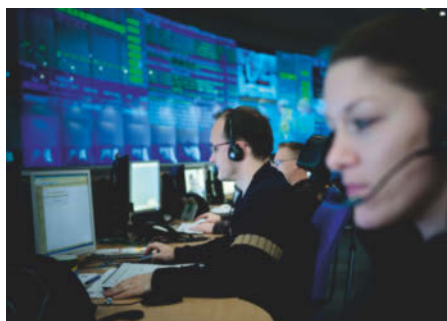


Bild: Telekom

Mitarbeiter des T-Systems-Rechenzentrums in Magdeburg: Die Telekom-Tochter kann sich vorstellen, eine „souveräne“ Microsoft-Cloud für die Bundesregierung zu betreiben.

Aufgeschreckt von Microsofts Cloud-Strategie rief Berlin vor zwei Jahren die „digitale Souveränität“ zum Ziel aus und kündigte an, Open-Source-Alternativen zu Microsoft Office und Exchange zu testen. Auch Frankreich propagierte die „souveraineté numérique“. Eine Rolle spielte dabei auch die Angst, erpressbar zu werden: Die US-Regierung unter Donald Trump und später auch unter Joe Biden hatte mit ihrem Handelsembargo gegen Huawei klargemacht, dass sie ihre Gegner per Dekret jederzeit auch von US-Cloud-diensten abschneiden kann.

MS hat Paris schon überzeugt

Nun allerdings scheint Microsoft eine Lösung erfunden zu haben, die den Europäern gefällt. Ende Mai verkündete die französische Regierung, dass sie künftig Microsofts Cloud-Office-Suite 365 sowie die „Azure“-Plattform mit über 200 Diensten nutzen will – allerdings nicht aus Microsoft-Rechenzentren heraus. Stattdessen werden die französischen Konzerne Orange und Capgemini die Server betreiben. Microsoft begnügt sich mit der Rolle des Software-Lieferanten.

Das neue Modell sorgt für „Immunität von sämtlichen extraterritorialen Gesetzen“, schreiben Capgemini und Orange. Gemeint ist der Cloud-Act, der US-Konzerne verpflichtet, den Behörden ihres Heimatlandes bei Bedarf auch jene Kundendaten zur Verfügung zu stellen, die bei ihren Tochtergesellschaften in aller Welt liegen. Auch technisch blieben die Rechenzentren „strikt getrennt“ von Microsofts globaler Infrastruktur, betonen Capgemini und Orange. Die französische Cybersicherheitsbehörde ANSSI hat dem Vorhaben bereits ihren Segen erteilt.

Der Bundesregierung hat Microsoft ein solches Modell ebenfalls vorgeschlagen. „Zur Sicherstellung der Anwendbarkeit deutschen Rechts verbleiben Eigentum und Betrieb der souveränen Cloud-plattform bei einer Betreiber-gesellschaft“, heißt es in einem vertraulichen Konzeptpapier des Konzerns, das c’t vorliegt. An der Gesellschaft könnten ein oder mehrere deutsche Unternehmen und auch der

Staat selbst beteiligt sein. Berlin könnte also Microsoft-Dienste nutzen, die Server aber selbst kontrollieren.

In den Verhandlungen zwischen Microsoft und der Bundesregierung geht es um viel. Die Clouddienste des Unternehmens könnten für Jahrzehnte zum de-facto-Standard des öffentlichen Sektors werden. Die Zahl der Nutzer dürfte siebenstellig sein, wenn Behörden aus Bund, Ländern und Kommunen in die neue Cloud gehen. Dafür müssten mehrere, redundant ausgelegte Rechenzentren aus dem Boden gestampft werden. Die Kosten lägen wohl im dreistelligen Millionenbereich.

Obendrein hätte die Entscheidung Signalwirkung für andere europäische Länder. „Viele schauen jetzt auf Deutschland und Frankreich. Wenn dort Lösungen gefunden werden, könnten weitere Länder dem Beispiel folgen“, sagt Frederik Blachetta, Partner bei der Strategieberatung Strategy&, im Gespräch mit c’t.

Wirklich „souverän“?

Doch wie „souverän“ ist das neue Microsoft-Modell wirklich? Wie steht es um den Datenschutz und die Unabhängigkeit im Fall von diplomatischen Spannungen? Das soll nun das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) prüfen, und zwar nicht nur auf dem Papier, wie die Kollegen von der französischen ANSSI. Die Bundesregierung plant auch Praxistests in einem Pilot-Rechenzentrum. Microsoft hat sich bereit erklärt, einen solchen „Proof of Concept“ zu ermöglichen, und will die dafür nötige Software und Support kostenlos bereitstellen. Ein mögliches finanzielles Risiko läge „vollständig bei Microsoft“, schreibt der Konzern in seinem Papier.

Fest steht, dass Microsoft mit seinem neuen Modell in Sachen Datenschutz einen weiteren Schritt auf die Europäer zugegangen ist. Anfang Mai hatte der Konzern schon eine „Datengrenze“ für seine eigenen Rechenzentren angekündigt: Daten von Kunden aus der EU sollen auch in der EU gespeichert und verarbeitet werden. Doch das schützt die Daten im Ernstfall nicht vor außereuropäischen Gesetzen wie dem Cloud Act.



Kommentar: Azurblauer Käfig

Von Christian Wölbart

Die ganze Palette an Microsoft-Cloud-Diensten für deutsche Behörden, gehostet von einer deutschen Betreibergesellschaft: Das klingt nach einer perfekten Kombination. Das Angebot bietet die Chance, die chaotischen IT-Strukturen der Verwaltung zu vereinfachen und die Digitalisierung voranzutreiben. Und das Datenschutzniveau wäre ähnlich hoch – oder niedrig, je nach Sichtweise – wie bei der aktuellen Infrastruktur mit proprietärer Microsoft-Software in bundeseigenen Rechenzentren. Denn egal, ob inhouse oder extern, niemand kann sicher sagen, was wirklich in der Software steckt. Auch Quellcode-Analysen ändern daran wenig.

Die wirtschaftliche Abhängigkeit von Microsoft würde allerdings stei-

gen. Denn der US-Konzern packt in die Cloud nicht nur seine Office-Dienste, deren lokale Varianten die Verwaltung sowieso schon nutzt und zu denen es auf absehbare Zeit keine praxistaugliche Alternative gibt. Hinzu kommt das gesamte Paket aus rund 200 „Azure“-Services von Big Data über Containerverwaltung bis hin zu KI. Wenn die Behörden dieses Bündel auch noch mitnehmen, wäre ein späterer Wechsel zur Konkurrenz noch einmal schwieriger. Die MS-Cloud wäre ein hochintegrierter, bequemer, azurblauer Käfig.

Deshalb sollte das Microsoft-Paket so klein wie möglich bleiben. Die Behörden sollten nur das Office-Paket 365 buchen – für andere Anwendungen und Datenspeicher aber mit Open-Source-Alternativen arbeiten.

Im Vergleich zur „Microsoft Cloud Deutschland“ (MCD) ist der neue Ansatz weiter entwickelt. Im Rahmen der MCD lässt Microsoft seine Clouddienste schon seit einigen Jahren von T-Systems hosten. Allerdings fließen dabei Telemetriedaten weiterhin nach Redmond. Im neuen Konzept würden diese Daten laut BSI hingegen in der nationalen Cloud verbleiben.

Funktional würde die neue Cloud sich ebenfalls von der MCD abheben. Diese fand bei Unternehmen wenig Anklang, weil Microsoft neue Anwendungen wie Teams dort nur verspätet oder gar nicht bereitstellte. Im Herbst stellt Microsoft das Angebot deshalb ein. Die angedachte „souveräne“ Cloud soll hingegen funktional dauerhaft ebenbürtig sein – in seinem Konzeptpapier verspricht Microsoft einen „Evergreen“. Anders als die MCD stünde das neue Angebot voraussichtlich aber Firmen nicht zur Verfügung.

In seinem Papier zeigt Microsoft sich schon jetzt zuversichtlich, sämtliche Anforderungen des BSI erfüllen zu können. Sollten die Sicherheitsexperten sowie der Bundesbeauftragte für den Datenschutz tatsächlich grünes Licht geben, muss letzten Endes die Politik entscheiden.

Der Druck, das Microsoft-Angebot anzunehmen, wird hoch sein, denn eine gleichwertige Alternative gibt es nicht. Die Bundesregierung spricht zwar von einer „Multi-Cloud-Strategie“ und will auch Open-Source-Alternativen wie Dataports „Phoenix“ fördern. Die quelloffene Office- und Kommunikations-Suite dürfte aber, selbst wenn sie ernsthaft vorangetrieben wird, erst in fünf bis zehn Jahren reif für die Praxis sein.

Und der Druck wird weiter steigen, denn Microsoft drängt seine Kunden langsam, aber sicher in Richtung Cloud. Teams zum Beispiel gibt es nur als Cloud-Angebot. Obendrein hat Corona gezeigt, wie weit die Verwaltung bei der Digitalisierung hinterherhinkt.

Kandidaten für den Aufbau einer nationalen Betreibergesellschaft stehen jedenfalls schon bereit. „Ja, wir könnten uns vorstellen, eine solche Hyperscaler-basierte souveräne Cloud aufzubauen und zu betreiben“, sagte Maximilian Ahrens, der Technikchef von T-Systems, im Gespräch mit c't. Ebenso wichtig seien allerdings rein europäische Lösungen, betonte er. Ein „grundsätzliches Interesse“ am Aufbau einer potenziellen „souveränen Cloud“ bestätigte auf Anfrage auch der IT-Dienstleister Arvato Systems. (cwo@ct.de) **ct**

Wenn Microsoft die Rechenzentren nicht mehr selbst betreibt, ist das Schutzniveau höher. US-Nachrichtendienste müssten Microsoft dann dazu bringen, bei der Spionage mitzumachen, etwa durch den Einbau von Hintertüren. Das neue Konzept sieht deshalb vor, dass die deutsche Betreibergesellschaft jeden Microsoft-Zugriff autorisieren muss. Updates sollen geprüft werden, bevor sie eingespielt werden. Dabei könne auch eine Quellcode-Einsichtnahme sinnvoll sein, erklärte das BSI auf Anfrage.

Eine vollständige Kontrolle dürfte aber utopisch bleiben – aufgrund der Vielzahl der Updates und der damit verbundenen Datenmengen. Dieses Problem hat die Bundesregierung allerdings schon jetzt. Schließlich erhalten auch die Microsoft-Programme Updates, die in den bundeseigenen Rechenzentren laufen.

Auch beim Thema Verfügbarkeit würde sich im Vergleich zum Status quo wenig ändern. Weil Microsoft die Server nicht selbst betreibt, könnte das Unternehmen sie nicht einfach ausknipsen, es könnte aber von der US-Regierung gezwungen werden, die Versorgung mit Sicherheits-

updates einzustellen. Je nach Bedrohungslage könnte die Cloud dann noch ein paar Tage, Wochen oder Monate mit vertretbarem Risiko weiterlaufen, was bei den aktuell genutzten, hauseigenen Exchange-Servern des Bundes ähnlich ist.

Bei dem neuen Modell kommt es allerdings auch darauf an, welche deutschen Konzerne an der Betreibergesellschaft beteiligt wären. Denkbar ist zum Beispiel, dass die US-Regierung Druck auf deren amerikanische Tochtergesellschaften ausübt.

Update-Versprechen

In einigen Aspekten der IT-Sicherheit dürfte das neue Cloudmodell Vorteile bieten. Im Moment ist die Bundes-IT zersplittert: Manche Behörden betreiben noch ihre eigenen Rechenzentren, der Umzug zu staatlichen Dienstleistern wie dem ITZ Bund läuft schleppend. Das BSI sieht deshalb auch Chancen in dem Cloud-Konzept, etwa eine „kontinuierliche, hochprofessionelle Administration“ und ein „zentralisiertes, hoch automatisiertes Patch-Management“. Schwachstellen könnten potenziell schneller behoben werden.



Universelle Saft-Buchse

USB-C liefert künftig bis zu 240 Watt

Das Gremium USB-IF erweitert die USB-C-Norm, um darüber Geräte mit noch höherer Leistungsaufnahme versorgen zu können – ein weiterer Schritt zu Universalnetzteilen.

Von Florian Müssig

Bei Smartphones und kompakten Notebooks ist die Stromversorgung über USB-C mittlerweile Standard: Der verdrehsichere Stecker kann bis zu 100 Watt liefern – ein entsprechend dickes Netzteil vorausgesetzt. Für leistungsstarke Notebooks mit rasanten 3D-Grafikchips reicht dieses in der Norm festgelegte Maxi-

mum nicht aus, was zu Wildwuchs führte: Bei Gaming-Notebooks und mobilen Workstations sind deshalb weiterhin Netzteile mit klassischen Rundsteckern üblich, die sich nicht zwischen Notebooks verschiedener Hersteller austauschen lassen. Dell hat wiederum den USB-C-Standard proprietär auf 130 Watt erweitert, was dann aber auch wieder nur für die Kombination gewisser hauseigener Notebooks und Netzteile klappt.

Das Standardisierungsgremium Universal Serial Bus Implementers Forum (USB-IF) hat sich der Sache angenommen: Künftig sind bis zu 240 Watt Ladeleistung möglich. Das reicht abgesehen von wenigen besonders klobigen Mobilrechnern mit Desktop-CPU für die Masse an leistungsstarken Notebooks und eröffnet neue Möglichkeiten zur Stromversorgung anderer Geräteklassen.

Doppel-Anpassung

Die Erweiterung von 100 auf 240 Watt machte neue Revisionen von zwei Spezifikationen nötig: Die „USB Type-C Cable and Connector Specification“, die die elektrischen Parameter von Steckern, Buchsen und Kabel definiert, wurde auf Revision 2.1 angehoben und die „USB Power Delivery Specification“ mit den Protokollfeinheiten liegt in Revision 3.1 vor. Das Doppel war nötig, um neue Spannungsstufen für einen Extended Power Range (EPR) zu definieren, was breitere Auswirkungen hat.

Bislang war bei USB-C bei 20 Volt Schluss. Mit der EPR-Erweiterung sind jetzt auch 28, 36 und 48 Volt möglich. In allen Stufen dürfen weiterhin bis zu 5 Ampere fließen – ein wichtiger Unterschied zu Dells oben genannter proprietärer 130-Watt-Erweiterung, die 6,5 Ampere bei 20 Volt vorsieht. Durch die stärkeren EPR-Stufen

werden USB-C-Kabel also nicht dicker (und damit steifer), als sie es jetzt schon sind.

Dennoch sind Anpassungen notwendig: Es sind andere Kondensatoren in den Steckern nötig, damit beim Abziehen unter Spannung weiterhin keine Lichtbögen entstehen, die die Kontakte beschädigen würden. Analog zu USB-C-Kabeln, die für 5 Ampere zugelassen sind, tragen EPR-Kabel eine elektronische Markierung, die sie ausweist, bis zu 50 Volt zu vertragen. Ohne eine solche Markierung fließen maximal 3 Ampere im bisherigen Modus, der jetzt Standard Power Range (SPR) heißt. Da das menschliche Auge elektronische Markierungen nur schlecht auslesen kann, sollen EPR-Kabel auch eine sichtbare Markierung bekommen.

Auf Protokollebene wurden neue Abläufe festgelegt. Schon im bekannten SPR-Modus gab es eine Kommunikation zwischen den Partnern: Eine Quelle musste einer Senke mitteilen, welche Modi es bietet, und die Senke musste mitteilen, welchen Modus sie gerne hätte. Erst nach einer solchen Einigung wurden mehr als die USB-typischen 5 Volt aufgeschaltet (sofern ausgehandelt).

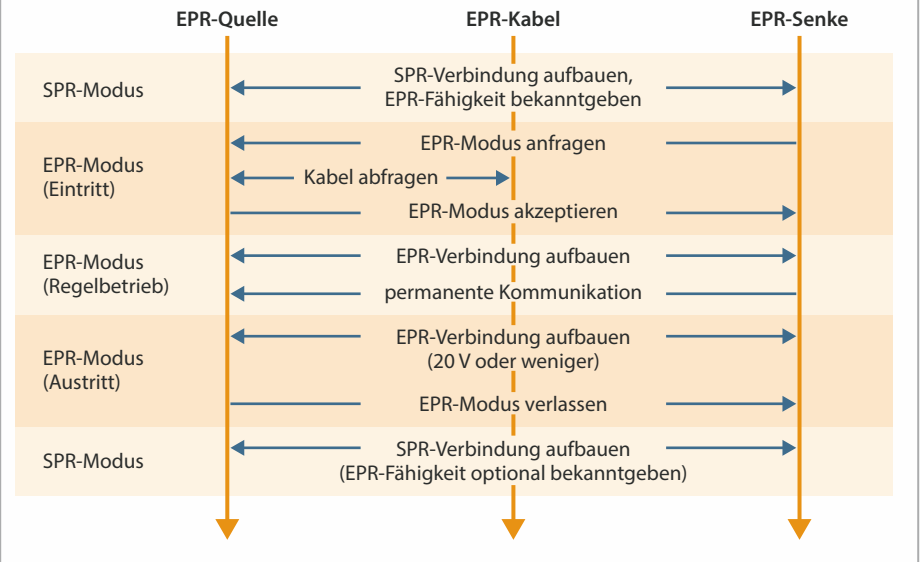
EPR setzt aus Sicherheitsgründen in mehrerlei Hinsicht einen drauf: Mit der Aushandlung eines EPR-Modus wird erst begonnen, wenn sich beide Partner schon vorher auf eine SPR-Verbindung geeinigt haben. Anders als dort müssen beide Partner auch nach der Aushandlung kontinuierlich miteinander reden: Wird die Senke stumm, schaltet die Quelle sofort die hohen Spannungen ab und beginnt mit einer neuen SPR-Aushandlung bei 5 Volt. Umgekehrt kann eine Senke jederzeit darum bitten, den EPR-Modus zu verlassen, indem wieder eine SPR-Spannung von 20 Volt oder niedriger angefordert wird. Eine Quelle muss danach ihre EPR-Fähigkeiten nicht mehr bewerben, um ein Hüpfen zwischen den beiden Modi zu vermeiden.

Variable Spannungen

Zusätzlich zu den fixen Spannungsstufen gibt es schon länger Modi, bei denen die Spannung im Laufe der Zeit dynamisch absinken soll. Letzteres ist etwa für Smartphones praktisch, denn das Laden eines Lithium-Ionen-Akkus läuft spätestens ab 80 Prozent Füllstand nicht mehr linear ab. Kümmert sich passend zur Ladekurve das Netzteil um eine dynamische Zulieferung, kann die Ladeelektronik im (hinsichtlich Platz und Abwärme beschränkten) Smartphone weniger komplex ausfallen.

EPR-Flussdiagramm

Quelle und Senke können erst dann in den neuen EPR-Modus mit höheren Spannungen schalten, wenn vorher eine Verbindung im etablierten SPR-Spannungsbereich bis 20 Volt ausgehandelt wurde. Anders als im SPR-Betrieb müssen Quelle und Senke im EPR-Modus permanent kommunizieren.



Im altbekannten SPR-Spannungsbereich trägt dieser Modus den etwas irreführenden Namen Programmable Power Supply (PPS). Die Quelle kann dort auf Anfrage (Programmierung) der Senke die Spannung vom jeweiligen Stufennennwert dynamisch auf bis zu 3,3 Volt runterfahren. Im EPR-Spannungsbereich heißt der konzeptionell identische Modus nun Adjustable Voltage Supply (AVS); das Absenken ist jeweils bis hinunter zu 15 Volt vorgesehen.

Ausblick

Die Liste der Unternehmen, die Mitarbeiter für die Ausarbeitung der USB-Spezifikationen abgestellt haben, liest sich wie das Who's who der IT-Branche – damit ist klar, dass die 240-Watt-Erweiterung von USB-C eine breite Verwendung finden wird. Gerade bei Notebooks kommt sie sehr gelegen, um endlich eine einheitliche Ladebuchse für alle Notebookklassen zu bekommen, die zudem auch fürs Docking taugt [1].

Letzteres ist mehr als Selbstzweck, damit die Hersteller nicht mehr Netzteile mit unterschiedlichen Steckern entwickeln und vorhalten müssen. Die EU-Kommission arbeitet schon länger an einem Gesetz, das einheitliche Ladekabel vorschreibt: Man soll Netzteil und Kabel unabhängig vom eigentlichen Gerät (weiter) nutzen können, was Elektroschrott verringert [2]. Und abseits von USB-C wüssten wir nicht, welche etablierte Buchse

denn sonst überhaupt für dieses Ansinnen infrage käme.

Insofern ist das größte Fragezeichen das Wann: Mit der Fertigstellung der neuen USB-Spezifikationen können jetzt Ladeelektronikbausteine entwickelt werden – und um diese herum dann die Netzteile und Geräte. Unser Bauchgefühl bezüglich Entwicklungszyklen sagt, dass USB-C mit mehr als 100 Watt Ladeleistung wohl erst ab 2023 richtig abheben wird. Wir lassen uns aber gerne auch schon früher überraschen; laut USB-IF könnte es jedenfalls bereits Ende 2021 losgehen.

(mue@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Florian Müssig, Alles kann, nichts muss, Technische Hintergründe zu USB Typ C, c't 4/2017, S. 124
- [2] Robin Brand, Endlich eins?, Gesetz für einheitliche Ladekabel auf dem Weg, c't 6/2021, S. 30

USB PD Revision 3.1

Modus	Spannung	max. Stromstärke	max. Leistung
SPR	5 V	3 A	15 W
SPR	9 V	3 A	27 W
SPR	15 V	3 A	45 W
SPR	20 V	3 A	60 W
SPR	20 V	5 A ¹	100 W
EPR	28 V	5 A ²	140 W
EPR	36 V	5 A ²	180 W
EPR	48 V	5 A ²	240 W

¹ erfordert 5-A-Kabel ² erfordert EPR-Kabel

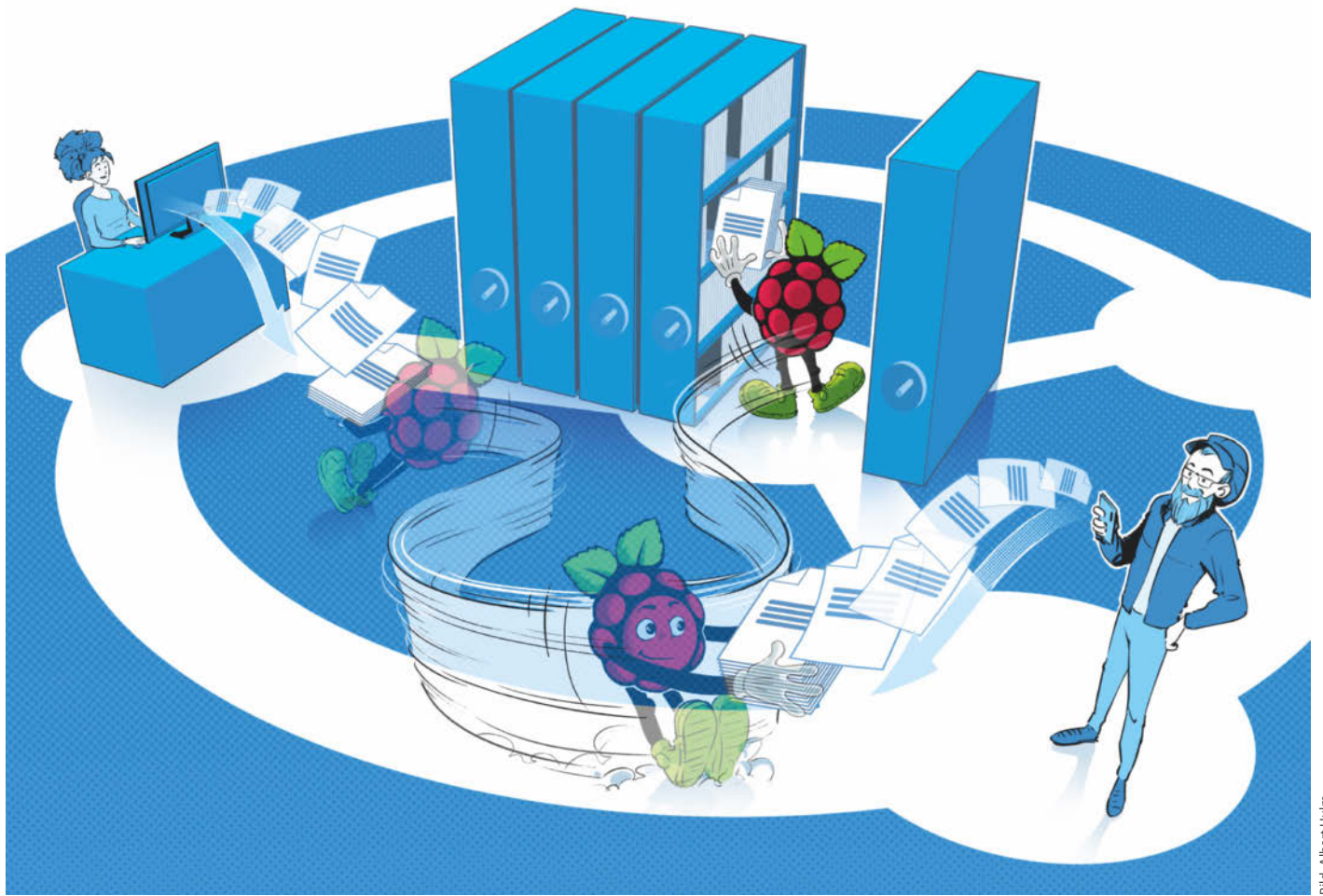


Bild: Albert Hulm

Ding zum Sichern

Plattformunabhängiges Backup mit Syncthing

Die quelloffene Software Syncthing gleicht Ordnerinhalte zwischen Geräten ab und lässt sich auch hervorragend zur Datensicherung einsetzen – zum Beispiel auf einem Raspberry Pi mit großer Festplatte als zentraler Backup-Speicher für all Ihre Rechner, Smartphones & Co.

Von Jan Schüßler

Syncthing eignet sich, um etwa die mit dem Smartphone geschossenen Fotos automatisch und ganz ohne Cloud auf den Rechner zu befördern, auf einem Raspi taugt es aber auch als zentraler Backup-Speicher für das digitale Hab und Gut der ganzen Familie. Nach der Einrichtung muss man sich um Syncthing nicht mehr kümmern, es erledigt still und zuverlässig seinen Job. Die Datenübertragung erfolgt stets Ende-zu-Ende-verschlüsselt.

Im Gegensatz zum funktional vergleichbaren Resilio Sync handelt es sich bei Syncthing um quelloffene Software, und anders als bei Tools wie Robocopy oder Synchredible geschieht die Synchro-

nisierung nicht durch direktes Kopieren zwischen Dateisystemen, sondern via Peer-to-Peer-Übertragung (P2P). Es muss auf jedem beteiligten Gerät laufen. Um was für welche es sich dabei handelt, ist allerdings beinahe egal: Weil Syncthing quelloffen ist, gibt es die Software für die meisten gängigen Plattformen wie Windows, Linux und macOS und für ein paar weniger gängige Systeme. Auch für Android und iOS gibts passende Apps, und sogar für die NAS-Betriebssysteme von QNAP und Synology.

Das Charmante an Syncthing ist außerdem, dass man einen synchronisierten Speicherplatz auf einem Netzwerkgerät

bekommt, ohne dafür groß mit NAS-Diensten, Netzwerkkonfigurationen und Benutzerrechten hantieren zu müssen – dank grafischer Oberfläche ist die Einrichtung sehr einfach und schnell erledigt. Wer will, kann Syncthing nicht nur im lokalen Netz nutzen, sondern auch übers Internet: Praktischerweise existiert ein Community-betriebenes Netz von Discovery- und Relay-Servern, damit Daten auf Wunsch auch über NAT-Grenzen hinweg synchronisiert werden können. Relays speichern Inhalte bei Bedarf zwischen, sodass die Synchronisierung zwar verzögert wird, nicht aber komplett abbricht, sollte ein Gerät zeitweilig die Internetverbindung verlieren. Die Verschlüsselung bleibt dabei bestehen.

Ideal ist ein Syncthing-gestütztes Backup für Nutzdaten wie Dokumente, Musik und Fotos. Das gilt vor allem, wenn man die integrierte Versionierung einschaltet: Dann speichert Syncthing Dateien beim Ändern oder Löschen in einem Versionsarchiv, aus dem sich ältere Versionen bei Bedarf wiederherstellen lassen. Das ist nicht nur ein Sicherheitsnetz gegen versehentliche Änderungen, sondern auch gegen Verschlüsselungstrojaner.

Bedenken Sie aber, dass zu einer umfassenden Backup-Strategie mitunter weitere Aspekte gehören können. Bei Windows-PCs mit lange gewachsenen, individuellen Installationen etwa empfehlen sich zusätzlich komplette System-Backups, mit denen man den kompletten Installations- und Konfigurationszustand eines Rechners im Handumdrehen wiederherstellen kann. Dafür eignet sich zum Beispiel unser Tool c't-WIMage [1], aber auch andere Software wie Drive Snapshot, Acronis True Image und Ähnliche [2]. Ein gutes Backup folgt zudem der 3-2-1-Regel: Drei Kopien (das Original zählt mit), davon zwei auf verschiedenen Medientypen, und eines davon außer Haus – mehr dazu lesen Sie in [3].

In diesem Artikel erklären wir die Installation von Syncthing auf Windows 10, Ubuntu Linux, Android und iOS sowie auf einem Raspi 4 mit dem regulären Raspberry Pi OS mit Desktopumgebung – macOS haben wir hier ausgeklammert, weil es mit Time Machine bereits eine eigene, ähnlich funktionierende Lösung mitbringt. Der Raspi 4 eignet sich dank USB 3.0 zusammen mit einer externen Festplatte hervorragend als dauer verfügbarer Backup-Speicher. Im nachfolgenden Artikel lesen Sie, wie Sie Syncthing auf den

Clients für die Datensicherung auf einem zentralen Backup-Raspi konfigurieren und wie Sie Daten daraus im Falle eines Falles wiederherstellen.

Allgemeines

Syncthing arbeitet im Hintergrund und stellt zur Konfiguration ein Web-Frontend auf HTTP-Port 8384 bereit. Das heißt: Läuft Syncthing, lässt die Oberfläche im lokalen Webbrowser durch Eingabe der Adresse 127.0.0.1:8384 aufrufen. Ein separates Konfigurationsprogramm wird nicht mitgeliefert. Es ist nicht nötig und auf dem Desktop zunächst auch nicht enthalten. Wer trotzdem eins haben will: Für Linux gibt es Tools wie Syncthing-GTK, das auch in den Repositories einiger Distributionen enthalten ist. Auf Windows-Systemen empfiehlt sich SyncTrayzor (siehe ct.de/yg6h). Es bringt die Syncthing-Engine gleich mit und zeigt die bekannte Oberfläche in einem eigenen Programmfenster. Außerdem legt es ein Status-Icon für den Infobereich in der Taskleiste ab.

Auf Windows und Linux hat Syncthing die Eigenart, nicht automatisch zu starten, weshalb dafür ein paar zusätzliche Handgriffe nötig sind.

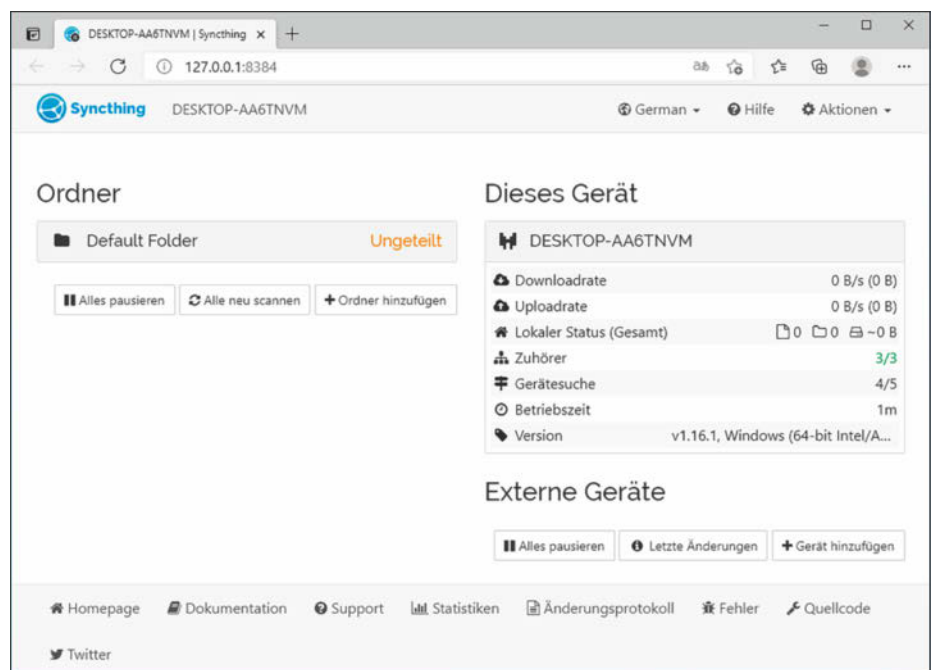
Installation auf Windows

Für Windows gibt es keinen Installer, so dass Sie Syncthing händisch in einen Pro-

grammordner kopieren müssen, den Sie zunächst erstellen. Öffnen Sie den Datei-Explorer und dann Laufwerk C: per Doppelklick. Mit einem Rechtsklick in den leeren Bereich des Laufwerks und Auswahl von „Neu/Ordner“ erstellen Sie ein Verzeichnis für die Programmdateien. Nennen Sie ihn zum Beispiel „Syncthing“. Darin legen Sie nun die zuvor heruntergeladenen, entpackten Programmdateien ab.

Um Syncthing nach einem Neustart des Rechners automatisch starten zu lassen, empfiehlt sich die Windows-Aufgabenplanung: Drücken Sie die Windows-Taste, tippen Sie `taskschd.msc` ein und bestätigen Sie mit der Eingabetaste. Klicken Sie rechts auf „Aufgabe erstellen“. Auf der Registerkarte „Allgemein“ vergeben Sie einen Namen wie „Syncthing automatisch starten“ und markieren die Sicherheitsoption „Unabhängig von der Benutzeranmeldung ausführen“.

Auf der Registerkarte „Trigger“ klicken Sie auf „Neu“. Für „Aufgabe starten“ wählen Sie „Beim Start“ und bestätigen mit OK. Wechseln Sie nun zur Registerkarte „Aktionen“ und klicken Sie auch hier auf „Neu“ und dann bei „Programm/Skript“ auf „Durchsuchen ...“. Wählen Sie die zuvor nach C:\Syncthing kopierte Programmdatei namens „syncthing.exe“ per Doppelklick aus. Ins Feld



Läuft Syncthing im Hintergrund? Das können Sie einfach durch Eingabe der Adresse 127.0.0.1:8384 in einem beliebigen Browser prüfen. Es öffnet sich das Webinterface, über das Syncthing auch konfiguriert wird.

