



Wenn Windows 11 nervt: So klappt das Downgrade

Windows 10 oder 11: Was Sie gewinnen, worauf Sie verzichten

TEST

Günstiges Windows-Tablet mit OLED
Mini-PCs: Zwei sparsame Barebones
Sicheres Betriebssystem Qubes OS
Ubuntu Desktop 22.04 LTS & Fedora 36
Highend-Smartphone OnePlus 10 Pro

Test: Schwarz-Weiß-Drucker

Multifunktionsgeräte für Kleinbüro und zu Hause

FOKUS

Prepaid-Jahresverträge fürs Smartphone
Ihr Recht auf Software-Updates
Smart Home: Energie sparen mit GPS
Wie die Sprach-KI GPT-3 genau funktioniert
Web-Frontend mit Angular erstellen



€ 5,90

AT € 6,50 | LUX, BEL € 6,90

NL € 7,20 | IT, ES € 7,40

CHF 9.90 | DKK 64,00

Raspi-Projekte von Spaß bis nützlich

Roboterbausatz für Raspi • USB-Verlängerung übers Netz
I2C-Geräte steuern • Python-Code auf den Pi Pico portieren



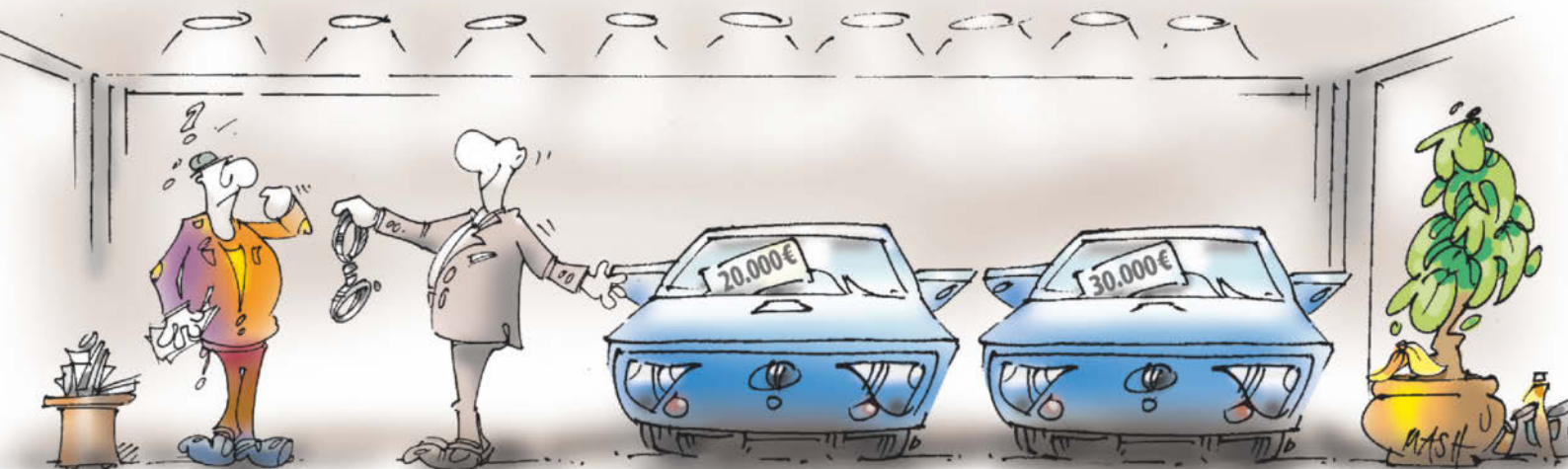


Einfach. Professionell. Verbunden.

Zuverlässige und flexible Telekommunikation für jedes Unternehmen.

easybell

SIP Trunks | Cloud Telefonanlage | VDSL für Geschäftskunden | Microsoft Teams-Anbindung
ohne Mindestvertragslaufzeit



Vertragsfessel: Fremdtanken verboten

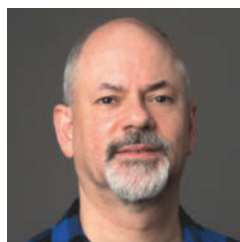
Ein stadtbekannter Autohändler macht mir ein Angebot: ein Kleinwagen mit Plug-in-Hybrid. Der Wagen soll 20.000 Euro kosten – aber nur, wenn ich mich verpflichte, ausschließlich teuren Spezialtreibstoff bei der firmeneigenen Tankstelle zu tanken. Außerdem würden meine Fahrwege per GPS erfasst und auf dem Server des Händlers gespeichert. Ich könnte das gleiche Modell auch ohne diese Verpflichtungen bekommen – für 30.000 Euro.

Da ich meist nur Kurzstrecke fahre, denke ich mir: Prima, da reicht der Elektroantrieb. Zu Hause will ich den Wagen an der Steckdose laden, doch ist die Ladebuchse mit dem Hinweis überklebt: Vor dem Laden erst auftanken! Egal, runter mit dem Aufkleber und siehe da: Der Akku lädt und ich kann ohne Verbrenner fahren – genau zwei Kilometer, dann bleibt der Wagen stehen. Der Akku ist noch gut gefüllt, doch auf dem kleinen Display im Armaturenbrett erfahre ich, der Wagen sei nicht korrekt eingefahren und würde nicht weiterfahren, solange er nicht ordnungsgemäß betankt werde.

Als ich den Wagen abschleppen lasse und beim Händler volltanke, lächelt dieser wissend, schenkt mir die erste Tankfüllung und empfiehlt mir ein Tankabo. Es sei auch bequemer, da man mir im Notfall einen Tankwagen nach Hause

schicken würde. Vorsichtig geworden rechne ich nach: Das Abo kommt mich sogar noch teurer, es sei denn, ich würde mindestens 10.000 Kilometer pro Monat fahren!

Okay, die Autokaufgeschichte ist Fiktion, beim Druckerhersteller HP sind solche Geschäftspraktiken allerdings schon Realität. Wer einen Drucker von HP mit kleinem "e" in der Typenbezeichnung kauft, braucht zwingend ein HP+-Konto, andernfalls stellt das Gerät nach 20 Seiten die Arbeit ein (siehe S. 96). Scans mit der HP-App werden zu HP in die Cloud gesendet. Außerdem verpflichtet man sich bei der HP+-Registrierung, nur Original-HP-Toner zu kaufen. Zwar gibt es das gleiche Modell auch ohne "e", also ohne Tonerzwang und Online-Pflicht. Das kostet dann aber 100 Euro mehr. Ich lasse jedenfalls künftig die Finger von solchen Druckern und hoffe, dass kein führender Vertreter der Autoindustrie dieses Editorial liest.



Rudolf Opitz

Rudolf Opitz

TERRA MOBILE 1470T

*Außergewöhnlich.
Flach.
Leistungsstark*



Windows 11 bietet mehr Geräteauswahl für mehr Produktivität

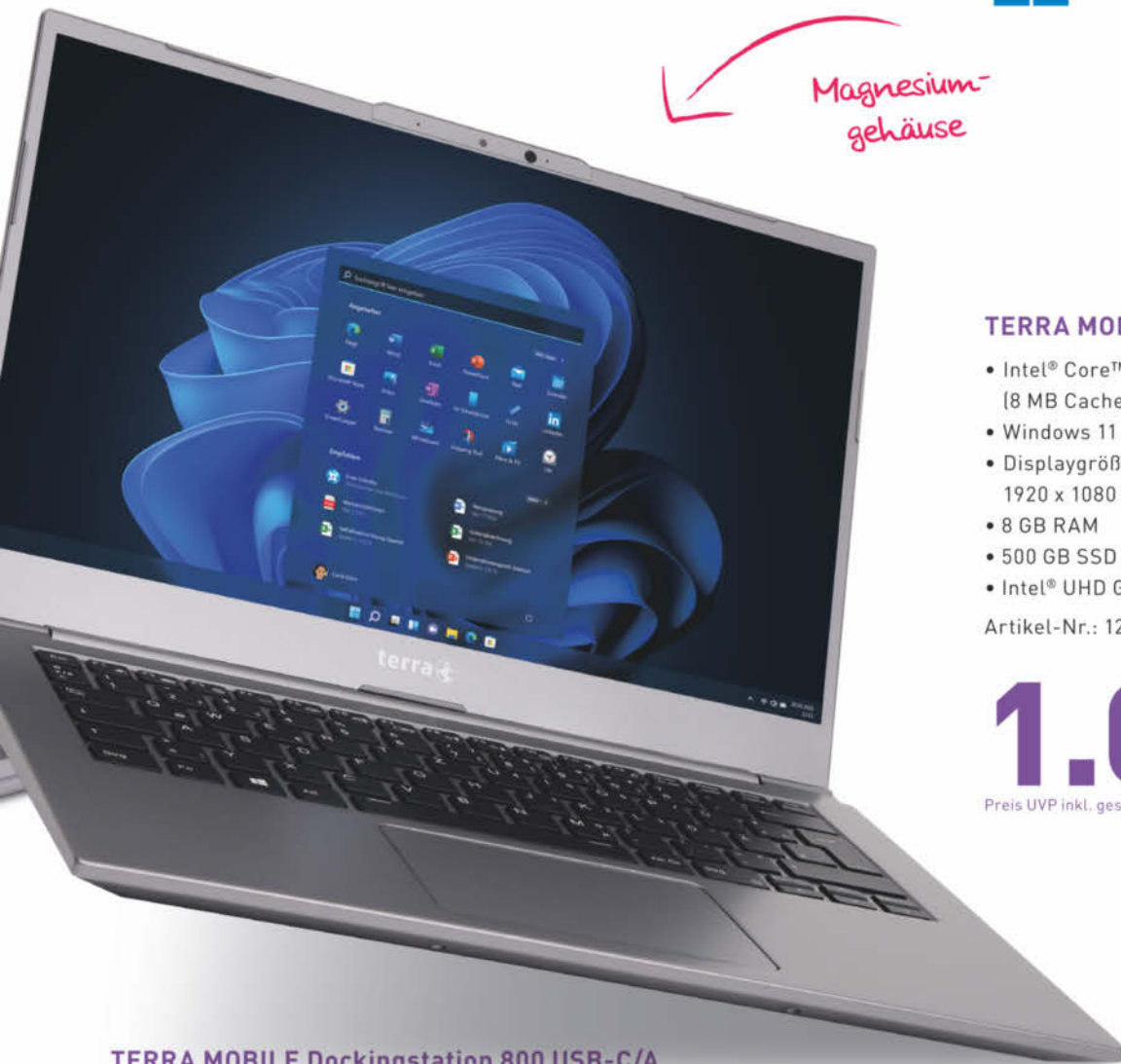
Windows 11 Pro unterstützt die weltweit größte Auswahl an Unternehmensgeräten, sodass Mitarbeitende mit dem für sie richtigen Gerät arbeiten können – für eine angenehmere und produktivere Arbeit. Mit Innovationen in den Bereichen Sprache, Touch und Stift passt sich Windows 11 Pro problemlos unterschiedlichen Arbeitsstilen an. Darüber hinaus bietet es aufgrund

seiner neuen Mindestsystemanforderungen eine bessere Leistung bei allen Gerätekonfigurationen. Und mit der breitesten Palette von OEMs, die Windows 11 Pro unterstützen, und dem breitesten Ökosystem an Siliziumoptionen profitiert Ihr gesamtes Unternehmen von den kontinuierlichen Fortschritten in Hardware und Technologie.

ERHÄLTlich BEI IHREM TERRA FACHHÄNDLER

IBN Gesellschaft für Systemtechnik mbH, **14478** Potsdam, Tel. 0331/888400 • Capeletti & Perl GmbH, **20097** Hamburg, Tel. 040/23622 0 • Computer-Service-Buchholz GmbH, **21244** Buchholz i.d.N., Tel. 04181/137373 • Caligrafika, **26133** Oldenburg, Tel. 0441/9250095 • T&S Computech GmbH, **30175** Hannover, Tel. 0511/884817 • B.I.T. Datentechnik GmbH, **31675** Bückeburg, Tel. 05722/95040 • Systemhaus Przykopanski, **31848** Bad Münder, Tel. 05042/933160 • MBörso-Computer GmbH, **33100** Paderborn, Tel. 05251/28818-0 • Microtec GmbH, **33649** Bielefeld, 0521/9455274 • bits+bytes Computer GmbH & Co. KG, **35745** Herborn, Tel. 02772/94990 • RODIAC EDV-Systemhaus GmbH, **42551** Velbert, Tel. 02051/989000 • ServeNet Computervertrieb, **42279** Wuppertal, Tel. 0202/266166 • Rose Computer GmbH, **46395** Bocholt, Tel. 02871/244400 • Kortenbrede Datentechnik GmbH, **48161** Münster, Tel. 02533/930802 • Großbecker & Nordt Bürotechnik-Handels-GmbH, **50859** Köln, Tel. 02234/40890 • Franken & Vogel GmbH, **55124** Mainz, Tel. 06131/14406-34 • SURE DataSystems, **57627** Hachenburg, Tel. 02662/95830 • J.S. EDV-Systemberatung GmbH, **43843** Niedernberg, 06028/97450 • Pauly Büromaschinen Vertriebs GmbH, **65555** Limburg, Tel. 06431/500466 • hecom TK + IT Lösungen, **67071** Ludwigshafen, Tel. 0621/6719070 • Lehmann Elektronik, **67346** Speyer, Tel. 06232/28746 • Krieger GmbH & Co KG, **68163** Mannheim, Tel. 0621/833160 • G+S Computer GmbH **68519** Viernheim, Tel. 06204/607921 • KAISYS.IT GmbH, **72793** Pfullingen, Tel. 07121/145330 • Danner It-Systemhaus GmbH, **72760** Reutlingen, Tel. 07121/56780 • MP-Datentechnik GmbH, **73730** Esslingen, 0711/3609163 • Resin GmbH & Co.KG, **79589** Binzen, Tel. 07261/6660 • Office Komplet, **79664** Wehr, Tel. 07762 / 708860 • Schwarz Computer Systeme GmbH, **92318** Neumarkt, Tel. 09181/48550 • K&L electronics GmbH, **95466** Weidenberg, 09278/98610-0 •

WORTMANN AG empfiehlt Windows 11 Pro für Unternehmen.



Magnesium-
gehäuse

TERRA MOBILE 1470T

- Intel® Core™ i5-1135G7 Prozessor
(8 MB Cache, bis zu 4.20 GHz)
- Windows 11 Pro
- Displaygröße 35.6 cm [14"]
1920 x 1080 FHD Auflösung
- 8 GB RAM
- 500 GB SSD
- Intel® UHD Grafik

Artikel-Nr.: 1220727

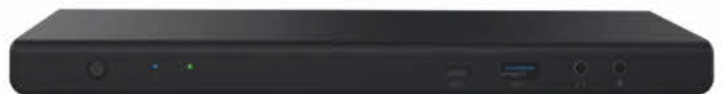
1.069,-*

Preis UVP inkl. gesetzl. MwSt.

TERRA MOBILE Dockingstation 800 USB-C/A

Anschlüsse: 2x USB 3.2 Type C, 5x USB 3.0 Type A,
2x HDMI, 2x DP [DisplayPort], 1x LAN 10/100/1000 RJ45,
1x Kensington Lock, Audio in & out

Artikel-Nr.: 1480204



229,-*

Preis UVP inkl. gesetzl. MwSt.

* Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Preise in € inklusive gesetzlicher Mehrwertsteuer.
Es gelten die AGB der Wortmann AG, zu finden unter www.wortmann.de. Solange der Vorrat reicht.
Keine Mitnahmegarantie.

Ultrabook, Celeron, Celeron Inside, Core Inside, Intel, das Intel-Logo, Intel Atom, Intel Atom Inside, Intel Core, Intel Inside, das „Intel Inside“-Logo, Intel vPro, Itanium, Itanium Inside, Pentium, Pentium Inside, vPro Inside, Xeon, Xeon Phi, Xeon Inside und Intel Optane sind Marken der Intel Corporation oder ihrer Tochtergesellschaften in den USA und/oder anderen Ländern.

www.wortmann.de

WORTMANN AG
IT. MADE IN GERMANY.

Titelthemen

Wenn Windows 11 nervt: So klappt das Downgrade

- 16 Abwägung** Welches Windows nehmen?
- 18 Windows 10 und 11** Die Unterschiede
- 22 Ihr Recht** Windows 11 kaufen, 10 nutzen
- 26 Downgrade** Schritt für Schritt erklärt

Raspi-Projekte von Spaß bis nützlich

- 58 Basteln** mit jungen und älteren Raspis
- 60 Roboterbausatz** Adept RaspTank
- 66 USB-Verlängerung** über LAN und WLAN
- 70 Digitaler Zollstock** I2C mit Python
- 76 Von Raspi zu Pico** Python-Programme portieren

Test: Schwarz-Weiß-Drucker

- 96 Multifunktionsdrucker** für schmales Geld

Aktuell

- 14 Digital Services Act** Zwang zum Löschen
- 30 Datenpanne** bei Buchbinder rechtlich folgenlos
- 31 Internet** Mehr Privatsphäre bei WhatsApp
- 32 Digitalpolitik** USB-C-Pflicht für Handy & Co.
- 33 Datenschutz** Ende für MS 365 an Schulen
- 34 Jugendschutz** KI sucht rechtswidrige Inhalte
- 36 Netflix** Abonnentenzahlen sinken
- 37 Musk kauft Twitter** Ein bedenklicher Deal
- 38 Spyware** Pegasus & Co. vor EU-Ausschuss
- 40 Google** Entwicklerkonferenz I/O 2022
- 41 Informatiklehrerinnen** dringend gesucht
- 42 Bit-Rauschen** Intel will TSMC einholen
- 43 Open Source** Debian hadert mit Firmware-Blobs
- 44 Hardware** Ryzen Pro 6000 mit Pluton
- 46 Server & Storage** Snapshots weg, Öko-Server
- 47 Windows** SMBv1 deaktiviert, Support-Ende
- 48 Embedded Systems** Cortex-M85 für KI
- 49 Netzwerke** Chips für Multigigabit-WLAN
- 50 Sensoren** für berührungsloses Messen
- 51 Security** Phisher weiter gefährlich
- 52 Spracherkennung** Amazon gibt Daten frei
- 53 Forschung** Glasfaser-Repeater, Waferkapseln
- 54 Web-Tipps** Multi-Video, Infokrieg, Töne

Test & Beratung

80 Mini-PCs: Zwei sparsame Barebones

- 80 Multidisplaymini** Shuttle XPC slim DH32U
- 82 Ryzen-Barebone** ECS Liva One A300
- 84 Robuste externe SSD** Samsung T7 Shield
- 84 Monitor-Verbinder** Screenbuddy
- 85 3D-Mikrofon** Voyage Audio Spatial Mic
- 86 Knochenschall-Kopfhörer** Shokz OpenRun Pro
- 87 ANC-Kopfhörer** Technics EAH-A800
- 88 Highend-Smartphone** OnePlus 10 Pro
- 90 Bluetooth-Lautsprecher** Bose Soundlink Flex
- 90 Geldscheine prüfen** mit dem Smartphone
- 92 Günstiges Windows-Tablet mit OLED**
- 94 Sicheres Betriebssystem** Qubes OS
- 102 Prepaid-Jahresverträge fürs Smartphone**
- 106 Billiger tanken mit Spritpreis-Apps**
- 112 Fedora 36**
- 114 Ubuntu Desktop 22.04 LTS**
- 174 Bücher** Digitale Transformation, Michael Dell

16 Wenn Windows 11 nervt: So klappt das Downgrade



Sie sind so enttäuscht von Windows 11, dass Sie lieber wieder 10 nutzen wollen? Mit unserer Anleitung gelingt das Downgrade von 11 auf 10 oft sogar kostenlos. Wir sagen aber auch, worauf Sie dann verzichten müssen.

Wissen

- 118 **Zahlen, Daten, Fakten** Google
- 120 **Web-Frontend mit Angular erstellen**
- 126 **Drohnen** Klassifizierung erneut verschoben
- 132 **Open Source Intelligence** contra Propaganda
- 136 **Wie die Sprach-KI GPT-3 genau funktioniert**
- 142 **SD Express** So funktionieren die Karten
- 144 **c't-Osterrätsel** Die Auflösung
- 164 **Ihr Recht auf Software-Updates**

Praxis

- 146 **Linux auf alten Macs** Desktop-Tuning
- 152 **Smart Home: Energie sparen mit GPS**
- 154 **Barrierefreie PDFs** auf Fehler prüfen
- 158 **Reverse Engineering** von Apps und APIs

Immer in c't

- 3 **Auf den Punkt** Fremdtanken verboten
- 8 **Leserforum**
- 13 **Schlagseite**
- 56 **Vorsicht, Kunde** Samsung-Shop trödelt
- 170 **Tipps & Tricks**
- 176 **FAQ** Videos für TikTok produzieren
- 182 **Story** Carlos und die Missionsleitung (1)
- 191 **Stellenmarkt**
- 192 **Inserentenverzeichnis**
- 193 **Impressum**
- 194 **Vorschau 12/2022**

58 Raspi-Projekte von Spaß bis nützlich



Kaufen Sie keinen derzeit teuren Raspi 4, sondern holen Sie Ihren 3B, Zero W oder Pico hervor. Denn wir haben neue Bastelprojekte für Sie: einen Roboter, eine USB-Verlängerung und einen digitalen Zollstock.

Papierqualität

Für die gedruckte Auflage dieser Ausgabe musste aufgrund eines Streiks ein anderes Papier verwendet werden. Dieses Papier ist etwas dicker und dunkler als das gewohnte und hat einen höheren Recycling-Anteil.