„Argumente hinzufügen (optional)“ tragen Sie

```
--no-console --no-browser
```

ein. Entfernen Sie dann noch auf der Registerkarte „Einstellungen“ das Häkchen vor „Aufgabe beenden, falls Ausführung länger als...“. Wenn Syncthing auf Notebooks auch im Akkubetrieb funktionieren soll, entfernen Sie außerdem auf der Registerkarte „Bedingungen“ noch die Häkchen vor „Beenden, wenn Computer in den Akkubetrieb wechselt“ und vor „Aufgabe nur starten, falls Computer im Netzbetrieb ausgeführt wird“. Prinzipiell ist das sinnvoll, es kann beim Sync größerer Datenmengen allerdings zu einem höheren Stromverbrauch führen – und auch das Datenvolumen einer eventuellen Mobilfunkverbindung stark belasten (Tipps zur Schonung des Datenvolumens finden Sie in [4]).

Bestätigen Sie nun den Aufgabendialog mit OK – nach Bestätigung durch Eingabe Ihres Windows-Kennworts ist der Syncthing-Autostart eingerichtet. Testen können Sie das ganz einfach, indem Sie nach einem Windows-Neustart die Syncthing-Oberfläche unter 127.0.0.1:8384 aufrufen. Beim ersten Start von Syncthing bekommen Sie im Regelfall auch eine Firewall-Abfrage – erlauben Sie dem Programm die Kommunikation.

Linux

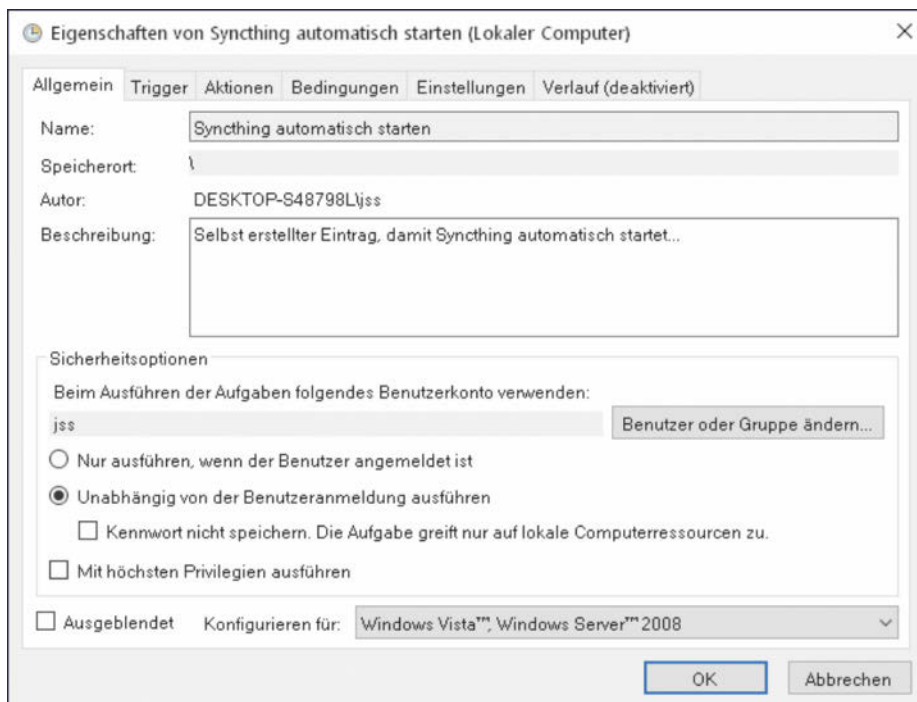
Syncthing ist in den Repositories vieler Desktop-Linux-Distributionen enthalten, etwa bei Ubuntu und seinen Derivaten, bei OpenSUSE Leap und bei Debian – es lässt sich einfach über die Softwareverwaltung finden und installieren. Alternativ installieren Sie es unter Ubuntu & Co. auch per Konsole mit dem Bash-Kommando

```
sudo apt install syncthing
```

Leider startet Syncthing damit noch nicht automatisch. Damit das bei der Benutzeranmeldung geschieht, kann man einen Autostart-Manager verwenden, wenn die Distribution einen bietet. Falls nicht, tut es unter Ubuntu auch das Bash-Kommando

```
cp /usr/share/applications/\
  syncthing-start.desktop \
  ~/.config/autostart/
```

Der Befehl legt eine Syncthing-Programmverknüpfung in den Autostart-Ordner des gerade angemeldeten Benutzerprofils – nach



Damit Syncthing mit Windows startet, müssen Sie eine passende Aufgabe in die Aufgabenplanung eintragen.

dem nächsten Einloggen in Ihr Profil sollte Syncthing automatisch laufen und im Browser unter 127.0.0.1:8384 aufrufbar sein.

Raspberry Pi OS

Im regulären Software-Repository der Linux-Variante Raspberry Pi OS ist Syncthing zwar enthalten. Wir empfehlen allerdings die Installation aus dem APT-Repository von Syncthing selbst – die Einrichtung des Autostarts lief damit glatter ab. Zunächst importiert der Konsolenbefehl

```
sudo curl -s -o /usr/share/keyrings/\
  syncthing-archive-keyring.\
  gpg https://syncthing.net/release-key.gpg
```

den PGP-Schlüssel des Repositories. Fügen Sie dann die Paketquelle hinzu:

```
echo "deb [signed-by=/usr/share/\
  keyrings/syncthing-archive-keyring.\
  gpg] https://apt.syncthing.net/ \
  syncthing stable" | sudo tee /etc/\
  apt/sources.list.d/syncthing.list
```

Nun sorgen Sie noch dafür, dass Syncthings eigenes Repository bei der Installation bevorzugt wird:

```
printf "Package: *\nPin: origin \
  apt.syncthing.net\nPin-Priority: \
  990\n" | sudo tee \
  /etc/apt/preferences.d/syncthing
```

Nun aktualisieren Sie die Paketquellen per

```
sudo apt-get update
```

und installieren Syncthing mit

```
sudo apt-get install syncthing
```

Jetzt müssen Sie noch dafür sorgen, dass Syncthing beim Systemstart automatisch geladen wird. Das lässt sich einfach mit systemd erledigen, und zwar mit

```
sudo systemctl enable syncthing@
```

sowie

```
sudo systemctl start syncthing@pi
```

Nach einem Neustart sollte Syncthing automatisch starten, was Sie einfach prüfen können, indem Sie versuchen, die Weboberfläche von Syncthing im Browser via 127.0.0.1:8384 aufzurufen.

Android

Für Android steht die Syncthing-App sowohl im Play Store als auch in F-Droid zur Verfügung. Beim ersten Start verlangt es nach der Berechtigung, auf den Speicher und optional auf den Standort zuzugreifen – letzteres, damit Syncthing auch im Hintergrund erkennen kann, ob und mit welchem WLAN das Smartphone verbunden

ist, um je nach Konfiguration nur in bestimmten WLANs zu synchronisieren. Je nach Android-Version und -Anbieter zeigt die Erlaubnis-Abfrage für den Standortzugriff allerdings nicht die erforderliche Option „Immer zulassen“ an. Setzen Sie die Erlaubnis stattdessen von Hand in den App-Berechtigungen – bei einem Google Pixel 4 mit Android 11 in den Android-Einstellungen unter „Apps & Benachrichtigungen/Alle Apps ansehen/Syncthing/Berechtigungen/Standort“.

Außerdem empfiehlt die App, auch die Ausführung im Hintergrund zu erlauben. Sinnvoll ist diese Einstellung, um Syncthing nicht jedes Mal extra öffnen zu müssen, um die Synchronisierung zum Beispiel neuer Fotos anzustoßen; sie kann sich allerdings negativ auf die Akkulaufzeit auswirken, wenn Syncthing viel und oft synchronisieren muss. Je nach Hersteller und Android-Version finden Sie diese Einstellung an einer anderen Stelle, bei unserem Pixel 4 zum Beispiel in den Einstellungen unter „Apps & Benachrichti-

gungen/Alle Apps ansehen/Syncthing/Akku“.

iOS

Eine offizielle Syncthing-App existiert für iOS und iPadOS nicht, stattdessen gibt es Möbius Sync. Die App fußt auf der quell-offenen Syncthing-Engine, bringt aber eine kleine Modifikation mit: Übersteigt der synchron zu haltende Datenbestand eine Gesamtgröße von 20 MByte, wird eine Freischaltung des „Unlimited File Sync“ per In-App-Kauf nötig. Derzeit kostet das einmalig 20 Euro. In Sachen Bedienung gleichen sich Syncthing und Möbius Sync ansonsten weitgehend.

Unter iOS beziehungsweise iPadOS muss man allerdings damit leben, dass die Synchronisierung im Hintergrund stark eingeschränkt ist, weil das Betriebssystem Hintergrundaufgaben restriktiv und in nicht genau vorhersehbarer Weise einschränkt. Die FAQ zur App (siehe ct.de/yg6h) nennen rund ein bis zwei Stunden Sync-Aktivität pro Tag als realistischen Wert.

Neben den genannten Betriebssystemen ist Syncthing auch für weitere Systeme wie macOS, FreeBSD und OpenBSD zu haben – und natürlich als Quellcode. Auch für NAS-Betriebssysteme von QNAP und Synology stehen Pakete bereit – die Downloads haben wir unter ct.de/yg6h verlinkt.

Nachdem Sie Syncthing auf allen gewünschten Geräten installiert haben, ist es bereit zur Einrichtung als Backup-Lösung. Wie das geht, steht im nachfolgenden Artikel. (jss@ct.de) 

Literatur

- [1] Axel Vahldiek, Ersatzrad, c't-WIMage erstellt Windows-Backups, c't 10/2021, S. 18
- [2] Jan Schüßler, Sicherheitsnetze, Backup-Programme für Windows, c't 8/2018, S. 122
- [3] Axel Vahldiek, Emotet: Hält Ihr Backup?, So sichern Sie Ihre Daten wirklich zuverlässig, c't 10/2020, S. 16
- [4] Jan Schüßler, Sparsam im Grünen, Wie Sie unter Windows das Inklusivvolumen Ihres Mobilfunkvertrags schonen, c't 11/2021, S. 150

Syncthing-Downloads: ct.de/yg6h



WORKSHOPS 2021



4. - 5. August 2021

Big Data-Analyse mit
PySpark



10. - 11. August 2021

Terraform – Infrastructure
as Code



10. - 12. August 2021

Software-defined Storage
mit Ceph: Installation,
Administration, Monitoring

Weitere Infos unter www.heise-events.de/workshops



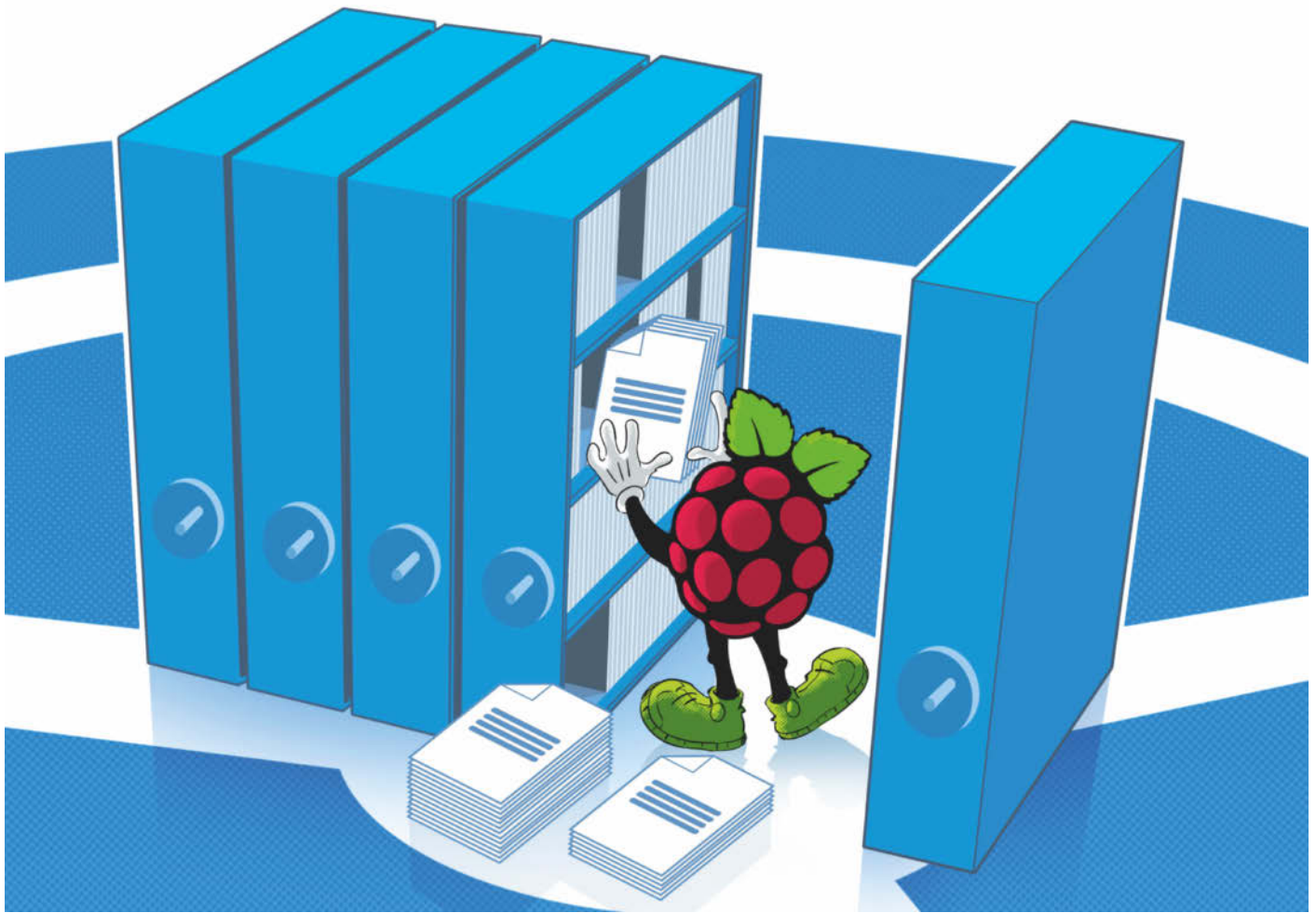


Bild: Albert Hulm

Synchrone Kopien

Raspi als zentraler Backupserver mit Syncthing

Einmal eingerichtet, läuft Syncthing unauffällig im Hintergrund. Doch das allein ergibt noch keine Datensicherung – in diesem Artikel lesen Sie, wie Sie Syncthing unter Verwendung eines Raspberry Pi als zentralen Speicher dafür einrichten. So sind Ihre Daten sogar vor Erpressungs-Trojanern geschützt.

Von Jan Schübler

Wir gehen in diesem Artikel davon aus, dass Sie Syncthing auf den zu sichernden Geräten sowie auf einem Raspi

mit einer externen Festplatte als zentralen Backuprechner installiert haben, wie im vorigen Artikel beschrieben. Hier geht es nun um die Einrichtung des Backups am Beispiel eines Datenordners, der von einem Windows-Rechner auf den Backupraspi synchronisiert werden soll. Das kann zum Beispiel der Ordner „Dokumente“ sein, in dem sich wichtige Dateien befinden, die sich häufig ändern. Genauso gut können Sie Ihre Fotos, Projekte und vieles mehr sichern lassen. Auch wenn Sie Daten von Linux-Rechnern, Macs oder Smartphones/Tablets sichern wollen, hilft Ihnen diese Anleitung weiter. Die zur Konfiguration genutzte Weboberfläche von Syncthing ist immer dieselbe. Ebenso können Sie auch eine andere Hardware als einen Raspi als Backupziel verwenden, zum Beispiel einen alten Linux- oder Windows-PC. Bedenken Sie aber den Strom-

verbrauch – 3 Watt im Leerlauf schafft kein normaler PC.

Die Bedienoberfläche eines installierten und laufenden Syncthing erreichen Sie auf Windows- und Linux-Systemen im Browser durch Aufruf von `127.0.0.1:8384`. Bevor es an die Konfiguration der Datensicherung geht, sollten Sie aber ein paar grundlegende Einstellungen vornehmen. So ist die Syncthing-Oberfläche serienmäßig nicht kennwortgeschützt. Das ändern Sie in den Einstellungen, die Sie über das Aktionen-Menü oben rechts öffnen, und dort auf die Registerkarte „GUI“ klicken.

Als Gerätenamen übernimmt Syncthing automatisch den Netzwerknamen des Rechners. Je nach PC ist das mitunter kryptisch anmutender Zeichensalat – um die Einrichtung zu erleichtern, sollten Sie all Ihren Syncthing-Instanzen sprechende Namen geben, wie zum Beispiel „Desk-

top-PC“, „Arbeitsnotebook“ oder „Backup-Raspi“. Das erledigen Sie ebenfalls in den Einstellungen: Tragen Sie auf der Registerkarte „Allgemein“ bei „Geräte-name“ den Namen ein.

Außerdem kann es sinnvoll sein, die Syncthing-Oberfläche des Raspi im internen Netzwerk verfügbar zu machen, so dass Sie die Konfiguration auch von einem anderen Rechner aus vornehmen können. Dafür tragen Sie auf der Registerkarte „GUI“ als „Adresse der Benutzeroberfläche“ 0.0.0.0:8384 ein. Nun können Sie die Oberfläche auch von anderen Geräten aus über den Hostnamen oder die IP-Adresse des Raspi aufrufen – im einfachsten Fall also über raspberrypi:8384, sofern Sie den Hostnamen des Raspi nicht geändert haben. Klappt das nicht, verwenden Sie stattdessen die IP-Adresse Ihres Raspi, die Sie mit dem Konsolenbefehl `ifconfig` ermitteln können.

Datenträger vorbereiten

Kommt ein Raspi als Backupziel zum Einsatz, gehören die Daten auf eine externe USB-Festplatte oder -SSD – die SD-Karten, auf denen bei Raspi das Betriebssystem läuft, sind bei Dauerbelastung weniger zuverlässig und oft auch langsamer. Im besten Fall kommt ein Raspi 4 zum Einsatz, dessen USB-3.0-Anschluss deutlich schneller überträgt als die USB-2.0-Schnittstelle älterer Raspi.

Das Formatieren der Platte ist schnell mit dem Standardwerkzeug GParted erledigt. Falls es nicht installiert ist, ändern Sie das mit dem Konsolenbefehl

```
sudo apt install gparted
```

Starten Sie das Programm dann aus dem Startmenü unter „Systemwerkzeuge“ oder per `sudo gparted`. In GParted wählen Sie oben rechts die externe Platte aus (meist `/dev/sda`) und verpassen ihr unter „Laufwerk/Partitionstabelle erstellen“ eine neue Partitionstabelle vom Typ `gpt`. Achtung: Alle auf der Platte befindlichen Daten werden dabei gelöscht.

Nun legen Sie über „Partition/Neu“ eine Partition für die Backupdaten an. Im Prinzip genügt es, im Partitionsdialog einfach nur im Feld „Bezeichnung“ einen Namen wie „Backup-Platte“ zu vergeben, der Rest passt so. Geschmackssache ist, ob Sie das Dateisystem von `Ext4` (dem Debian-Linux-Standard) auf `Microsoft NTFS` umstellen. Das hat den Vorteil, dass Sie die externe Festplatte bei einem Aus-

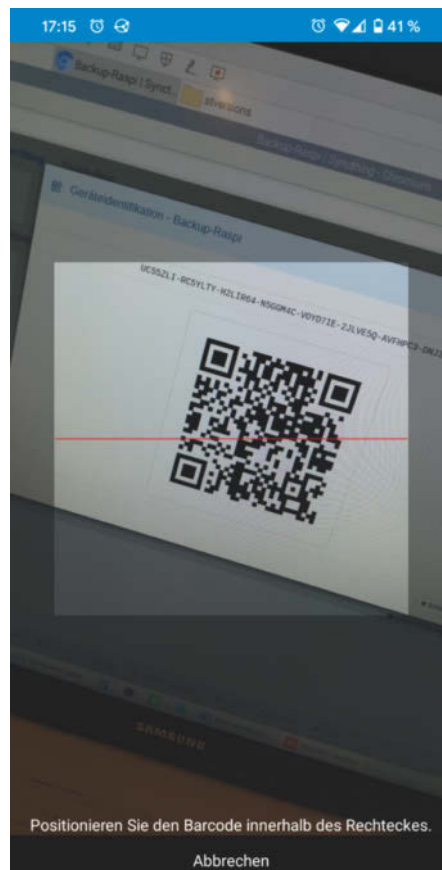
fall des Raspi problemlos an einen Windows-PC anklammern und ohne weitere Tools auslesen können. Die Performance ist mit `Ext4` allerdings besser – deshalb haben wir uns dafür entschieden.

Nach einem Klick auf „Hinzufügen“ und auf das grüne Häkchen wird die neue Partition auf der Festplatte erstellt. Nun sollte das Laufwerk „Backup-Platte“ im Datei-Explorer des Raspi links oben auftauchen; ein Klick darauf mountet die Partition nach `/media/pi/Backup-Platte`.

Die frisch formatierte und eingebundene `Ext4`-Partition lässt sich nun zwar lesen, doch zum Schreiben, Ändern oder Löschen von Dateien bräuchten Sie Root-Rechte. Das ändern Sie mit dem Konsolenbefehl

```
sudo chmod 777 /media/pi/Backup-Platte
```

In unseren Versuchen erwies sich manche Hardware als bockig. Die Festplatten-Adapterbox Quickport XT von Sharkoon zum Beispiel wurde nach einem Neustart



Hängt das zu sichernde Gerät nicht im gleichen Netz wie der Raspi, müssen Sie einmalig die Geräte-ID eintippen – oder auf einem Smartphone einfach den QR-Code scannen.

des Betriebssystems oftmals nicht mehr erkannt, und wenn doch, dann nicht mehr automatisch gemountet. Offenbar gelangt der Controller mitunter in einen Zustand, in dem er nicht mehr mit dem Raspi reden kann. Es hilft dann, die Stromzufuhr des Quickport für ein paar Sekunden zu unterbrechen.

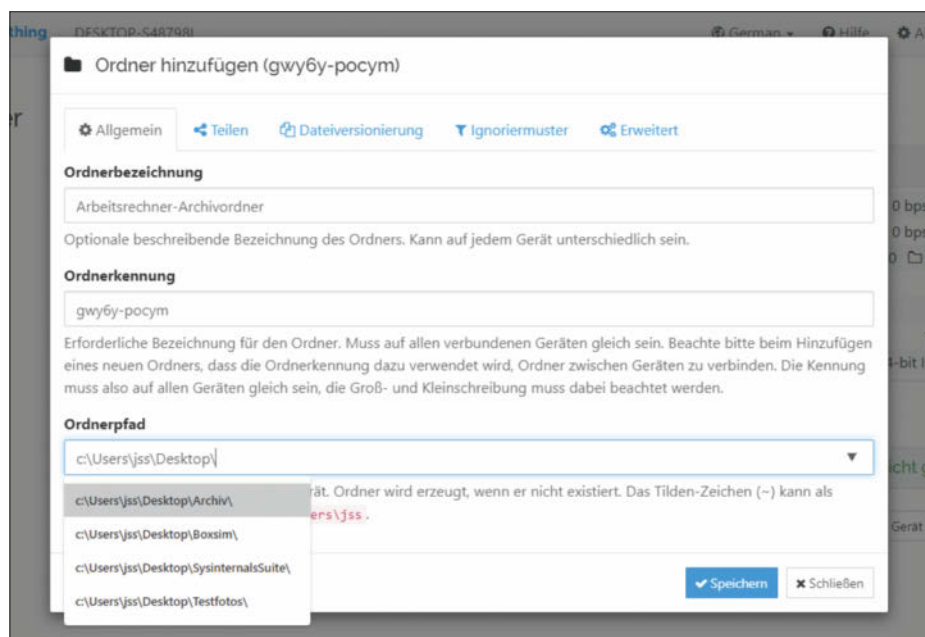
Es ist sinnvoll, auf dem Backuplaufwerk eine Struktur mit Ordnern für die einzelnen Sync-Aufträge Ihrer Geräte anzulegen. Erstellen Sie also Ordner mit sprechenden Namen wie „Arbeitsnotebook“, „Desktop-PC“ oder „Smartphone“. Das geht recht simpel über den Datei-Explorer von Raspberry Pi OS per Rechtsklick in den leeren Bereich des Laufwerks und „New Folder“. Falls Sie mehrere Ordner eines Gerätes sichern möchten, bei einem Desktop-PC also zum Beispiel den Dokumenten- und den Bilderordner, erstellen Sie dafür wiederum Unterordner.

Einander vorstellen

Bevor Sie Synchronisierungsaufträge einrichten können, müssen Sie die Geräte, zwischen denen Daten synchronisiert werden sollen, miteinander bekannt machen. In diesem Fall bedeutet das: Der Raspi muss alle zu sichernden Geräte kennen, die aber nur jeweils den Raspi.

Um den Raspi dem Quellgerät vorzustellen, klicken Sie in der Syncthing-Oberfläche auf letzterem im Abschnitt „Externe Geräte“ auf „Gerät hinzufügen“. Auf der Registerkarte „Allgemein“ sollte Syncthing nun bereits Geräte-IDs vorschlagen, die es im lokalen Netzwerk findet und auf denen ebenfalls Syncthing läuft. Im Regelfall sind das alle, die per WLAN oder LAN am selben Router hängen. Wählen Sie den Raspi per Klick auf seine ID aus. Vergeben Sie unter „Gerätename“ noch einen eindeutigen Namen wie „mein Backup-Raspi“ und bestätigen Sie mit „Speichern“. In Syncthing auf dem Raspi erscheint nach ein paar Sekunden bis Minuten eine Benachrichtigung, dass er hinzugefügt wurde. Klicken Sie in dieser Meldung auf „Gerät hinzufügen“ und verfahren Sie wie eben beschrieben, um auch das Quellgerät dem Raspi bekannt zu machen.

Falls Sie mehr als nur einen PC und den Raspi mit Syncthing verwenden, erkennen Sie nicht auf Anhieb, welches Gerät welches ist. In diesem Fall öffnen Sie Syncthing auf dem Raspi, klicken im Aktionen-Menü auf „Eigene Kennung“ und merken sich die ersten drei, vier Ziffern der ID – dann gelingt die Identifizierung.



Um den Überblick zu behalten, geben Sie den synchronisierten Ordnern auf dem Raspi sprechende Bezeichnungen und eigene Unterverzeichnisse.

Ab und an erleben wir es beim Hinzufügen einer neuen Geräteverbindung, dass Syncthing auf dem einen oder anderen Rechner die IDs anderer lokaler Syncthing-Geräte partout nicht anbietet. Das ist nicht tragisch: Findet etwa Ihr Laptop den Raspi nicht, schauen Sie einfach auf dem Raspi nach, ob Syncthing dort den Laptop findet – die Reihenfolge, in der Sie die Geräte hinzufügen, ist egal. Einzig dann, wenn sich die Syncthing-Installationen auf beiden Geräten dauerhaft nicht finden, müssen Sie die Geräteerkennung des einen auf dem anderen Rechner eintippen. Auf Geräten, die eine Kamera haben (etwa Smartphones), können Sie dafür auch den QR-Code benutzen, den Sie im Aktionen-Menü unter „Eigene Kennung“ angezeigt bekommen.

Syncs einrichten

Klicken Sie in Syncthing auf dem zu sichernden Gerät nun auf „Ordner hinzufügen“. Auf der Registerkarte „Allgemein“ geben Sie im Feld „Bezeichnung“ eine Klartext-Bezeichnung für das ein, was gesichert werden soll, zum Beispiel „Arbeitsrechner-Archivordner“. Die zufällig generierte „Ordnerkennung“ können Sie übernehmen. Als „Ordnerpfad“ geben Sie das Verzeichnis mit den zu sichernden Daten an. Leider gibt es hier keine Funktion zum Durchsuchen der Festplatte, mit der Sie sich zum gewünschten Ordner durchklicken könnten. Das Eingabefeld unter-

stützt aber immerhin automatisches Vervollständigen, wie es man es auch von modernen Suchmaschinen kennt – so müssen Sie nicht den kompletten Pfad von Hand eintippen. Setzen Sie noch auf der Registerkarte „Teilen“ ein Häkchen vor den Raspi und bestätigen Sie den Dialog abschließend mit „Speichern“.

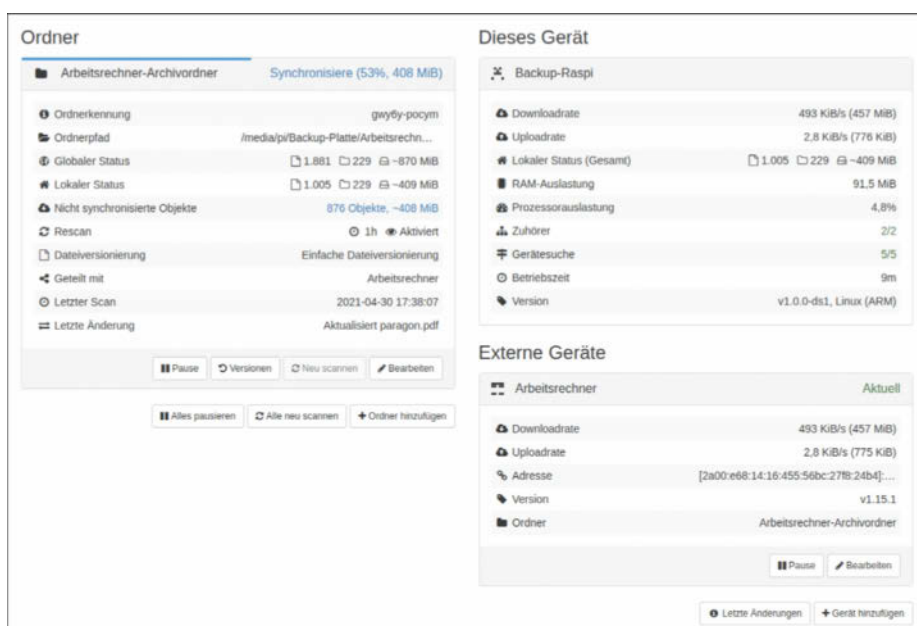
Wenn Sie das Webinterface von Syncthing auf dem Raspi aufrufen, sollten Sie spätestens nach ein paar Minuten den Hin-

weis bekommen, dass ein Rechner einen Ordner teilen möchte. Klicken Sie innerhalb dieser Benachrichtigung auf „Hinzufügen“. Auch hier müssen Sie ein paar Dinge anpassen, als Erstes natürlich den Speicherort. Hier tragen Sie den für die jeweiligen Daten vorgesehenen Unterordner ein, den Sie zuvor auf der externen Festplatte angelegt haben, in unserem Beispiel `/media/pi/Arbeitsrechner/Archivordner`.

Auf der Registerkarte „Dateiversionierung“ sollten Sie die Versionierung einschalten. Ansonsten hätten Sie keinen Schutz vor versehentlichen Dateiänderungen und vor Erpressungstrojanern, die den Inhalt Ihrer Dateien verschlüsseln – wegen seiner Echtzeit-Synchronisierung würde Syncthing auch die Inhalte Ihres Backups unwiederbringlich durch die verschlüsselten Inhalte ersetzen. Sinnvoll ist die Einstellung „Einfache Dateiversionierung“ mit den vorausgewählten fünf alten Versionen. Klicken Sie auf „Speichern“ und warten Sie ein wenig; spätestens nach ein paar Minuten sollte die Sicherung beginnen. Mit weiteren Ordnern und/oder Geräten verfahren Sie nun ebenso.

Wiederherstellung nach Löschung oder Änderung

Daten aus dem Backup wiederherzustellen läuft je nach Szenario etwas unterschiedlich ab. Für einiges hilft der Versionsverlauf. So ist es recht einfach, eine frühere Version einer Datei wiederherzu-



Sobald eine neue Synchronisierung eingerichtet ist, legt Syncthing mit der Arbeit los – der Raspi bekommt die freigegebenen Dateien vom PC.

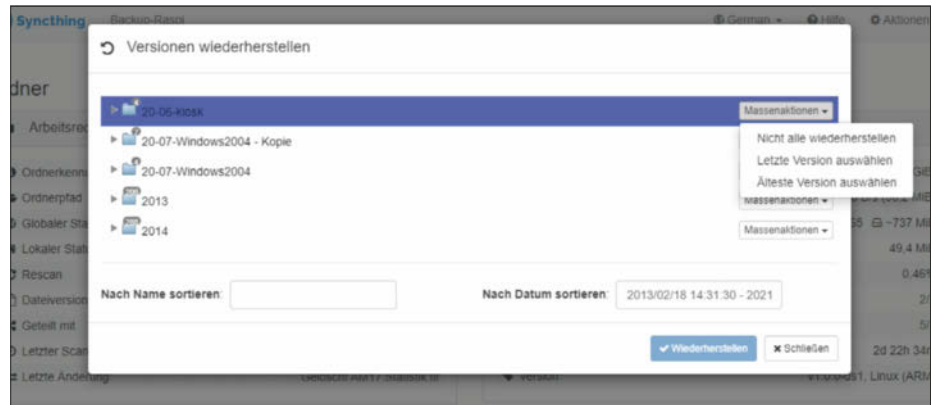
stellen. Klicken Sie in Syncthing auf dem Raspi auf den Ordneintrag und dort auf „Versionen“, und Sie bekommen eine Liste zu sehen, die alle im Versionsarchiv liegenden älteren Dateiversionen umfasst. Navigieren Sie zur gewünschten Datei, wählen aus dem Pull-down-Menü rechts eine ältere Version aus und klicken Sie am Fuß der Liste auf „Wiederherstellen“.

Ähnlich können Sie vorgehen, um gelöschte Dateien wiederherzustellen, denn die Versionierung greift auch hier. Entfernen Sie etwa auf Ihrem Arbeitsrechner Dateien, werden sie nur scheinbar auch auf dem Raspi gelöscht – tatsächlich liegen sie als Versionen im Archiv. Wurden ganze Unterordner gelöscht, können Sie die betroffenen Objekte rechts in der Versionstabelle über das Pull-down-Menü „Massenbearbeitung“ auf die „Letzte Version“ wiederherstellen. Achtung: Auf schwachen Systemen wie einem Raspberry Pi kann es nach dem Klick auf „Wiederherstellen“ so wirken, als sei Syncthings Bedienoberfläche bei der Meldung „Daten werden geladen...“ abgestürzt – lassen Sie dem Kleinen Zeit, um die ganzen Wiederherstellungen zu verarbeiten. Früher oder später sollten die gelöschten Dateien auf Ihren PC zurück synchronisiert sein.

Ein Sonderfall ist es, wenn ein Erpressungstrojaner Ihre Daten verschlüsselt hat: Auch eine solche massenhafte Änderung Ihrer Dateien wird zwar an den Raspi übertragen, lässt sich dank Versionierung aber rückgängig machen. Allerdings sollten Sie davon absehen, die heißen Versionen Ihrer Dateien direkt auf den infizierten Rechner zurück zu synchronisieren, denn der Trojaner würde sie früher oder später abermals verschlüsseln. Besser ist es, den befallenen PC offline zu nehmen und ihn sauber neu zu installieren. Während das läuft, können Sie auf dem Raspi Ihre Dateien auf einen unverschlüsselten Zustand zurücksetzen. Dann installieren Sie Syncthing auf dem frisch installierten System und holen die Daten zurück.