Frisch aus
c't Nerdistan

- 76 **Python** Programme auf den Raspi Pico portieren
- 158 **Reverse Engineering** von Supermarkt-Apps

c't

Hardcore

- 70 **I2C am Raspi** per Python ansteuern
- 136 **Sprach-KI** So funktioniert GPT-3 im Detail

Gilt auch für andere Dienste

Virensan-Dienste: Vertrauliche Dokumente der Nutzer öffentlich abrufbar, c't 10/2022, S. 12

Computermagazine empfehlen seit Jahren, verdächtige Dateianhänge auf Multi-scandiensten wie VirusTotal hochzuladen. Die c't ist da keine Ausnahme. Alles, was in einer Eingabemaske landet oder in einer Webanwendung bearbeitet wird, kann unter Umständen auch anderen Parteien zugänglich sein. Ähnlich gelagerte Probleme:

1) Maschinelle Übersetzungen. Auch da gab es Dienste, die hochgeladene Dokumente nicht nur übersetzen, sondern Teile des Quellmaterials für andere Nutzer einsehbar speichern.

2) Webseiten, die Aktivitäten anderer Nutzer anzeigen. Wenn da zum Beispiel „<Nutzer> hat gerade <Objekt> zur Wunschliste hinzugefügt“ angezeigt wird, dann erlaubt das unter Umständen (unerwünschte) Rückschlüsse auf die Vorlieben einer Person.

3) Online-Konverter für Dateiformate. Normalerweise sieht zumindest der Server des Anbieters die hochgeladene Datei. Wo der Server physisch steht, das kann man nicht leicht herausfinden/verifizieren. Und selbst wenn der Server in Deutschland steht – wer weiß schon, ob nicht ein Systemverwalter aus Amerika oder Russland Zugriff auf die Dateien hat?

h-p

Hash statt Datei

Man hätte erwähnen können, dass es zumindest bei VirusTotal die Möglichkeit gibt, nicht die gesamte Datei zum Scan hochzuladen, sondern stattdessen nur den Hash der Datei. Da bleibt die Datei auf dem eigenen Rechner und man bekommt einen ersten Anhaltspunkt. Zugegeben, bei der individuellen (echten) Rechnung im Mailanhang meines Dienstleisters hilft das leider nicht.

Olaf Hopp

Ladesäulen katastrophal

Worauf Sie beim E-Auto-Kauf achten müssen, c't 10/2022, S. 20

Die Ladesäulenthematik ist leider ein aus meiner Sicht eher katastrophales Thema.

Fragen zu Artikeln

✉ Mail-Adresse des Redakteurs am Ende des Artikels

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

Mal wird in der Ladesäulenkarte der Ausfall einer Ladesäule nicht angezeigt, mal wird eine Ladesäule als frei angezeigt, obwohl beide Ladepunkte besetzt sind (Hotline: Ladesäule habe leider keine Netzverbindung). Mal beginnt die Ladesäule den Ladevorgang, um nach einigen Minuten wieder abzubrechen (Hotline: Ladesäule braucht ein Software-Update).

Mal konnte eine Ladesäule nicht dazu bewegt werden, die Klappe über der Steckdose zu öffnen, obwohl sie als funktionsfähig und frei gemeldet wurde. Mal findet man eine freie Ladesäule im Untergeschoss einer Tiefgarage; dort ist leider kein Handy-Netz verfügbar, deshalb kann der Ladevorgang mit der App nicht gestartet werden.

Die Ladekosten sind teilweise sehr undurchsichtig, es gibt Ladesäulen von kostenlos über normale kWh-Preise (derzeit 40 bis 50 ct/kWh) bis zu 7 Euro Grundgebühr plus Kosten pro kWh.

Ulrich Krieghoff

Jammern auf hohem Niveau

Technik von E-Autos erklärt, c't 10/2022, S. 28

Die diversen Umwandlungsverluste sind wohl korrekt und für ein ehrliches Bild unabdingbar. In meinen Augen ist dies jedoch ein Jammern auf hohem Niveau, wenn wir die Effizienz der E-Motoren (80 %) mit denen der Verbrenner vergleichen (20 %).

Dominik Pfoster

Bereitschaft zu zahlen

Interview: Der IT-Leiter der Stadt Schwäbisch Hall über Open Source in der Verwaltung, c't 10/2022, S. 58

Bei dem Satz „Da muss die Open-Source-Community echt mal Gas geben“ kann ich mir eine Bemerkung nicht verkneifen. Wenn die Stadt Schwäbisch Hall – so wie es andere Interessenten auch machen –

einen Entwickler bezahlt, dann wird der sicherlich „echt mal Gas geben.“

Die Open-Source-Community besteht überwiegend aus Menschen, die in ihrer Freizeit Projekte pflegen. Wer solche Forderungen aufstellt, muss auch bereit sein, dafür zu bezahlen.

Michael Brucker

Einfach nicht annehmen

Eine neue Masche beim Warenbetrug bringt arglose Menschen in Schwierigkeiten, c't 10/2022, S. 62

Am besten ist aber immer, keine Pakete anzunehmen, wenn man nichts bestellt hat.

vinoradi

RSS-Reader-Alternative

Sechs News-Aggregatoren im Vergleich, c't 10/2022, S. 70

Ich verwende seit Jahren Tiny Tiny RSS. Natürlich muss man zum Betrieb einen Webserver laufen haben, aber der läuft heutzutage zur Not auch lokal auf dem Client. Vorteil: Open Source, Datenschutz, keine Kosten.

fatzgenfatz

Geht nur ums Geld

Web3 und das Metaverse: dem Internet der Zukunft auf der Spur, c't 10/2022, S. 144

Was mir nach dem Schlusswort als erster Gedanke durch den Kopf ging: Ich bin zu alt für diesen Scheiß. Ich sehe keinen individuellen Mehrwert, keinen Nutzen für

Wir freuen uns über Post

✉ redaktion@ct.de

☎ c't Forum

f c't Magazin

🐦 @ctmagazin

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

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



CALMO IST IGEL READY

Ein effizientes Gesamtkonzept für Software- und Hardwareangebote aus Deutschland.



ENTWICKELT FÜR HÖCHSTE SICHERHEIT



modular



read-only



basierend auf Linux

Innovative Industrie-Hardware der **Marke Calmo** und das Next-Gen Edge OS für Cloud Workspaces **IGEL OS** bieten gemeinsam das Maximum an IT-Sicherheit und hoher Performance – Made in Germany.

Jetzt mehr erfahren auf
www.calmo-pc.de/igel



den Einzelnen. Außer dass die ganze Sache augenscheinlich dazu verführen soll, noch mehr Zeit vor der Glotze zu verbringen.

Der zweite Gedanke: Ein paar Idealisten träumen einen Traum von einem „neuen Internet“. Das ist nicht neu. Die Schwierigkeit, die die neuen Idealisten haben und die ursprünglichen Pioniere nicht: Es gibt das alles schon. Man kann es bunt und 3D anmalen, man kann noch mehr komplexe und fehlerträchtige Software dahinterpacken, man kann Cloud, Blockchain und weitere Buzzwords dranflanschen. Und scheitern, wenn sich erweist, dass die Anwender kein Interesse haben und das Bestehende gut genug ist.

Der dritte Gedanke: Es geht doch immer nur ums Geld. Nix anderes. Die großen Firmen wittern einen weiteren Absatzmarkt. Wenn (oder besser, falls) ein gewisser Populationsschwellwert aus Neugierigen und überzeugten Mitmachern überschritten ist, werden wir die gleiche Sache wie im „konventionellen“ Web erleben: Die finanzstarken Onlinekonzerne investieren, was auch immer notwendig ist, um möglichst gewichtig präsent zu sein. Wir werden wiederum ausspioniert und mit personalisierter Werbung terrorisiert werden, weil da die Kohle herkommt. Und wenn Adidas & Co. ein paar mehr Schuhe oder sonstige Dinge verkaufen können, nehmen die das auch mit.

Patrik Schindler

Anmerkungen zu JUnit-Tests

Webentwicklung mit Kotlin und Spring: HTTP-Antworten, c't 10/2022, S. 164

Ich möchte Sie auf zwei Aspekte im JUnit-Test hinweisen

1) Sie verwenden die Annotation `@Transactional` an der Testklasse, damit die Datenbank-Transaktion nach Beendigung des Tests zurückgerollt wird. Das ist zwar eine schnelle und bequeme Möglichkeit, allerdings sollte man sie nur mit Bedacht einsetzen oder von vornherein einen anderen Ansatz wählen.

Hintergrund: Spring bietet die Möglichkeit, die Repository-Transaktionen — anders zu konfigurieren, zum Beispiel `@Transactional(propagation = Propagation.REQUIRES_NEW)`. Die Annotation an der Testklasse oder -methode würde dann aber auch die Anwendungslogik in dieser Transaktion kapseln und dadurch gegebenenfalls

unerwünschte Seiteneffekte verursachen. Ein Test sollte so geschrieben sein, dass er möglichst deterministisch arbeitet.

2) Im Test verwenden Sie die `writeValueAsString()`-Methode des `ObjectMapper`. Hier bietet es sich an, nicht mit den existierenden `Datentransferobjekten` zu arbeiten, sondern mit tatsächlichen Strings, die die JSON-Payload darstellen. Die sind zwar etwas umständlicher zu generieren, haben aber den Vorteil, dass der Test nicht mit der eigenen Implementierung arbeitet, sondern unabhängig davon.

Robert Strauch

Alt = doof?

Lüfterloser Mini-Barebone Zotac Zbox CI331 Nano, c't 10/2022, S. 80

Als Älterer fühle ich mich von folgender Aussage diskriminiert: „Für die Surfstation, etwa für die Großeltern, reicht die Leistung.“ Dieser Satz impliziert, dass Ältere sowieso keine Ahnung von IT haben. Insofern reicht für die Alten auch ein derart leistungsschwacher PC, den „normale“ Menschen einfach nicht gebrauchen können. Noch weiter abstrahiert: Alt = doof.

Manfred Feige

Ergänzungen & Berichtigungen

Infoschreiben der Stadt Baden

Wie Baden in Österreich 33.000 Meldedatensätze ins Netz stellte, c't 9/2022, S. 52

Nach unserem Bericht über ein Datenleck in der Stadt Baden in Österreich meldete

uns ein Leser, dass er am 14. April ein Infoschreiben über den Datenvorfall erhalten hat. In dem Schreiben, das uns vorliegt, bestätigt die Stadt, dass die Meldedaten von 33.400 Wohnsitzdatensätzen, 14.400 Datensätze der Baden Card sowie Zahlungsvorgänge von etwa 750 Personen von einem „Datenvorfall“ betroffen waren.

Mitschnitt nur unter iOS

Mitschnitt-Mikrofon, c't 10/2022, S. 89

Google erlaubt seit Android 10 grundsätzlich keine Telefonmitschnitte über Mikrofone und will ab dem 11. Mai alle verbleibenden Apps im Play Store sperren, die Gespräche über das Accessibility-API zur Aufzeichnung nutzen. Im Test konnten wir nur Gespräche über die iOS-App auf einem iPhone aufzeichnen.

Rechnung falsch, Ergebnis richtig

Wie superschnelle Schnittstellen die Server-Architektur verändern, c't 10/2022, S. 132

Im Artikel steht, 1 Picojoule (1pJ) entspreche 1 Milliardstel Joule; tatsächlich ist es ein Billionstel Joule. Da aber auch die folgende Aussage falsch ist, 1 Terabyte entspreche 1 Milliarde Byte (in Wahrheit sind es 1 Billion Byte), stimmt die Abschätzung am Ende trotzdem, dass der Transfer von 1 TByte/s bei 1pJ/Bit rund 8 Watt Leistung benötigt.

Silicon Power, nicht Motion

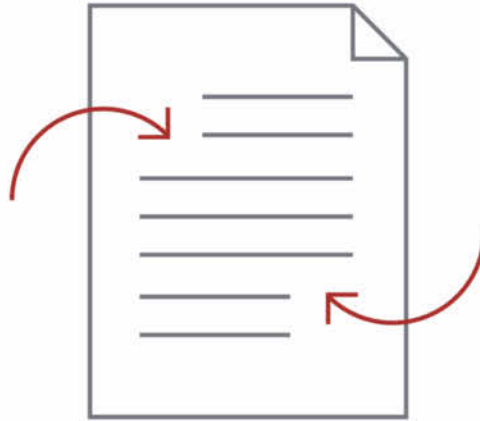
13 SSDs mit PCIe 3.0 und 4.0 im Test, c't 10/2022, S. 100

Im Testkasten auf Seite 106 ist der Name des Herstellers falsch geschrieben. Er heißt Silicon Power, nicht Silicon Motion.

In einem Schreiben hat die Stadt Baden in Österreich nun offiziell die Betroffenen über einen Datenvorfall informiert, den wir in c't 9/2022 aufgedeckt hatten.



Jetzt neu mit
Videokonferenz
Funktion!



netfiles

Sichere Cloud-Lösungen für Datenaustausch und Collaboration

Einfach

Der netfiles Datenraum ist besonders einfach zu bedienen, bietet umfangreiche Funktionalität und steht Ihnen sofort, ohne Installation von Software oder Plugins zur Verfügung. Ein Webbrowser genügt.

Sicher

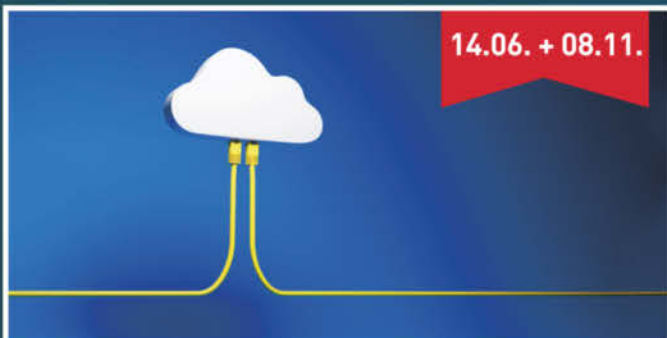
Im netfiles Datenraum sind Ihre Daten sowohl bei der Speicherung als auch Übertragung durch 256-bit Verschlüsselung sicher und Compliance-gerecht geschützt.

Bewährt

netfiles gibt es seit mehr als 20 Jahren. Profitieren auch Sie von unserer langjährigen Erfahrung und dem zuverlässigen Betrieb. Wir sind ein deutsches Unternehmen und hosten ausschließlich in Deutschland.

www.netfiles.com

Testen Sie jetzt netfiles 14 Tage kostenlos
oder vereinbaren Sie einen Termin für eine Online-Präsentation.



14.06. + 08.11.

Internetausfälle kompensieren

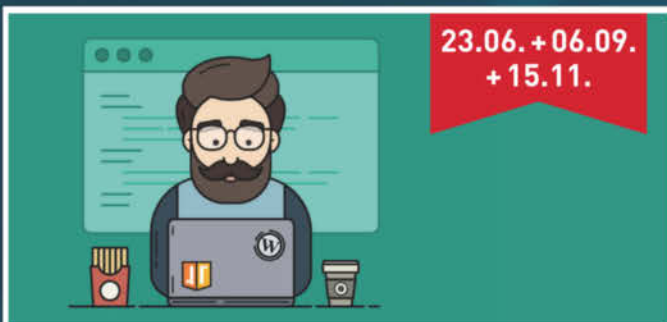
Fällt die Internetanbindung im Unternehmen aus, „steht“ oftmals der ganze Betrieb. Dieser Workshop vermittelt einen Überblick über aktuelle Techniken zu redundanten Internet-Anbindungen von Firmenstandorten.



21.– 22.06.

Post-Quantum Cryptography

In diesem Workshop tauchen wir in das Feld der Post-Quantum Cryptography ein und zeigen sowohl theoretisch als auch praktisch, wie Hersteller bereits jetzt verschlüsselnde Systeme gegen Quantencomputer absichern können.



23.06. + 06.09.
+ 15.11.

WordPress für Einsteiger

Der praxisorientierte Workshop richtet sich an Neu- und Quereinsteiger in WordPress und bietet eine grundlegende und fundierte Einarbeitung in die aktuelle Version des populären CMS.



18.10.

Dienste mit SELinux absichern

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



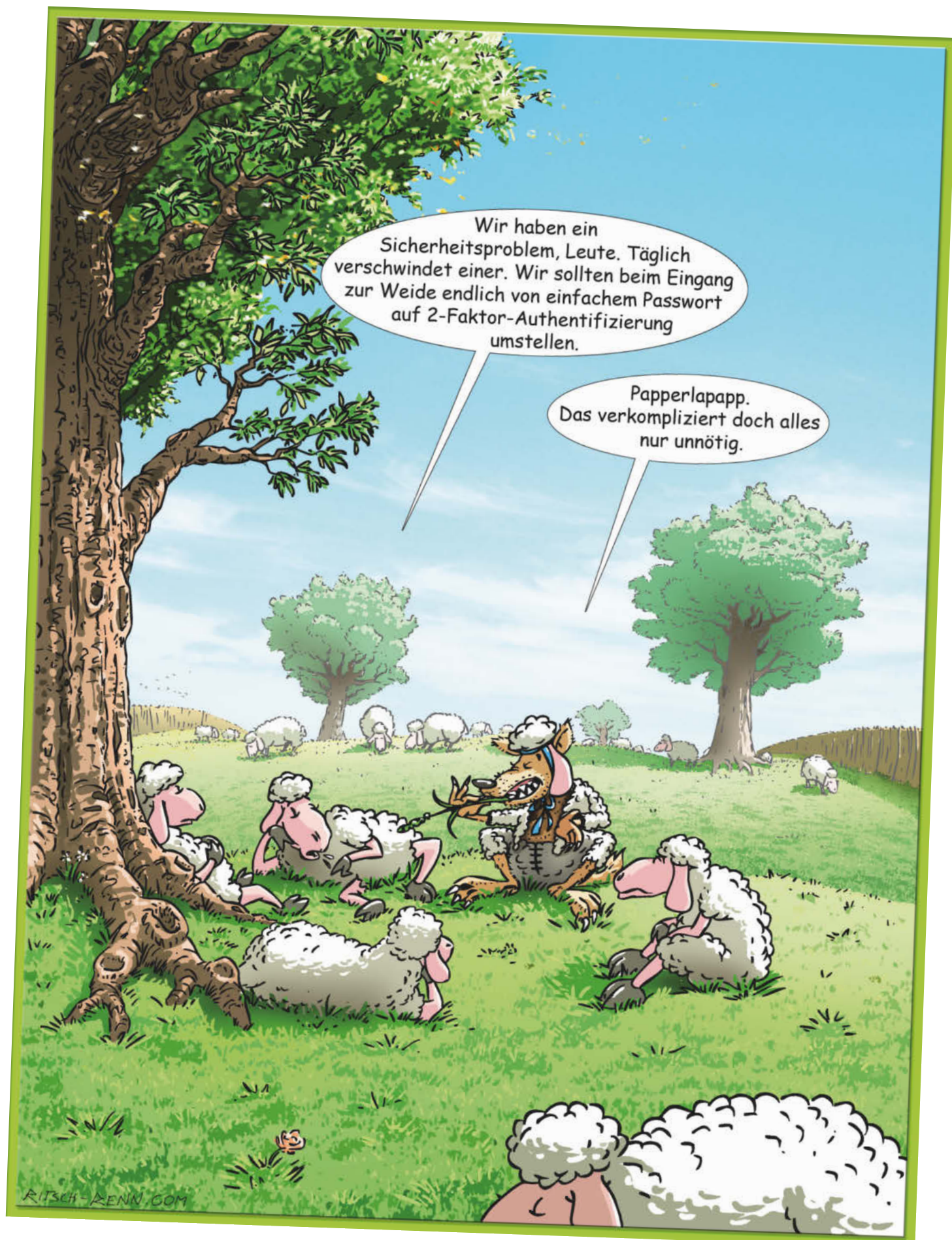
29.– 30.11.

Docker und Container in der Praxis

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

Sichern Sie sich Ihren Frühbucher-Rabatt:

www.heise-events.de/workshops



Online-Grundgesetz light

Wie der Digital Services Act das Internet sicherer machen soll

Mit dem Digital Services Act zwingt die EU Onlineplattformen, illegale Inhalte schnell zu löschen. Außerdem sollen Google, Amazon & Co. selbst dafür zahlen, dass die EU sie überwacht. Verbraucherschützer sind dennoch nicht zufrieden mit dem Gesetz.

Von Holger Bleich

Es ist vollbracht: Nach dem Digital Markets Act (DMA, siehe c't 9/2022, S. 14) hat die Europäische Union nun auch dessen Zwillingsgesetz, den Digital Services Act (DSA), unter Dach und Fach bekommen. Im sogenannten Trilogverfahren hatten sich am 22. April Vertreter des EU-Parlaments mit denen der Mitgliedsstaaten unter Moderation der EU-Kommission zusammengesetzt. Nachts um 3 Uhr – nach 16 Stunden Verhandlung – vermeldeten sie, in allen strittigen Punkten Kompromisse geschlossen zu haben.

Die Akteure müssen sich fragen lassen, ob es eine gute Idee war, den von der EU-Kommission als neues „Online-Grundgesetz“ gefeierten DSA in einem intransparenten Verfahren nachts hinter verschlossenen Türen auszuverhandeln. Die endgültige Fassung des Gesetzestextes lässt sich bislang noch nicht beurteilen, weil sie erst in einigen Wochen niedergeschrieben und juristisch geprüft sein wird.

Während der DMA für offene Märkte im Digitalen sorgen soll, wird der DSA Produkte und Inhalte regulieren. Er wird die mehr als 20 Jahre alte E-Commerce-Richtlinie ersetzen. An deren Kern rührt er nicht, das sogenannte Haftungsprivileg bleibt bestehen: Onlinedienste – seien es Zugangsanbieter, Domain-Registries, Hosters, Suchmaschinen oder soziale Medien – müssen Inhalte erst dann auf ihre Rechtmäßigkeit prüfen, wenn sie im Ein-

zelfall von möglichen Rechtsverstößen wissen. Eine Pflicht zur Vorabprüfung (Upload-Filter) kommt nicht, wie Artikel 7 klarstellt.