Wiederherstellung nach Hardware-Ausfall

Etwas anders läuft die Wiederherstellung ab, wenn Daten auf einem Rechner nicht gelöscht oder verändert wurden, sondern der PC komplett ausfällt. Installieren und konfigurieren Sie Syncthing wie zuvor beschrieben und klicken Sie dann in Syncthing auf dem Raspi auf den Ordner, der auf den neuen Rechner synchronisiert



Mit der Versionierung kann Syncthing gelöschte Dateien oder ganze Ordner aus dem Archiv wiederherstellen.

werden soll und dann auf „Bearbeiten“. Setzen Sie in der Registerkarte „Teilen“ ein Häkchen vor den neuen Rechner und bestätigen Sie mit „Speichern“. Nach kurzer Zeit sollten Sie in Syncthing auf dem neuen System wieder einen Hinweis auf einen geteilten Ordner bekommen, den Sie dort wie gewohnt einbinden können. Den noch bestehenden Eintrag des alten Rechners auf dem Raspi können Sie entfernen, indem Sie ihn unter „Externe Geräte“ anklicken, dann „Bearbeiten“ und links unten „Entfernen“.

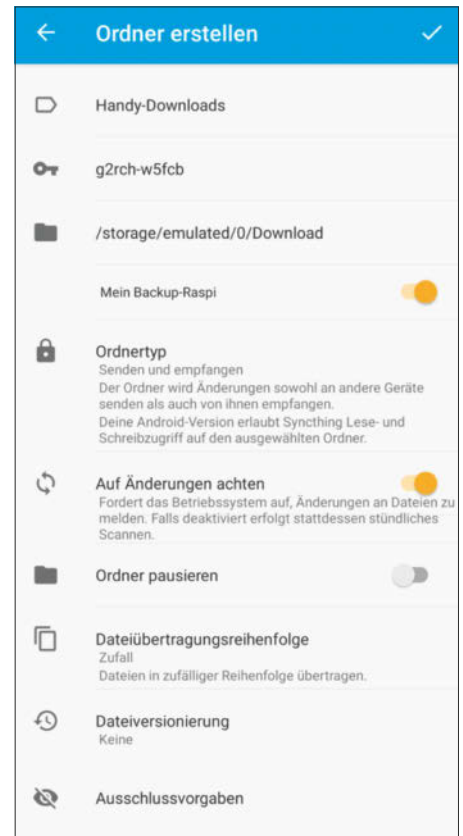
Ähnlich ist die Vorgehensweise, wenn auf dem PC bloß die Festplatte mit Ihren Daten ausgefallen ist. Die einfachste Lösung ist es dann, in Syncthing auf dem PC auf den betreffenden Ordneintrag zu klicken, dann auf „Bearbeiten“ und links unten auf „Entfernen“. Nach kurzer Wartezeit bekommen Sie den auf dem Raspi gesicherten Ordner wieder angeboten und können die Synchronisierung per Klick auf „Hinzufügen“ neu anlegen.

Mobilgeräte

Auf Android sieht Syncthing etwas anders aus: Zwar gibt es auch hier eine Web-Oberfläche, viel praktischer ist allerdings das in der App direkt enthaltene Frontend. Das sieht zwar auf den ersten Blick sehr anders aus als die Oberfläche auf Windows & Co., folgt aber der gleichen Logik: Es gibt zwei Registerkarten für „Ordner“ und „Geräte“; die Funktionen des Aktionsmenüs und die Einstellungen erreichen Sie über das Drei-Strich-Menü oben links.

Gerade für Smartphones ist die Option wichtig, dass die App unter Mobilfunkverbindungen keine Daten synchronisiert, um das Transfervolumen des Datentarifs nicht unnötig zu belasten. Dafür hat die App ein Menü: In den Einstellungen können Sie

unter „Betriebsbedingungen“ festlegen, ob Syncthing auch Mobilfunkverbindungen nutzen darf. Außerdem können Sie einstellen, dass Syncthing nur in ausgewählten WLANs funktionieren soll. In Möbius Sync auf iOS/iPadOS gibt es solch ein Menü nicht – das macht nichts, denn Sie können in den App-Optionen in den iOS-Einstellungen festlegen, ob die App Mobilfunkdaten nutzen darf. (jss@ct.de) 



Ordner hinzuzufügen sieht auf Android etwas anders aus, folgt aber dem gleichen Prinzip wie auf Desktop-Rechnern.



Plug & Funk

LoRaWAN für IoT-Projekte: Einfach einsteigen mit TTN und Node-Red

Ihr persönliches Internet der Dinge oder Smart Home funkt per LoRaWAN weit über WLAN-Grenzen hinweg – sicher, zuverlässig und ohne Mobilfunkgebühren. LoRaWAN-Hardware ist nicht mehr teuer, mit Node-Red steht kostenlose, offene Software bereit und die für den Einstieg benötigte Netzinfrastruktur liefert das „The Things Network“.

Von Andrijan Möcker

Das Internet der Dinge – oder neu-deutsch „IoT“ (Internet of Things) – braucht Netzwerkanschluss. Jenseits der Reichweite einer WLAN-Basis kam dafür lange Zeit nur Mobilfunk infrage; dabei fallen jedoch Gebühren an. Mittlerweile ist die Langstrecken-Funktechnik LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) jedoch ihrer „Bastelphase“ entwachsen. Wenn es in Ihrer Umgebung bereits eine Basisstation (Gateway) gibt, können Sie sofort loslegen. Falls nicht, richten Sie ab etwa 100 Euro Ihr eigenes Gateway ein, das die Brücke vom LoRaWAN ins Internet schlägt. Der verwendete Frequenzbereich bei 868 MHz ist in der gesamten EU lizenzfrei nutzbar. Dank des kostenfreien

LoRaWAN-Netzverbunds The Things Network (TTN) können Sie ohne komplexe Netzinfrastruktur einsteigen und Ihre Gateways ohne Sicherheitseinbußen mit anderen teilen.

Die kostenfreie visuelle Programmieroberfläche Node-Red hilft, erste Anwendungen unkompliziert umzusetzen. Außer Englischkenntnissen und LoRaWAN-Hardware benötigen Sie dafür eine Node-Red-Instanz, etwa auf einem Raspberry Pi oder alternativ eine MQTT-fähige Heimautomatisierungssoftware, mit der Sie bereits vertraut sind. Auf den Seiten 152 und 153 finden Sie zudem eine Auswahl direkt benutzbarer, fertiger LoRaWAN-Geräte, die für den Einstieg interessant sind.

(Gemeinsam) Loslegen

Anders als Smart-Home-Funkstandards wie Zigbee oder Z-Wave erlaubt LoRaWAN mehrere unabhängige Netzteilnehmer: Die Gateways erfüllen im LoRaWAN nur eine Durchleitungsfunktion; sie entschlüsseln die Pakete nicht und Geräte werden auf Netzebene registriert. Die Entschlüsselung passiert erst in der Serverinfrastruktur und für jedes Gerät mit

einem individuellen Schlüssel in der jeweiligen abgeschotteten „Application“ (Anwendung), die einem Nutzer fest zugeordnet ist. Das funktioniert auch im kostenfreien „The Things Network“ (TTN), in dem sich Nutzer einfach mit einer E-Mail-Adresse registrieren und es unabhängig vom Besitz eines eigenen Gateways nutzen können – Hauptsache, das TTN-Gateway eines anderen Nutzers ist in Reichweite. Wer selbst LoRaWAN-Server bereitstellt, kann die Anwendungsserver, auf denen die Schlüssel für die Geräte liegen, vom Netzserver trennen und sich so ein Gateway mit anderen teilen. Der Einfachheit halber geht dieser Artikel nur auf das TTN ein. Einen ausführlichen Artikel zu LoRaWAN-Grundlagen haben wir vor einiger Zeit verfasst [1].

LoRaWAN ist ideal geeignet, um im Zusammenschluss – ob privat, behördlich oder unternehmerisch – ein selbstveraltetes IoT-Netz aufzubauen. Der Vorteil dabei: Sie tragen die Kosten des Netzausbaus nicht alleine und erreichen größere Netzabdeckung, als wenn Sie das Netz alleine installieren. Wollen Sie das Netz in Ihrer Region groß aufziehen, schauen Sie zunächst, ob Sie weitere Interessierte finden – ob als Firma oder privat spielt keine Rolle, denn auch im Verein kann das Vorhaben erfolgreich sein. Sprechen Sie am besten auch mit Ihrer Kommune; nicht selten kann sie gute Standorte anbieten und Digitalisierungsfördergelder abrufen, wenn das Netz auch öffentlich nutzbar ist, wie es etwa bei TTN der Fall ist.

Die Auswahl an LoRaWAN-Gateways ist groß und bedient jede Preiskategorie: Privat starten können Sie etwa mit dem Indoor-Gateway LPS8 von Dragino (circa 100 Euro) oder dem derzeit günstigsten Outdoor-Gateway wAP LoRa8 von Mikrotik (circa 140 Euro) [2]. Die Outdoor-Variante des LPS8, das DLOS8, gibt es mit und ohne LTE-Modem für 250 beziehungsweise 300 Euro. Das Lorix One liegt bei rund 500 Euro [3]. Jenseits der 500 Euro bekommt man professionelle Gateways mit Zusatzfunktionen wie GPS, LTE-Backup und integrierter USV von Herstellern wie Rakwireless, Cisco und Milesight (Ursalink). Aufgrund standardisierter Protokolle sind sie zum TTN und weiteren LoRaWAN-Servern kompatibel.

Wer weitere Akteure vom gemeinsamen Ausbau überzeugen will, sollte sich zunächst mit der Technik vertraut machen und Erfahrungen sammeln. Das geht unter Umständen sogar ohne ein eigenes Gate-

way. Auf der TTN Map und mit dem TTN Mapper können Sie prüfen, ob sich in Ihrer Nähe bereits ein Gateway befindet; beide Websites haben wir unter ct.de/yzrj verlinkt.

Gateway einrichten

Bevor Sie im The Things Network loslegen, sollten Sie sich zunächst mit der Konfigurationsoberfläche Ihres Gateways vertraut machen. Die Hersteller kochen hier meist ihr eigenes Süppchen. Prüfen Sie gegebenenfalls die Anleitung. Derzeit kommen bei LoRaWAN hauptsächlich zwei Protokolle zum Einsatz: der ältere „UDP Packet Forwarder“ und die „LoRa Basics Station“. Ersterer ist das üblichere, hat aber keine Authentifizierung und Transportverschlüsselung; letztere besitzt Authentifizierung und Verschlüsselung, machte in unseren Versuchen aber Probleme bei der Verbindungsherstellung nach Internetverbindungsabbrüchen. Da der UDP Packet Forwarder zuverlässiger funktioniert und LoRaWAN ohnehin Ende-zu-Ende-Verschlüsselung nutzt, beschränkt sich der Artikel auf dieses Protokoll.

Damit Sie Gateways im TTN anmelden und später Anwendungen erstellen können, benötigen Sie ein Nutzerkonto: Rufen Sie mit einem beliebigen Browser <https://thethingsnetwork.org> auf, klicken Sie oben rechts auf „Sign Up“ und erstellen Sie einen Account. Bestätigen Sie Ihre E-Mail-Adresse und klicken Sie im selben Browserfenster auf „Console“ – so nennt sich die TTN-Verwaltungsoberfläche. Auf der folgenden Seite werden Sie gefragt, welchen TTN-Server Sie aufrufen möchten; meist ist das Europa. Achten Sie darauf, nicht versehentlich auf „Legacy V2 Console“ zu klicken; sie gehört zur alten Netzversion und erlaubt ab Juni 2021 keine Gateway-Registrierung mehr.

In der Konsole angekommen, gehen Sie zunächst in den Gateway-Verwaltungsbereich und klicken auf „Add gateway“ um Ihr erstes Gateway hinzuzufügen. Vergeben Sie dafür eine beliebige „Gateway ID“ bestehend aus Kleinbuchstaben, Nummern und Bindestrichen. Anschließend fügen Sie die „Gateway EUI“ hinzu; diesen Extended Unique Identifier zeigen die meisten Gateways im Konfigurationsinterface an. „Gateway name“ und „Gateway description“ sind optional. Wenn Sie wollen, dass Ihr Gateway für andere TTN-Nutzer auf der Karte zu sehen ist, setzen Sie den „Gateway Status“ auf „Pu-

blic“. Der „Frequency plan“ ist in der Regel „Europe 863-870 MHz (SF9 for RX2)“. Bestätigen Sie die Einstellungen mit „Create gateway“.

Danach wechseln Sie zurück in die Konfigurationsoberfläche Ihres Gateways, wählen den UDP Packet Forwarder aus und tragen „eu1.cloud.thethings.network“ als Server sowie „1700“ als Zielport ein. Je nach Gateway muss der Forwarder händisch gestartet beziehungsweise neu gestartet werden. Einige Sekunden später sollten Sie in der TTN-Konsole unterhalb des Gateway-Namens eine aktuelle „Last seen“-Zeit sehen.

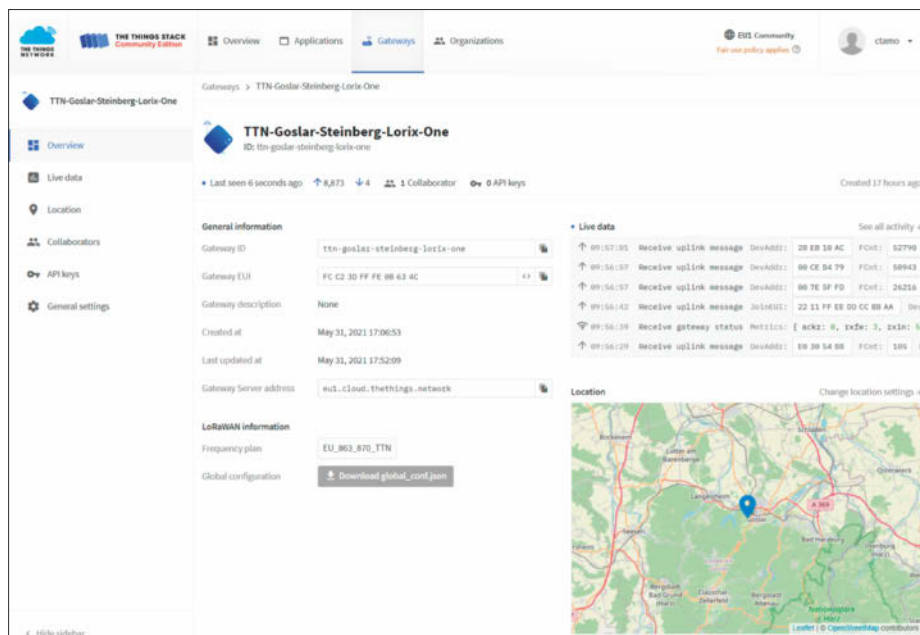
Sofern Sie sich dazu entschieden haben, Ihr Gateway öffentlich zu machen, wechseln Sie in der TTN-Konsole links ins Menü „Location“ und setzen den Haken bei „Publish location“. Besitzt Ihr Gateway einen GPS-Empfänger, ermittelt es die Position automatisch und Sie können den Haken bei „Update from status messages“ setzen. Wenn nicht, navigieren Sie auf der Karte zum Gateway-Standort, setzen den blauen Marker per Klick und ergänzen die Höhe im Feld „Altitude“. „Save changes“ bestätigt die Einstellungen.

Anmeldeverfahren

LoRaWAN verwendet zwei Provisionierungsverfahren, um Endgeräte mit dem



Ein LoRaWAN-Gateway an einem exponierten Standort – hier das Lorix One [3] – deckt problemlos eine kleine Stadt ab und dient, mit passender Serverinfrastruktur und ohne Sicherheitsnachteile mehreren Firmen, Behörden und der Allgemeinheit.



Alle für die Konfiguration im TTN notwendigen Schritte erledigen Sie über die „Console“. Sie mag auf den ersten Blick etwas komplex wirken, ist jedoch gut strukturiert und, wenn man die Terminologie kennt, leicht zu bedienen.

Netz bekannt zu machen und Schlüssel auszutauschen: Over-the-Air-Activation (OTAA) und Activation by Personalization (ABP). OTAA ist das sicherere der beiden Verfahren, da je nach Endgerätefirmware bei jedem oder alle paar Sendevorgänge ein neuer Schlüssel ausgehandelt wird. Dazu schickt das Endgerät einen Join Request (JR) ans Netz und bekommt die Sitzungsschlüssel per Join Accept (JA) vom Gateway geschickt.

Bei OTAA werden die Application EUI, die Device EUI und der Application Key auf dem LoRaWAN-Server (des TTN etwa) eingetragen. Viele fertige Geräte kommen mit vorgenerierten OTAA-Zugangsdaten; in der Regel übernimmt man die Daten dann einfach vom Gehäuse oder einem Beipackzettel, trägt sie auf seinem LoRaWAN-Server ein und kann das Gerät anschließend benutzen. In seltenen Fällen besitzen Geräte noch keine Schlüssel und müssen über eine serielle Schnittstelle konfiguriert werden. Die gegebenenfalls benötigten Schlüssel generieren das TTN und die meisten anderen LoRaWAN-Server per Mausklick.

Auch bei ABP spielt es keine Rolle, ob die Zugangsdaten vom Hersteller oder vom Server kommen: Der Unterschied ist, dass bei ABP die Sitzungsschlüssel, die bei OTAA bei jeder Übertragung neu ausgehandelt werden, dauerhaft zum Einsatz kommen. Daraus ergeben sich einerseits

Sicherheitsprobleme, andererseits aber auch Vorteile: Wird der Schlüssel kompromittiert, können alle zuvor mitgeschnittenen Pakete entschlüsselt und falsche Pakete geschickt werden – ob das im jeweiligen Anwendungsfall ein Problem wäre, müssen Sie selbst beurteilen. ABP bedeutet jedoch auch, dass das IoT-Gerät unverzüglich seine Daten loswerden kann und nicht erst die Join-Prozedur durchlaufen muss. Das ist sinnvoll bei batteriebetriebenen Geräten oder solchen, die aus tiefen Kellern oder anderen stark abgeschirmten Umgebungen senden sollen. Denn nur weil das Gateway das IoT-Gerät empfängt, muss das nicht zwangsläufig umgekehrt funktionieren, zumal Gateways Join Accepts oft mit höherer und damit weniger robuster Datenrate versenden, um schnell wieder auf Empfang gehen zu können. ABP verwendet die Gerätezuordnung (Device Address), einen Netzsessionsschlüssel (Network Session Key) zur Verschlüsselung auf Netzebene und einen Anwendungssitzungsschlüssel (App Session Key) zur Verschlüsselung auf Anwendungsebene.

Geräte hinzufügen

Unsere Gerätebeispiele auf den Seiten 152 und 153 sind, ausgenommen die RAK-Geräte mit USB-Anschluss, mit OTAA vor-konfiguriert, sodass die Einrichtung leicht fällt. Wir demonstrieren die Konfiguration

und spätere Verwendung in Node-Red anhand des Bewegungsmelders Tabs TBMS100-868. Der Prozess ist jedoch bei einem Großteil der LoRaWAN-Geräte sehr ähnlich.

Wechseln Sie in die TTN-Konsole und die Registerkarte „Applications“; mit „Add application“ starten Sie den Einrichtungsprozess. Die „Application ID“ (Kleinbuchstaben, Zahlen, Bindestriche) muss im TTN einzigartig sein – ist sie schon vergeben, können Sie etwa Ihren Benutzernamen anhängen. Name und Beschreibung sind optional. Klicken Sie auf „Create application“, um die Einstellungen zu bestätigen. Sollte Ihnen die Konsole danach nur noch einen Fehler anzeigen, laden Sie die Seite neu; in der neuen v3-Serversoftware werden derzeit noch Kinderkrankheiten behoben und nach einem Reload sollte die Anwendungskontrolle erscheinen.

Über „Add end device“ fügen Sie ein neues Gerät hinzu, wofür Sie die OTAA- oder ABP-Daten bereithalten müssen. Lassen Sie das LoRaWAN-Gerät vorerst abgeschaltet, bis Sie alle Daten eingetragen haben; unter Umständen gibt es das Warten auf einen Join Accept sonst auf, bevor Sie alle erforderlichen Parameter eingetragen haben. Im folgenden Menü bietet die Konsole einige vorbereitete Geräteprofile an. Sofern für Ihr Gerät verfügbar, können Sie das Angebot wahrnehmen und die Zugangsdaten direkt eintragen. Für den Hersteller unseres Sensors gibt es noch keine Profile, daher wechseln wir in die Registerkarte „Manually“, wählen OTAA, die vom Hersteller im Datenblatt angegebene LoRaWAN-Version 1.0.3 und klicken auf „Start“. In den „Basic settings“ erfragt das TTN zunächst eine individuell einstellbare „End device ID“, die App EUI – gelegentlich fälschlich als Join EUI bezeichnet – und die DevEUI sowie optional Name und Beschreibung. In den „Network layer settings“ wählen wir nur den europäischen Frequenzplan mit „SF9 for RX2“ aus; beherrscht Ihr Gerät laut Datenblatt zusätzlich zu Class A auch Class B und C, haken Sie diese entsprechend an. In den „Join settings“ fehlt nur noch der „App Key“. Tragen Sie ihn ein und schließen Sie die Einrichtung mit „Add end device“ ab.

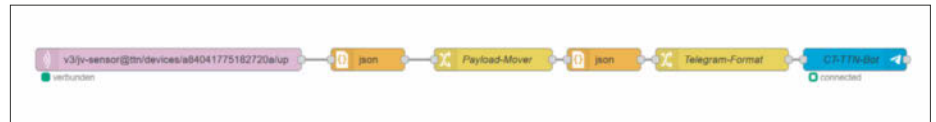
Die Konsole leitet Sie anschließend in die Geräteübersicht weiter. Rechts im Fenster „Live data“ können Sie den Datenverkehr des neuen Gerätes beobachten; schalten Sie es ein und warten Sie ab. In

der Regel steht wenige Sekunden nach dem Einschalten „Accept join-request“ und eine erste Nutzlast im Log. Wenn nicht, prüfen Sie die Schlüssel auf Korrektheit; unter Umständen ist auch das LoRaWAN-Gateway zu weit weg.

Für ABP ist der Prozess ähnlich: In der Registerkarte „manually“ wählen Sie „ABP“ sowie die korrekte LoRaWAN-Version und klicken sich durch den Registrierungsprozess. Sie können die „Device address“ und die Schlüssel entweder eintragen oder durch Klick auf die Pfeile rechts der Felder generieren lassen. Wie das Gerät damit provisioniert wird, verrät Ihnen die Herstellerdokumentation.

Decoder

Das erste Datenpaket in der Live-Ansicht enthält ausschließlich einige Metadaten wie Empfangsstärke und die Nutzlast in hexadezimaler Darstellung. Keine Sorge, damit müssen Sie nicht arbeiten: Mithilfe eines „Decoder“ genannten JavaScript-Schnipsels, den es für viele Geräte bereits gibt, verwandeln Sie die Hex-Nutzlast in ein menschenlesbares JSON-Objekt mit eindeutigen Beschreibungen. Das ist nötig, weil LoRaWAN-Geräte keine Objektnotationen mit Beschriftungen verwenden, um möglichst kurze Datenpakete zu senden. Stattdessen sind eine oder mehrere Nutzlastlängen sowie die Position der jeweiligen Werte in der Nutzlast festgelegt. Die Dekodierung in ein JSON-Objekt erfolgt nach Eintragung des Decoders bei jedem zukünftigen Datenpaket automatisch. Das JSON-Objekt wird dann an den MQTT- und HTTP-Schnittstellen



Dank MQTT-Schnittstelle ist die Integration von TTN-LoRaWAN-Geräten mittels Node-Red schnell gemacht. In diesem Beispiel wird das Datenpaket an einen Telegram-Bot weitergeleitet.

des TTNs ausgegeben – wie bei einer im Internet üblichen Anwendungsschnittstelle also.

Der schnellste Weg, um an ein Decoder-Skript für Ihr Gerät zu kommen, ist eine Suchmaschine: Suchen Sie etwa nach „<Modellbezeichnung> TTN decoder“ oder „<Modellbezeichnung> JavaScript decoder“. Nicht immer stellen die Gerätehersteller Decoder für Ihre Geräte bereit; oft sind Sie aber nicht der Erste, der einen benötigt. Manchmal veröffentlicht stattdessen ein Besitzer des gleichen Gerätes beispielsweise etwas Passendes, etwa in einem GitHub-Repository. Für den TBMS100 wurden wir im Repository des Digitalisierungsvereins „dasdigidings“ fündig ([ct.de/yzrj](https://github.com/ctde/yzrj)).

Um den Code hinzuzufügen, wechseln Sie in der TTN-Konsole der jeweiligen Anwendung links in „Payload formatters“ auf „Uplink“. Der Typ „JavaScript“ öffnet ein Textfeld, in das Sie das Skript hineinkopieren können. Sollten Sie mehrere Geräte unterschiedlichen Typs zu einer Anwendung hinzufügen wollen, können Sie in der gleichnamigen Registerkarte des jeweiligen Gerätes einen individuellen

Decoder einbinden. Ohne Änderung verwenden alle Geräte in der Anwendung denselben Decoder.

Das dekodierte Datenpaket des TBMS100 sieht beispielsweise so aus:

```
{
  „battery“: 3.6,
  „capacity“: 0,
  „port“: 102,
  „roomStatusCount“: 44,
  „roomStatusOccupied“: false,
  „roomStatusTime“: 5,
  „temperature“: 26
}
```

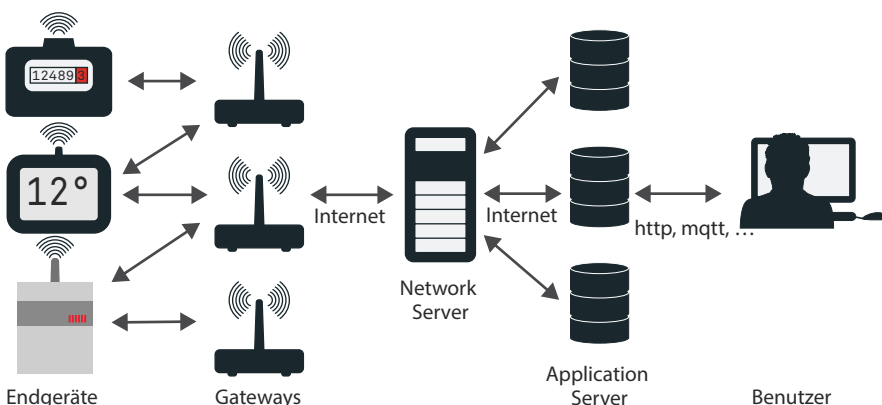
Node-Red

Mit der visuellen Programmieroberfläche Node-RED und dem Telemetrieprotokoll MQTT können Sie besonders einfach Logiken erstellen, ohne sich dafür mit einer Textprogrammiersprache beschäftigen zu müssen. Wenn Sie Node-Red und MQTT noch nicht kennen, lesen Sie zunächst unsere Einsteigerartikel [4,5]. Alternativ klappt die Kommunikation mit TTN auch mit jeder anderen Programmiersprache oder Automatisierungssoftware, die HTTP(S) oder MQTT unterstützt. Das folgende Beispiel zeigt jedoch ausschließlich, wie Sie in Node-Red mit MQTT vorgehen. Die Dokumentation der Anwendungsschnittstellen zur Nutzung mit anderen Sprachen und Plattformen finden Sie über ct.de/yzrj.

Die Einrichtung der MQTT-Schnittstelle ist simpel und bedarf nur etwas Kopier- und Klickarbeit: Erstellen Sie der Übersicht halber zunächst einen neuen Node-RED-Flow über das kleine Plus rechts am Ende der Registerkartenreihe. Ziehen Sie dann ein „mqtt in“-Node in den Flow und öffnen Sie dessen Einstellungen über einen Doppelklick. In der Serverliste wählen Sie „Neuen mqtt-broker hinzufügen“ und klicken auf den Stift, um die Serverkonfiguration anzulegen. Tragen Sie einen passenden Namen, etwa „TBMS100“, und die generischen Verbindungsparameter

Nachrichten-Verarbeitung im LoRaWAN

Die Gateways leiten alle Nachrichten an den Network Server weiter. Der prüft die Signatur und übergibt die Nachricht an den zuständigen Application Server.





Dragino LGT-92 GNSS-Tracker

Der LGT-92 von Dragino ist eine Kombination aus GNSS-Tracker (GPS, GLO-NASS usw.) und Notfallknopf. Die vorinstallierte Firmware genügt für viele Anwendungsfälle, aber man kann sich auch selbst am frei verfügbaren Quellcode probieren. Einen JavaScript-Payload-Decoder stellt Dragino bereit. Die Positions-, Keep Alive- und Alarmintervalle sind frei konfigurierbar. Bei Betätigung des Knopfes schickt der LGT-92 zusätzlich ein Alarm-Bit mit, das sich per Downlink-Paket wieder zurücksetzen lässt. So kann der Tracker nicht nur Notrufsender sein, sondern etwa auch Toröffner mit Geofencing und eindeutiger Identifizierung [6].

Preis: 45 Euro



Mclimate Vicki Heizkörperthermostat

Das ungarische Start-Up Mclimate bietet sozusagen die eierlegende Wollmilchsaue der Funk-Heizkörperthermostate. Das Vicki getaufte Gerät mit M30 x 1,5-Gewinde kann laut technischer Dokumentation (ct.de/yzrj) bis ins kleinste Detail konfiguriert werden: Es besitzt einen eigenen Temperatursensor, kann aber auch per LoRaWAN Temperaturwerte empfangen und sich danach richten; der Besitzer kann unter anderem einstellen, ob und wie lange Vicki offene Fenster erkennen und wie schnell der Motor das Heizkörperventil bewegen soll. Die technische Dokumentation ist frei verfügbar, sodass Vicki überall integriert werden kann. Mclimate liefert aber auch eine Smartphone-App. Das Gerät befindet sich derzeit im Test bei c't.

Preis: 85 Euro



RAK 7204 Atmosphärensensor

Der RAK 7204 von Rakwireless ist ausschließlich dafür gedacht, die Umgebungsatmosphäre zu messen: Luftdruck, Temperatur, relative Luftfeuchte und Gaswiderstand. Aus den Werten kann man den „Indoor Air Quality Index“ berechnen, der die Luftqualität im Raum bewertet und informiert, ob gelüftet werden sollte. Der Sensor ist nicht ganz günstig, kommt aber dafür mit einer leicht austauschbaren Lithium-Batterie (2 Jahre Laufzeit bei 15 Minuten Sendeintervall) und kann per USB-Anschluss (im Gehäuse) konfiguriert werden. Zum Einsatz kommt Boschs BME680 der dank Werkskalibrierung besonders präzise sein soll.

Preis: 75 Euro

ein: Der Server ist „eu1.cloud.thethings.network“, der Port 8883; zudem muss die Verbindungsverschlüsselung (SSL/TLS) aktiviert werden.

Dafür benötigt MQTT eine TLS-Konfiguration. Klicken Sie neben dem TLS-Feld auf den Stift, um diese anzulegen: Vergeben Sie einen Namen für die Konfi-

Temperatur

0 31 °C 50

Node-Red-Dashboard liefert mit wenigen Klicks schicke Oberflächen [7].

guration, tragen Sie „eu1.cloud.thethings.network“ als Servername ein, laden Sie das Root-Zertifikat von Let’s Encrypt in „CA-Zertifikat“ hoch (Download über ct.de/yzrj) und bestätigen Sie mit „Hinzufügen“.

Stellen Sie sicher, dass die neue TLS-Konfiguration in den MQTT-Einstellungen ausgewählt ist, dann wechseln Sie in die Registerkarte „Sicherheit“. Der Benutzername für Ihre Anwendung lautet „<Anwendungs-ID>@ttn“, also beispielsweise „tbms100magazinct@ttn“. Das Passwort ist ein API-Schlüssel, den Sie über die TTN-Konsole der jeweiligen Anwendung erhalten: Links im Menü finden Sie „API keys“; über „Add API key“ fügen Sie einen neuen Schlüssel hinzu. Vergeben Sie einen eindeutigen Namen, etwa „MQTT-Node-Red“ und nur Rechte, die Sie auch wirklich benötigen (Grant individual rights); hier etwa „Write downlink application traffic“ und „Read application traffic (uplink and downlink)“. API-Schlüs-

sel können später nicht erneut angezeigt werden. Kopieren Sie den Schlüssel aus dem Popup direkt in die MQTT-Konfiguration und speichern Sie diese (Hinzufügen). Mit „I have copied the key“ wird dieser übernommen und die MQTT-Konfiguration ist bereit.

Im MQTT-Node wählen Sie, falls nicht automatisch geschehen, die eben angelegte Serverkonfiguration. Jetzt fehlt nur noch der richtige Topic, um die Anwendungsdaten in Node-Red verfügbar zu machen. Der setzt sich wie folgt zusammen: „v3/<Anwendungs-ID>@ttn/devices/<Device-ID>/up“; beispielsweise: „v3/tbms100magazinct@ttn/devices/tbms100-1/up“. Die Device-IDs finden Sie immer im „Overview“ der TTN-Anwendung oder in der Liste „End devices“. Bestätigen Sie die Einstellungen mit „Fertig“, dann verbinden Sie ein JSON-Node mit dem MQTT-Node und das JSON-Node wiederum mit einem Debug-Node.



RAK 7200 GNSS Tracker

Der RAK 7200 ist ein gerade mal 86 Gramm leichter GNSS-Tracker von Rakwireless. Konfiguriert wird er per USB, und der Hersteller hat sich mit der Dokumentation größte Mühe gegeben: Sämtliche technische Details sind offengelegt, inklusive Schaltpläne. Dabei unterschlägt der Hersteller jedoch, dass der GNSS-Empfänger nicht nur GPS, sondern auch GLONASS, Galileo, BeiDou und QZSS empfangen kann.

Dass Rakwireless nur eine Windows-Software zur Konfiguration liefert, tut der Sache keinen Abbruch: Sie schickt auch nur AT-Befehle über die Schnittstelle; die hat Rakwireless gut dokumentiert, sodass die Konfiguration aus jedem Betriebssystem über eine serielle Konsole klappt.

Preis: 55 Euro



tabs TBMS100 Bewegungsmelder

Der TBMS100 aus der tabs-Reihe von Browan dient der Raumüberwachung im Innenbereich; etwa um zu erfahren, ob ein Sitzungsraum tatsächlich belegt ist. Laut Hersteller erfasst der passive Infrarot-Bewegungsmelder auf 123° horizontal und 93° vertikal Wärmequellen in bis zu sieben Metern Entfernung.

Das Gerät überträgt zudem die Batteriespannung, Temperatur, die Zeit seit der letzten Auslösung in Minuten und die Anzahl der bisherigen Auslösungen. Wann der Sensor den Raum nach der letzten Bewegung wieder als „frei“ meldet, kann der Administrator frei konfigurieren.

Die Stromversorgung übernimmt eine leicht austauschbare ER14250-Lithium-Zelle.

Preis: circa 50 Euro



tabs TBWL100 Wassermelder

Der TBWL100 von Browan sieht auf den ersten Blick aus wie ein einfacher Wassermelder. Er kann aber mehr: Der TBWL100 enthält zusätzlich zum Wassersensor noch digitale Temperatur- und Luftfeuchtefühler. So meldet der Sensor nicht nur den Kontakt mit Wasser, sondern auch schlagartige Temperatur- und Luftfeuchteveränderungen (Schwelle: 2 °C/5 %).

Alarmierende Änderungen meldet er sofort, ansonsten gibts einmal pro Stunde ein Statuspaket mit allen Werten, sodass er auch als Atmosphärenfühler dient, wenn nicht gerade irgendwo Wasser ausläuft. Die Parameter sind fest eingestellt.

Wie die anderen Geräte der Tabs-Reihe arbeitet er mit einer ER14250-Lithium-Zelle. Das Gehäuse kann man leicht zum Tausch öffnen.

Preis: 60 Euro

Anschließend übernehmen Sie den Flow mit „Deploy“.

Wechselt das MQTT-Node nicht nach einigen Sekunden in den Status „verbunden“, prüfen Sie die Zugangsdaten erneut. Klappt alles, lösen Sie an Ihrem LoRaWAN-Gerät eine Übertragung aus und beobachten die Debug-Ausgabe (Käfer-Registerkarte oben rechts). Das eingehende Datenpaket enthält neben dekodierter Nutzlast allerhand Metadaten; die dekodierte Nutzlast finden Sie unter „uplink_message/decoded_payload“ zum Ausklappen.

Derart lange Objektpfade, etwa „msg.payload.uplink_message.decoded_payload.environment.temperature“, machen das Arbeiten in Node-Red nicht gerade komfortabel. Ein „Change“-Node löst das Problem unkompliziert, indem es die dekodierte Nutzlast direkt als Objekt in „msg.payload“ kopiert: Ziehen Sie ein neues Change-Node in den Flow und verbinden Sie dessen Eingang mit dem JSON-Node hinter dem

MQTT-Node Ihres LoRaWAN-Geräts. Das Change-Node benötigt nur eine Anweisung: „Bewegen“ (Move), „msg.payload.uplink_message.decoded_payload“ auf „msg.payload.environment.temperature“.

Schicke Darstellung und Reichweitentests

„Hinter“ dem Change-Node können Sie dann mit den Daten weiterarbeiten, wie Sie es in Node-Red gewohnt sind – woher sie kommen, spielt keine Rolle mehr. Entwickeln Sie etwa mit Node-Red-Dashboard schicke Darstellungen, um potenzielle Mitstreiter zu beeindrucken [7].

Um sicherzustellen, dass Ihr TTN-Gateway – ob gemeinsam oder alleine aufgebaut – die für Ihr Projekt notwendige Abdeckung liefert, sollten Sie vor einer großen Gerätebestellung eine Abdeckungsüberprüfung machen. Das geht mit dem TTN Mapper [8]. Danach steht dem großen,

selbst geschaffenen IoT-Ausbau nichts mehr im Wege. (amo@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Jan Mahn, Langstreckenfunk, IoT-Funk LoRaWAN: für kleine Datenmengen und hohe Reichweiten, c't 10/2019, S. 140
- [2] Andrijan Möcker, Günstige LoRaWAN-Basis, Dragino LPS8: LoRaWAN-Gateway für 110 Euro, c't 3/2021, S. 64
- [3] Andrijan Möcker, IoT Horchposten, Lorix One LoRaWAN-Gateway im Langzeittest, c't 12/2021, S. 68
- [4] Jan Mahn, Reaktionsmaschine, Einstieg in Heimautomation mit Node-Red, c't 15/2018, S. 142
- [5] Jan Mahn, Weltsprache, Das Protokoll MQTT für robusten Datenaustausch in Industrie und Hausautomation, c't 6/2018, S. 164
- [6] Andrijan Möcker, GNSS-Notfallknopf, LoRaWAN-Tracker mit Notruffunktion, c't 5/2021, S. 64
- [7] Merlin Schumacher, Rotfront!, Grafische Oberflächen für Node-Red entwickeln, c't 2/2019, S. 160
- [8] Andrijan Möcker, IoT-Kartografie, LoRaWAN-Abdeckung mit dem Webdienst TTN Mapper darstellen, c't 12/2021, S. 160

Dokumentationen, Decoder und TTN-Karten: ct.de/yzrj

Video-Screencast-Fäden

Kurze Video-Tutorials mit Threadit aufzeichnen

Aktuelle Projektfortschritte oder Anleitungen vermitteln Sie leichter, wenn Sie zugehörige Bilder und Daten als Video-Screencast präsentieren und parallel kommentieren. Das klappt mit der kostenlosen Web-App Threadit im Handumdrehen.

Von Anke Brandt

Mal eben schnell per Screencast Kollegen oder Bekannten zeigen, woran man arbeitet, was einen interessiert oder wie man etwas gelöst hat – das geht mit Threadit. Statt langatmig und ineffizient in Videokonferenzen darüber zu palavern, präsentieren Sie den Screencast als Video in einer Web-App, wo ihn die anderen begutachten und mit eigenen Screencasts kommentieren können.

Im Folgenden zeigen wir Ihnen, wie Sie ein Tutorial für Threadit erstellen – und zwar mit Threadit. Sowohl der Videoproduzent als auch alle Zuschauer benötigen ein Google- oder Microsoft-Konto, um die Videos ansehen und beantworten zu können.

Erste Schritte

Zusätzlich zur Web-App gibt es eine Chrome-Erweiterung, die sich als separates Fenster öffnet. Wer Gmail nutzt, findet dort eine Schaltfläche, über die sich die Erweiterung direkt starten lässt. In ihr lassen sich Videobotschaften allerdings nur erstellen. Das kann die Arbeit mit dem Tool dennoch erleichtern, weil Sie sich nicht in zig Chrome-Tabs verheddern, sondern Threadit als eigenes Symbol in der Taskleiste sehen. Für den vollen Funktionsumfang müssen Sie auf die Web-App zurückgreifen, in deren Dashboard Sie alle bereits erstellten Threadits sehen und verwalten können.

Um ein neues Projekt zu starten, öffnen Sie die Browser-Erweiterung und geben als Titel etwa „Willkommen bei Threadit“ ein. In der Mitte unter dem Vi-

deofenster können Sie Ihr Mikrofon oder Ihre Kamera bei Bedarf ausschalten, der große rote Button startet die Aufnahme. Rechts finden Sie eine Schaltfläche, um Ihren Bildschirm zu teilen.

Videobotschaft erstellen

Wählen Sie aus den Vorlagen „Tutorial“ aus, schlägt Ihnen die App im linken Fensterbereich sechs aufzunehmende Video-Häppchen vor, beginnend mit „Introduction“. Mit einem Doppelklick auf die einzelnen Clip-Titel aktivieren Sie die Texteingabe, sodass Sie die Beschriftung zum Beispiel in „Einführung“ ändern. Clips, die Sie nicht benötigen, löschen Sie. Auf diese Weise legen Sie bereits im Vorfeld die passende Dramaturgie für Ihre Botschaft fest, zumal sich die Reihenfolge der einzelnen Clips später auch nicht mehr ändern lässt.

Nehmen Sie jetzt ein kurzes Video auf, in dem Sie Ihr Publikum begrüßen und erzählen, was Threadit ist und dass Sie in den folgenden Sequenzen zeigen, wie sich die App nutzen lässt. Bevor die Aufnahme startet, zählt ein Countdown von drei an rückwärts. Dass Threadit weder Filter- noch Bearbeitungsfunktionen bietet, ist aufgrund der kurzen Cliplänge nicht so schlimm. Wenn Sie sich verhaspeln oder verklicken, löschen Sie Ihr aktuelles Video einfach und zeichnen es erneut auf.

Im nächsten Schritt nehmen Sie einen Screencast auf, in dem Sie die Web-App kurz vorstellen: Klicken Sie auf „Share

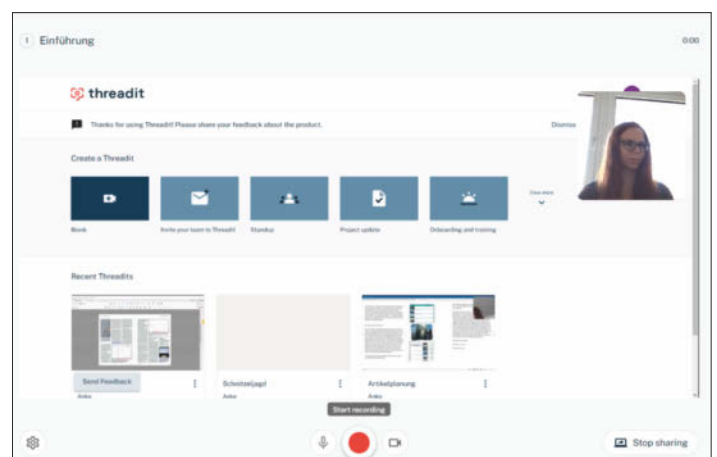
screen“ und wählen Sie aus, welchen Bereich Sie teilen wollen (gesamter Bildschirm, Fenster, Chrome-Tab). Da Sie nur die Oberfläche der Web-App zeigen wollen und nicht zwischen einzelnen Tabs hin und her wechseln werden, genügt es, den entsprechenden Chrome-Tab zu teilen. Im Aufnahmefenster sehen Sie nun den geteilten Bildschirminhalt und sich selbst. Sobald Sie Ihre Aufnahme im Kasten haben, deaktivieren Sie die Bildschirmteilung. In der Vorschau überprüfen Sie, ob die Aufnahme gefällt. So verfahren Sie weiter, bis Sie alle Clips im Kasten haben.

Inhalte teilen

Sind Sie mit Ihrem Gesamtwerk zufrieden, teilen Sie es mit Ihren Kollegen, indem Sie auf „Share“ klicken. Legen Sie zudem fest, ob Sie Antworten zulassen wollen. Um das Video anschauen zu können, müssen die Kollegen sich bei Threadit anmelden und bekommen damit direkt ein eigenes Threadit-Konto.

Antworten lassen sich übrigens ausschließlich in Form weiterer Videos hinzufügen. Einen Textchat bietet weder die Web-App, noch die Chrome-Erweiterung. Alle weiteren Videos erscheinen nebeneinander. Es entsteht also je nach Anzahl der Antworten ein langer Thread. Und wenn Sie keine Lust mehr auf Tutorials haben – wie wäre es stattdessen mit einem Geburtstagsgrüße-Threadit oder einem Gute-Besserung-Threadit, an dem sich nach und nach alle Kollegen beteiligen? (abr@ct.de) 

Mit der Web-App Threadit nehmen Sie kurze Videos und Screencasts auf, die Ihre Kollegen mit weiteren Videos beantworten können.



heise +

ct

ix

Mac&i

Make:

Technology
Review
Das Magazin für Innovation

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

Mathigon Kurse Polypad Aktivitäten

Vielecke (Polygone)

Ein **Vieleck** oder Polygon ist eine geschlossene, ebene Figur, die nur gerade Seiten hat. Vielecke können beliebig viele Seiten und Winkel haben, aber die Seiten dürfen nicht gebogen sein. Welche der folgenden Formen sind Vielecke?

Wir geben Vielecken unterschiedliche Namen, je nachdem, wie viele Seiten sie haben:

Form	Seitenzahl	Name
	3	Dreieck
	4	Viereck
	5	Fünfeck
	6	Sechseck
	7	Siebeneck
	8	Achteck

Bunter Mathespielplatz

Das kostenlose Mathigon lädt zum Experimentieren mit Zahlen und geometrischen Formen ein

Als „Lehrbuch der Zukunft“ versteht sich das ambitionierte Mathigon-Projekt zum Lernen und Lehren von Geometrie, Algebra und Wahrscheinlichkeitsrechnung. Die Website ist zwar noch im Aufbau, aber schon jetzt lohnt ein Blick auf die Inhalte und das vielversprechende Konzept.

Von Dorothee Wiegand

Farbenfroh, vielfältig, alltagsnah – so präsentiert sich die Website Mathigon dem Betrachter. Interaktive Elemente fördern den Spieltrieb heraus: Geometrische

Formen lassen sich drehen, stauchen, strecken und verformen, variable Kreis- oder Balkensegmente helfen beim Verständnis von Brüchen und auf einer speziellen Waage kann man das „Gewicht“ von Zahlenwerten vergleichen.

Das Angebot ist in die Bereiche „Kurse“, „Polypad“ und „Aktivitäten“ unterteilt; die Kurse sind wiederum gruppiert in „Grundlagen“ (6. bis 8. Klasse), „Erweitert“ (9. bis 10. Klasse) und „Fortgeschritten“ (Oberstufe). Bei den Kursen handelt es sich um erklärende Texte zu Themen der Mathematik, aufgelockert durch Grafiken, Animationen und simple Multiple-Choice-Fragen. Im Bereich Aktivitäten versammeln sich Knobelaufgaben, Spiele und interessante Links. Das Highlight ist das Polypad, eine freie Arbeitsfläche, auf der Objekte wie Abakus, Zahlenbalken oder Polygone und Werkzeuge wie Lineal

und Winkelmesser relativ frei verwendet und kombiniert werden können. Kernstück des kostenlosen Angebots ist die Webanwendung. Für Mobilgeräte gibt es außerdem Mathigon-Apps für Android und iOS.

Schüler- und Lehrerkonten

Einen ersten Eindruck kann man sich verschaffen, ohne ein Nutzerkonto anzulegen. Wer tiefer einsteigen möchte, sollte sich registrieren, was über ein Google-, Facebook- oder Microsoft-Konto möglich ist, aber auch mit einer beliebigen E-Mail-Adresse plus Passwort. Schüler legen einen Schüler-Account an, wobei sie aufgefordert werden, sich nicht mit ihrem Klarnamen anzumelden; Kinder unter 13 Jahren müssen die Erlaubnis eines Erziehungsberechtigten einholen. Dazu fragt Mathigon zusätzlich nach deren E-Mail-Adresse.

Der Lehrer-Account berechtigt dazu, Klassen anzulegen und Schülern Aufgaben zuzuweisen. Neuerdings gibt es auch die Option, ein Elternkonto anzulegen.

Wie bei Webanwendungen üblich, speichert der britische Anbieter Mathigon Nutzerdaten auf seinen Servern; darüber sollte man sich im Klaren sein. Die – leider aktuell nur auf Englisch verfügbare – Datenschutzerklärung listet transparent auf, zu welchen Zwecken Mathigon Daten erhebt, verarbeitet und an Dritte weitergibt. In den Kontoeinstellungen gibt es eine Schaltfläche, über die Nutzer alle zu ihrer Person gespeicherten Informationen als JSON-Datei herunterladen können. Da die Datenschutzerklärung den Anforderungen der DSGVO nicht genügt, sollten Lehrer vorab rechtlich prüfen, ob sie die Software im Unterricht einsetzen dürfen.

Für Lehrkräfte oder Eltern, die mit ihren Kindern üben möchten, bietet Mathigon interessante Optionen, eigenes Lehrmaterial zu erstellen. Einerseits lassen sich Bilddateien exportieren, um sie später auf Papier oder digital in beliebigen anderen Anwendungen weiter zu bearbeiten. Innerhalb von Mathigon besteht andererseits die Möglichkeit, interaktive Übungen vorzubereiten, an Schüler zu verteilen und die bearbeiteten Arbeitsblätter später einzusehen. Zwei kurze Beispiele zur Numerik und Kurvendiskussion verdeutlichen, wie Sie dabei vorgehen.

Eigene Grafiken erstellen

Um selbst kreativ zu werden, wechseln Sie zum Polypad. So legen Sie darin beispielsweise eine Bilddatei mit einem Koordinatensystem an: Wählen Sie im Auswahldialog links den Zubehör-Reiter und dann im blauen Bereich „Werkzeuge und Utensilien“ das Koordinatensystem. Per Drag & Drop ziehen Sie eine Kopie davon auf die Arbeitsfläche. Oben rechts erscheint eine Dialogbox, in der sich die Darstellung der x- und y-Achse anpassen lässt.

Um für die gesamte Arbeitsfläche Rechenkästchen oder ein anderes Gittermuster auszuwählen, bedienen Sie sich im Menü am rechten Rand der Arbeitsfläche (Gitter-Symbol). Das vorbereitete Koordinatensystem können Sie behutsam über das gewählte Gitter hin und her bewegen – es rastet dann an einer Linie ein.

Im Menü am rechten Rand des Arbeitsfensters findet sich ein Icon, über das Sie den aktuellen Stand auf der Arbeitsfläche in einer Bilddatei im PNG-Format festhalten können. Falls Sie ein Bild des

nackten Koordinatensystems herunterladen möchten, sind Sie jetzt schon bereit für den Download. Wenn Sie jedoch direkt in Mathigon Funktionen einfügen möchten, folgt nun ein wenig intuitiver Arbeitsschritt: Klicken Sie in der Menüleiste, die unten quer verläuft, auf das Textkasten-Icon und anschließend auf die mit „ x^2 Gleichung“ beschriftete Schaltfläche direkt darüber. Nun notieren Sie an einer beliebigen Stelle auf der Arbeitsfläche eine Funktionsgleichung, indem Sie eine Stelle anklicken und los tippen. Nicht wundern: Zu Beginn erscheint keine Textbox, sondern gleich der eingegebene Text.

Für die Notation gelten feste Regeln. So müssen Sie stets mit „f =“, „g =“ und so weiter beginnen – eine Notation in der Form „f(x) =“ ist nicht vorgesehen. Die Auswahlbox über der unten quer verlaufenden Menüleiste bietet die möglichen Optionen an: Brüche, Wurzeln und Exponenten. Die Eingabe ist ein wenig hakelig – im Zweifelsfall ziehen Sie einen Rahmen um alles, was misslungen ist, klicken auf das Papierkorb-Symbol und fangen noch einmal von vorn an.

Wenn die Funktion wie gewünscht auf der Arbeitsfläche notiert ist, markieren Sie sie vollständig. Rechts daneben erscheint dann eine blaue Pfeilspitze, die Sie mit der Maus Richtung Koordinatensystem ziehen. Sobald das Koordinatensystem als Ganzes markiert erscheint, haben Sie eine Verknüpfung zur Formel hergestellt. Wenn

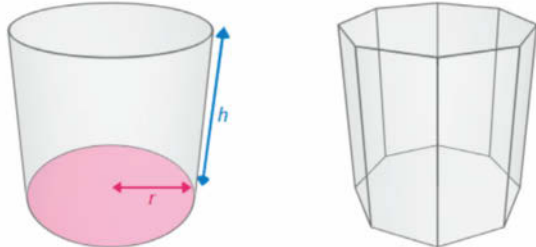
Sie die Maustaste nun loslassen, taucht der Funktionsgraph im System auf. Mit einem Klick auf den bunten Kreis im unteren Menü ganz rechts lässt sich die Farbe für den Funktionstext und den zugehörigen Graphen ändern.

Digitales Arbeitsblatt

Seit Kurzem bietet Mathigon im Zubehör Anwenden mit einem Lehrerkonto ein Objekt namens „Fragenersteller“. Es verhält sich ähnlich wie ein Textkasten, ist jedoch interaktiv: Sie können in einem digitalen Arbeitsblatt Fragenersteller verwenden, um eine Antwort einzufordern. Zunächst beschreiben Sie mithilfe von normalen Textkästen die Aufgabenstellung und fügen eventuell noch Übungsmaterial aus den Standardelementen von Mathigon hinzu. Anschließend formulieren Sie eine Frage. Daneben platzieren Sie einen Fragenersteller, in dem Sie die richtige Antwort einfügen.

Schreiben Sie oben auf das Arbeitsblatt etwa „Wie lautet der größte gemeinsame Teiler (ggT) von 21 und 49?“ Darunter könnten Sie aus dem Bereich „Zahlen“ – im Zubehör rot markiert – noch Primzahlkreise für die Zahlen 21 und 49 einfügen. Damit können Schüler, die die Antwort weder wissen, noch durch reines Nachdenken herausfinden, durch Experimentieren zur Lösung finden. Schließlich bugsieren Sie per Drag & Drop einen Fragenersteller auf die Arbeitsfläche. Markieren Sie darin das Fragezeichen und

Wir können einen Zylinder mit einem $\langle 8 \rangle$ -seitigen **Prisma** annähern. Mit zunehmender Anzahl der Seiten beginnt das Prisma immer mehr wie ein Zylinder auszusehen:

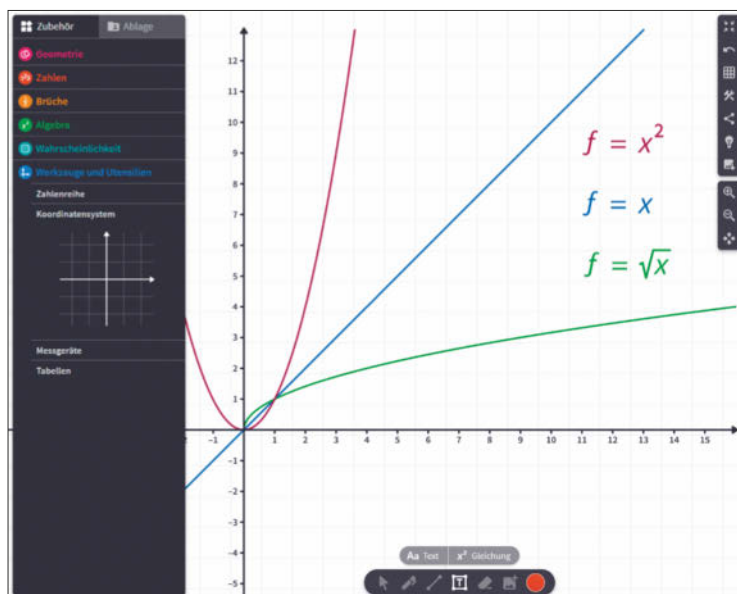


Auch wenn ein Zylinder technisch gesehen kein Prisma ist, haben sie viele Eigenschaften gemeinsam: In beiden Fällen können wir das Volumen bestimmen, indem wir die Fläche ihrer **Grundfläche** mit ihrer **Höhe** multiplizieren. Die Grundfläche ist ein Kreis mit Radius r , so dass seine Fläche πr^2 ist. Radius r und Höhe h sich wie folgt berechnen:

$$V = 2\pi \times h$$

Grafiken, Animationen und Multiple-Choice-Aufgaben ergänzen die Texte der Mathigon-Kurse. Falls der Schüler eine falsche Antwortvorgabe wählt, erscheint ein knapper Hilfetext.

In das Koordinatensystem aus dem Polypad-Zubehör lassen sich Funktionsgraphen einzeichnen. Das Ergebnis kann man als Bild-datei herunterladen.



überschreiben Sie es mit „7“ als Lösung. Nach diesem Schema notieren sie alle Aufgaben für das Arbeitsblatt. Das fertige Blatt speichern Sie, indem Sie im Menü links den Ablage-Reiter wählen und auf die lustigerweise mit „sparen“ fehlübersetzte Speichern-Schaltfläche klicken.

Um ein Arbeitsblatt an Schüler zu verteilen, legen Sie im Lehrer-Dashboard zunächst eine Klasse an; das Dashboard ist über das runde Kontosymbol oben rechts erreichbar. Mathigon generiert einen eindeutigen Klassencode aus acht Buchstaben und Ziffern. Diesen Code teilen Sie Ihren Schülern mit. Um einer Klasse beizutreten, klicken die Schüler in ihrem Schüler-Dashboard im Dialogfeld „Lehrer und Eltern“ auf „Neuen Klassencode hinzufügen“. Falls Lehrer und Schüler Google

Classroom zur Unterrichtsorganisation nutzen, kann ein Lehrer auch darüber Übungen an Schüler verteilen.

Sobald diese Verknüpfungen angelegt sind, können Sie Ihren Schülern Zugriff auf das Arbeitsblatt geben: Wechseln Sie dazu im Lehrerkonto zum dritten Reiter („Klasse“), ändern Sie eventuell noch über die drei Punkte die voreingestellte Klasse und klicken Sie dann auf die grüne Schaltfläche „Zuordnen“. Eine Kopie des Arbeitsblatts erscheint jetzt bei allen Schülern der Klasse in deren Ablage im Bereich „Zuordnungen“. Die Schüler können sie bearbeiten und durch Speichern an den Lehrer schicken. Der Lehrer sieht, ob im Lösungskästchen die richtige Antwort steht und ob das Übungsmaterial genutzt wurde. Über das Cloudsymbol besteht die Möglichkeit, eine

CSV-Datei mit zusätzlichen Informationen zur Bearbeitung herunterzuladen; daraus geht beispielsweise hervor, wie viele Versuche ein Schüler bis zur richtigen Antwort gebraucht hat. Es empfiehlt sich, als Lehrer zum Testen auch einen Schüler-Account anzulegen, um die beschriebenen Schritte durchzuspielen.

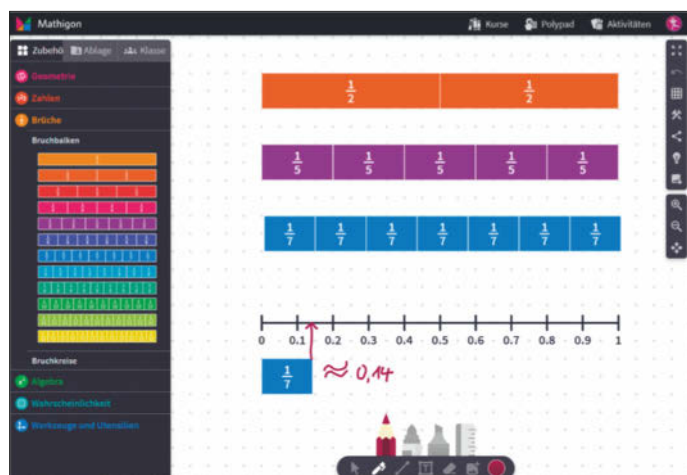
Vielversprechender Anfang

Mathigon bietet für Schüler interaktiven Lernstoff, etwa zu Primzahlen und Brüchen, Kreisen und Vielecken. Ansprechende Grafiken und durchdachte Animationen ergänzen die Texte und helfen beim Verständnis. Viele Themen im Lernbereich befinden sich allerdings erst im Werden oder stehen bislang nur auf Englisch zur Verfügung. Immerhin gibt es bei den Knobelaufgaben bereits jede Menge zu entdecken. Das Polypad eignet sich für eigene Experimente. Insgesamt empfiehlt sich Mathigon damit für Schüler nicht, um konkrete Wissenslücken zu stopfen, sondern eher als lehrreicher Zeitvertreib, der Lust auf Mathematik macht.

Lehrkräfte finden auf der Website jede Menge Vorlagen und Werkzeuge, mit deren Hilfe sie für den eigenen Unterricht Grafiken erstellen und Übungsmaterial gestalten können – für Präsenzunterricht ebenso wie für digital durchgeführte Stunden. Die Community der Mathigon-Nutzer teilt über die Website Tipps, Tricks und Unterrichtsideen. Auch wenn man an vielen Stellen noch über Unfertiges stolpert, ist Mathigon schon jetzt einen Besuch wert.

(dwi@ct.de) 

Website, Apps: ct.de/yj11



Auf der Arbeitsfläche arrangiert der Anwender Werkzeuge wie die Zahlenleiste und Übungsmaterial wie die Bruchbalken.



Mit Texten, Objekten wie den Primzahlkreisen und Antwortkästchen lassen sich digitale Arbeitsblätter gestalten.

Desinfec't für Profis



Live-Webinar 22. Juli 2021

Desinfec't lässt sich auch von Laien einfach nutzen. Profis wollen es für ihren Einsatz jedoch optimal anpassen. **Sortieren Sie alle PCs in Ihrem Netz im Handumdrehen** in die Kategorien „sicher befallen“, „ziemlich sicher sauber“ und „benötigt weitere Überprüfung“ ein.

Referent: *Mattias Schlenker*

► webinare.heise.de/desinfect

Threat Hunting mit Yara und Thor



Live-Webinar 29. Juli 2021

Im Webinar lernen Sie die Funktionsweise von **Yara** und **Thor** kennen und erfahren, wie Sie diese für eigene Ermittlungen bei Hackerangriffen nutzen und anpassen können. Wir zeigen, wie Sie sogenannte **“Indicators of Compromise”** (IOCs) und Yara-Regeln schreiben und gezielt einsetzen.

Referent: *Florian Roth*

► webinare.heise.de/threat-hunting

20%

Buchen Sie jetzt beide heise Security-Webinare
und sparen Sie **20% Kombi-Rabatt**

Notebook? Verzichtbar

SoftMaker Office für Android als Alternative zum Desktop nutzen

Das brandneue SoftMaker Office für Android enthält alle Funktionen, die man von Bürosuiten für den Desktop kennt. Mit den richtigen Einstellungen funktioniert das Office-Paket so gut, dass man das Notebook auf Reisen auch einmal durch Tablet oder Smartphone und externe Tastatur ersetzen kann.

Von Hans-Peter Schüller

Mit den SoftMaker-Komponenten TextMaker, PlanMaker und Presentations, einem Android-Gerät, das im besten Fall sogar eine lokale Spracherkennung beherrscht, und mit optional gekoppelter Bluetooth-Tastatur und -Maus fallen viele der bisherigen Einschränkungen für mobile Büroarbeit weg. Anders als die bisher marktüblichen Mobil-Apps sind die SoftMaker-Komponenten mit ihrem Funktionsumfang dafür konzipiert, komplexe Dokumente auch zu erstellen, nicht nur bestehende Unterlagen zu sichten und nachzubearbeiten. Wer seinen Schreibkram vermehrt vom Schreibtisch auf die verbesserten mobilen Arbeitsmittel verlagern möchte, sollte sich aber zuerst mit einigen Besonderheiten vertraut machen.

Die Entwickler beim Hersteller SoftMaker haben nämlich einige Optionen eingeführt, mit denen man die Apps an das verwendete Gerät anpassen kann, beispielsweise die Größe von Bedienelementen. Außerdem lohnt sich die Überlegung, das Mobilgerät mit einer physischen Tastatur und vielleicht auch einer Maus aufzurüsten.

SoftMaker Office für Android

Die Bestandteile des SoftMaker Office für Android lassen sich einzeln aus dem Play Store installieren – wer keine Tabellenkalkulation benötigt, muss dafür auch keinen

Speicherplatz opfern. Die Apps enthalten dieselben Funktionen wie ihre Gegenstücke für Windows, macOS und Linux. Sie kommen bereits in der kostenlosen Ausführung mit fortgeschrittenen Aufgaben klar wie dem Umgang mit unterschiedlich formatierten Kapiteln bei der Textbearbeitung oder der bedingten Formatierung inklusive Sparklines in Tabellenblättern.

TextMaker liest und schreibt Dateien außer im hauseigenen Format unter anderem auch in alten und neuen Formaten von MS Office (etwa DOC und DOCX) und im OpenDocument-Format. Das gilt auch für PlanMaker, nur dass sich damit keine Dateien im OpenDocument-Format speichern lassen. Mit dem kompletten Arsenal an Grafiken und Autoformen lassen sich in allen Komponenten Dokumente gestalten, die sich recht originalgetreu auch mit MS Office und LibreOffice bearbeiten lassen. Umgekehrt rendert SoftMaker Office Unterlagen aus diesen Suites weitgehend korrekt nach den Vorgaben der Ursprungssoftware [1].

An die Grenzen der Kompatibilität stießen wir, als uns PlanMaker beim eingebetteten Diagramm in einer LibreOffice-Tabelle die sekundäre Achse unterschlug und beim Speichern als XLSX-Datei die komplette Grafik zerschoss.

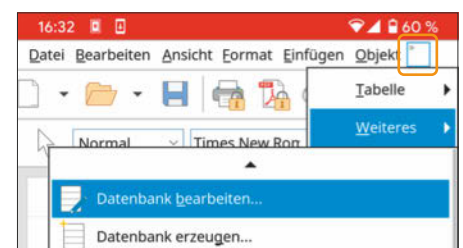
Die Premiumversion der Suite für monatlich 99 Cent beherrscht zusätzlich den Export von PDF- und Epub-Dateien, die Druckersteuerung und -vorschau sowie den Versand von Serienbriefen mit TextMaker. Abonnenten der Desktop-Mietversion SoftMaker Office NX können mit dem dazu gehörigen Lizenzschlüssel ohne Aufpreis auch das Android-Upgrade freischalten.

Auf dem Smartphone

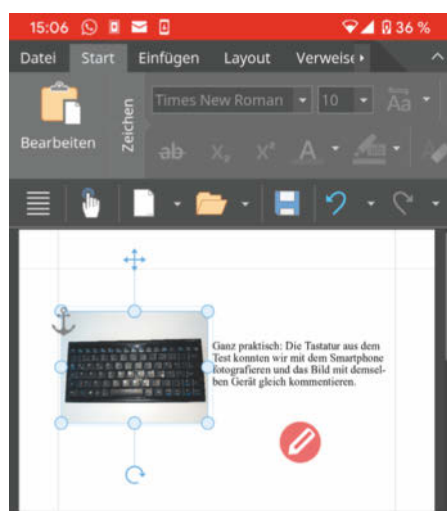
Auf einem Smartphone melden sich die SoftMaker-Apps standardmäßig mit der wählbaren Bedienoberfläche „klassische Menüs“ – zwei Symbolleisten mit Pull-down-Menüs. Auf einem kleinen Display ist das der beste Kompromiss zwischen Bedienkomfort und Platzverbrauch. Wer das anders sieht, kann bei allen Android-

Apps jederzeit auf die luxuriöse Ribbon-Oberfläche oder die äußerst sparsame „Symbolleisten“-Oberfläche umschalten. Je nach Modus erfordert die Umschaltung aber recht spitze Finger und etwas „Gewusst wie“. In der Symbolleiste „klassische Menüs“ öffnet ein Tipp auf das fast unsichtbare Symbol ganz rechts ein Menü, in dem Sie „Weiteres“ anwählen und in der nächsten Ebene „Einstellungen“. Im folgenden Dialog wählen Sie die Karteikarte „Aussehen“ und können dort viele Details der Bedienoberfläche festlegen – etwa für einen stufenlosen Zoom und zur Wahl zwischen Ribbon und Symbolleisten, jeweils im normalen oder im Dark Mode.

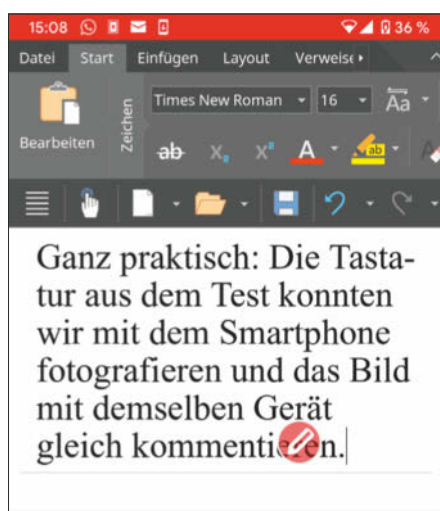
Dokumente erscheinen nach dem Öffnen zuerst als Seitenansicht. Darin kann man auf Anhieb das Layout beurteilen und in größeren Dokumenten bequem navigieren – nur lesen kann man darin meist nichts. Dagegen hilft ein Tipp auf das rote Editier-Icon mitten auf der Dokumentenanzeige: Damit schalten Sie zwischen der Seitenansicht und der sogenannten Konzeptansicht um. In dieser rendert die Software das Dokument mit lesbarer Schriftgröße. Dann füllen etwa drei bis vier Zeilen eines DIN-A4-Schriftstücks das ganze Display als kompakter Textblock mit eigenen Zeilenumbrüchen und Silbentrennungen. Sehr praktisch! Zur Layoutkontrolle tippen Sie noch einmal auf das rote Icon. Um zum Beispiel Umbrüche und Silbentrennungen zu kontrollieren und anzupassen, können Sie die



Das Umschalten der Bedienführung gelingt über das fast unsichtbare Icon oben rechts und danach über mehrere Menüauswahlen.