Der DSA soll dafür sorgen, dass illegale Inhalte möglichst schnell verschwinden. Dabei kann es sich um strafrechtlich relevante Inhalte handeln, in Deutschland also beispielsweise um ein breites Spektrum, angefangen bei Beleidigungen über Volksverhetzung bis zum Aufruf zum Terror. Anders als oft in Medienberichten zum DSA und von der EU-Kommission selbst dargestellt fallen darunter keine hassgetränkten Meinungsäußerungen, solange sie sich im erlaubten Bereich bewegen. Es ist also schlicht falsch, wenn von einem „EU-Gesetz gegen Hass und Hetze“ gesprochen wird.

Onlineplattformen – das kleine Webforum ebenso wie Twitter oder Facebook – müssen mit einem vom DSA vorgegebenen Meldeverfahren Hinweise ermöglichen, „unverzüglich“ prüfen und gegebenenfalls sperren. Sie dürfen „vertrauenswürdigen Hinweisgebern“, also etwa Factchecking-Organisationen, erweiterte Melderechte zuweisen. Umgekehrt sollen normierte Beschwerdeverfahren und externe Streitschlichtungsverfahren Nutzerrechte erweitern. Nutzer können sich dem DSA-Kompromiss zufolge künftig besser

gegen unrechtmäßige Inhalts- und Account-Sperren wehren.

Extrapflichten für „VLOPs“

Die EU-Kommission hat schon im ersten Entwurf des DSA vom Dezember 2020 auf eine Schwäche der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) reagiert: Während diese einheitliche Regeln festsetzte, gelten im DSA für User-Content-Plattformen andere Vorschriften als für Durchleitungsdienste, für sehr große Marktteilnehmer schärfere Maßnahmen als für kleine. Sogenannte „Very Large Online Platforms“ (VLOPs) – Anbieter mit mehr als 45 Millionen Nutzern innerhalb der EU – müssen anders als Hobbyisten-Blogs beispielsweise offenlegen, wie viel Personal sie für Inhaltsprüfungen einsetzen, und dies in jährlichen Transparenzberichten darstellen.

Außerdem gilt für sie im DSA ein risikobasierter Ansatz, ähnlich wie in der DSGVO: Gemäß Artikel 26 werden VLOPs verpflichtet, jährlich selbst die Gefahren zu bewerten, die ihre Plattformen für Gesellschaft und demokratische Willensbildung darstellen. Dabei sollen sie nicht nur die gemeldeten Inhalte, sondern über Prüfberichte von Externen auch das Design der Plattform sowie die Wirkungsweise von Algorithmen in die Risikobewer-



Bild: EU-Kommission

Bis tief in die Nacht verhandelten die EU-Institutionen im Trilogverfahren hinter verschlossenen Türen über den DSA-Kompromiss.

tung einbeziehen. Die erkannten Gefahren sollen sie umgehend beseitigen.

In Artikel 27a des DSA findet sich überdies ein zeitlich befristeter Krisenmodus, mit dem die EU-Kommission sofortige Risikoanalysen und scharfe Maßnahmen für maximal drei Monate anordnen kann. Er greift bei Gefährdung der öffentlichen Sicherheit oder der öffentlichen Gesundheit. Es ist unschwer zu erkennen, dass die Verhandler hier konkret den Ukrainekrieg und Desinformationskampagnen während der Coronapandemie im Kopf hatten.

Schwer haben sie sich dem Vernehmen nach mit der geplanten Regulierung von Empfehlungsalgorithmen getan. Eine vom EU-Parlament geforderte Option für Nutzer, ihre Timeline nicht mehr algorithmisch von Plattformen sortieren zu lassen, hat es nicht in die finale DSA-Fassung geschafft. VLOPs müssen immerhin anbieten, Empfehlungen nicht mehr beruhend auf Profilbildung oder Verhaltensbeobachtung hin auszurichten. Außerdem sollen sie ihren Kunden leicht verständlich erläutern, wie Empfehlungen ihrer Algorithmen zustande kommen.

Obwohl die großen US-Konzerne heftig dagegen lobbyiert haben (siehe Grafik), werden sie wohl Einblicke in ihre Geschäftsgeheimnisse ermöglichen müssen. Artikel 31 des DSA soll der EU-Kommission sowie akkreditierten Wissenschaftlern Zugriff auf Daten und Algorithmen der großen Plattformen gewähren. Ob hier auch Quellcode-Analyse gemeint ist, wird erst der finale Gesetzestext klären. Auch ob – wie vom EU-Parlament gefordert – NGOs wie AlgorithmWatch Zugang erhalten werden, ist bislang offen.

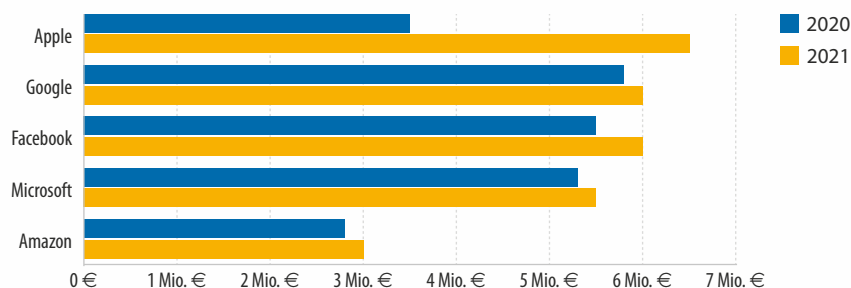
Ein wenig Jugendschutz

Ins Regulierungswirrwarr hinsichtlich personalisierter Werbung greift nun außer der DSGVO (und der noch zu verhandelnden E-Privacy-Verordnung) auch der DSA ein. Gemäß Artikel 24 verbietet er, dass Werbetreibende sensible Daten wie politische oder sexuelle Orientierung zu Targeting-Zwecken erfassen und auswerten. Eine Option für Bürger, Tracking-Verfahren über technische Signale, etwa den Do-Not-Track-Mechanismus, abzulehnen, hat es zum Unmut von Bürgerrechtlern nicht in die finale DSA-Fassung geschafft.

Immerhin verbietet das Gesetz die Profilbildung bei Minderjährigen generell. Unklar ist allerdings bislang, wie Plattformen rechtssicher feststellen sollen, welches Alter ihre Nutzer haben. Der Bundesver-

EU-Lobbyismus der US-Tech-Konzerne

Aktuellen Zahlen des EU Transparency Register zufolge haben die US-Tech-Konzerne ihre Ausgaben für Lobbying in der EU 2021 kräftig erhöht – insbesondere Apple.



band Digitale Wirtschaft (BVDW) will aus einer Pressemitteilung des EU-Rates herausgelesen haben, „dass ein Verbot datenbasierter Werbung im Hinblick auf Minderjährige nur gelten soll, wenn die Betreiber von Onlineplattformen positive Kenntnis davon haben, dass die Nutzung des Angebotes durch ein Kind oder einen Jugendlichen erfolgt“. Daraus spricht die Hoffnung der Anbieter, dass der DSA keine Verpflichtung zur Altersvalidierung enthält.

Auch die Manipulation von Nutzerentscheidungen mit Design-Tricks, den „Dark Patterns“, soll der DSA einschränken. Allerdings seien „die Vorschläge des EU-Parlaments zum Nachteil der Verbraucher:innen nur in abgeschwächter Form übernommen“ worden, kritisiert der Verbraucherzentrale Bundesverband vzbv. Offenbar bleibt der DSA im Allgemeinen – eine konkrete Liste von zu verbotenden Praktiken, wie sie das Parlament einbrachte, wurde vom Rat herausverhandelt.

Verbraucherschutzorganisationen wie der vzbv zeigten sich außerdem enttäuscht zum DSA-Kapitel über Online-Marktplätze. Statt regelmäßig mit Testkäufen ihre Händler überprüfen zu müssen, sollen sich Online-Riesen wie Amazon lediglich stichprobenweise die Angebote ansehen und die Stammdaten der Händler validieren. „Dass Betreiber von Online-Marktplätzen bei Sorgfaltspflichtverletzungen weiterhin nicht haftbar gemacht werden können, ist ein Manko des europäischen Verhandlungsergebnisses“, konstatiert der vzbv.

„Medienordnung abgeschafft“

Die Strafen bei Verstößen gegen den DSA werden niedriger ausfallen als etwa beim DMA oder der DSGVO: Geldbußen in Höhe von bis zu sechs Prozent des weltweiten Jahresumsatzes eines Unterneh-

mens sieht die Verordnung vor. Im Fall anhaltender Verstöße sind sie auch periodisch möglich. Bei anhaltenden systemischen Verstößen kommt auch ein vorübergehendes Verbot des Angebots infrage. VLOPs sollen über Gebühren an der finanziellen Last ihrer eigenen Aufsicht nach dem Verursacherprinzip mit bis zu 0,05 Prozent ihres weltweiten Jahresumsatzes beteiligt werden.

Bei Aufsicht und Rechtsdurchsetzung hat die EU-Kommission schlechte Erfahrungen mit dem Herkunftslandprinzip in der DSGVO gemacht: Die irische Datenschutzbehörde sorgt derzeit für einen Durchsetzungsstau bei Verstößen großer Plattformen wie Facebook. Deshalb übernimmt im DSA die EU-Kommission direkt die Aufsicht über VLOPs und koordiniert grenzüberschreitende Ermittlungen. Auf nationaler Ebene sollen die Mitgliedsstaaten „Koordinatoren für digitale Dienste“ (DSCs) benennen. Dies sollen jeweils unabhängige Behörden sein.

Dieses Aufsichtsregime kritisierten die deutschen Landesmedienanstalten bereits im Vorfeld scharf. Der Deutsche Journalisten-Verband (DJV) bezeichnet den Kompromiss sogar als „verfassungswidrig“. Sein Bundesvorsitzender Frank Überall befürchtet: „Auf diese Weise wird die bewährte föderale Medienordnung, wie wir sie in Deutschland haben, mit einem Federstrich abgeschafft.“

Die Kritik ändert allerdings nichts daran, dass der Digital Services Act nun weiter seinen Gang nimmt. Die noch ausstehende Zustimmung zum Kompromiss von EU-Parlament und Rat gilt als Formsache. Wenn er im Sommer verabschiedet ist, wird er nach einer Übergangsfrist von 15 Monaten, also wohl noch im Jahr 2023, voll wirksam. (hob@ct.de) **ct**

Die Abwägung

Welches Windows ist das bessere für Sie?



Windows 10 oder 11?	Seite 16
Funktionale Unterschiede	Seite 18
Das Downgrade-Recht auf Windows 10	Seite 22
Praktische Tipps fürs Downgrade	Seite 26

Auf immer mehr neuen PCs ist Windows 11 vorinstalliert und immer mehr ältere bekommen es als Upgrade angeboten. Eine Umfrage unter c't-Lesern zeigt, dass sich darüber nicht alle freuen, denn der Vorgänger Windows 10 hat Vorteile. Praktischerweise haben Sie die Wahl, auch bei vorinstalliertem Windows 11.