Die Seitenansicht von TextMaker für Android (links) zeigt das Gesamtlayout der Druckseite; die Objektansicht (rechts) bewährt sich zum Editieren des Texts.



auch dann bedienen, wenn Sie das Mobilgerät mit dem Touchscreen für eine bessere Arbeitshaltung auf einem Ständer positioniert oder gegen ein Buch gelehnt haben.

Als Ultima Ratio empfanden wir schließlich die Spracheingabe über ein Google Pixel 3 unter Android 11, welche auch von den SoftMaker-Apps unterstützt wird. Die Genauigkeit, mit der man damit auch im Flugmodus – also ohne Internetkontakt – gesprochene Texte „zu Papier“ bringen kann, hat uns verblüfft. Bei alltäglichen Texten mussten wir typischerweise weniger als eine Korrektur pro Zeile anbringen – auf die man etwa für persönliche Notizen meist auch verzichten kann. Satzzeichen lassen sich mitdiktieren, nur keine Zeilenwechsel.

Fazit

Mit einem aktuellen Android-Smartphone oder -Tablet und den aktuellen SoftMaker-Apps muss man unterwegs kaum noch Kompromisse bei der Büroarbeit eingehen, insbesondere im Zusammenspiel mit einer Bluetooth-Tastatur und -Maus. Wer mit den vergleichsweise kleinen Displayabmessungen klar kommt, kann das Notebook auf mancher Dienstreise zu Hause lassen und muss seine Dokumente nur noch in sehr speziellen Fällen am Desktop nachbearbeiten – wozu sich dann die fast baugleichen Desktop-Versionen von SoftMaker-Office aufdrängen. (hps@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Stefan Wischner, Word-brüchig, Wie gut Microsoft-fremde Textprogramme mit Word-Dateien umgehen, c't 18/2019, S. 114

Darstellung mit der üblichen Zweifingergeste zoomen und darin normal editieren, nur dass dann eben von jeder Zeile nur ein Fragment zu sehen ist.

Auf dem Tablet

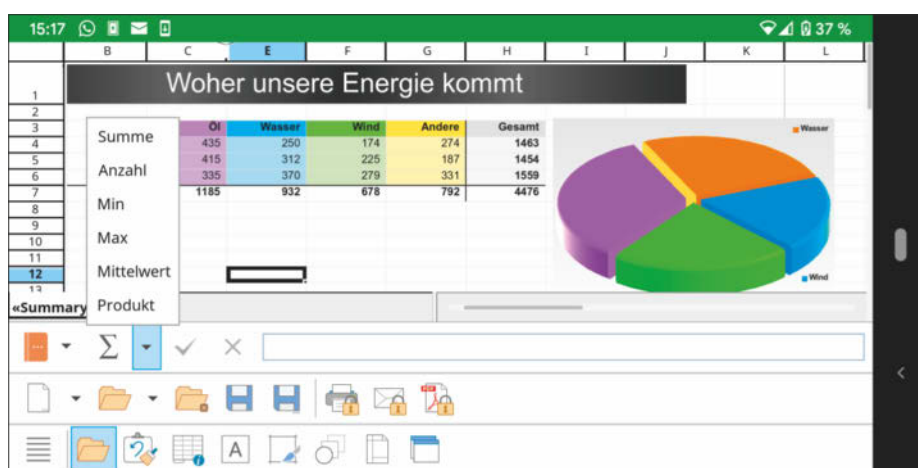
Auf einem Tablet starten die Android-Apps automatisch im Tablet-Modus, der sich allerdings im erwähnten Einstelldialog für die Bedienoberfläche auch manuell an- und abschalten lässt. Im Tablet-Modus ist standardmäßig die Ribbon-Bedienführung aktiviert, die sich etwas von der in den Desktop-Programmen unterscheidet: Die Ribbon-Felder sind im Verhältnis deutlich größer als in den Desktop-Programmen und dadurch leicht mit den Fingerspitzen zu treffen. So passt das Ribbon aber nicht einmal im Landscape-Modus komplett auf ein Full-HD-Display. Zum Ausgleich kann man das Ribbon auf dem Tablet unabhängig vom sonstigen Display-Inhalt scrollen und erreicht damit bequem alle Abteile.

Außerdem können die Apps im Tablet-Modus gleichzeitig mehrere Dokumente geöffnet halten und jeweils eines über Karteireiter aufs Display holen. Damit können Sie nicht nur sehr bequem Passagen per Cut & Paste übertragen, sondern durch Umschalten zwischen den Tabs auch kleinste Layout-Unterschiede zwischen ähnlichen Dokumenten erkennen.

Hardware-Helfer

Per Bluetooth – oder notfalls per USB-Kabel – unterstützen aktuelle Android-Geräte auch externe Tastaturen und Mäuse. Besonders eine separate Tastatur bringt

viele Vorteile: Ergonomisch günstigere Abmessungen und bessere Haptik machen das Tippen erheblich leichter und effizienter. Außerdem sparen Sie damit diejenige Displayfläche, die Sie sonst für eine virtuelle Tastatur opfern müssten. Insbesondere für Dokumente, die Sie im Landscape-Format bearbeiten möchten, lässt eine virtuelle Tastatur kaum Platz für die Anzeige des Inhalts. Zudem hat eine „echte“ Tastatur mehr Knöpfe, zum Beispiel Cursor- und Control-Tasten. Wir konnten das Betriebssystem auf zwei Testgeräten überraschenderweise nicht mit Bordmitteln auf die verwendete QWERTZ-Tastatur einstellen, wohl aber (mit Auswirkung auf alle Apps) über den Einstelldialog von TextMaker. Eine Maus bringt zumindest einen präziser fuhrbaren Cursor und lässt sich



Die Tabellenkalkulation PlanMaker bietet auch unter Android das ganze Sortiment von Charttypen und bedingten Zellformaten, so wie sie sich im SoftMaker-Dokumentenformat abbilden lassen.

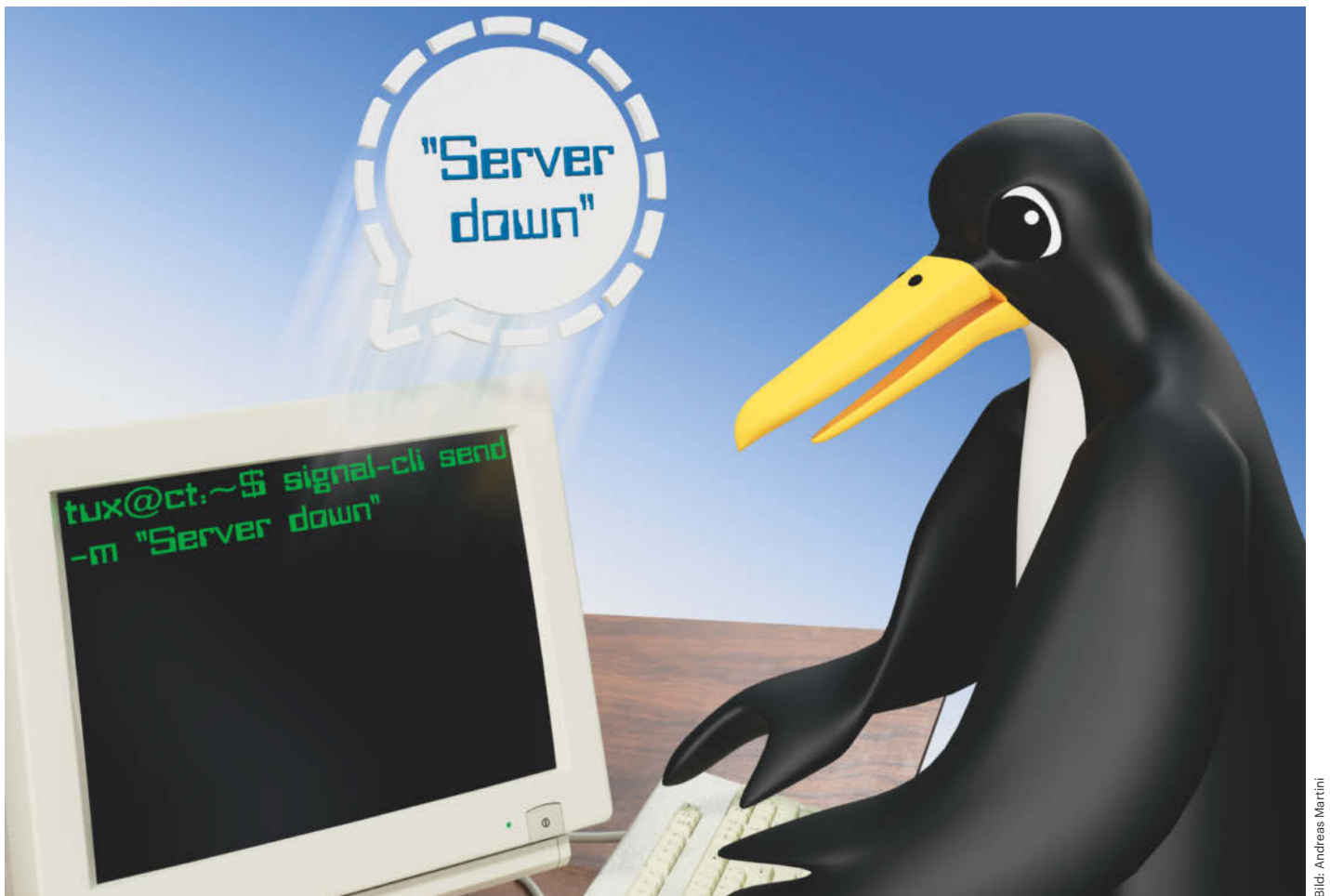


Bild: Andreas Martini

Signal aus dem Terminal

Signal-Nachrichten per Kommandozeile und Skript verschicken

Mit dem Kommandozeilen-Tool `signal-cli` umgehen Sie den App-Zwang von Signal und verschicken Nachrichten über die Kommandozeile. Das ist praktisch, um mit eigenen Skripten vom Server oder Raspi Statusnachrichten aufs Mobiltelefon zu senden.

Von Barbara Eder

Der Messenger Signal ist quelloffen und verschlüsselt Nachrichten Ende-zu-Ende. Dadurch eignet er sich sehr gut für die vertrauliche Kommunikation. Es gibt außerdem eine Desktop-App für Linux, macOS und Windows, die nach der Kopp-

lung mit dem Smartphone eigenständig lauffähig ist.

Mit dem unabhängig von der Signal Foundation entwickelten Kommandozeilen-Client `signal-cli` lässt sich der Messenger-Dienst auch flexibel per Shell nutzen und in eigene Skripte integrieren. So kann Ihnen Ihr Server oder Raspi Statusmeldungen per Signal senden. Auch ein Chat-Bot lässt sich mit dem Tool umsetzen.

Mit `signal-cli` kann man außerdem den Zwang zur Smartphone-App umgehen, die die Signal Foundation zur Registrierung eines neuen Kontos voraussetzt. Sie benötigen lediglich eine Handy- oder Festnetz-Rufnummer, über die Sie den per SMS oder Anrufansage zugesendeten Bestätigungscode entgegennehmen können.

Dieser Artikel beschreibt die Einrichtung von `signal-cli` unter Linux. Da das Tool ein Java-Programm ist, arbeitet es auch unter

Windows und macOS. Die Befehle für Kontoregistrierung und Nachrichtenversand sind identisch. Beispielhaft unter Ubuntu zeigen wir zudem, wie Sie unter Linux einen systemweiten Hintergrunddienst einrichten, über den mehrere Nutzer komfortabel und schnell Nachrichten verschicken.

Installation

Als Systemvoraussetzung verlangt `signal-cli` eine Java-Laufzeitumgebung (JRE) Version 11 oder neuer. Überprüfen Sie mit `java -version`, ob und welche JRE bei Ihnen eingerichtet ist. In Ubuntu installieren Sie mit `sudo apt install default-jre` die JRE.

```
sudo apt install default-jre
```

Dort und unter den meisten anderen Betriebssystemen laden Sie das Tool als gepacktes Archiv von GitHub herunter. Es

beinhaltet alle benötigten Dateien in den dazugehörigen Verzeichnissen. Die aktuelle URL finden Sie über ct.de/yw/jz. In Arch Linux erhalten Sie signal-cli über ein Arch_User_Repository (AUR); für FreeBSD gibt es einen eigenen Port.

In Ubuntu entpacken Sie das Archiv am besten mit Root-Rechten nach /opt und legen einen symbolischen Link nach /usr/local/bin an:

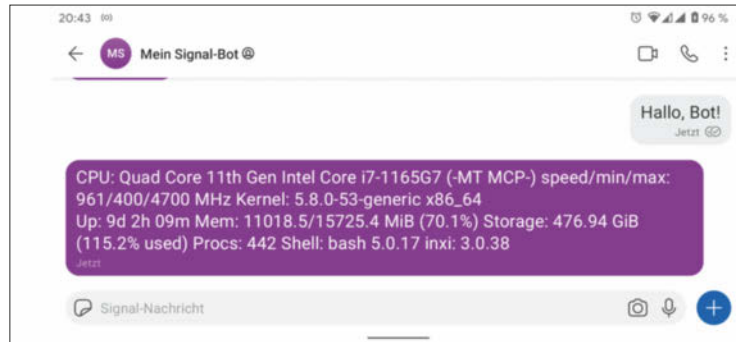
```
tar xf signal-cli-0.8.3.tar.gz -C /opt
ln -sf /opt/signal-cli-0.8.3/bin/signal-cli /usr/local/bin/
```

Passen Sie gegebenenfalls den Dateinamen des Archivs an die von Ihnen heruntergeladene Version an. Nun können Sie das Programm aus jedem beliebigen Verzeichnis ohne Pfadangabe ausführen.

Der Aufruf des Tools folgt meist dem Schema `signal-cli -u Nummer Kommando`, wobei es sich bei der Rufnummer hinter -u um Ihre Absendernummer samt Landesvorwahl handelt. Im Unterschied zu den offiziellen Apps ist signal-cli in der Lage, für mehrere Rufnummern die Signal-Konten zu verwalten. Nach der Absendernummer folgt der eigentliche Befehl, etwa zur Registrierung oder zum Versenden einer Nachricht.

Neues Konto registrieren

Signal unterscheidet zwischen einem Hauptgerät, normalerweise die Smartphone-App, und damit gekoppelten Zusatzgeräten, den Desktop-Clients. Das Tool signal-cli können Sie entweder als eigenständiges Hauptgerät registrieren und dann zum Beispiel Nachrichten vom Signal-Account Ihres Raspis an Ihren Signal-Account auf dem Handy schicken. In diesem Fall benötigen Sie für die Registrierung von signal-cli für beide Accounts unterschiedliche Rufnummern, weil sig-



Mit signal-cli schickt man bequem Statusmeldungen des eigenen Computers aufs Handy, wie hier die Ausgabe von „inxi“.

nal-cli ansonsten das Konto übernimmt und die Signal-App danach keinen Zugriff mehr darauf hat. Dafür können Sie auch eine Festnetznummer einsetzen. Oder Sie verknüpfen signal-cli wie einen Desktop-Client mit dem Konto einer bereits auf dem Smartphone genutzten Nummer. Das Hinzufügen von signal-cli zu einem bestehenden Konto erklären wir weiter unten.

Ein neues Konto registrieren Sie mit signal-cli über den Befehl `register`.

```
signal-cli -u +491713920000 register
```

An die mit -u angegebene Nummer schickt der Signal-Server einen Bestätigungscode per SMS. Wollen Sie den Code per Anrufsaussage empfangen (praktisch beim Einsatz einer Festnetznummer), hängen Sie am Ende noch die Option `--voice` an.

Captcha-Prüfung

Oft greift bei der Registrierung ein Sicherheitsmechanismus und der Befehl bricht mit einer Fehlermeldung ab. Der Signal-Server verlangt ein zusätzliches Sicherheitstoken, um zu verhindern, dass fremde Rufnummern mit Bestätigungscode-Anfragen belästigt werden. Das Token erhalten Sie nur, wenn Sie auf signalcaptcha.org/registration/generate.html ein

Captcha-Rätsel lösen und sich so als Mensch ausweisen.

Rufen Sie die Adresse im Browser auf. Haben Sie wie verlangt alle Hydranten, Taxis oder Ampeln ausgewählt, drücken Sie noch nicht auf „Bestätigen“. Öffnen Sie vorher mit der Taste F12 in Firefox die Webentwickler-Ansicht. Wählen Sie den Reiter „Konsole“ aus und prüfen Sie über das Menü hinter dem Zahnrad, ob die Option „Log nicht leeren“ aktiviert ist. Bestätigen Sie nun das Captcha-Rätsel. In der Konsole erscheint eine Meldung wie „Gewechselt zu signalcaptcha://...“ gefolgt von einer sehr langen, kryptischen Zeichenkette. Dieser Buchstaben-Wust ohne das vorgestellte `signalcaptcha://` ist das benötigte Token. Kopieren Sie die Zeichenkette.

Rufen Sie nochmals signal-cli mit `register` auf und übergeben Sie mit der Option `--captcha` das kopierte Token.

```
signal-cli -u +491713920000 register
--captcha [TOKEN]
```

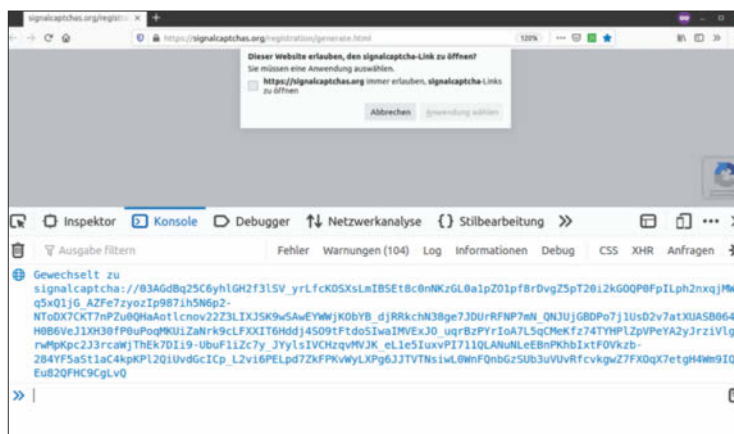
Rufnummer verifizieren

Notieren Sie sich den per SMS oder Ansage mitgeteilten, sechsstelligen Bestätigungscode und bestätigen Sie anschließend Ihre Rufnummer, indem Sie mit `verify` den Code (hier „123456“) zurück an Signal schicken:

```
signal-cli -u +491713920000
verify 123456
```

Wenn Sie mit Signal diese Nummer bereits auf einem anderen Gerät benutzt und dort mit einer PIN gesperrt haben, müssen Sie die PIN ebenfalls angeben. Ergänzen Sie dazu `--pin` PIN hinter dem Bestätigungscode. Von nun an können Sie via signal-cli auf der Kommandozeile Nachrichten senden und empfangen. Die Daten wie Kontakte, Nachrichten und empfangene Anhänge speichert das Tool im Verzeichnis `~/local/share/signal-cli`.

Nach dem Captcha-Test fischt man den Bestätigungscode per Webentwickler-Tools aus dem Browser heraus.





Aus der Ausgabe von `signal-cli` erzeugt `qrencode` den QR-Code, den die Signal-App zum Koppeln benötigt.

Nachrichten senden und empfangen

Schicken Sie nun mit dem Kommando `send` eine erste Testnachricht. Der Nachrichteninhalt steht nach der Option `-m` in Anführungszeichen; am Ende folgen die Telefonnummer des Empfängers. Der gesamte Befehl sieht so aus:

```
signal-cli send -m "Hallo, Welt" 2
+496990009000 +4917604069000
```

Wenn Ihre Nachricht angekommen ist, erscheint eine dreizehnstellige Nummer in der Kommandozeile. Es ist der Zeitstempel (Timestamp) Ihrer Nachricht. Den Zeitstempel benötigt man für andere Befehle, etwa um eine gesendete Nachricht zu löschen.

Haben Sie mehrere Signal-Konten in `signal-cli` eingerichtet, müssen Sie mit der Option `-u` angeben, von welcher Nummer aus die Nachricht gesendet werden soll.

```
signal-cli -u +491713920000 2
$send -m "Hallo, Welt" +496990009000
```

Anhänge versenden Sie mit der Option `-a` gefolgt vom Pfad der zu versendenden Datei:

```
signal-cli send -m "Eine Datei" 2
+496990009000 -a ~/Bilder/ct.png
```

Nach dem gleichen Schema gehen Sie vor, um Nachrichten zu empfangen.

```
signal-cli -u +491713920000 receive
```

Daraufhin lädt das Kommandozeilen-Tool alle Nachrichten herunter – gelesene wie ungelesene – und speichert diese unter

„`~/local/share/signal-cli/`“ ab. Beim nächsten Aufruf holt `receive` nur die noch nicht synchronisierten Nachrichten ab.

Auf Wunsch gibt `signal-cli` die empfangenen Nachrichten im JSON-Format aus. Dazu fügen Sie die Option `-o json` vor `receive` ein.

Vorhandenes Signal-Konto verbinden

Hat man auf dem Smartphone bereits ein Signal-Konto eingerichtet, kann man diesem Konto `signal-cli` als weiteren Client hinzufügen, etwa um Nachrichten per Kommandozeile zu schreiben und lesen. Dabei sollte man bedenken, dass bei einer solchen Verknüpfung alle Nachrichten, die über das Konto laufen, unverschlüsselt in den Log-Dateien landen können.

Zum Koppeln nutzt man den Mechanismus, mit dem man auch den Desktop-Client von Signal mit einem Signal-Konto verbindet. Die Desktop-App erzeugt einen QR-Code, den man mit der Smartphone-App von Signal einscannt. Dieser QR-Code enthält einen speziellen Uniform Resource Identifier (URI) mit der UUID des neuen Clients und den öffentlichen Teil seines kryptografischen Schlüssels. Mit diesen Daten erkennt die Smartphone-App den neuen Client und handelt mit ihm verschlüsselt die Freigabe aus.

Auch `signal-cli` erzeugt diese Daten, aber nur als Zeichenkette. Diese muss man an ein anderes Tool weiterreichen, um daraus einen QR-Code zu erzeugen. Installieren Sie dazu das Programm `qrencode`, etwa über `apt install qrencode`.

Der Unterbefehl zum Koppeln eines vorhandenen Kontos heißt in `signal-cli` `link`. Mit `-n` legen Sie optional einen Namen für den neuen Client fest, beispielsweise „Mein Raspi“. Den Vorgang initiieren Sie dann so:

```
signal-cli link -n "Gerätename"
```

Als Antwort gibt `signal-cli` den Kopplungs-URI aus und wartet knapp zwei Minuten auf die Anfrage des anderen Clients. Kopieren Sie in der Zeit den ausgegebenen Kopplungs-URI, der mit `tsdevice:/?uuiid=` anfängt, in ein neues Terminalfenster mit `qrencode`, um den QR-Code zu erzeugen:

```
qrencode -t utf8 "tsdevice:/?uuiid=..."
```

Mit der Option `-t utf8` wird der generierte QR-Code direkt im Terminal angezeigt, was den Umweg über eine Bilddatei er-

spart. Scannen Sie den QR-Code wie gewohnt mit der mobilen Signal-App über „Einstellungen/Gekoppelte Geräte“.

Mit `signal-cli listDevices` überprüfen Sie, ob Ihr Konto verknüpft ist. Dieses Subkommando listet Ihnen auch alle weiteren verlinkten Geräte auf.

Zusätzliche Clients und Desktop-App verbinden

Wollen Sie das mit `signal-cli` registrierte Konto auf einem anderen Computer mit einer weiteren Instanz von `signal-cli` verknüpfen, benötigen Sie den QR-Code nicht. Erzeugen Sie mit der neuen Instanz lediglich den Kopplungs-URI und kopieren Sie dann die Zeichenkette. Rufen Sie nun auf dem ersten Rechner `signal-cli` mit dem Unterbefehl `addDevice` auf und übergeben Sie mit der Option `--uri` die kopierte Zeichenkette, umschlossen von Anführungszeichen:

```
signal-cli -u +491713920000 addDevice 2
--uri "tsdevice:/?uuiid=...&pub_key=..."
```

Um den Signal-Desktop-Client mit einem über `signal-cli` registrierten Konto zu verbinden, müssen Sie zunächst aus dem QR-Code, den die Desktop-App anzeigt, den Kopplungs-URI extrahieren. Speichern Sie den QR-Code als Bildschirmfoto ab und lesen Sie das Bild mit einem QR-Code-Reader wie `zbarimg` aus dem Paket „`zbar-tools`“ aus:

```
zbarimg qrcode.png
```

Die so gewonnene Zeichenkette (`tsdevice:/?uuiid=...`) hängen Sie dann wieder hinter `--uri` an.

Hintergrunddienst einrichten

Mit `signal-cli` `daemon` startet man das Programm als Dienst, der dauerhaft auf eingehende Nachrichten vom Signal-Server wartet und Befehle entgegennimmt. Dafür stellt `signal-cli` in diesem Modus über D-Bus eine Schnittstelle bereit, über die man Nachrichten senden und empfangen kann. Die D-Bus-Anbindung ist experimentell und unterstützt zahlreiche Befehle wie `verify`, `register` oder `link` noch nicht.

Läuft der Dienst, muss man die Aufrufe von `signal-cli` um die Option `--dbus` ergänzen, die vor dem Subkommando stehen muss. Der folgende Befehl wartet nach der Synchronisierung des angegebenen Signal-Kontos auf neue Nachrichten:

```
signal-cli --dbus ↵
↳-u +491713920000 receive
```

Hat man den Dienst mit `signal-cli -u +49...` daemon gestartet, wird die D-Bus-Schnittstelle nur für dieses Konto bereitgestellt („/org/asamk/Signal“). Dafür entfällt die Option `-u` bei den Einzelbefehlen. Startet man den Dienst hingegen ohne die Angabe von `-u`, exportiert `signal-cli` für jedes lokal eingerichtete Signal-Konto ein eigenes D-Bus-Objekt, zum Beispiel „/org/asamk/Signal/_491713920000“. In diesem Fall muss man das Absenderkonto zwingend angeben.

Die D-Bus-Schnittstelle eignet sich hervorragend für eigene Skripte und Bots, da D-Bus in der Linux-Welt weit verbreitet ist und es für alle verbreiteten Programmiersprachen Implementierungen gibt. Weil für den Hintergrunddienst nur ein einziges Mal die Java-VM initialisiert werden muss, führt `signal-cli` per D-Bus erhaltene Befehle schneller aus und beansprucht weniger Systemressourcen. Folgender Befehl schickt über das Tool `dbus-send` von der Rufnummer „+491713920000“ eine Nachricht mit dem Text „Hallo, D-Bus“ an „+496990009000“:

```
dbus-send --session ↵
↳--type=method_call --print-reply ↵
↳--dest="org.asamk.Signal" ↵
↳/org/asamk/Signal/_491713920000 ↵
```

signal-cli.service

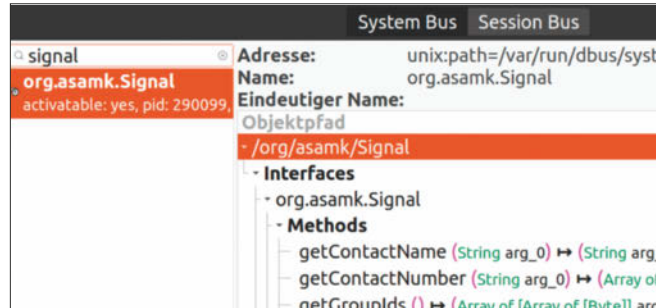
```
[Unit]
Description=Send secure messages...
Requires=dbus.socket
After=dbus.socket
Wants=network-online.target
After=network-online.target

[Service]
Type=dbus
Environment="SIGNAL_CLI_OPTS=-Xms2m"

# Hier ggf. "-u Rufnummer" ergänzen
ExecStart=/usr/local/bin/signal-cli ↵
↳--config /var/lib/signal-cli daemon ↵
↳--system
User=signal-cli
BusName=org.asamk.Signal
SuccessExitStatus=143

[Install]
Alias=dbus-org.asamk.Signal.service
```

Mit „ExecStart“ definiert man, wie Systemd den Hintergrunddienst startet.



```
↳org.asamk.Signal.sendMessage ↵
↳string:"Hallo, D-Bus" ↵
↳array:string: string:+496990009000
```

Geteilter Dämon als Systemd-Dienst

Um mit Cronjobs oder einem Skript Statusmeldungen aufs Handy zu senden, ist es praktischer, `signal-cli` als einen systemweiten Systemd-Service anzulegen. Damit läuft der Hintergrunddienst gleich nach dem Systemstart, und alle Unix-Nutzer des Systems haben Zugriff darauf. Dieses Setup ist aber in erster Linie für ein nur von einem Computer oder Bot genutztes Konto sinnvoll und eignet sich weniger für die persönliche Kommunikation.

Legen Sie für den Hintergrunddienst zunächst einen neuen Linux-Benutzer für `signal-cli` an:

```
sudo adduser --system --home ↵
↳/var/lib/signal-cli signal-cli
```

Unter dem angegebenen Home-Verzeichnis speichert `signal-cli` die Kontodaten. Die Vorlagen zur Konfiguration des Systemd-Service finden Sie auf ct.de/ywjz. Kopieren Sie die Dateien mit root-Rechten in die folgenden Verzeichnisse:

```
sudo cp org.asamk.Signal.conf ↵
↳/etc/dbus-1/system.d/
sudo cp org.asamk.Signal.service ↵
↳/usr/share/dbus-1/system-services/
sudo cp signal-cli.service ↵
↳/etc/systemd/system/
```

Entscheidend ist in der Datei „signal-cli.service“ die Zeile, die mit `ExecStart=` beginnt. Hier muss der Pfad zu `signal-cli` passen. Soll der Dienst nur mit einer Nummer verbunden sein, ergänzen Sie in dieser Zeile die Option `-u` samt der entsprechenden Rufnummer. Die Syntax ist bis auf `daemon --system` die gleiche wie bei der Eingabe in der Kommandozeile.

Läuft `signal-cli` als Dienst, stellt es eine Schnittstelle über D-Bus bereit. Sie erleichtert die Programmierung eigener Skripte.

Kopieren Sie zuletzt noch die Kontodaten von `signal-cli` aus ihrem persönlichen Verzeichnis nach „/var/lib/signal-cli“ und passen dann deren Eigentümer an:

```
sudo -s
cp -r ~/.local/share/signal-cli/* ↵
↳/var/lib/signal-cli/
chown -R signal-cli ↵
↳/var/lib/signal-cli/
```

Wenn alles vorbereitet ist, aktivieren und starten Sie mit `systemctl` den Dienst:

```
sudo systemctl --now enable signal-cli
sudo systemctl start signal-cli
```

Kontrollieren Sie mit `systemctl status signal-cli.service`, ob Systemd den Dienst erfolgreich gestartet hat. Der Befehl `journalctl -f -u signal-cli` zeigt Ihnen Status- und Fehlermeldungen an. Um eine Nachricht zu senden, ergänzen Sie den Befehl um `--dbus-system`:

```
signal-cli --dbus-system ↵
↳-u +491713920000 ↵
↳send -m "Hallo, System" +496990009000
```

Damit `dbus-send` den systemweiten Bus verwendet, müssen Sie im weiter oben beschriebenen Befehl die Option `--session` durch `--system` ersetzen und den Pfad des D-Bus-Objektes anpassen.

Fazit

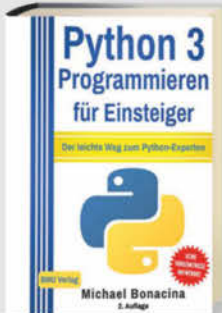
Vom Chatbot bis zum Multi-User-Client – `signal-cli` erweitert die Einsatzszenarien des sicheren Messengers Signal. Die D-Bus-Schnittstelle und die Ausgabe in JSON erleichtern es, eigene Programme mit `signal-cli` zu verbinden. Interessante Beispiel-Skripte sowie die knappe, aber hilfreiche Dokumentation des Entwicklers finden Sie unter ct.de/ywjz. (ktn@ct.de) **ct**

Konfigurationsdateien, Beispielskripte und Dokumentation: ct.de/ywjz

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.

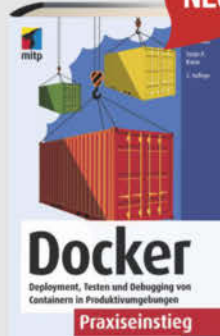
ISBN 9783836267120
shop.heise.de/dsgvo-websites **39,90 €** >



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.

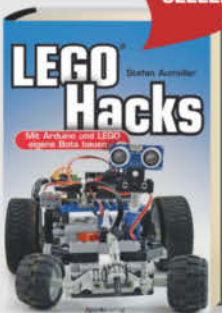
ISBN 9783446459960
shop.heise.de/maschinelles-lernen **38,00 €** >



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.

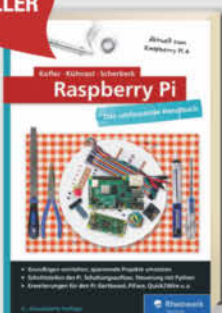
ISBN 9783864906435
shop.heise.de/buch-legohacks **29,90 €** >



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

shop.heise.de ➔

➔ Bestellen Sie ganz einfach online unter **shop.heise.de** oder per E-Mail: **service@shop.heise.de**



Zitterpartie

Subnautica Below Zero: Eisiger Nachschlag

Rund drei Jahre nach dem Erfolg des ersten Teils dürfen sich die Fans auf einen eiskalten Aufguss des bewährten Survival-Erfolgsrezepts freuen.

Von Andreas Müller

Eisiger Wind weht der Forscherin Robin um die Nase, als sie sich auf die Suche nach der rettenden Basis in der schneewumherten Einöde begibt. Die Temperatur liegt weit unter dem Gefrierpunkt, die Nahrungsvorräte sind knapp und im Hintergrund heult ein riesiges, klauenbewehrtes Eismonster, das ihr nach dem Leben trachtet. Wenn Robin nicht bald einen Unterschlupf findet, wird sie erfrieren. Ganz zu schweigen von der Ungewissheit, was aus Ihrer Schwester geworden ist, die ihr den Ärger eingebrockt hat.

Aus der Tiefe in eisige Höhen

Die Expeditionen an Land sind eine der wenigen Änderungen zum Vorgänger. Mit Subnautica hatte das kleine Indie-Studio Unknown Worlds einen Millionenhit im hart umkämpften Markt der Survival-Abenteuer gelandet. Während sich die Spielerinnen und Spieler dort meist unter Wasser

herumtrieben, in ungeahnte Tiefen vorstießen und fleißig an ihrer Basis bastelten, sollten sie nun etwas umdenken. Unter Wasser ist weiterhin der ständige Kampf gegen den Sauerstoffmangel und Meeresbewohner präsent, an Land sind ganz neue Gerätschaften nötig, um zu überleben: Thermokleidung ersetzt den Tauchanzug, mit dem Schneemotorrad geht es ohne zu Erfrieren über das Eis und ein mechanischer Pinguinspäher hilft bei Entdeckungstouren.

Das Spielprinzip bleibt über und unter Wasser gleich: die Gegend erkunden, Ressourcen sammeln und fleißig alles absキャン. Zusammen mit ein paar besonderen Fundstücken, die spärlich über die ganze Spielwelt verteilt sind, wächst das Repertoire an Bauplänen. So kann sich die Forscherin mit einem Seegleiter schneller unter Wasser bewegen, Mineralien mit dem Laserschneider abbauen oder schließlich stattliche Basen an Land oder unter Wasser zusammenzimmern. Das ist auch nötig, denn überall lauern Gefahren, sei es in Gestalt von bissigen Tieren oder im ständigen Kampf gegen Nahrungsmangel, Erfrieren und Erstickten. Stirbt die Forscherin, verliert sie ein paar Gegenstände, muss aber nicht komplett von vorn anfangen. Nur im Hardcore-Modus wird der Spielstand gnadenlos gelöscht. Der Fortgang der Story entpuppt sich als mühsames Suchspiel, denn nur wenn Robin

wichtige Entdeckungen macht oder an langwierigen Bauprojekten bastelt, geht die Geschichte um geheimnisvolle Alien-Technologien schrittweise voran.

Bis die erste größere Basis entsteht, vergehen etliche Spielstunden; wer erfolgreich sein will, braucht Geduld. Der moderate Schwierigkeitsgrad des Überlebensmodus lädt deshalb zum Umherstreifen ein. Im freien und im Kreativmodus lassen sich die vielen unterschiedlichen Baumöglichkeiten dagegen ganz entspannt ausprobieren. Wie schon beim Vorgänger fehlt ein Mehrspielermodus.

Die bunte Unterwasserwelt sorgt auf den ausgedehnten Expeditionen für entspannte Spielmomente. Nur die karge, detailarme Schneelandschaft kann nicht mit den wunderschönen Tauchgängen mithalten. Abseits der Abenteuer im Schneegestöber muss man weitere Neuerungen mit der Lupe suchen. Der Grund: Ursprünglich war Below Zero nur als Erweiterung zum Hauptspiel geplant, die mit der Zeit immer größer wurde. Abseits neuer Gerätschaften sind vor allem ein paar Komfortfunktionen hinzugekommen. So kann sich die Protagonistin die Baupläne ans Helmvisier heften und muss nicht in den Menüs nachsehen, welche Rohstoffe für den Bau nötig sind.

Fazit

Subnautica Below Zero erweitert ein ausgereiftes Spielprinzip um ein neues Szenario und ein paar Komfortfunktionen; bahnbrechende neue Ideen fehlen. Spaß macht es trotzdem, denn egal, ob Sie sich durch eisige Winde schlagen müssen oder im Ozean nach Alien-Technologie forschen – Unknown Worlds findet den richtigen Mix aus spannendem Überlebenskampf und entspannter Entdeckungstour. Besonders Spielerinnen und Spieler, die bisher kaum Erfahrung im Survival-Genre haben, dürfen sich auf weitgehend frustfreie Expeditionen freuen. Das macht Subnautica Below Zero zu einer runden Sache, um die Wartezeit auf eine echte Fortsetzung zu verkürzen.

(lmd@ct.de) **ct**

Video: [ct.de/ysa9](https://www.ct.de/ysa9)

Subnautica Below Zero

Survival-Abenteuer	
Vertrieb	Unknown Worlds Entertainment, unknownworlds.com/subnautica/
Systeme	Windows, macOS, PS 4/5, Xbox One/Series, Nintendo Switch
USK	ab 12 Jahren
Preis	30 €



Die Konferenz für Enterprise-JavaScript

27. – 30. September 2021

www.enterjs.de

Jetzt
Tickets zum
**Frühbucher-
Rabatt**
sichern!

Veranstalter



 **heise Developer**

 **dpunkt.verlag**

Zwangsreguliert

Neue Regeln zum Datenschutz für Telekommunikation und Online-Anbieter

Kurz vor Ende der Legislaturperiode hat die GroKo noch ein weiteres Datenschutzgesetz verabschiedet. Das enthält zwar Änderungen zur Cookie-Einwilligung, dürfte aber in der Praxis nur wenig bewirken – es sei denn, alle Betreiber können sich auf ein System einigen.

Von Joerg Heidrich

Mit Hochgeschwindigkeit hat die große Koalition zum Ende der Legislaturperiode eine umfassende Neuregulierung von Internet und Telekommunikation auf den Weg gebracht. Die Liste der jüngst verabschiedeten Gesetze mit Online-Bezug ist lang: Überarbeitet wurden etwa das Netzwerkdurchsetzungsgesetz (NetzDG), das Telekommunikationsgesetz (TKG) und das IT-Sicherheitsgesetz (ITSiG).

In diese Liste reiht sich nun das Ende Mai 2021 verabschiedete „Gesetz zur Regelung des Datenschutzes und des Schutzes der Privatsphäre in der Telekommunikation und bei Telemedien“ ein, kurz TTDSG. Das Gesetz mit dem sperrigen Namen soll laut Bundesregierung „mehr Rechtssicherheit und Rechtsklarheit zum Schutz der Privatsphäre in der digitalen Welt“ schaffen. In Kraft treten wird es zusammen mit dem neuen TKG am 1. Dezember 2021.

Inhaltlich stellt das TTDSG eine Neuregulierung der Datenschutzbestimmungen in der Telekommunikation und bei Telemedien dar. Zu den Telemedien gehören nahezu alle Angebote im Web, zum Beispiel Websites, soziale Medien und Blogs, Webshops, Suchmaschinen und auch Webmailer. Eine Reform der Regelungen in diesem Bereich war unter ande-

rem aufgrund der DSGVO, der alten E-Pri-vacy-Richtlinie der EU und einer Reihe von Urteilen der höchsten Gerichte notwendig und überfällig.

Cookie-Regulierung

Das TTDSG wird erstmals in Deutschland die Anwendung von Cookies gesetzlich regulieren (bislang werden dazu lediglich informelle Regeln aus der DSGVO abgeleitet). Es orientiert sich dabei an den Vorgaben der entsprechenden Urteile des Europäischen Gerichtshofs, also an aktueller EU-Rechtsprechung. § 25 legt fest, dass die „Speicherung von Informationen in der Endeinrichtung des Endnutzers“ und der Zugriff auf bereits gespeicherte Informationen nur zulässig sind, wenn der Endnutzer darin eingewilligt hat. Diese Einwilligung darf nur auf der Grundlage von klaren und umfassenden Informationen nach den Vorgaben der DSGVO (Art. 7) erfolgen.

Der Gesetzgeber bezieht sich aber nicht nur auf Cookies, sondern das TTDSG dürfte auch andere Techniken zur Geräteidentifikation durch Anbieter umfassen, etwa Browser-Fingerprinting. Das Gesetz nennt allerdings zwei Ausnahmen, bei denen eine Zustimmung der Nutzer nicht notwendig ist. Dies sei dann der Fall, wenn der Zweck der Speicherung die Übertragung einer Nachricht über ein öffentliches Telekommunikationsnetz ist oder die Identifikation „unbedingt erforderlich ist“, damit der Anbieter eines Telemediendienstes einen vom Nutzer ausdrücklich gewünschten Telemediendienst zur Verfügung stellen kann.

Dies entspricht im Wesentlichen dem, wie beispielsweise Verlage ihr Cookie-Management auf ihren Websites praktisch umsetzen: Die gängigen Einwilligungssysteme setzen für das Angebot zwingend notwendige Cookies ohne Zustimmung der Nutzer. Allerdings geht aus dem TTDSG nicht eindeutig hervor, was „zwingend notwendig“ genau bedeutet. Selbst

in der Gesetzesbegründung findet sich dazu nichts. Hier verweist der Gesetzgeber lediglich darauf, dass die Notwendigkeit „im Einzelfall gemäß den in der DSGVO geregelten Anforderungen“ zu beurteilen sei.

Eindeutig als zwingend notwendig werden beispielsweise Session- oder Warenkorb-Cookies angesehen. Unklar ist dagegen weiterhin, welche Regelungen etwa für Webanalyse und Reichweitenmessung gelten. Eindeutig zustimmungsbedürftig sind wiederum Tracking-Cookies Dritter, etwa der Werbewirtschaft oder von Social-Media-Anbietern. Die Grauzone dazwischen ist groß. Rechtssicherheit sieht jedenfalls anders aus – mit dem unklaren Begriff „zwingend notwendig“ lässt der Gesetzgeber viel Raum für ausschweifende Streitigkeiten mit den Datenschutzbehörden und vor den Gerichten. An den weder von Nutzern noch von Unternehmen geschätzten Cookie-Bannern dürfte sich jedenfalls allein durch diese Regelung nichts ändern.

Das von der CDU/CSU-Fraktion beschworene „Ende der Cookie-Banner“ soll auf andere Weise Realität werden. Die finale Version des TTDSG gestattet es nach langen Diskussionen in § 26, ein „Personal Information Management System“ – kurz PIMS – einzusetzen. Die Idee hinter den PIMS: Nutzer können bei einem zentralen Anbieter hinterlegen, ob und unter welchen Voraussetzungen sie ihre Zustimmung zum Setzen von Cookies geben wollen. Beim Besuch einer Website liest der Betreiber diese Präferenzen aus und setzt die Nutzervorgaben um. Cookie-Banner wären in einem solchen Szenario obsolet.

Derartige Dienste gibt es allerdings bislang nicht. Und der Gesetzgeber stellt hohe Anforderungen an den Betrieb von PIMS. Diese dürfen zum Beispiel kein wirtschaftliches Eigeninteresse an der Einwilligung und an den verwalteten Daten haben und die erhaltenen Daten ausschließlich für Informationen zu den Einwilligungsentscheidungen nutzen. Die nähere Ausgestaltung dieser neuen Strukturen soll im Zuge einer Regierungsverordnung erfolgen. Bis ein solcher Dienst irgendwann einmal akkreditiert und im Einsatz ist, werden also noch Jahre vergehen.

Pflichten zur IT-Sicherheit

Gesetzliche Vorgaben zur Gewährleistung der IT-Sicherheit waren in den letzten Jahren ein besonderes Anliegen des Gesetz-

gebers. Einige davon finden sich auch im TTDSG. Nach § 19 haben Anbieter von Telemedien durch technische und organisatorische Vorkehrungen unter anderem sicherzustellen, dass der Nutzer sie „gegen Kenntnisnahme Dritter geschützt in Anspruch nehmen kann“.

Die Anbieter haben zu gewährleisten, dass kein unerlaubter Zugriff auf ihre technischen Einrichtungen möglich ist und diese gegen Störungen und äußere Angriffe gesichert sind. Ähnlich den Vorgaben in der DSGVO ist dabei der Stand der Technik zu berücksichtigen, auch der Grundsatz der Verhältnismäßigkeit. Explizit genannt wird die Anwendung eines als sicher anerkannten Verschlüsselungsverfahrens als Mittel der Wahl.

Wie schon sein Vorgänger, das Telemediengesetz (TMG), enthält auch das TTDSG eine Regelung zur Anonymität der Nutzer. Danach haben Betreiber von Telemedien die Nutzung ihrer Angebote und auch deren Bezahlung „anonym oder unter Pseudonym zu ermöglichen“. Dies gilt allerdings nur, soweit dies technisch möglich und zumutbar ist. In der Praxis wurde daher bislang aus dem Vorgänger dieser Vorschrift nicht einmal ein Recht auf Pseudonymität abgeleitet. So hat das Oberlandesgericht (OLG) München in einem Urteil von Ende 2020 (Az. 18 U 2822/19) einem Nutzer von Facebook explizit das Recht abgesprochen, bei der Nutzung des Social-Media-Angebots ein Pseudonym zu verwenden.

Dass der Passus vom TMG ins TTDSG hinübergerettet wurde, können Bürgerrechtler dennoch als kleinen Erfolg verbuchen. Denn damit haben sich die Apologeten der Klarnamenspflicht nicht durchgesetzt. Das Innenministerium hatte unter der Leitung von Horst Seehofer (CSU) beispielsweise noch Anfang 2021 eine anlasslose Vorratsdatenspeicherung und Verifizierung aller Bürger gefordert, die im Internet über Messenger oder E-Mail kommunizieren.

Auf der anderen Seite verträgt sich dieses Recht auf Pseudonymität kaum mit den Regeln des TTDSG zur Überwachung durch staatliche Institutionen. Die §§ 21 bis 24 gewähren Ermittlungsbehörden und Diensten großzügig Zugriff auf Bestands- und Nutzungsdaten. Festgeschrieben sind Herausgabepflichten etwa an den Bundesnachrichtendienst, den Militärischen Abschirmdienst und den Verfassungsschutz. Außerdem darf ein Betreiber Auskunft zu Bestandsdaten erteilen, wenn



Bild: Deutscher Bundestag / Simone M. Neumann

Bundesinnenminister Horst Seehofer (CSU) wollte ursprünglich im novellierten TKG Anbieter verpflichten, „Identifizierungsmerkmale zu erheben, zu verifizieren und im Einzelfall den Sicherheitsbehörden zur Verfügung zu stellen.“

dies zur „Durchsetzung der Rechte am geistigen Eigentum“ von Rechteverwertern erforderlich ist.

Darüber hinaus enthält das TTDSG diverse Regelungen zur Telekommunikation, die aber im Wesentlichen den bisherigen Vorgaben entsprechen. Neu hinzugefügt wurde in § 8 eine Vorschrift, die es verbietet, mit Geräten unbemerkt Menschen abzu hören oder Bilder oder Filme aufzunehmen. Damit will der Gesetzgeber de facto Produkte untersagen, die in dieser Hinsicht eine besondere Gefahr begründen. Wer derartige Produkte herstellt oder auf dem Markt bereitstellt, macht sich nach § 27 sogar strafbar. Vorgesehen ist eine Freiheitsstrafe bis zu zwei Jahren oder eine Geldstrafe.

Laut Begründung des Gesetzes erscheinen immer mehr Produkte mit versteckten Mikrofonen und Kameras. Dadurch entstünden Gefahren für die Privatsphäre, gerade bei getarnten Alltagsgegenständen und in Kinderspielzeug. Die Bundesnetzagentur ist etwa gegen den Vertrieb einer Puppe vorgegangen, die Gespräche aufgezeichnet und an Dritte versandt hat.

Kein Plus an Rechtssicherheit

Verglichen mit der DSGVO sieht das TTDSG geringe Strafen vor. Verstöße gegen die Vorschriften sind bis auf wenige strafbare Aufnahmen als Ordnungswidrig-

keiten klassifiziert und mit Bußgeldern bis maximal 300.000 Euro bewehrt. Diese Summe droht dann allerdings auch demjenigen, der – ohne nach § 25 eine informierte Einwilligung einzuholen – „eine Information speichert oder auf eine Information zugreift“, also ein Cookie setzt.

Mit dem TTDSG tritt neben die DSGVO und das BDSG noch ein weiteres Datenschutzgesetz. Das macht die Anwendung in der Praxis kaum einfacher und sorgt auch nicht wirklich für mehr Übersicht und Rechtssicherheit. Die GroKo ist schlicht dringenden gesetzgeberischen Pflichten nachgekommen, die zum Teil schon seit zehn Jahren überfällig sind. Es ist ein Gesetz auf Zeit, das vermutlich schon in wenigen Jahren zur nationalen Umsetzung der gerade verhandelten europäischen E-Privacy-Verordnung wieder überarbeitet werden muss.

Zwar setzt sich der Weg des Gesetzgebers zu immer mehr Erweiterung von Überwachungsmöglichkeiten fort. Immerhin konnten aber allzu heftige Eingriffe wie die von Horst Seehofer gewünschte Zwangsregistrierung für die Nutzung von Messengern und E-Mail verhindert werden. Gemeinsam ist diesen Neuregulierungen stets, dass sie die Eingriffsmöglichkeiten staatlicher Institutionen erweitern. Eine Stärkung der Bürgerrechte sucht man dagegen in den Projekten der GroKo vergeblich. (hob@ct.de) **ct**



Sie fragen – wir antworten!

Alter Chrome unter Linux

? Mein Chrome-Browser zeigt in „Über Google Chrome“ eine veraltete Version „72.0.3626.96“ an. Installiert ist jedoch bereits das aktuelle Ubuntu/Debian-Paket; die Versionsabfrage auf der Kommandozeile bestätigt das: `google-chrome --version` gibt „Google Chrome 91.0.4472.77 unknown“ aus. Im Browserfenster erscheint dennoch wieder die alte Version – auch nach einem Neustart des Browsers. Was geht da vor?

! Wahrscheinlich läuft da irgendwo im Hintergrund noch ein alter Browserprozess, etwa weil Sie die Option „Google Chrome im Hintergrund ausführen“ aktiviert haben. Damit führt ein Aufruf des neu installierten Chrome-Binary nur dazu, dass der alte Prozess ein neues Fenster öffnet.

Um dem Spuk ein Ende zu bereiten, beenden Sie alle Chrome-Prozesse. Das geht zum Beispiel auf der Kommandozeile mit

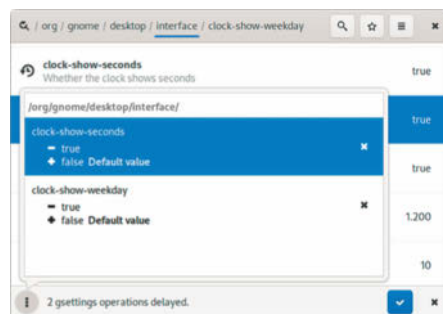
```
killall chrome
```

Danach sollte ein erneuter Start des Browsers auch die aktuelle Version melden. (ju@ct.de)

GSettings zurücksetzen

? Ich habe per `gsettings` Änderungen an Gnome vorgenommen und würde die gerne wieder rückgängig machen. Wie geht das?

! Einzelne Einstellungen können Sie einfach über den Befehl `reset` wieder auf den Standardwert setzen. Zum Beispiel können Sie so die Sekundenanzeige in der Systemuhr zurücksetzen:



Mit dem `dconf`-Editor lassen sich Änderungen an Gnome sammeln und gemeinsam anwenden.

```
gsettings reset \
  org.gnome.desktop.interface \
  clock-show-seconds
```

Um alle Schlüssel unterhalb eines Schemas wie beispielsweise „org.gnome.desktop.interface“ zurückzusetzen, gibt es auch den Befehl `reset-recursively`. Bei umfangreicheren Umbauten ist es aber oft besser, den `dconf`-Editor zu benutzen. Dieser erlaubt es auch, Einstellungsänderungen zu sammeln und in einem Rutsch anzuwenden. (syt@ct.de)

RAM für NUC

? Ich habe direkt bei Amazon 64 GByte DDR4 Speicher mit 3200 MHz für ein Intel NUC gekauft, so war das auch auf der Packung angegeben. Allerdings werden im Task-Manager und im BIOS nur 2667 MHz angezeigt und ich finde im BIOS auch keine Möglichkeit, die Speichergeschwindigkeit umzustellen. Kann es sein, dass ich ein falsches oder gefälschtes Produkt erhalten habe?

! Bei den Crucial-Modulen handelt es sich um Übertaktermodule mit XMP-Profil und höherer Spannung (1,35 Volt). Diese erreichen ihr maximales Tempo nur,

wenn das System XMP unterstützt und es im BIOS auch aktiviert ist. Die NUCs können aber nicht mit XMP-RAM umgehen, deshalb läuft der Speicher nur mit dem JEDEC-Profil, wo Crucial lediglich DDR4-2666 hinterlegt hat.

Sie können versuchen, im BIOS manuell das Speichertempo von DDR4-3200 einzustellen. Wenn das nicht klappt, müssten Sie sich anderen RAM ohne XMP-Profil mit standardkonformen 1,2 Volt besorgen. (chh@ct.de)

Liste mit empfehlenswerten Modulen:
[ct.de/yk33](https://www.ct.de/yk33)

Umstieg auf Vaultwarden

? Ich habe das Projekt „Gemeinniskrämer – Der Raspberry Pi als Passwortserver“ aus der c’t 9/2021 nachgebaut und hoste jetzt meinen eigenen Raspi-Passwortserver auf Basis von Bitwarden_RS. Auf der GitHub-Seite des Projektes habe ich gelesen, dass die Entwickler Bitwarden_RS in Vaultwarden umbenennen. Das Docker-Image `bitwarden_rs/server` soll demnächst nicht mehr aktualisiert werden. Was ändert sich dadurch für mich und wie kann ich ohne Datenverlust zu Vaultwarden wechseln?

! Bis auf den Namen ändert sich für Anwender grundsätzlich nichts. Im Container läuft dieselbe Software. Um jedoch auch in Zukunft Sicherheitsupdates zu erhalten, sollten Sie unbedingt auf das Vaultwarden-Image wechseln. Vaultwarden bleibt auch weiterhin zu den offiziellen Bitwarden-Apps und -Browsererweiterungen kompatibel. Weil die persistenten Daten auf dem Host-Dateisystem liegen und über ein Volume in den laufenden Container gereicht werden, gestaltet sich der Wechsel zum neuen Docker-Image denkbar einfach.

Für den unwahrscheinlichen Fall, dass bei dem Umstieg doch etwas schiefgeht, legen Sie zunächst eine Sicherheitskopie des „Bitwarden“-Ordners an. Wenn Sie für die persistenten Daten einen anderen Speicherort gewählt haben, dann passen Sie die Verzeichnisse entsprechend an.

```
sudo cp -a /var/docker/bitwarden ↵
↵/var/docker/bitwarden-backup
```

Im Anschluss stoppen und entfernen Sie den Bitwarden_RS-Container:

```
sudo docker stop bitwarden_rs
sudo docker rm bitwarden_rs
```

Das neue Image und den Namen tragen Sie in die Zeilen `image` und `container_name` in der Datei `docker-compose.yml` ein, die standardmäßig im Verzeichnis `/srv/raspi-pwm` liegt:

```
bitwarden:
  image: vaultwarden/server:1.21.0
  container_name: vaultwarden
```

Mit dem Befehl `sudo docker-compose up -d` lädt Docker das neue „Vaultwarden“-Image und startet den Container. Nach einigen Minuten können Sie Ihren Passwortsafe wieder unter der gewohnten Webadresse ansteuern. (ndi@ct.de)

Mit dem Homeoffice unterwegs

Ich möchte mit meinem Homeoffice im europäischen Ausland unterwegs sein und dort das mobile Internet nutzen. Ich benötige regelmäßig große Datenmengen, schon wegen der Videokonferenzen. Woher bekomme ich eine echte Flatrate, die in der ganzen EU gilt?

Grundsätzlich gilt zwar der Grundsatz „Roam like at home“, der allerdings findet ausgerechnet bei Datenflattrates keine uneingeschränkte Anwendung. Abhängig vom Monatspreis ist das im EU-Ausland ohne Aufpreis nutzbare Datenvolumen stets beschränkt.

Hinzu kommt, dass die Provider missbräuchliche Nutzung unterstellen können, wenn Sie sich innerhalb eines Vier-Monats-Zeitraums überwiegend im EU-Ausland aufhalten und dort Roaming nutzen. Wenn Sie Ihre Zelte längere Zeit in einem EU-Land aufschlagen, sollten Sie versu-

chen, vor Ort einen passenden Tarif ohne lange Laufzeit zu bekommen. Oft sind diese sogar günstiger als deutsche Angebote mit vergleichbarer Leistung. (uma@ct.de)

Betriebssystem in Docker aktualisieren

Wir nutzen Docker-Container (sowohl für Windows, als auch für Linux) und würden die natürlich gern aktuell halten. Wie aktualisiert man denn das Betriebssystem innerhalb des Containers? Mit einem Cronjob?

Gar nicht. Container sind keine VMs, die man aktualisiert und pflegt. Container sind flüchtig – Änderungen im Container, etwa eine Aktualisierung des Betriebssystems, verschwinden sofort, wenn der Container ersetzt wird. Anstatt Container zu pflegen, sollten sie regelmäßig aus einem frischen Abbild ersetzt werden. Wenn Sie ein eigenes Dockerfile für Ihre Software gebaut haben, steht das Basis-Abbild, meist das Betriebssystem, ganz am Anfang. Mit `docker build --no-cache` starten Sie einen neuen Bauprozess und laden das frische Abbild vorher aus der Registry. Am besten übergeben Sie diese Aufgabe einer CI/CD-Lösung, die automatisch regelmäßig baut. Beim automatischen Ersetzen von Containern durch neue helfen Werkzeuge wie Ouroboros (siehe ct.de/yk33).

Viele Sicherheitsupdates werden übrigens auch ohne Neubau des Containers angewendet: Weil Container anders als VMs den Kernel des gastgebenden Betriebssystems nutzen, müssen Sie darauf achten, dass dieses stets aktuell ist. (jam@ct.de)

Infos zu Ouroboros: ct.de/yk33

Verlängerungskabel für M.2-Steckplatz

Mein PC hat einen NVMe-M.2-Steckplatz direkt auf dem Mainboard. Diesen Anschluss möchte ich gerne nach außen führen, um die Laufwerke schneller wechseln zu können. Gibt es so etwas wie ein passendes Verlängerungskabel?

Wenn Sie eine PCIe-Wechsel-SSD benötigen, dann nehmen Sie einen Adapter von M.2 auf U.2; an diesen können Sie dann eine U.2-SSD per Kabel anschließen.

Das ist teurer, aber eine stimmige Lösung, weil der U.2-Standard die Verwendung eines Kabels vorsieht (siehe [c't 11/2018](http://c't.11/2018), S. 44). (ll@ct.de)

Docker: automatische Container-Updates

Ich nutze Docker-Container für verschiedene Dienste in unserem Netz, unter anderem für einen Nextcloud-Server mit OnlyOffice und die Heimautomation mit Node-Red. Eine Watchtower-Instanz prüft die Container in einem regelmäßigen Intervall – bei mir alle sechs Stunden – auf Updates und spielt die bei Bedarf ein. Manchmal passiert das aber zur Unzeit, weil es mit einem kurzen Dienstausschlag hergeht. Wie bringt man Watchtower dazu, Updates nur tief in der Nacht zu machen?

Watchtower hat dafür den Startparameter `-s alias --schedule` bekommen, an den Sie den gewünschten Zeitpunkt als Cron-Ausdruck mit sechs Parametern statt der traditionellen fünf anhängen. Um beispielsweise täglich um 4:23 Uhr auf Updates zu prüfen, stoppen und entfernen Sie den Watchtower-Container:

```
docker stop <containername>
docker rm <containername>
```

Dann setzen Sie ihn mit dem neuen Parameter wieder auf, beispielsweise wie folgt:

```
docker run -d --name watchtower ↵
↵-v /var/run/docker.sock:↵
↵/var/run/docker.sock ↵
↵containrrr/watchtower ↵
↵-s "0 23 4 * * *" ↵
↵-v /etc/localtime:/etc/localtime:ro
```

Der Stern steht für beliebige Zeitpunkte, in diesem Beispiel an jedem Tag in jedem Monat an allen Wochentagen. Mit dem

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.

letzten Parameter übernimmt Watchtower die auf dem Docker-Host konfigurierte Zeitzone, damit die Updates zum korrekten lokalen Zeitpunkt geschehen. Falls Sie Ihr Konto nicht zur Gruppe der Docker-Admins hinzugefügt haben, stellen Sie ein `sudo` vor die Docker-Aufrufe. (ea@ct.de)

Cron-Zeitangabe: [ct.de/yk33](https://www.ct.de/yk33)

Windows 10: Alternativer Fingerabdrucksensor

? Mein Windows-10-Notebook hat einen Fingerabdrucksensor, der aber leider häufig zickt. Ich möchte lieber eine externe Microsoft-Fingerprint-ID-Tastatur anschließen, bei der der Fingerabdrucksensor besser funktioniert. Offenbar kann ich diesen Sensor bei der Fingerabdruckanmeldung über Windows Hello aber nicht nutzen. Gibt es einen Trick?

! Vermutlich wird die Tastatur beim Einstöpseln lediglich mit dem Standardtreiber für Tastaturen angesteuert, sodass Sie zunächst den speziellen Gerätetreiber von der Microsoft-Website laden müssen (siehe [ct.de/yk33](https://www.ct.de/yk33)). Starten Sie dann den Geräte-Manager von Windows, indem Sie ins Suchfeld links unten neben dem Windows-Symbol das Wort „Geräte-Manager“ eintippen. Im geöffneten Geräte-Manager klicken Sie auf „Biometrische Geräte“ und finden dort eine Liste der erkannten Fingerabdrucksensoren. Wenn Sie nicht wissen, welcher davon der Ihrer externen Tastatur ist, stöpseln Sie kurz deren Kabel ab oder unterbrechen Sie die Bluetooth-Verbindung. Der Eintrag verschwindet dann aus der Auflistung im Geräte-Manager. Klicken Sie nun mit der rechten Maustaste auf den anderen Eintrag und deaktivieren Sie das Gerät. Eine Deinstallation ist nicht zu empfehlen,

denn möglicherweise wollen Sie den Fingerabdruckleser des Notebooks unterwegs weiterhin benutzen. Für diesen Fall müssten Sie allerdings einen zweiten Satz Fingerabdrücke speichern. Hello dürfte nun den neu installierten Sensor erkennen.

(mil@ct.de)

Treiber für die Microsoft-Tastatur:
[ct.de/yk33](https://www.ct.de/yk33)

Schlechter Klang mit Bluetooth

? Mein Bluetooth-Headset spielt Musik hervorragend ab – bis ich in eine Videokonferenz gehe oder sonst wie das Mikrofon einschalte. Dann erklingt Musik nur noch mono in grauenhafter Qualität. Was kann ich dagegen tun?

! Der schlechte Klang bei eingeschaltetem Mikrofon liegt daran, dass dabei kein Bluetooth-Profil mit guter Audioqualität zum Einsatz kommt, sondern HFP (Hands-Free Profile) oder HSP (Headset Profile). Diese arbeiten üblicherweise mit geringeren Bandbreiten, die für Sprachübertragung optimiert sind, aber nicht für Musik. Headsets wechseln üblicherweise zuverlässig zwischen den Profilen. Wenige Sekunden nach Beenden eines Anrufs oder einer Videokonferenz schalten sie auf A2DP (Advanced Audio Distribution Profile) mit beispielsweise SBC oder aptX als Codec, sodass die Audioqualität wieder besser wird.

Doch selbst moderne Headsets mit Bluetooth 5.0, die per Multipoint gleichzeitig mit etwa einem PC und einem Handy verbunden sind und das Umschalten problemlos hinbekommen, sind nicht in der Lage, zwei Profile gleichzeitig zu aktivieren. A2DP in die eine und HSP/HFP in die andere Richtung funktioniert nicht.



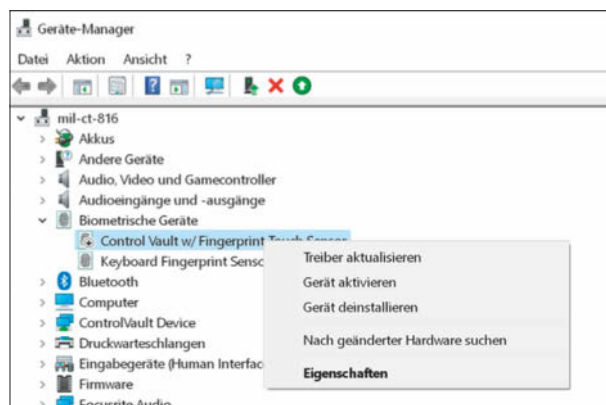
Bluetooth-Headsets wechseln bei Telefonaten oder Videokonferenzen auf ein Profil mit schlechter Audioqualität.

Theoretisch wären zwei Abhilfen möglich: Zum einen wäre HSP/HFP mit besseren Codecs denkbar, zum anderen könnte A2DP einen Rückkanal bekommen, was der Chiphersteller CSR laut Wikipedia ausprobiert hat. Doch wir kennen keine Headsets, die solche Tricks beherrschen. Wollen Sie mit aktueller Technik auch während einer Konferenz Musik hören, bleiben daher nur andere Auswege:

- Kabelgebundene Headsets behalten ihre volle Audioqualität auch bei eingeschaltetem Mikrofon. Ihr Bluetooth-Headset dürfte sich dafür allerdings leider nicht eignen: Die allermeisten mit USB- oder Analoganschluss arbeiten darüber nur als Kopfhörer und leiten das Mikrofon nicht heraus.

- Einige Gaming-Headsets beherrschen das Xbox-Funkprotokoll. Sie lassen sich mit einem etwa 35 Euro teuren USB-Don-gle auch an Windows-PCs als Headset betreiben. Dieses proprietäre Funkprotokoll mindert die Audioqualität bei eingeschaltetem Mikrofon nicht.
- Schließen Sie ein USB- oder Analog-Mikrofon an den PC an – notfalls geht auch das allerdings üblicherweise deutlich schlechtere Mikrofon Ihres Notebooks oder Ihrer Webcam – und nutzen Sie es parallel zu Ihrem Headset. Sie sind nun allerdings an den Schreibtisch gebunden, wenn Sie reden möchten.
- Das Antlion Modmic Wireless ist ein Bluetooth-Mikrofon zum Ankleben an Kopfhörer. Dann bliebe der Kopfhörer während Aufnahmen im A2DP-Profil. Wie gut das in der Praxis funktioniert, wollen wir in einem der nächsten Hefte testen.

(jow@ct.de)



Fingerabdrucksensoren tauchen im Geräte-Manager unter „Biometrische Geräte“ auf.

betterCode()

WebAssembly 2021

Die Heise-Konferenz zu WASM

31. August 2021 ONLINE

Jetzt
Tickets
sichern!

Game Changer auch jenseits des Web

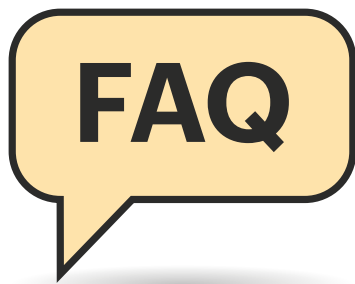
- › Dein Einstieg in das sprach- und plattformübergreifende Ökosystem
- › Lerne den richtungsweisenden W3C-Standard kennen
- › Deep Dives in Blazor, Rust, C#, JavaScript, Container und Flutter
- › Tausche dich aus mit WebAssembly-Insidern

@ heise Developer



dpunkt.verlag

wasm.bettercode.eu



Desinfec't 2021

Mit unserem Sicherheitstool jagen Sie Trojaner und greifen auf wichtige Daten von nicht mehr startenden PCs zu. Die meisten Probleme bei der Nutzung sind meistens ohne viel Aufwand lösbar.

Von Dennis Schirmmacher

USB-Stick-Erstellung schlägt fehl

? Ich will Desinfec't 2021 wie im Heft beschrieben unter Windows auf einem USB-Stick erstellen. Leider bricht der Vorgang immer mit der Meldung „Error 5“ ab. Was mache ich falsch?

! Das Problem lässt sich oft lösen, indem Sie für die Dauer der Stick-Erzeugung Ihren Virenwächter deaktivieren. Vergessen Sie aber nicht, den Echtzeit-Scanner im Anschluss wieder zu aktivieren, sonst ist Ihr System potenziell gefährdet. Hintergrund dafür ist, dass manche AV-Scanner einen Master-Boot-Record-Schutz (MBR) mitbringen. Der soll verhindern, dass sich ein Trojaner in den ersten 512-Byte-Blocks eines Laufwerks einnistet, verhindert aber auch, dass das Erstellungstool den für Desinfec't nötigen Boot-Manager schreibt.