Von Jan Schübler

Allein an den Leserreaktionen, die wir zum Thema Windows 11 bekommen, sehen wir: Ein halbes Jahr nach Marktstart hat das neue System einen miesen Ruf. Es krankt vor allem an der Usability: Die neue Taskleiste sei zwar hübsch, aber könne fast nichts; der Explorer wird mit seinen neuen Kontextmenüs als sperrig wahrgenommen. Außerdem sei die Bedienung zäher und überhaupt schmecke einiges noch halbgar.

Wir wollten einen genaueren Eindruck davon bekommen, was die Leser meinen, und haben deshalb den c't-Abonnenten per Club-Newsletter Ende Februar eine Umfrage vorgelegt. Daran haben gut viertausend Leser teilgenommen. Durch die Vorauswahl sind die Ergebnisse zwar nicht repräsentativ, geben aber trotzdem einen brauchbaren Einblick.

Viereinhalb Monate nach dem Release von Windows 11 hantierte rund ein Viertel der Teilnehmer mit dem neuen System. Gründe für den Umstieg gab es viele. Der häufigste war nicht etwa besserer Funktionsumfang, längerer Support oder schicke Optik, sondern ganz einfach Neugier – ein Grund, den auch wir nur allzu gut kennen. Was dazu passt: Wer auf Windows 11 umgestiegen ist, tat das nur in rund einem von vierzehn Fällen durch den Neukauf eines Rechners, auf dem es gleich vorinstalliert war. Der größte Teil waren Upgrades und saubere Neuinstallationen.

Außerdem auffällig: Gut vier von fünf Umsteigern haben einen PC, der die offiziellen Systemvoraussetzungen erfüllt – und die meisten übrigen konnten das Up-

grade durch Microsofts sehr einfachen offiziellen Registry-Hack bekommen. Der erlaubt mit einer einzigen Registry-Änderung eine komfortable Upgrade-Installation mithilfe eines Setup-USB-Sticks aus Microsofts Media Creation Tool, bei der Einstellungen, Daten und Programme erhalten bleiben. Der PC darf dafür aber nicht allzu weit unter den recht harten Mindestanforderungen sein – der Hack akzeptiert nur ältere CPUs und TPM 1.2 statt 2.0 [1].

Wer hingegen etwa ganz ohne TPM Windows 11 installieren will, hat mehr Arbeit. Es erfordert eine saubere Neuinstallation und das Einimpfen von Registry-Schlüsseln, die das Setup zwingen, so etwas zu ignorieren. Diesen Aufwand betrieb nicht mal jeder zwanzigste Umsteiger. Das legt nahe: Aus der Sicht vieler hat Windows 11 offenbar kaum etwas zu bieten, für das sich die Bastelei lohnt.

Wer Windows 11 noch nicht benutzt, hat das auch so schnell nicht vor: Von den Umfrageteilnehmern mit älterem Windows will es knapp die Hälfte erst installieren, wenn ihr bisheriges Windows aus dem Support fällt. Und ein weiteres gutes Viertel gab an, nach dem Ende von Windows 10 eher auf eine Alternative wie Linux oder einen Mac umsteigen zu wollen statt aufs Nachfolgesystem.

Die Gründe für die Ablehnung sind ein farbenfrohes Potpourri – von Inkompatibilität mit dem eigenen PC über Zufriedenheit mit dem bisherigen Windows, Vermeiden von Upgrade-Stress, Sorge vor Kinderkrankheiten und Komfortnachteilen bis hin zum Wunsch, ein System mit absurd wirkenden Mindestanforderungen zu boykottieren. Passend dazu ist der Eindruck, den die Befragten vom neuen Betriebssystem haben, auch eher durchwachsen. Drei

Viertel von ihnen finden Windows 10 gut oder sehr gut, aber nur rund 45 Prozent sagen das über Windows 11.

Offenbar ist Windows 11 unter unseren Lesern trotzdem weiter verbreitet als in der Allgemeinheit. Dort sah etwa das Werbenetzwerk AdDuplex im März rund 19 Prozent Windows 11 – nicht auf alle Windows-Versionen bezogen, sondern nur auf alles ab dem Windows-10-UR-Release, da es sich bei AdDuplex um ein Cross-Promotion-Werbenetzwerk für Store-Apps handelt und es darüber die Versionsanteile ermittelt. Richtig mager sind die Zahlen sogar im professionellen Bereich: Die Firma Lansweeper, die Asset-Management-Software für Unternehmensnetze verkauft, sah in ihrem „Windows 11 Readiness Audit“ gerade einmal knappe 1,5 Prozent der Systeme, die Kunden mit den Tools verwalten, auf Windows 11. Dass der Anteil in unserer Umfrage größer ist als in der Allgemeinheit, haben wir so erwartet – als c't-Leser sind Sie neugieriger und technikinteressierter als der Durchschnitt.

Wie ist es denn nun wirklich?

Was sind nun die Unterschiede zwischen Windows 10 und 11 abseits von Taskleiste, Startmenü und Explorer? Hat Microsoft schon Kritikpunkte an Windows 11 nachgebessert? Und was ist mit dem Vorwurf, Windows 11 laufe langsamer als sein Vorgänger? Im Beitrag ab Seite 18 haben wir einen Vergleich angestellt, der zeigt, was für Funktionen Sie mit welcher Version gewinnen oder verlieren.

Falls nach der Lektüre des Vergleichs Ihre Entscheidung zugunsten von Windows 10 ausfällt, Sie aber bereits 11 haben: Dann machen Sie ein Downgrade, ersetzen also Windows 11 durch Windows 10. Lesen Sie ab Seite 22, was dabei lizenztechnisch zu beachten ist und unter welchen Voraussetzungen Sie es kostenlos bekommen. Vorweg: In der Realität interpretiert Microsoft seine eigenen Lizenzbedingungen erstaunlich lasch. Der Artikel auf Seite 26 gibt Ihnen praktische Tipps für den Downgrade-Vorgang inklusive einer Schritt-für-Schritt-Anleitung. (jss@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Axel Vahldiek, Dann halt so ..., Windows-11-Setup ohne Hardware-Prüfung, c't 26/2021, S. 28

Windows-Marktanteile: [ct.de/yxgw](https://www.ct.de/yxgw)



Bild: Andreas Martini

Viele kleine Unterschiede

Windows 10 und 11 im Vergleich

Das Klischee sagt, Windows 11 sei hübsch, aber unpraktisch. Aber hat es auch funktionale Vorteile? Ja, durchaus – wir klamüsern das mal auseinander.

Von Jan Schüßler

Kaufen Sie heute einen PC mit Windows 10, dürfte es Ihnen bei der Ersteinrichtung direkt ein Upgrade auf Windows 11 anbieten. Und auch ein bestehendes Windows 10 wird Sie irgendwann fragen, ob Sie gratis umsteigen wollen. Einerseits haben Sie dafür viel Zeit. Anders als beim Gratis-Upgrade auf Windows 10 hat das Angebot diesmal kein Ablaufdatum (das sowieso bloß ein PR-Stunt war – Gratis-Upgrades klappen bis heute). Andererseits: Was spricht dagegen?

Umgekehrt stellt sich diese Frage, wenn Sie einen Rechner mit Windows 11 haben: Windows 10 dürfte darauf genauso gut laufen. Wenn Sie sich also mit dem neuen System nicht so recht anfreunden können, warum nicht einfach ein Downgrade machen?

Um dafür eine Entscheidungshilfe zu geben, haben wir im Folgenden zusammengetragen, welches der Systeme was besser oder schlechter kann. Denn abgesehen von der Geschmacksfrage, ob Windows 10 oder 11 nun die hübscheren Menüs, Ecken und Icons zeigt, gibt es reichlich funktionale Detailunterschiede.

Explorer

TL;DR: Nachteil für Windows 11, der sich aber leicht beheben lässt.

Der hauptsächliche Stein des Anstoßes am neuen Datei-Explorer ist für die meisten Nutzer gar nicht der Explorer selbst, sondern das neue Kontextmenü,

also das Menü, das bei einem Rechtsklick auf Dateien oder Ordner erscheint. Hier hat Microsoft so richtig halbe Arbeit geleistet: Das Menü ist aufgeräumter, aber in erster Linie deshalb, weil diverse Einträge rausgeflogen sind. Standardbefehle wie Ausschneiden, Einfügen, Löschen und Umbenennen sind Mini-Icons gewichen. Und Befehle wie „Verknüpfung erstellen“, „Senden an ...“ und „Mit Microsoft Defender überprüfen“, aber auch Anwendungsspezifisches wie 7-Zip-Kommandos erscheinen erst nach einem Klick auf „Weitere Optionen“ am unteren Ende des Menüs. Klickt man das an, erscheint: das alte Kontextmenü. Hinzu kommt, dass die Schwuppdizität leidet. Hin und wieder erscheint das Kontextmenü erst nach einer Gedenksekunde.

Immerhin lässt sich dieser Nachteil von Windows 11 mit einem Registry-Eintrag leicht beheben. Öffnen Sie ein Terminal-Fenster, etwa per Windows+X-Menü; Adminrechte sind nicht nötig. Der Befehl

```
reg.exe add "HKCU\Software\Classes\JCLSID\{86ca1aa0-34aa-4e8b-a509-550c905bae2a}\InprocServer32" /f /ve
```

und ein nachfolgender Neustart legen das alte Kontextmenü als Standard fest. Wenn Sie das nicht abtippen wollen: Unter ct.de/y38v finden Sie eine REG-Datei zum Download, die den Eintrag per Doppelklick in Ihre Registry pflanzt.

Taskleiste

TL;DR: Windows 10 ist deutlich im Vorteil.

Die neu designte Taskleiste ist eines der meistdiskutierten Features von Windows 11. Abgesehen von der subjektiven Frage, ob man sie schick findet, hat sie in mehrfacher Hinsicht Nachteile. Zum Beispiel ist es nicht mehr möglich, die Beschriftungen offener App-Fenster anzuzeigen und das Gruppieren von Icons für mehrere Fenster der gleichen App abzuschalten. Das Verhalten gleicht damit dem auch bei Windows 10 werksseitig eingestellten Verhalten, nur ohne die Möglichkeit, es zu ändern. Wer etwa mit mehreren offenen Excel-Tabellen hantiert und per Mausklick zwischen ihnen wechseln will, muss stets erst den Mauszeiger eine Sekunde lang über dem Excel-Icon auf der Taskleiste schweben lassen und kann erst dann das gewünschte Fenster aus den Miniaturansichten auswählen. Und wenn man unter Windows 10 eine Datei auf ein

Taskleistensymbol eines anderen laufenden Programms zieht und eine Sekunde wartet, schiebt sich das dazugehörige Programmfenster in den Vordergrund und man kann die Datei dort fallen lassen. Das funktioniert unter Windows 11 nicht mehr.