Läuft Desinfec't nur ab 8 GByte RAM?

? In der c't-Ausgabe mit dem Sicherheitstool steht, dass das Live-System nur auf Systemen mit mindestens 8 GByte RAM läuft. Das schränkt den Einsatzzweck für mich deutlich ein, da zum Beispiel meine Eltern noch alte Windows-PCs mit 4 GByte Arbeitsspeicher haben.

! Die Formulierung mit den 8 GByte ist missverständlich. Wenn Sie Desinfec't von einer DVD nutzen, sollten der Computer möglichst über 8 GByte RAM verfügen, damit das System gut läuft. Der Grund dafür ist, dass der Unterbau von Desinfec't ein Live-System ist, das aus dem Arbeitsspeicher läuft. Vor allem die temporär im RAM abgelegten Signaturupdates füllen den Arbeitsspeicher rasant.

Läuft das System von einem USB-Stick mit 16 GByte, dann landet darauf neben den aktualisierten Signaturen auch die Auslagerungsdatei; das spart RAM. In diesem Szenario sollte Desinfec't auch auf Computern mit 4 GByte RAM nutzbar sein. Wenn der Computer nur über 2 GByte verfügt, sollten Sie sich für einen der schlankeren Scanner von Avast oder Eset entscheiden, damit der Arbeitsspeicher nicht überläuft.

Eset lässt sich nicht aktualisieren

? Das System läuft so weit ziemlich rund. Aber immer, wenn ich meinen Computer mit Eset scannen will, schlägt das Signaturupdate für diesen Scanner fehl. Mach ich irgendwas falsch?

! Nein, Sie machen alles richtig. Bei der Veröffentlichung von Desinfec't 2021 kam es bei Eset leider zu einem Ressourcenproblem und bei einigen Nutzern lief das Update in einer Endlosschleife. Mittlerweile haben wir das Problem in Zusammenarbeit mit dem AV-Anbieter gelöst. Damit die Aktualisierung klappt, müssen Sie das p1-Update für Desinfec't installiert haben. Das geschieht in der Regel automatisch, sobald das System über eine aktive Internetverbindung verfügt. Ob das System aktuell ist, sehen Sie oben rechts im Statusfenster. Steht dort „Desinfec't 2021 p2“, ist es auf dem aktuellen Stand. Taucht die Bezeichnung nicht auf, stoßen Sie das Update mit den Befehlen `sudo apt-get update` und `sudo apt-get -y dist-upgrade` an.

Dank der Anpassung stehen Desinfec't-Nutzern mehr Update-Slots zur Verfügung. Klappt die Aktualisierung immer noch nicht, starten Sie den aktualisierten Desinfec't-Stick neu und geben Sie an-

schließend im Terminal die Befehle `sudo /opt/desinfect/update_eset.sh` ein.

Desinfec't trotz LAN-Kabel offline

? Ich nutze Desinfec't auf einem ziemlich aktuellen Computer mit einem 2,5-Gbit-Netzwerkcontroller und einer NVMe-SSD. Das System startet problemlos. Wenn ich ein LAN-Kabel anschließe, baut sich aber keine Verbindung zum Internet auf. Außerdem sieht der Scan-Assistent meine NVMe-SSD nicht. Wenn ich dann meine andere Festplatte scanne, tauchen andauernd Input-Output-Fehler auf. Kann ich dagegen was machen oder ist Desinfec't nicht mit meinem Computer kompatibel?

! Das klingt so, als könnte der alternative in Desinfec't implementierte Linux-Kernel 5.11 helfen. Dieser ist neuer als der bewährte Standard-Kernel 5.8 und bringt mehr Treiber für aktuelle Hardware mit. Um das System damit zu starten, wählen Sie im Desinfec't-Bootmenü den Eintrag mit Kernel 5.11 aus. In unseren Tests haben wir damit beispielsweise eine bessere Kompatibilität mit NVMe-SDDs erreicht. Erscheint beim Start von Desinfec't mit dem Kernel 5.11 die Fehlermeldung „error: /casper/vmlinuz.55 has invalid signature“, deaktivieren Sie im BIOS/UEFI die Secure-Boot-Option. Hintergrund ist, dass Ubuntu Mainline-Kernel nicht signiert, worüber Secure Boot meckert.

Schrift zu klein: Auflösung dauerhaft umstellen

? Wenn ich Desinfec't auf meinem Laptop mit 4K-Bildschirm starte, kann ich die Schrift aufgrund der hohen Auflösung kaum lesen. Deswegen lasse ich mir zuerst

im Terminal mit dem Befehl `xrandr` die verfügbaren Auflösungen anzeigen. Anschließend stelle ich mit `xrandr -s 1280x800` eine niedrigere Auflösung ein, sodass die Schrift größer wird. Das muss ich aber nach jedem Neustart erneut eingeben. Gibt es eine Möglichkeit, die Auflösung dauerhaft zu ändern?

! Ja, das funktioniert. Dafür müssen Sie lediglich ein vorhandenes Skript mit ein paar Befehlen im Terminal anpassen. Öffnen Sie nun mit den folgenden Befehlen mit dem integrierten Editor das Skript `autoscan.sh`. Dieses ist namensgebend eigentlich dafür da, um nach dem vollständigen Aufbau des Desktops automatisierte Scans auszuführen. Man kann es aber auch zur dauerhaften Anpassung der Bildschirmauflösung nutzen. Öffnen Sie dazu die Datei im Editor Scite:

```
sudo scite /opt/desinfec/signatures/
autoscan.sh.
```

Nun tragen Sie den folgenden Abschnitt in das Skript ein.

```
xrandr -s 1280x800
killall -9 conky
conky &
```

Wenn Sie den Stick auf mehreren PCs nutzen, können Sie pro Computer eine spezifische Auflösung festlegen. Dafür müssen Sie zuerst mit den folgenden Befehlen die PC-Seriennummer herausfinden und diese notieren.

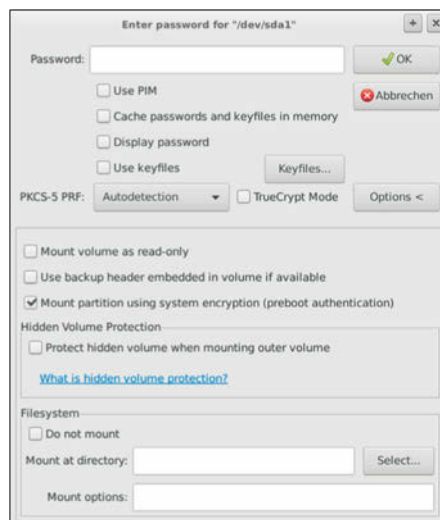
```
sudo dmidecode | grep UUID
```

Im nächsten Abschnitt ersetzen Sie XXX mit der Seriennummer des jeweiligen Computers. Für mehrere PCs kopieren Sie die Einträge und passen die UUID-Nummern an. Nach einem Neustart gibt Desinfec't auf dem jeweiligen Computer die eingestellte Auflösung aus.

```
if sudo dmidecode | grep -i XXX ; then
    xrandr -s 1920x1080
    killall -9 conky
    conky &
fi
```

Desinfec't-Stick löschen

? Ich möchte meinen Desinfec't-Stick nun wieder wie einen normalen USB-Stick nutzen. Leider wird unter Windows



Damit VeraCrypt voll verschlüsselte Windows-Festplatten erkennt, müssen Sie die Option „Mount partition using system encryption“ auswählen.

nach der Formatierung nur noch ein Bruchteil der eigentlichen Speicherkapazität angezeigt. Ist der Stick jetzt kaputt?

! Nein, der USB-Stick ist nicht kaputt. Desinfec't nutzt mehrere Partitionen, die Windows nicht alle erkennt. Dort versteckt sich der vermisste Speicherplatz. Um den Stick vollständig zu löschen, benutzen Sie am besten das Windows-Kommandozeilenprogramm `diskpart`. Um es unter Windows 10 zu starten, tippen Sie einfach `diskpart` in das Suchfeld in der Taskleiste ein und drücken die Eingabetaste. Mit den folgenden Befehlen identifizieren Sie den Stick, wählen ihn aus – das „?“ müssen Sie durch die korrekte Ziffer, die Ihren Stick auszeichnet, ersetzen und löschen diesen:

```
list disk
select disk ?
clean
create partition primary
```

Nun können Sie den Stick wie gewohnt in der Laufwerksauswahl mit der vollen Speichergröße formatieren.

Desinfec't-Installer infiziert?

? Ich habe das Installationsprogramm `Desinfec2USB_64_Bit.exe` zum Online-Viren-Analysedienst VirusTotal hochgeladen und von den über 60 Scannern hat MaxSecure die Datei als einen Trojaner eingestuft. Muss ich mir Sorgen machen?

! Nein. Dabei handelt es sich um einen Fehlalarm.

TeamViewer geht nicht

? Ich wollte meiner Tante mit dem Fernwartungstool TeamViewer helfen und mir ihren wahrscheinlich mit Trojanern verseuchten Windows-PC anschauen. Leider konnte ich das Tool nur genau einmal nach dem Start von Desinfec't aufrufen. Beim zweiten Mal kommt beim Startvorgang immer der Hinweis, dass die Version vermutlich nicht privat genutzt wird und die Verbindung bricht nach einigen Minuten ab. Was ist da los?

! Wir konnten den Fehler reproduzieren. Mit einer aktuelleren Version von TeamViewer tritt das Problem nicht mehr auf. Wir liefern diese Version mit dem p2-Update von Desinfec't aus. Solche System-Updates installiert Desinfec't automatisch, wenn es über eine aktive Internetverbindung verfügt. Klappt das nicht, führen Sie das Update im Terminal mit den Befehlen `sudo apt-get update` und `sudo apt-get -y dist-upgrade` durch.

Verschlüsselte Festplatte nicht sichtbar

? Ich habe meine Windows-Festplatte vollständig mit VeraCrypt verschlüsselt. Leider kann ich die Partition nicht scannen.

! Starten Sie VeraCrypt im Experten-Tools-Ordner und wählen die verschlüsselte Festplatte aus. Bei einer Vollverschlüsselung von Windows müssen Sie noch den Punkt „Mount partition using system encryption“ aktivieren. Nach der Eingabe des Passworts für die verschlüsselte Platte sollte diese im Scan-Assistenten auftauchen.

Weitere Hilfe

Das Desinfec't-Forum (siehe ct.de/yabn) ist die erste Anlaufstelle, wenn Sie Schwierigkeiten oder sogar Lösungen für Probleme haben. Dort tauschen sich nicht nur Nutzer aus, auch die Redaktion und der Desinfec't-Entwickler sind dort aktiv. (des@ct.de)

Desinfec't-Forum: ct.de/yabn



Herbert Bruderer

Meilensteine der Rechentechnik

Set (zweibändige Gesamtausgabe)

De Gruyter - Oldenbourg,
Berlin 2020 (3. Aufl.)
ISBN 978-3110702958
2026 Seiten, 200 €
(Einzelbände: je 130 €;
als Epub-/PDF-/Kindle-E-Books:
gleicher Preis)

Von Messknechten und Stachelwalzen

Das automatisierte Rechnen blickt auf eine lange Geschichte zurück. Bruderers monumentales Werk, das von der Antike bis in die Gegenwart führt, versammelt in seiner neu bearbeiteten Fassung noch mehr akribisch recherchierten Stoff zum Staunen als zuvor.

Verblüffend trickreiche mechanische Rechenhelfer gab es schon vor Tausenden von Jahren. Manches ist nur fragmentarisch dokumentiert; viele Erkenntnisse vergangener Generationen sind heute kaum noch bekannt. Herbert Bruderer hat mit gewohnter Gründlichkeit Quellen studiert, Verfahren erschlossen und wichtige Leuchttürme der Rechengeschichte wirkungsvoll in Szene gesetzt. Seine „Meilensteine“, die er umfassend überarbeitet hat, sind in dritter Auflage als zweibändiges, spektakulär bebildertes Werk mit zusammen über 2000 Seiten erschienen.

Der erste Band beginnt bei den ältesten Rechenhilfen und beschreibt neben Bekanntem wie dem Abakus viele Hilfsmittel früherer Astronomie und Geometrie. Den Löwenanteil machen aber Rechenwerkzeuge mit Walzen und Rädern aus. Bruderer erweckt ihre Geschichten unter anderem durch zeitgenössische Dokumente zu neuem Leben. So bietet er in einem ganzen Kapitel Gebrauchsanweisungen für Stellradrechenmaschinen und Rechenscheiben dar.

Zwischen Zeitmessern und Webstühlen finden sich allerlei Kuriositäten wie selbstfahrende Schiffe, Schachautomaten oder Spieluhren. Zu nahezu jedem Gerät erzählt der Autor interessante Anekdoten; jedes Fundstück beschreibt er mit viel Liebe zum Detail.

Der zweite Band setzt mit einer Vorstellung der ersten digitalen Universalrechner ein. Ausführlich behandelt er die Relais- und Röhrencomputer der 1940er- und 1950er-Jahre; viel Raum widmet er Konrad Zuses Arbeiten. Einen großen Teil dieses Bandes nehmen ein Fachwörterbuch in Deutsch und Englisch sowie umfangreiche Literaturhinweise ein.

Bemerkenswert sorgfältig hat Bruderer unglaubliche Mengen an Material über Ursprünge der Rechentechnik zusammengetragen und in unterhaltsamer und ansprechender Weise aufbereitet. Mit seiner Arbeit dürfte er manchen Schatz vor dem Vergessen bewahrt haben. Wer sich auf die „Meilensteine“ einlässt, kann damit auf eine viele Tage lange Lesereise durch geschichtliche Epochen gehen – und durch die ganze Welt, denn der Autor berücksichtigt Errungenschaften aus allen Erdteilen.

(Maik Schmidt/psz@ct.de)

Bleibt unberechenbar!

Das viel gelesene Mahnwerk von Adrian Lobe beschränkt sich nicht auf die übliche Kritik an großen Datensammlern und Privacy-Phlegmatikern. Es beleuchtet Mechanismen, die durch Datenverwendung entstehen, und deren streckenweise dystopische Folgen.

Der freie Journalist Lobe, ein studierter Politologe und Jurist, hat sein Buch bereits 2019 geschrieben. Es hat seitdem an Aktualität möglicherweise noch gewonnen. Der Autor zeichnet ein Bild der Zusammenhänge, die sich durch eine immer intensivere und genauere Vermessung der Welt und ihrer Bewohner ergeben. Einigen wenigen Unternehmen verschaffen die Informationen, die sie über ihre Kunden sammeln und systematisch auswerten, gewaltige Macht. Welche Informationen das genau sind und wie sie verarbeitet werden, ist oft völlig intransparent. Die Eigen-dynamik, die datengestützte Entscheidungen gewinnen können, lässt sich bei bekannten Beispielen etwa im Bereich behördlichen Handelns studieren.

Lobe führt viele Beispiele für Systeme und Anwendungen an, in denen Menschen mehr oder minder freiwillig Daten über sich preisgeben. Ausführlich äußert er sich auch über biometrische Verfahren. Er legt den Schwerpunkt auf deren Unzulänglichkeiten, etwa in Bezug auf Menschen, die bestimmte erforderliche Merkmale aufgrund von Verletzungen oder Krankheiten gar nicht aufweisen.

Datengestützte Systeme, die irgendwelche Entscheidungen treffen, beeinflussen wiederum das Verhalten ihrer Nutzer – mehr oder weniger direkt. Wenn die sich an die vermuteten Erwartungen der Systeme anpassen, entstehen Regelkreise. Diese Mechanismen funktionieren weit über die Grenzen tatsächlich kontrollierten Verhaltens hinaus. Lobe spricht von einem Datengefängnis. Der Autor beschreibt eine fatale Entwicklung: Freiheitsrechte brauchen gar nicht mehr explizit eingeschränkt zu werden, wenn sie ohnehin niemand mehr wahrnimmt. Wenn Onlinedienste uns besser kennen als wir uns selbst, könnten sie ebenso gut auch gleich bei den nächsten Wahlen für uns abstimmen.

Lobe untermauert seine lesenswerte Kritik mit vielen bisweilen drastischen Beispielen. Immer wieder leitet er reizvolle Fragen daraus ab: Wem gehört etwa der virtuelle Raum in Augmented-Reality-Anwendungen? Der gewandt formulierte und spannend zu lesende Text orientiert sich in seinem Stil streckenweise an Michel Foucaults Arbeiten. Allzu optimistisch lässt er seine Leser nicht zurück. (Maik Schmidt/psz@ct.de)



Adrian Lobe

Speichern und strafen

Die Gesellschaft im Datengefängnis

C. H. Beck, München 2019
ISBN 978-3406741791
256 Seiten, 17 €
(PDF-/Epub-/Kindle-E-Book: 13 €)

Die Webinar-Serie von Heise

DevOps in der Praxis

In 5 Online-Trainings zum DevOps-Experten

Lernen Sie in fünf halbtägigen Webinaren, wie Sie zeitgemäße DevOps-Tools und Techniken in Ihrem Unternehmen umsetzen können – angefangen beim Umsetzen von CI/CD-Pipelines und Testautomatisierungen bis hin zum Lösen kultureller Herausforderungen, Security-Verbesserungen mit DevSecOps und einem GitOps-Workflow.

DIE TERMINE:

29. Juni 2021

Wir bauen uns eine Continuous-Delivery-Pipeline

8. Juli 2021

Testautomatisierung in CI/CD-Pipelines

20. Juli 2021

DevOps – Wie schaffe ich die richtige Unternehmenskultur?

27. Juli 2021

DevSecOps: Wie bringe ich Security in meine Entwicklungs-Pipeline?

Fünf umfassende Online-Trainings zu DevOps und Continuous Delivery:

- Aufsetzen des kompletten CI/CD-Workflows
- Automatisierung von Tests und Verbesserung der Sicherheit Ihrer Anwendungen
- Lösen kultureller Herausforderungen zwischen Dev und Ops
- Zeitgemäße Umsetzung mit GitOps-Techniken

5. August 2021

Continuous Deployment mit GitOps

Exklusiver Kombi-Preis: 429 €

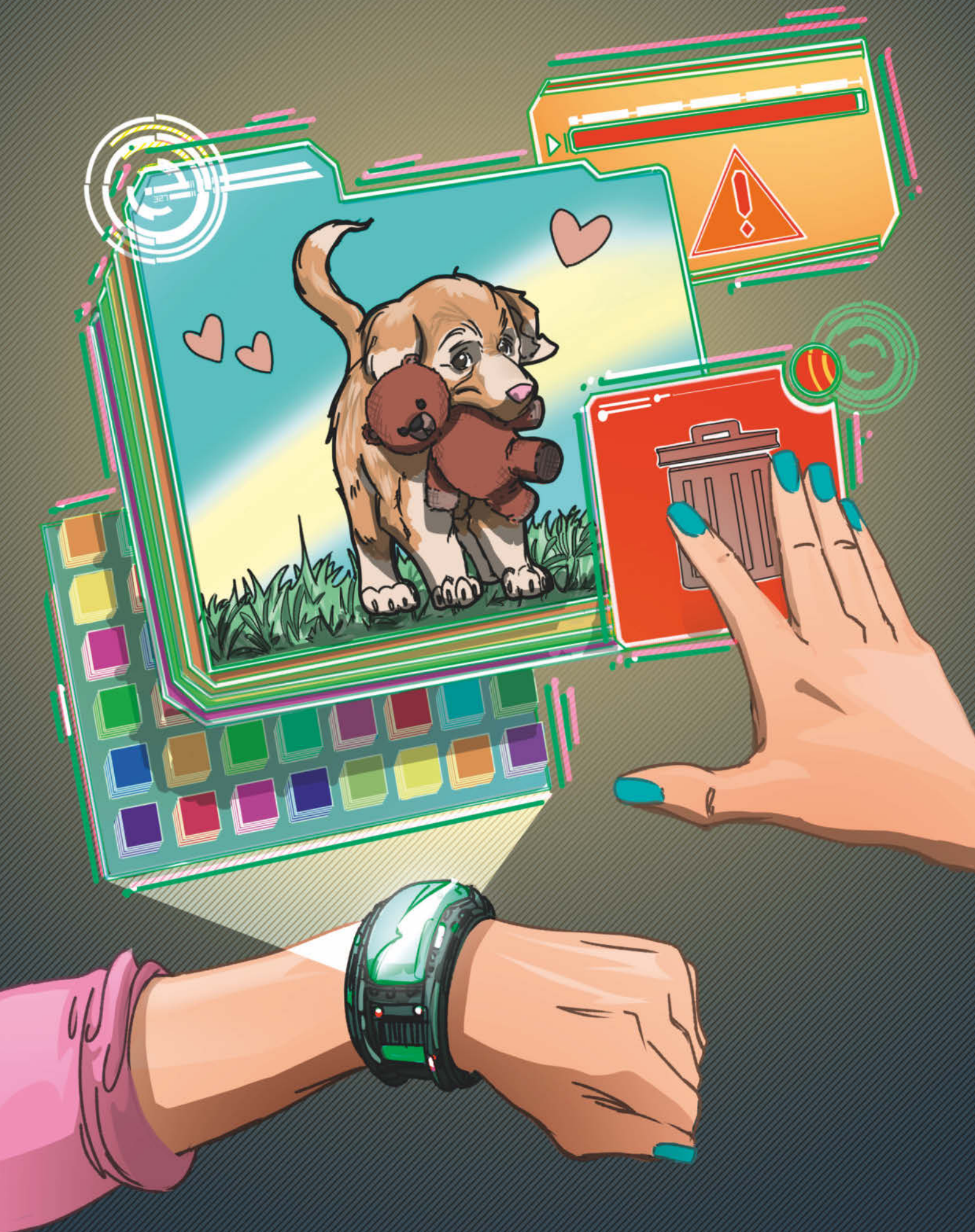
Einzelpreis: 139 €



JETZT ANMELDEN

webinare.heise.de/devops/

Jetzt Kombi-Rabatt sichern und über 250 € sparen!



DELETED

VON ANNIE WAYE

Ein schriller Piepton reißt mich aus dem Schlaf. Benommen drehe ich mich auf die Seite und ziehe meine Bettdecke über den Kopf. Mehr als ein paar Sekunden braucht es nicht, um mich zurück ins Reich der Träume gleiten zu lassen. Immerhin hatte ich mir dafür ein Erlebnis ausgesucht, bei dem ich das anstehende eSoccer-Turnier gewinne. Auch wenn nichts davon, was ich im Ruhezustand sehe, der Realität entspricht, fühle ich mich doch jeden Morgen selbstsicherer in meiner Haut – und das, obwohl der reale Wettkampf immer näher rückt.

Es dauert nicht lange, bis der elektronische Klang erneut an meine Ohren dringt. Erst jetzt, da ich einen Arm unter das Kopfkissen geschoben habe, bemerke ich, dass das Piepen von meinem Handgelenk stammt.

Die Überraschung erlöst mich vollends von meiner Schläfrigkeit. Ich ziehe meine Hand hervor und starre müde auf meine Armbanduhr. Kaum, dass diese meinen Blick registriert, bildet sie ein Hologramm in der Luft ab. Das Interface, das mir normalerweise begegnet und mit dem ich mein ganzes Leben – von meiner Lieblingsmusik bis hin zu meinen Träumen – regeln und bestimmen kann, wird vollständig von einer blutrot blinkenden Meldung überdeckt: **SPEICHER FAST VOLL.**

Ich runzle die Stirn. Mein Speicher? Wie ist das möglich? Soweit ich mich erinnern kann, ist das noch nie zuvor geschehen.

Irritiert wische ich mit der anderen Hand über die Anzeige der Uhr, um das kleine Fenster zu minimieren. Doch auch danach erinnert es mich in der rechten unteren Ecke noch immer unnachgiebig an das Unvermeidbare. Irgendwann musste es schließlich einmal passieren. Aber ich hätte nie gedacht, dass ich beim ersten Mal noch so jung sein würde.

Natürlich – meine Speicherkapazität ist begrenzt. Aber wer hätte gedacht, dass ein paar Reisen, Geburtstage und andere Erlebnisse sich so schwerwiegend auf meinen Speicherplatzverbrauch auswirken würden?

Doch als ich einen prüfenden Blick in meine Einstellungen werfe, wird mir klar, dass das System mich nicht anlügt. Obwohl Unwichtiges wie Träume und Toilettengänge gemäß der gewählten Optionen schon nach kurzer Zeit automatisch aus dem Speicher entfernt werden, ist dieser jetzt bis zum Äußersten ausgelastet. Ich bin zum ersten Mal in meinem Leben dazu gezwungen, etwas zu löschen. Und da ich nicht mehr ruhig schlafen kann, bis ich das erledigt habe, beschließe ich, mich sofort an die Arbeit zu machen.

Das wird schon nicht so schlimm werden, sage ich mir. Schon früher, als ich noch ein Kind war, haben meine Eltern

Die vielleicht wichtigste Erkenntnis des Lebens in einer digital geprägten Welt ist: Es kann niemals genug Speicherplatz geben. Egal, wie viele Tera- oder gar Petabyte bereitstehen, um mit Bildern, Tönen, bewegten und bewegenden Erinnerungen gefüllt zu werden: Irgendwann heißt es, Platz freizumachen. Die Entscheidungen, die man dann treffen muss, können folgeschwer sein.

einige Dinge für mich gelöscht. Nur noch vereinzelte Bilder und Klänge sind von meiner Kindheit übrig – aber das reicht allemal aus, um mir zu zeigen, dass ich glücklich und behütet aufgewachsen bin. Es gibt also keinen Grund, warum ich davor zurückschrecken sollte, jetzt selbst in meine Daten einzugreifen.

Mit ein paar Handbewegungen wische ich lustlos durch meine Dateien. Meine Geburtstage – vom

zwölften bis zu meinem sechzehnten, der erst ein paar Tage her ist – sind noch vollständig erhalten und ich habe auch nicht vor, etwas daran zu ändern.

Das gehörzerfetzende Piepen drängt mich zu einer Entscheidung.

Rein zufällig stoße ich auf Erinnerungen an mein erstes Haustier – einen kleinen Hund. Auf Knopfdruck spielen die gespeicherten Szenen sich vor meinem Auge ab. Ich sehe und höre, wie Charlie freudig bellend auf mich zurennt. Mein vierjähriges Ich fällt auf die Knie, reißt ihn förmlich vom Boden und drückt ihn lachend an sich. Ich spüre eine wohlige Wärme in mir aufsteigen. Gleichzeitig treiben meine Erinnerungen mir Tränen in die Augen. Mein Hund ist vor zwei Jahren gestorben und ich vermisse ihn schmerzlich.

Bevor meine Gefühle mich überwältigen können, wende ich mich dem nächsten Ordner zu. Darin finde ich nichts als Chris. Ein Lächeln umspielt meine Lippen, als ich sein Gesicht vor mir sehe. Ich habe ihn kennengelernt, als ich gemeinsam mit meinen Eltern einen sonnenreichen Sommerurlaub verbrachte. Wir haben nicht mehr als eine einfache Ferienromanze gehabt, und doch wird er immer einen besonderen Platz in meinem Herzen haben: als meine erste Liebe.

Zwei Jahre später bin ich wieder auf Reisen gegangen – die nächsten Dateien erinnern mich daran. Mein erster Urlaub ohne Familie, dafür aber mit meiner besten Freundin Fiona. Es war der schönste Mädels-Trip, den man sich nur vorstellen kann. Wir haben neue Leute kennengelernt, darunter auch viele hübsche Typen, fantastische Ausflüge unternommen, die wildesten Partys gefeiert und am Ende des Tages in unserem gemeinsamen Zimmer stundenlang gequatscht, bis uns irgendwann einfach die Augen zufielen. Von dieser Woche will ich keinen einzigen Augenblick missen.

Das rote Blinken in der Ecke des Hologramms erinnert mich aber daran, dass mir vielleicht nichts anderes übrig bleiben wird.

Ich beiße mir auf die Unterlippe. Ich habe mich auf die Suche nach Dateien gemacht, die ich nicht mehr benötige –

und stattdessen nur Erinnerungen gefunden, die ich um keinen Preis aufgeben will.

Entschieden wechsele ich die Ansicht und sortiere die Ordner nach dem System „Am wenigsten abgerufen“. Sofort werde ich fündig: Ich muss die Bilder und Töne nur noch kurz anspielen, um zu wissen, dass ich sie loswerden will. Da sind beispielsweise die Erinnerungen, die den Streit mit meiner Mutter vor ein paar Monaten betreffen. Wir haben wochenlang nicht miteinander gesprochen, weil jede von uns der Meinung war, sie sei im Recht. Letzten Endes wurde mir klar, dass die Schuld doch eher mir zuzuschreiben war, und die Reue, die ich dabei empfand, war unermesslich.

Als Zweites wähle ich den Tag aus, an dem ich aus der Schultoilette kam – mit einem Stück Klopapier, das an meinem Turnschuh klebte. Natürlich war der Erste, der es sah und mich darauf aufmerksam machte, Julian. Mein Schwarm! Allein der Gedanke daran treibt mir die Schamröte ins Gesicht.

Das Piepen, das noch immer von meiner Uhr ausgeht, lässt mich zum nächsten Ordner springen.

Vor zwei Jahren brach ich mir das Bein. Die Zeit im Krankenhaus, in dem ich mehr Besuch bekam, als ich je erwartet hätte, will ich auf keinen Fall aus dem Datenbestand löschen – aber mein Unfall selbst ist nichts, woran ich mich gerne erinnere. Ich war bei meinem jämmerlichen Versuch, Skifahren zu lernen, von der Bahn abgekommen und gegen einen Baum gekracht. Die Schmerzen, die ich hatte, fühlen sich plötzlich genauso real an wie damals.

Erleichtert, dass ich genug Material gefunden habe, werfe ich einen Blick auf die Anzeige in der unteren Ecke.

Mein Magen krampft sich zusammen. Diese wenigen sorgfältig herausgepickten Dateien werden niemals ausreichen, um die Meldung auch nur für einen Tag verschwinden zu lassen.

Es hat alles keinen Zweck: Ich muss mich an meine größeren Ordner heranwagen. Zumindest an Teile davon.

In einem leichten Anflug von Verzweiflung scrolle ich durch alle möglichen Dateien und markiere wahllos Außenansichten von Hotels, Brautkleider von Hochzeiten und Musikstücke, die zufällig an meine Ohren gedrungen sind. Doch selbst nach fünfundfünfzig zur Löschung gekennzeichneten Ausschnitten leuchtet die Speicherplatzmeldung weiterhin bedrohlich auf.

Als hätte sie nur auf diesen Moment gewartet, piept meine Armbanduhr so laut, dass ich sie am liebsten mit meinem Handgelenk reißen und gegen die Wand schleudern würde.

Es reicht nicht.

Es reicht einfach nicht.

Wie heißt es doch in einem jener uralten dummen Sprüche: Speicherplatz ist durch nichts zu ersetzen, außer durch mehr Speicherplatz? Das ist jedoch leichter gesagt als getan. Ich besitze ja schon das allerneueste und teuerste Modell des Erinnerungsmanagementsystems. Es gibt keine größeren Speicher als meinen. Doch wenn ich noch einen einzigen weiteren Tag bewusst wahrnehmen will, bleibt mir nichts anderes übrig, als ...

Eine Klaue aus Eis umklammert mein Herz und lässt es nicht mehr los. Ich muss etwas löschen. Etwas von den Dingen, die mir am wichtigsten sind. In der Hoffnung, dass sie durch noch schönere Erinnerungen abgelöst werden und

nicht etwa durch die Enttäuschungen und Rückschläge, die das Erwachsenenleben mit sich bringt.

Minuten-, wenn nicht gar stundenlang liege ich auf dem Rücken, eine Hand auf meiner Bettdecke, und starre stumm das Hologramm an, das mein ganzes Leben vor meinen Augen ausbreitet.

Dann treffe ich meine Entscheidung.

Mit der richtigen Ansicht finde ich ihn schnell.

Zehn Jahre lang ist er mein Haustier gewesen. Zehn unendlich lange Jahre, die mit mehr Erinnerungen verbunden sind, als ich an einem Tag in mein Gedächtnis rufen könnte. Wären sie fort, hätte ich wieder genug Speicherplatz frei.

Charlie ist meine Lösung.

Mir ist bewusst, dass ich dabei radikal vorgehen muss. Wenn ich nämlich nur ein paar meiner Erinnerungen an ihn lösche, werden die Überreste mich darauf aufmerksam machen, dass etwas nicht stimmt. Dass da einmal etwas gewesen ist, etwas Wichtiges, etwas, das mich glücklich gemacht hat – etwas, auf das ich keinen Zugriff mehr habe, weil es unwiderruflich aus meinem Datenbestand gelöscht worden ist.

ALS DIE MELDUNG IN DER ECKE DES HOLOGRAMMS SICH VON ROT NACH GRAU UMFÄRBT, WEISS ICH, DASS ICH IHN OPFERN MUSS.

Ich kann mir keine einzelnen Dateien aussuchen. Ich muss den ganzen Ordner entfernen lassen. Wenn ich das tue, ist er einfach ... weg. Ausradiert. Als hätte es ihn nie gegeben.

„Es ist nur ein Haustier“, versuche ich mir einzureden. „Und es ist längst tot. Das ist nichts Besonderes.“

Doch, genau das ist Charlie gewesen. Etwas ganz Besonderes.

Tränen laufen über meine Wangen, als ich meinen Finger auf den Ordner richte. Das Hologramm erkennt die Bewegung – und markiert ihn auf dieselbe Weise wie all die unliebsamen Erinnerungen, die auszuwählen mich nicht die geringste Kraft gekostet hat.

Ich habe dieses Tier geliebt, mehr als alles andere in meinem Leben.

Aber als die Meldung in der Ecke des Hologramms sich von Rot nach Grau umfärbt und der aktuelle Piepton mitten im Laut verstummt, weiß ich, dass ich ihn opfern muss. Er wird noch einmal sterben, ein allerletztes Mal, damit ich mein Leben so weiterleben kann wie bisher.

Nur noch einen Knopfdruck. Mehr braucht es nicht. Doch je näher mein Finger dem Mülleimer-Symbol kommt, in desto kleinere Teile droht mein Herz zu zerspringen. Ein Schluchzen bringt meinen Körper zum Erbeben. Ich kann nicht.

Ich kann einfach nicht.

Ich kann es nicht mehr hinauszögern.

Ruckartig stoße ich meinen Finger durch die projizierte Mülltonne, kneife die Augen zusammen und ...

... nichts passiert. Meine Gedanken kreisen nur um Charlie, so, als wäre er immer noch da. Vorsichtig hebe ich die

Lider – und entdecke die neue Meldung, die meine Ordner-anzeige überdeckt: SIE HABEN SEHR VIELE DATEIEN AUSGEWÄHLT. DER VORGANG KANN EINIGE ZEIT IN ANSPRUCH NEHMEN. DABEI WIRD IHR TEMPORÄRER SPEICHER GELEERT. OK?

„Bist du dir sicher?“, fragt meine Uhr mich. „Bist du dir absolut sicher?“

Meine Tränen lassen meine Sicht verschwimmen – und doch kann ich den kleinen Welpen deutlich vor mir sehen. Kann sein weiches Fell zwischen meinen Fingern spüren und sein freudiges Quietschen erfüllt mich mit einer Liebe, die ich seither für nichts und niemanden sonst empfunden habe.

Will ich das alles wirklich aufgeben?

* * *

Mit einem Schluchzen schlage ich die Augen auf, als mein Wecker klingelt. Verwirrt ziehe ich einen Arm unter meiner Bettdecke hervor und fahre mit den Fingern über meine Wangen. Sie sind klitschnass – so, als hätte ich die ganze Nacht durchgeweint.

Was ist passiert? Ich weiß genau, wovon ich geträumt habe: von dem eSoccer-Wettbewerb, den ich zumindest im Schlaf schon unzählige Male gewonnen habe. Normalerweise bin ich immer mit einem völlig gelösten Gefühl aufgewacht. Was ist letzte Nacht anders gewesen?

Meine Mutter ruft mich von unten. Also schwinde ich meine Beine aus dem Bett und setze mich auf dessen Kante. Meine Tage beginnen immer damit, dass ich einen prüfenden Blick auf meine Armbanduhr werfe. Zu meiner Überraschung ist eines der Menüs bereits geöffnet: das Speicherplatzmanagement. Warum nur?

Ich werfe einen ratlosen Blick darauf und stelle bei der Gelegenheit zufrieden fest, dass noch jede Menge Speicherplatz frei ist. Etwas anderes ist ja auch nicht zu erwarten. Immerhin bin ich gerade erst sechzehn Jahre alt. Es wird noch sehr lange dauern, bis ich darauf angewiesen sein werde, etwas zu löschen. Die Speicherkapazität wird bestimmt noch ausreichen, bis ich sechzig bin. Dessen bin ich mir absolut sicher.

Ja, absolut sicher.

(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).

* Ausgabe 11/2013: Computer machen die Arbeit.



Alle reden heute über
die Zukunft der Arbeit –
wir seit 2013.*

**MIT
Technology
Review**
Das Magazin für Innovation von Heise

Testen Sie 2 Ausgaben Technology
Review mit über 40 % Rabatt.

Jetzt bestellen: trvorteil.de/testen

✉ leserservice@heise.de

☎ +49 541/80 009 120

+ Ihr
Geschenk:



Smartwatch



Lesen, was wirklich zählt in Energie,
Digitalisierung, Mobilität, Biotech.

AGILE LEADER DAY

So werden agile Teams besser

24. Juni 2021 ONLINE

Jetzt
Tickets
sichern!

Der Agile Leader Day bietet einen fundierten, praxisorientierten Überblick, was agiles Arbeiten für Führung in Unternehmen bedeutet.

- ✓ Wie führt man selbstorganisierte Teams im Gegensatz zu Einzelpersonen?
- ✓ Wie kann man Mitarbeitende beurteilen, wenn die Teamleistung im Fokus steht?
- ✓ Braucht es überhaupt noch disziplinarische Führungskräfte?

Die Konferenz richtet sich an Gruppen-/Team- und Abteilungsleiterinnen und -leiter sowie an erfahrene Scrum Master/Agile Coaches.

Goldsponsor



Veranstalter



in Kooperation mit



+++ Außerdem Online-Workshops am 23. und 25. Juni sowie am 29. / 30. Juni / 1. Juli +++

ald.inside-agile.de

Durchstarten mit Linux!

NEU

Heft + PDF mit 29% Rabatt



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
shop.heise.de/ct-linux21

Fernstudium Robotik

staatlich geprüft und zugelassen

Ihre Chance in einem schnell wachsenden Zukunftsmarkt. Aus- und Weiterbildung zum Roboter-Techniker und -Programmierer. Kostengünstiges und praxisgerechtes Studium ohne Vorkenntnisse. Beginn jederzeit.

NEU: Umweltschutz-Techniker, Netzwerk-Techniker, SPS-Techniker

Teststudium ohne Risiko. GRATIS-Infomappe gleich anfordern!

FERNSCHULE WEBER - seit 1959
Neerstedter Str. 8 - 26197 Großenkneten - Abt. F14
Telefon 0 44 87 / 263 - Telefax 0 44 87 / 264

www.fernschule-weber.de

Inkl. Roboterbausätze und -Modelle




ct magazin für computer technik

Ich träume in C#

<Oxygen/> XML Editor

Die komplette XML Entwicklungs- und Authoring Plattform



Strukturiertes Editing

- Einfach zu bedienender visueller XML Editor mit CSS Unterstützung
- Unterstützt CALS und HTML-Tabellen
- Kontextsensible Eingabehilfen
- Dokumenten- und Grammatik-Prüfung während der Eingabe

XML Publishing Frameworks

- wiederverwendbarer Inhalt
- starker DITA Map Editor
- Vorgefertigte Publishing Szenarien
- Integriertes DITA Open Toolkit

DocBook Authoring

- DocBook 4 und 5 wird unterstützt
- ebenso XInclude und XML Einheiten
- Vorgefertigte Publishing Szenarien

Publishing aus einer Quelle

- Vorgefertigte, anpassbare Umwandlungs Szenarien zur Ausgabe in PDF, ePub, HTML, CHM, und andere

Zusammenarbeit

- Nachverfolgung der Änderungen
- Jede Änderung enthält den Namen des Autors und die Zeit der Änderung

Subversion Repository Client

- Der Subversion Client (SVN) hilft beim Durchsehen der Repositories, Anzeigen und Zustimmen von Änderungen

XML Diff und Merge

- Verzeichnis und Datei Vergleich mit sechs verschiedenen Diff Algorithmen in mehreren Ebenen

Erweiterungen

- Autoren können selbst erstellte Frameworks in ihrer Organisation verteilen

Schnittstellen

- XML Author hat viele Schnittstellen an die meisten XML Datenbanken, Content Management Systeme und WebDAV
- Anschlüsse bestehen für: Mark Logic, Oracle, IBM DB2, eXist, Berkeley XML DB, Documentum xDB, Software AG Tamino, TigerLogic XDBS

SienerSoft

SienerSoft GmbH
Schoßbergstraße 11 · 65201 Wiesbaden
Telefon 0611-8907760-20
www.sienersoft.de

Preise für die verschiedenen Versionen und Mengen
→ www.sienersoft.de/oxygen.

Original Preise von SyncRO Soft SRL
→ www.oxygenxml.com.

Signifikante Rabatte für Ausbildung und öffentliche Bibliotheken. Keine Rabatte für Behörden.

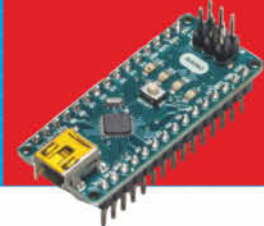
Angebote anfordern bei
→ order@sienersoft.de

Make:
KREATIV MIT TECHNIK

**DAS KANNST
DU AUCH!**



GRATIS!



2 × Make testen und 6 € sparen!

Ihre Vorteile:

- ✓ **GRATIS dazu:** Arduino Nano
- ✓ **NEU:** Jetzt auch im Browser lesen!
- ✓ Zugriff auf Online-Artikel-Archiv*
- ✓ Zusätzlich digital über iOS oder Android lesen

Für nur 15,60 Euro statt 21,80 Euro.

* Für die Laufzeit des Angebotes.

Jetzt bestellen:

make-magazin.de/miniabo

LC-POWER™
www.lc-power.com

1000 W
SUPER SILENT MODULAR SERIES
LC1000M V2.31

Erlebe das **goldene Zeitalter** des vollmodularen Gamings!

Unsere neue Super Silent Modular Serie bietet Dir:

- 80 PLUS® GOLD-Zertifizierung
- vollmodulares Kabelmanagement mit Flachbandkabeln
- bis zu 8x PCI-Express 6+2-Pin
- erhältlich mit: 550 W, 650 W, 750 W, 850 W & 1000 W

Ab sofort im Fachhandel erhältlich!





SOFTWARE-ENTWICKLUNG BACKEND UND IT-ADMINISTRATION

Die IVU Informationssysteme GmbH sucht ab sofort einen Softwareentwickler Backend (m/w/d) für den Standort in Burglengenfeld und einen IT-Administrator (m/w/d) für die Zentrale in Norderstedt.

IHRE AUFGABEN IN DER SOFTWARE-ENTWICKLUNG

Sie entwickeln gemeinsam in einem Team von Beratern und Softwareentwicklern bei unserer Tochter, der IVU Softwareentwicklung GmbH in Burglengenfeld, moderne technische Software für die versorgungswirtschaftlichen Anforderungen und wirken bei der Weiterentwicklung unserer Backend-Anwendungen und Online-Portale mit. Dabei haben Sie die Möglichkeit in sämtlichen Projektschritten mitzuwirken und arbeiten dabei eng mit Beratern und Kunden zusammen.

IHRE AUFGABEN IN DER IT-ADMINISTRATION

Sie entwickeln unsere IT-Systemlandschaft weiter und verwalten die Windows-Serverlandschaft (Microsoft ActiveDirectory). Neben der Betreuung von Software und Servern, der Installation, dem Austausch und der Wartung von Hardware gehört auch die Administration der Virtualisierungs- und Storage-Umgebung (VMware vSphere) und Datenbanken (PostgreSQL/Oracle). Zudem optimieren Sie Betriebsdokumentationen und übernehmen die Einrichtung und Verwaltung der User in diversen Systemen. Auch die Pflege der Firewallappliances und der Netzwerkinfrastruktur gehört zu Ihren Aufgaben.

Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung! Bitte teilen Sie uns Ihren frühestmöglichen Eintrittstermin und Ihre Gehaltsvorstellung mit. Mehr Informationen erhalten Sie unter: www.ivugmbh.de/karriere

IVU Informationssysteme GmbH | Rathausallee 33 | 22846 Norderstedt
bewerbung@ivugmbh.de | +49 40 52506 400



AMS MARKETING SERVICE GMBH ist als mittelständisches Dienstleistungsunternehmen mit derzeit rund 60 Mitarbeitern in den Bereichen Datenmanagement, Softwareentwicklung, IT Services, Service Hotlines und Consulting tätig. Der Schwerpunkt unserer Geschäftstätigkeit liegt in der IT-Systementwicklung sowie im Bereich der elektronischen und manuellen Bearbeitung von Daten. In unserem Fort Knox der Datensicherheit verbinden wir die wertvollsten Datenwelten unserer Kunden zu nutzbaren Informationen und machen damit komplexes Unternehmenswissen erlebbar.

Wir suchen für unseren Standort in München zum nächstmöglichen Zeitpunkt einen **Systemadministrator IT (m/w/d)** in Voll- oder Teilzeit und Festanstellung

Deine Aufgaben:

- Sicherstellung eines sicheren und reibungslosen IT Betriebs
- 1st und 2nd Level Support
- Administration der MS Active Directory Umgebung inkl. MS Exchange Server
- Administration der Firewall, WAF, VoIP-Telefonanlage
- Betreuung des Backup-Systems und Wiederherstellung von Daten (inkl. Disaster Recovery)
- Lizenzmanagement für IT Hard- und Software

Kontakt:

Werde Teil unseres vielfältigen und bunten Teams. Wir freuen uns auf Dich!
Bitte schicke Deine aussagekräftige Bewerbung mit Angabe Deines frühestmöglichen Startdatums und Deiner Gehaltsvorstellung per E-Mail an Frau Andrea Aigner: bewerbung@ams-gmbh.com

Informationen zu unserem Umgang mit Deinen personenbezogenen Daten findest Du hier:
https://ams-gmbh.com/docs/ams_bewerberinformation_DSGVO.pdf



Entfessele Jungheinrich in Dir!

**Als Teil unseres
Entwickler-Teams.**

Wir ruhen uns nicht auf Erfolgen aus. Mit unserer Ideen-
kultur, einem einzigartigen Teamspirit, der Mitarbeitern
Verantwortung für gesamte Projekte erlaubt, sinnstiften-
der Arbeit und dem nötigen Handlungs- und Gestaltungs-

freiraum gehen wir immer einen Schritt weiter.
Und dafür brauchen wir dich.

Wir suchen Entwickler (m/w/d).

Jetzt bewerben!

jungheinrich.com/entwickler

 **JUNGHEINRICH**




**Wissenschafts-
unterstützendes
Personal**

Die Universität Konstanz ist eine von elf Exzellenzuniversitäten in Deutschland und wird seit 2007 in der Exzellenzinitiative und deren Nachfolgeprogramm, der Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder, gefördert.

Möchten Sie unser Team an einer jungen, dynamischen, exzellenten Universität in einer der schönsten Regionen Deutschlands verstärken? Im **Kommunikations-, Informations-, Medienzentrum (KIM)** sind zum **nächstmöglichen Zeitpunkt** zwei unbefristete Vollzeitstellen zu besetzen:

IT Security Management (w/m/d)
(Kennziffer 2021/128)

Linux System Engineer (w/m/d)
(Kennziffer 2021/129)

Weitere Informationen zu den ausgeschriebenen Stellen finden Sie auf der Website der Universität Konstanz unter:
– uni-konstanz.de/stellen



Bundesrechnungshof

Der Bundesrechnungshof ist eine oberste Bundesbehörde. Er prüft die gesamte Haushalts- und Wirtschaftsführung des Bundes und ist als Organ der staatlichen Finanzkontrolle nur dem Gesetz unterworfen.

Das Referat Informations- und Kommunikationstechnik sieht sich als Motor der Digitalisierung im Bundesrechnungshof. Es bietet den Prüferinnen und Prüfern innovative sowie prüfungsspezifische IT-Lösungen an und fokussiert sich damit auf das Kerngeschäft des Bundesrechnungshofes. Den Kolleginnen und Kollegen der Verwaltung stellt es standardisierte und effiziente IT-Lösungen bereit. Alle IT-Lösungen entwirft es partnerschaftlich und eng abgestimmt mit den Beschäftigten des Bundesrechnungshofes.

Wir suchen für das Referat

Informations- und Kommunikationstechnik
im Bundesrechnungshof in Bonn

IT-Architektinnen/IT-Architekten (w/m/d)
mit Bachelor/Diplom (FH)-Abschluss
- Ausschreibung „BRH 2021-0043B“ –

sowie

IT-Architektinnen/IT-Architekten (w/m/d)
mit Master/Universitäts-Diplom
- Ausschreibung „BRH 2021-0044B“ –

Weitere Informationen finden Sie im Internet unter
www.bundesrechnungshof.de






c't Redakteur (m/w/d) / Volontär (m/w/d) Internet-Kommunikation



Werde Teil unserer c't-Community und arbeite in unserer 70-köpfigen Redaktion als Redakteur (m/w/d) oder Volontär (m/w/d) mit.

Was wir Dir bieten

- Du profitierst von unseren Netzwerken, triffst Experten weltweit und diskutierst mit ihnen.
- Wo und was Du arbeitest, bestimmst Du mit. Was Du anziehst, ist uns egal.
- Entscheide selbst, welche Arbeitsmittel Du brauchst.
- Wir bilden Dich weiter: Texttraining für journalistisches Schreiben und investigative Recherche, IT-Training im Bereich Audio/Video-Kommunikation und Datenschutz sowie Sprachtraining für Interviews und Vorträge.

Deine Aufgaben

- Du testest und recherchierst zu neuen Kommunikations- und Social-Media-Plattformen, prüfst Datenschutz und -sicherheit und schreibst Tests, Praxis- und Hintergrundartikel.

- Gemeinsam mit den Redaktionsteams arbeitest Du an Themen und betreust externe Autoren.
- Du arbeitest investigativ und deckst Missstände auf – sowohl für Print als auch für Onlinemedien.
- Darüber hinaus bleibst Du am Puls neuer IT-Entwicklungen und erklärst diese unserer Leserschaft in Texten, Videos und Webinaren.
- Du entwickelst c't im Team weiter und stößt neue Projekte an.

Deine Talente

- Du hast wissenschaftliches Arbeiten im Studium gelernt und verfügst über gute allgemeine IT-Kenntnisse.
- Außerdem kennst Du Dich auch hinter den Kulissen mit Video-Konferenzsystemen sowie Social Media aus und nutzt diese.
- Du hast Erfahrung und Interesse im Bereich Datenschutz und IT-Security und bringst gute Englischkenntnisse mit.

Dein Ansprechpartner
Hartmut Gieselmann,
Ressortleiter c't
Tel.: 0511 5352-300

Bitte bewirb Dich online: karriere.heise-gruppe.de

Bei uns ist jede Person, unabhängig des Geschlechts, der Nationalität oder der ethnischen Herkunft, der Religion oder der Weltanschauung, einer Behinderung, des Alters sowie der sexuellen Identität willkommen.

Wir freuen uns auf Deine Bewerbung!



Code as you are.



Tetiana,
Java Developer, Valtech Mobility

Join us!
Java Developer
Scrum Master
DevOps Engineer
Product Owner
3rd-Level Support-Engineer
(w/m/d) für Connected-Car Projekte



Software-Manufaktur für digitale Lösungen rund um das vernetzte Fahrzeug. Joint Venture der Volkswagen Gruppe und der Digitalagentur Valtech.
valtech-mobility.de/dabei-sein

valtech.
mobility

Inserenten*

1&1 IONOS SE, Montabaur	81
1&1 Telecom GmbH, Montabaur	9
1blu AG, Berlin	53
AVM Computersysteme Vertriebs GmbH, Berlin	2
Beschaffungsamt des Bundesmin. des Inneren, Bonn	27
bluechip Computer AG, Meuselwitz	83
Cisco Systems GmbH, Garching b. München	31
Conrad Electronic SE, Hirschau	37
Dell Technologies/Dell GmbH, Frankfurt	7
dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg	51
Eizo Europe GmbH, Mönchengladbach	35
Fernschule Weber, Großenkneten	185
FH OÖ Studienbetriebs GmbH, A-Wels	39
GRAVIS Computervertriebsges. mbH, Berlin	79
HCL Technologies Germany GmbH, Eschborn	77
Hetzner Online GmbH, Gunzenhausen	196
mitp Verlags GmbH & Co. KG, Frechen	33
Pyramid Computer GmbH, Freiburg	45
reventix GmbH, Berlin	59
Rheinwerk Verlag GmbH, Bonn	47
secunet Security Networks AG, Essen	25
SienerSoft AG, Wiesbaden	185
Silent Power Electronics GmbH, Willich	187
Thomas Krenn AG, Freyung	43
WIBU-SYSTEMS AG, Karlsruhe	41

Stellenanzeigen

AMS Marketing Service GmbH, München	188
Bundesrechnungshof, Bonn	190
Heise Medien GmbH & Co. KG, Hannover	190
IVU Informationssysteme GmbH, Norderstedt	188
Jungheinrich AG, Hamburg	189
Universität Konstanz, Konstanz	190
Valtech GmbH, München	191

Veranstaltungen

Videokurse	heise Academy	85, 135
Heise devSec	heise security, heise developer, dpunkt.verlag	95
Internet Security Days	eco Verband, heise Events	103
Data Science	heise Academy	115
iX Workshops	iX, heise Events	143
Threat-Hunting Webinar	heise security	159
enterJS	iX, heise developer, dpunkt.verlag	169
betterCode WebAssembly	heise developer, dpunkt.verlag	175
Agile Leader Day	heise developer, dpunkt.verlag	184
DevOps	heise Academy	179
SwiftUI	Mac & i, heise Events	192

Diese Ausgabe enthält Beilagen von Google Germany GmbH, Hamburg.

* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich.

Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.



SwiftUI für Fortgeschrittene

30.6. bis 1.7. 2021

Mac&i

Online
Workshop



Thomas Sillmann ist
leidenschaftlicher Autor,
Apple Developer und Trainer.

In diesem zweitägigen Mac & i-Workshop dreht sich
alles um **SwiftUI im Praxiseinsatz**.

Auf Basis einer iOS-App entwickeln die Teilnehmer:innen gemeinsam
mit dem Trainer verschiedene Funktionen, um den Einsatz von SwiftUI
in der Praxis zu erproben. Hinzu kommt das Aufstöbern und Beheben
typischer Stolpersteine, wie sie immer wieder in SwiftUI-Projekten zu
finden sind.

Zu guter Letzt geht es auch um die Entwicklung plattformübergreifender
Apps und um Best Practices, welche die Arbeit mit SwiftUI erleichtern.

JETZT ANMELDEN heise-events.de/workshops/swiftui_fuer_fortgeschrittene

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: „Komfortabel surfen ohne Tracking“:

Ronald Eikenberg (*rei@ct.de*), „Was das UMTS-Ende für Sie bedeutet“: Urs Mansmann (*uma@ct.de*)

Chefredakteur: Dr. Jürgen Rink (*jr@ct.de*) (verantwortlich für den Textteil)

Stellv. Chefredakteur: Axel Kossel (*ad@ct.de*)

Chef vom Dienst: Georg Schnurer (*gs@ct.de*)

Leser & Qualität

Leitung: Achim Barczok (*acb@ct.de*)

Textredaktion & Qualitätssicherung: Oliver Lau (*ola@ct.de*), Ingo T. Storm (*it@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 Grävmeyer (*agr@ct.de*),

Markus Montz (*mon@ct.de*), Peter Schmitz (*ps@ct.de*), Kim Sartorius (*kim@ct.de*),

Dr. Hans-Peter Schüller (*hps@ct.de*), Sylvester Tremmel (*syt@ct.de*), Andrea Trinkwalder

(*atr@ct.de*), Dorothee Wiegand (*dwi@ct.de*), Stefan Wischner (*swi@ct.de*)

Ressort Systeme & Sicherheit

Leitender Redakteur: Peter Siering (*ps@ct.de*)

Redaktion: Niklas Dierking (*ndi@ct.de*), Mirko Dölle (*mid@ct.de*), Wilhelm Drehling

(*wid@ct.de*), Liane M. Dubowy (*lmd@ct.de*), Ronald Eikenberg (*rei@ct.de*),

Alexander Königstein (*ako@ct.de*), Jan Mahn (*jam@ct.de*), Pina Merkert (*pmk@ct.de*),

Dennis Schirmacher (*des@ct.de*), Hajo Schulz (*hos@ct.de*), Jan Schülßler (*jss@ct.de*),

Keywan Tonekaboni (*ktn@ct.de*), Axel Vahldiek (*axv@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*),

Ulrich Hilgert (*uh@ct.de*), Nico Jurrán (*nij@ct.de*), André Kramer (*akr@ct.de*),

Michael Link (*mil@ct.de*), Urs Mansmann (*uma@ct.de*), Stefan Portek (*spo@ct.de*),

Christian Wölbert (*cwo@ct.de*)

c't online: Ulrike Kuhlmann (*Ltg., uk@ct.de*)

Koordination News-Teil: Hartmut Gieselmann (*hag@ct.de*), Christian Wölbert (*cwo@ct.de*)

Koordination Heftproduktion: Martin Triadan (*mat@ct.de*)

Redaktionsassistent: Susanne Cölle (*suc@ct.de*), Christopher Tränkmann (*cht@ct.de*)

Software-Entwicklung: Kai Wasserbäch (*kaw@ct.de*)

Technische Assistenz: Ralf Schneider (*Ltg., rs@ct.de*), 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 89/4271 86-0,

Fax: 0 89/4271 86-10

Ständige Mitarbeiter: Leo Becker (*lbe@ct.de*), Detlef Borchers, Herbert Braun (*heb@ct.de*),

Tobias Engler, Monika Erment, Stefan Kreml, Ben Schwan (*bsc@ct.de*), Christiane

Schulski-Haddouti

DTP-Produktion: Nicole Judith Hoehne (*Ltg.*), Martina Fredrich, Jürgen Gonnermann,

Birgit Graff, Angela Hilberg, Jessica Nachtigall, Astrid Seifert, Dieter Wahner, Ulrike Weis

Art Direction: Nicole Judith Hoehne (Leitung & Weiterentwicklung)

Junior Art Director: Martina Bruns

Fotografie: Andreas Wodrich, Melissa Ramson

Videoproduktion: Johannes Börnsen

Digitale Produktion: Melanie Becker, Anna Hager, Kevin Harte, Pascal Wissner

Illustrationen

Jan Bintakies, Hannover, Rudolf A. Blaha, Frankfurt am Main, Thorsten Hübner, Berlin,

Albert Hulm, Berlin, Sven Hauth, Schül, Thomas Kühlenbeck, Münster, 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: 5C1C1DC5BEED033A

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: sq4lccqyx4izcpkp.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, Dr. Alfons Schröder

Mitglieder der Geschäftsleitung: Beate Gerold, Jörg Mühle

Verlagsleiter: Dr. Alfons Schröder

Anzeigenleitung: Michael Hanke (-167)

(verantwortlich für den Anzeigenteil),

www.heise.de/mediadaten/ct

Anzeigenpreise: Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 38 vom 1. Januar 2021.

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:

VU Verlagsunion KG

Meßberg 1

20086 Hamburg

Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 145 1800

E-Mail: info@verlagsunion.de

c't erscheint 14-täglich

Einzelpreis 5,50 €; Österreich 6,10 €; Schweiz 8.10 CHF; Dänemark 60,00 DKK;

Belgien, Luxemburg, Niederlande 6,50 €; Italien, Spanien 6,90 €

Abonnement-Preise: Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten: Inland 130,95 €,

Österreich 140,40 €, Europa 149,85 €, restl. Ausland 176,85 € (Schweiz 186.30 CHF);

ermäßigtes Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende (nur gegen Vorlage einer

entsprechenden Bescheinigung): Inland 94,50 €, Österreich 95,85 €, Europa 113,40 €,

restl. Ausland 140,40 € (Schweiz 140.40 CHF). c't-Plus-Abonnements (inkl. Zugriff

auf das c't-Artikel-Archiv sowie die App für Android und iOS) kosten pro Jahr 18,90 €

(Schweiz 22.95 CHF) Aufpreis. Ermäßigtes Abonnement für Mitglieder von AUGÉ,

BvDW e.V., /ch/open, GI, GUUG, ISACA Germany Chapter e.V., JUG Switzerland,

VBIO, VDE und VDI (gegen Mitgliedsausweis): Inland 98,55 €, Österreich 98,55 €,

Europa 117,45 €, restl. Ausland 144,45 € (Schweiz 132.30 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 2021 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA 

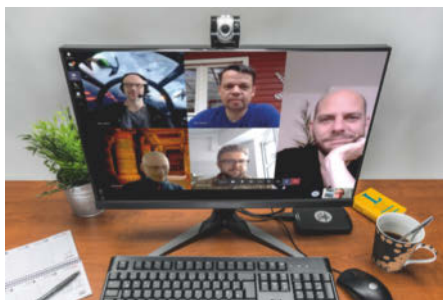
Vorschau 15/2021

Ab 3. Juli im Handel und auf ct.de



Notebooks mit Chrome OS

Chromebooks sind Notebooks mit lahmen ARM-CPU's und nichts als einem Browser? Das stimmt längst nicht mehr: Chrome OS lernt dazu, hochwertige Geräte sind verfügbar. Als Vorteile bleiben Wartungsfreundlichkeit und niedrige Preise. Viel fehlt nicht zum vollwertigen Windows- und macOS-Ersatz.



Homeoffice günstig aufwerten

Aus dem provisorischen Homeoffice wurde für viele zumindest tageweise ein fester Arbeitsplatz. Wir helfen Ihnen, Netzwerk, PC und Peripherie mit geringem finanziellen Aufwand fit für den Dauereinsatz zu machen, um den regelmäßigen Wechsel zwischen Büro und Homeoffice zu meistern.

Paketmanager für Windows

Unter Linux ist das Installieren und Aktualisieren von Programmen ganz einfach, da jede Distribution über ihre eigene Softwarequelle verfügt. Unter Windows benötigt man für diesen Komfort einen Paketmanager. Davon gibt es etliche, doch nicht alle erfüllen die Versprechen ihrer Hersteller.

Kryptografie-Software zum Ausprobieren

Was beim Verschlüsseln, Entschlüsseln und Hashen unter der Haube passiert, bleibt Nutzern im Alltag verborgen. Mit der Lehr- und Lernsoftware CrypTool schauen Sie kryptografischen Funktionen bei der Arbeit zu und verstehen, welche Fehler es zu vermeiden gilt.

Detektivarbeit im Unternehmensnetz

IT-Sabotage, Missbrauch von Netzwerkressourcen oder Straftaten am Arbeitsplatz: Wer dergleichen gerichtsfest dokumentieren und beweisen will, muss sorgfältig vorgehen. Außer den richtigen Werkzeugen ist bei der IT-Forensik nicht zuletzt datenschutzrechtlich saubere Arbeit wichtig.

Noch mehr Heise-Know-how



c't Projekte 2021 jetzt im Handel und auf heise-shop.de



iX Special 2021 jetzt im Handel und auf heise-shop.de



Make 3/21 jetzt im Handel und auf heise-shop.de

Digitalisierung leicht gemacht!

Wenn Ihre Bücherregale gerade überquellen, bieten wir Ihnen die ideale Lösung. Das **gesammelte Know-how Ihrer Fachmagazine** kompakt auf Archiv-Discs und -Sticks gespeichert jederzeit zum Abruf bereit. Ideal auch für jene, die an den kompletten Fachinformationen aus den **Zeitschriften-Jahrgängen** interessiert sind.



Bessere Aussichten mit dem Blick zurück:

Fakten, Meinungen, Tests und Hintergrundwissen – das Jahresarchiv 2020 mit allen Beiträgen aus 26 c't-Heften

auf DVD **24,90 €**
auf 32 GByte USB 3.0-Stick **34,90 €**

c't-Know-how XXL:

Alle Artikel von 1983 bis 2020

auf Blu-ray Disc **99,90 €**
auf 64 GByte USB 3.0-Stick **139,90 €**

shop.heise.de/ct-archiv20



iX-Know-how für IT-Experten:

Nachlesen, vergleichen, absichern – alle iX-Inhalte kompakt.

auf DVD **24,90 €**
auf 32 GByte USB 3.0-Stick **34,90 €**

iX-Know-how XXL:

Alle Beiträge von 1988 bis 2020

auf 64 GByte USB 3.0-Stick **109,90 €**

shop.heise.de/ix-archiv20



Neues baut auf Altem auf:

Ihr Blick in wichtige Fakten und Hintergrundinfos des Archives 2020 von Deutschlands einzigem Innovationsmagazin.

auf DVD **24,90 €**

Technology Review-Know-how XL:

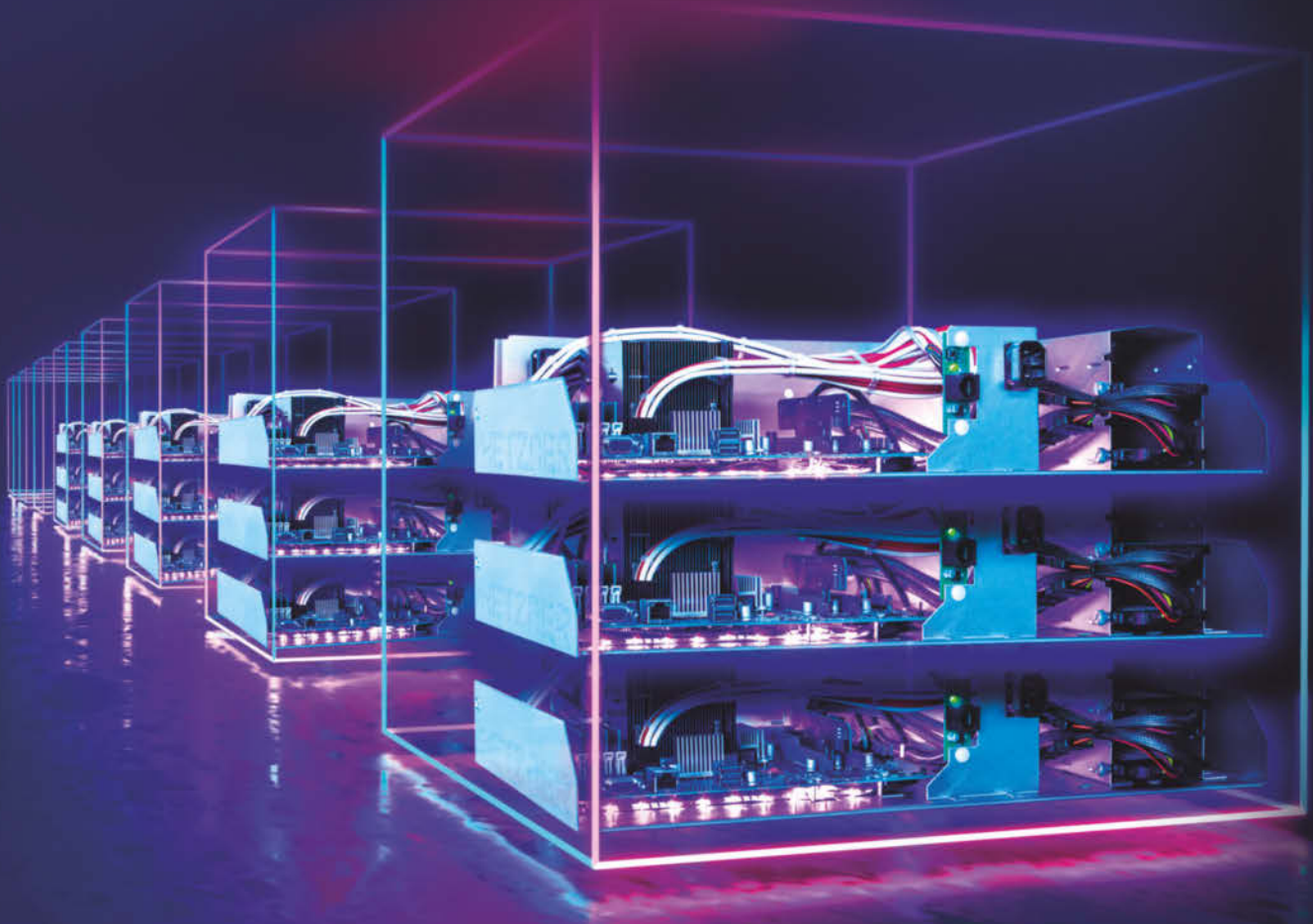
Alle Artikel von 2003 bis 2020

auf DVD **59,90 €**

shop.heise.de/tr-archiv20

➤ Bestellen Sie ganz einfach online im heise shop oder per E-Mail: service@shop.heise.de

 **heise shop**
shop.heise.de/archive20



Dedicated Root Server AX41-NVMe

- ✓ AMD Ryzen™ 5 3600 Simultaneous Multithreading
- ✓ 64 GB DDR4 RAM
- ✓ 2 x 512 GB NVMe SSD
- ✓ 100 GB Backup Space
- ✓ Unbegrenzter Traffic
- ✓ Standort wahlweise
Finnland oder Deutschland
- ✓ Keine Mindestvertragslaufzeit
- ✓ Setupgebühr 46,41 €



monatlich ab **40,46 €**

Dedicated Root Server AX51-NVMe

- ✓ AMD Ryzen™ 7 3700X Simultaneous Multithreading
- ✓ 64 GB DDR4 ECC RAM
- ✓ 2 x 1 TB NVMe SSD
- ✓ 100 GB Backup Space
- ✓ Unbegrenzter Traffic
- ✓ Standort wahlweise
Finnland oder Deutschland
- ✓ Keine Mindestvertragslaufzeit
- ✓ Setupgebühr 70,21 €



monatlich ab **64,26 €**