Die Taskleiste lässt sich in Windows 11 nicht mehr an den linken, rechten oder oberen Bildschirmrand setzen. Eine Darstellung oben lässt sich per Registry-Hack erzwingen, kann aber zu Darstellungsfehlern führen. Außerdem liefert ein Rechtsklick auf der Taskleiste kein brauchbares Kontextmenü mehr. Immerhin: Um den Task-Manager schnell aufzurufen, tut auch ein Rechtsklick auf den Startknopf („Win-X-Menü“), wo der Task-Manager einen Eintrag hat.

Etwas umständlicher werden in Windows 11 außerdem manch banale Handgriffe wie das Verbinden mit einem WLAN. Erscheint die Liste der in Reichweite befindlichen Netze in Windows 10 mit einem einzigen Klick aufs Netzwerk-Icon unten rechts auf der Taskleiste, ist im neuen System ein zusätzlicher Klick auf den Pfeil neben dem WLAN-Icon im Schnellzugriffsmenü nötig. Außerdem ist es nicht mehr möglich, den „Überlaufsbereich“ für ausgeblendete Icons im Infobereich der Taskleiste ganz abzuschalten. Zwar kann man in den Taskleisteneinstellungen jedes bekannte Icon einzeln zur dauerhaften Anzeige aktivieren, neu hinzukommende Icons werden aber mitunter trotzdem erst mal ausgeblendet.

Wer weder auf Taskleistenkomfort noch auf Windows 11 verzichten will oder kann, kann viele fehlende Funktionen mit kostenpflichtigen Tools wie StartAllBack oder Start11 nachrüsten (Downloads via ct.de/y38v). Während StartAllBack die Taskleiste komplett auf den Windows-10-Look ummodellt, kann Start11 sogar die Gruppierung abschalten und dabei den Windows-11-Stil beibehalten. Dass Microsoft so etwas nicht selbst hinbekommt, erscheint uns etwas grotesk.

Startmenü

TL;DR: Das Startmenü von Windows 11 ist Geschmackssache.

Die oft als leidig empfundenen Kacheln sind im Startmenü von Windows 11 verschwunden, und es erscheint mittig statt linksbündig (was sich aber ändern lässt). Nach unserem Eindruck kommen diese Eigenschaften bei den Nutzern durchaus gut an, abgesehen davon ist das Menü allerdings nicht gut konfigurierbar.

Das soll mit der für den Herbst erwarteten nächsten Ausgabe des Systems („Version 22H2“) etwas besser werden: Es gesellt sich die Möglichkeit hinzu, Ordner mit Programmsymbolen zu erstellen und das Größenverhältnis zwischen oberem und unterem Bereich zu variieren („Angepinnt“ und „Empfohlen“). Dass das Menü selbst in seiner Breite oder Höhe veränderbar werden könnte, ist bislang nicht abzu-sehen, ebenso wenig wie eine Option, direkt beim Öffnen „Alle Apps“ anzuzeigen.

Noch mehr zu Usability

TL;DR: Kleine Vorteile für Windows 11 beim Fenster-Handling.

Die Einstellungen-App in Windows 11 ist komplett neu gestaltet und manches ist sinnvoller einsortiert als beim Vorgänger („Aktivierung“ und „Problembehandlung“ liegen zum Beispiel nicht mehr unter „Update und Sicherheit“, sondern unter „System“), doch die veränderte Menüführung und Bedienlogik ist nicht unbedingt besser oder schlechter, sondern anders.

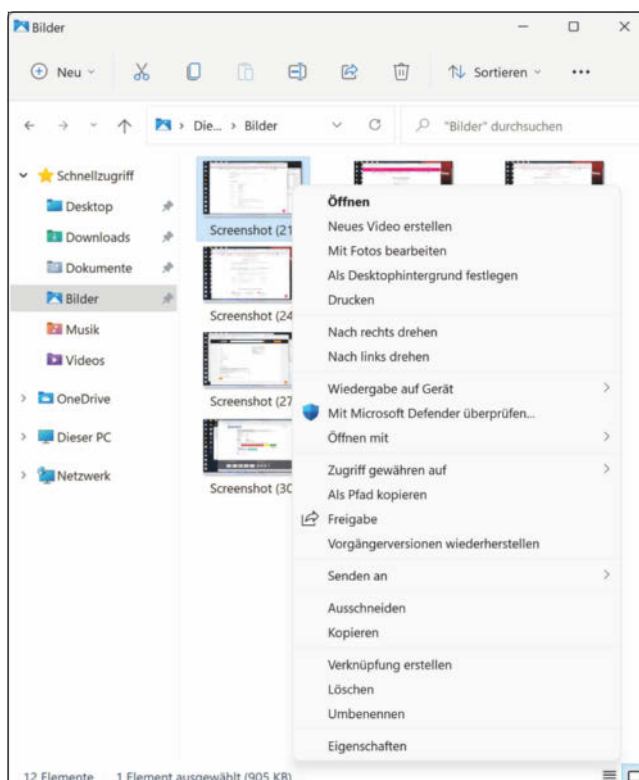
Vorteile hat Windows 11 allerdings beim Handling von Fenstern, virtuellen Desktops und mehreren Monitoren: „Snap Layouts“ passt Fenster in vordefinierte Bildschirmabschnitte ein, auch per Mouse-over auf den Maximieren-Knopf rechts oben am Fenster und auf größeren Bildschirmen auch in dreispaltige Layouts. Einmal als Snap Layout zusammenge-

tackerte Fenster lassen sich per Klick gesammelt in den Vordergrund zurückholen, wenn sich zwischenzeitlich ein anderes Programm in den Vordergrund geschoben hat, etwa ein Teams-Anruf. Beim Abdocken eines externen Monitors von einem Laptop merkt sich Windows 11 zudem die Positionen der dort verteilten Fenster und stellt sie beim späteren Andocken wieder her (was in unseren Tests oft, aber nicht immer klappte). Wer virtuelle Desktops nutzt, kann ihnen in Windows 11 verschiedene Hintergrundbilder geben.

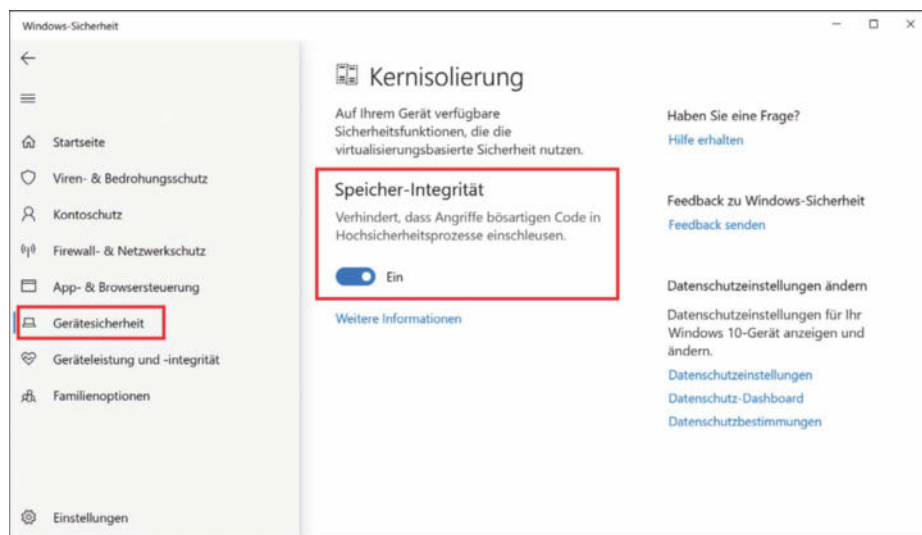
Widgets

TL;DR: Bringen wenig Nutzen und dürfen als irrelevant gelten.

Ein Klick auf das Wetter-Icon links unten auf der Taskleiste von Windows 11 öffnet einen Bereich, der sowohl Widgets enthält – Miniaturansichten von Aktienkursen, Microsoft-To-do-Listen und Outlook-Terminen, Wettervorhersage und Ähnliches – als auch aktuelle Nachrichten, deren Zusammensetzung man im Microsoft-Konto detailliert einstellen können soll. Die Betonung liegt auf „soll“, denn sämtliche Themen und Interessen, die wir dort auswählen, ignoriert der Newsfeed konsequent. Und auch die Widgets funktionieren nur teilweise: Die für Outlook und To-do etwa laden schlicht keine Inhalte, sondern zeigen nur einen Hinweis, dass es Microsoft-seitig gerade Probleme



Ein einziger Registry-Hack lässt den Explorer in Windows 11 stets das altbekannte, produktivere Kontextmenü anzeigen.



Bei den Sicherheitsfunktionen herrscht bis dato Gleichstand: Die Kernisolierung (HVCI) etwa kennen sowohl Windows 10 als auch Windows 11.

gebe. In diesem Zustand waren die Wid-gets schon im vergangenen Oktober.

Den Nachrichtenfeed mitsamt Wettervorhersage gibt es übrigens auch schon in Windows 10 – er öffnet sich per Mouse-over über das Wetter-Symbol auf der Taskleiste. Die Themenauswahl funktioniert dort ebenso schlecht wie in Windows 11.

Sicherheit

TL;DR: Bislang kein Unterschied zwischen Windows 10 und 11 – abgesehen von der Voreinstellung für die Kernisolierung.

Eines von Microsofts Hauptargumenten für Windows 11 heißt Sicherheit. Und tatsächlich hat der Konzern in diesem Feld einiges vor und hat neulich angekündigt, künftige Security-Funktionen verstärkt auf Zero-Trust-Konzepte aufzubauen [1]. Das Buzzword dafür heißt „Chip-to-Cloud Security“ und meint in erster Linie die Verzahnung von (Software-)Sicherheitsfunktionen mit der von Microsoft entwickelten Sicherheitshardware Pluton. Die hat durchaus Potenzial, nur kann man sie bis dato kaum kaufen. Die Pluton-Technik muss in die CPU integriert sein, und bisher hat Intel keine CPUs mit Pluton-Erweiterung vorgestellt. Bei AMD steckt die Technik immerhin in den jüngsten Prozessoren der Ryzen-6000-Familie.

Ansonsten soll Windows 11 durch Kernisolierung (Hypervisor-protected Code Integrity, HVCI) besseren Schutz vor Malware und anderen Angriffen bringen. Die Funktion firmiert auch unter dem Oberbegriff „Virtualisierungsbasierte Sicherheit“ (VBS). Die harten CPU-Mindestvoraussetzungen von Windows 11 sind

kein Zufall, denn erst ab den freigegebenen Prozessorgenerationen lassen sich diese Features auch nutzen; zudem dürfen dem keine veralteten oder sonst wie inkompatiblen Treiber im Weg stehen. In Windows 11 ist die Funktion meist serienmäßig aktiv, in Windows 10 nicht.

Zum Gesamtbild gehört daher, dass sich HVCI in Windows 10 ebenso aktivieren lässt – das geht einfach in der Windows-Sicherheit-App unter „Gerätesicherheit“. Durch die hohen Mindestvoraussetzungen schafft Microsoft sich allerdings eine Gerätebasis für Windows 11, auf der sich die Funktionen künftig garantiert nutzen lassen. Spätere Windows-11-Versionen dürften neue Sicherheitsfeatures mitbringen, die dann auf älteren PCs, auf die man Windows 11 mit Tricks installiert hat, die Arbeit verweigern, weil die Hardware dafür fehlt. Gegenwärtig jedoch liegen Windows 10 und 11 in Sachen Sicherheit gleichauf – sofern in beiden die gleichen Sicherheitsfeatures aktiv sind.

Performance

TL;DR: Windows 10 hat Probleme mit manchen neuen Intel-CPU's. Sonstige Unterschiede sind allenfalls messbar.

Auf bestimmten Intel-CPU's der 12. Generation („Alder Lake“) ist Windows 11 im Vorteil, und zwar auf solchen, die zusätzlich zu den üblichen Performance-Kernen (P-Cores) Effizienz-Kerne haben (E-Cores). Windows 10 kann nicht zwischen beiden Kerntypen unterscheiden, was meist gutgeht, bei einzelnen Anwendungen aber zu extremen Performance-Einbrüchen führen kann [2].

Abgesehen davon ist Windows 11 in der Übertragungsleistung zu schnellen SSDs und beim Speicherdurchsatz auf AMD-Ryzen-Systemen etwas schwächer als Windows 10, wenngleich Microsoft die Situation inzwischen mit einer Reihe von Patches etwas verbessert hat. Insgesamt sind die Unterschiede messtechnischer Natur und dürften in der Praxis nie auffallen [3]. Wer allerdings auf maximale Performance etwa für Spiele Wert legt – und keine der besagten Alder-Lake-CPU's einsetzt –, kann im Zweifelsfall mit Windows 10 ein kleines bisschen mehr Leistung aus seiner Hardware herausquetschen. Mit weiteren Optimierungen dürfte das neue System langfristig zu Windows 10 aufschließen.

Linux- und Android-Subsysteme

TL;DR: Vorteil für Windows 11 – in erster Linie für Entwickler.

Schaut man sich an, welche Virtualisierungsfunktionen sich unter „Windows-Features“ hinzufügen oder entfernen“ auswählen lassen, scheint zwischen Windows 10 und 11 Gleichstand zu herrschen. Tatsächlich gibt es zwei Unterschiede. Den ersten hat Microsoft seit der Ankündigung von Windows 11 unermüdlich beworben: das Windows Subsystem für Android. Wie der Name nahelegt, führt es Android-Apps in einer virtuellen Maschine aus. Im Idealfall kommen dafür App-Pakete zum Einsatz, die vom Entwickler für x86-Prozessoren kompiliert wurden. Stehen Apps nur für die bei Smartphones und Tablets viel gängigere ARM-Architektur bereit, können sie über eine eingebaute Emulationsschicht namens Intel Bridge Technology trotzdem ausgeführt werden, was die Performance nur geringfügig beeinträchtigt.

Mit der Ankündigung des Android-Subsystems Mitte letzten Jahres hatte sich Microsoft etwas weit aus dem Fenster gelehnt: Zum Marktstart war das Subsystem gar nicht fertig, und bis heute existiert es offiziell nur als Preview und nur für Nutzer mit einem Amazon-Benutzerkonto in den USA – Microsoft kooperiert für die Funktion mit Amazon, dessen App Store die Apps auf den PC lädt. Mit ein paar Handgriffen kann man auch hierzulande Android-Apps laufen lassen, ganz ohne Amazon-Konto (Anleitung dafür in [4]).

So witzig die Idee klingt, auf Windows Android-Apps laufen zu lassen, stellt sich doch die Frage nach dem praktischen Nutzen. Die Android-Apps mit großer Verbreitung gibt es auch im Browser oder als Win-

dows-App – sei es WhatsApp oder ein Regenradar, Teams oder Internetbanking, Google Maps oder die Tageszeitung als E-Paper. Und wer eine speziellere App auf den Windows-Desktop bringen will, kann alternativ auch den Smartphone-Bildschirm mitsamt Bedienmöglichkeit auf den PC holen (mehr dazu in [5]).

Ein weiteres neues Feature in Windows 11 ist vor allem für Entwickler interessant und betrifft das Windows Subsystem für Linux (WSL2). Auf dem neueren Betriebssystem kann es auch Linux-Programme mit einem GUI darstellen, also einer grafischen Bedienoberfläche [6].

Store, Shells & Co.

TL;DR: Das Windows Terminal muss man in Windows 10 nachinstallieren – ansonsten keine Unterschiede.

Der für Windows 11 groß angekündigte, neu gestaltete Store ist in Windows 10 Version 21H2 ebenfalls enthalten, ebenso der Kommandozeilen-Paketmanager Winget. Das in Windows 11 serienmäßig installierte „Windows Terminal“, das in einem einzigen Fenster Tabs mit Eingabeaufforderung, PowerShell, Azure Cloud Shell und (falls installiert) einer WSL-Bash anzeigen kann, lässt sich in Windows 10 über den Store nachinstallieren.

Microsoft-Konto-Zwang

TL;DR: Gewusst wie – trotz der negativen Schlagzeilen herrscht hier Gleichstand zwischen Windows 10 und 11.

Nutzer der Home-Edition möchte Microsoft bei der Ersteinrichtung auf beiden Systemen zu einem Microsoft-Konto überreden; Windows verweigert zunächst die Möglichkeit, ein lokales Benutzerkonto anzulegen. Die Mechanismen, die dabei zum Einsatz kommen, unterscheiden sich etwas und daher auch die Kniffe, den Kontozwang zu umgehen. Unter Windows 10 reicht es, einfach die WLAN-Einrichtung zu überspringen und ein eingestöpseltes LAN-Kabel vorher zu entfernen.

Unter Windows 11 klappt das nicht; das Setup weigert sich strikt weiterzumachen, bis eine Netzwerkverbindung besteht. In diesem Fall setzen Sie an anderer Stelle an. Verbinden Sie den Rechner mit dem Netzwerk. Sobald Sie im weiteren Verlauf die Mailadresse Ihres Microsoft-Kontos angeben sollen, tippen Sie schlicht „Microsoft“ ein, und als Passwort irgendwas (das Feld darf nur nicht leer bleiben). Der Assistent wird Ihnen mitteilen, dass das angegebene Konto gesperrt sei – und

Ihnen ohne Umschweife die Einrichtung eines lokalen Benutzerkontos anbieten.

Support-Zyklen

TL;DR: Die Support-Zyklen werden bei Windows 11 etwas länger. Erfahrungen mit Funktionsupgrades stehen aber noch aus.

Für Windows 10 hatte Microsoft bis 2021 zwei neue Versionen pro Jahr veröffentlicht, Windows 11 soll nur eine pro Jahr bekommen. Theoretisch haben Anwender und Admins daher seltener Stress mit großvolumigen Upgrade-Installationen. Allerdings waren die halbjährlichen Neuerungen für Windows 10 zuletzt so überschaubar, dass Microsoft sie seit Herbst 2020 einfach mit den regulären monatlichen Updates verteilt hat. Hat man in Windows Update ein Funktionsupdate gestartet, wurden die jeweils wenigen Neuerungen nur freigeschaltet. Dadurch sind die vergangenen drei Funktionsupdates für Windows 10 praktisch völlig unauffällig abgelaufen; über Installationsfehler mit diesen Updates haben wir nichts gehört.


Neue Windows-11-Versionen dürften in den ersten Jahren allerdings als dicke Upgrade-Pakete kommen, bei denen technisch betrachtet das alte System komplett gegen das neue ausgetauscht wird – ein Prozess, der sich bei Windows 10 als etwas störanfällig erwiesen hat. Wie sich Windows 11 hier schlägt, ist noch offen: Es gab noch keine Funktionsupdates dafür.

Die Support-Dauer jeder einzelnen Version ist bei Windows 11 länger. Jede Version bekommt als Enterprise- oder Education-Edition 36 Monate, in allen anderen Editionen 24 Monate Patches. Windows 10 ist da verwirrender: 30 Monate

Updates nur für die Herbstausgaben von Enterprise und Education, alle anderen 18 Monate. Die Support-Zyklen hat Microsoft dokumentiert (siehe ct.de/y38v).

Fazit

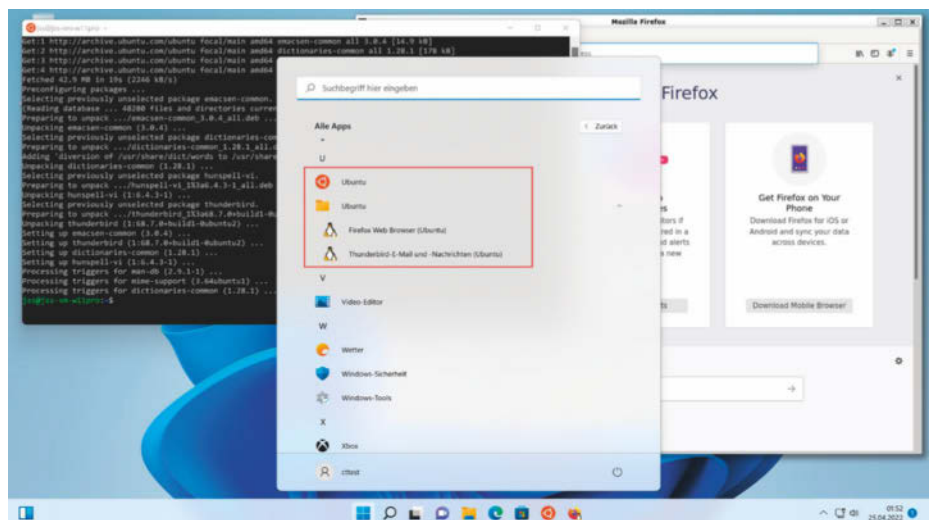
Zu all diesen Gründen, die für Windows 10 oder 11 sprechen, kommt noch ein gewichtiger hinzu: das subjektive Empfinden. Wo die einen neugierig sind und das Upgrade sofort haben möchten, weil es neu ist und einen digitalen Tapetenwechsel bringt, sind die anderen von Windows 11 genervt, weil sie weder sich umgewöhnen noch Funktionen verlieren wollen.

Was Sie subjektiv besser finden, können wir Ihnen nicht sagen. Was wir Ihnen aber sagen können: wie Sie als Windows-10-Fan einen PC downgraden, auf dem Windows 11 installiert ist, und wie die lizentechnischen Grundlagen dafür aussehen. Sie lesen es auf den folgenden Seiten. (jss@ct.de) 

Literatur

- [1] Jan Schüßler, Mehr Business-Funktionen für Windows 11, c't 10/2022, S. 42
- [2] Christian Hirsch, Das Imperium schlägt zurück, Intel Core i9-12900K und Core i5-12600K für Desktop-Rechner, c't 25/2021, S. 84
- [3] Axel Vahldiek, Und los!, Windows 11: Erste Messergebnisse, c't 24/2021, S. 50
- [4] Jan-Keno Janssen und Jörg Wirtgen, Desktop-Handy, Den Android-Emulator von Windows 11 inoffiziell schon jetzt nutzen, c't 1/2022, S. 148
- [5] Jan Schüßler, Fernlenker, Software zum Fernsteuern von Android-Smartphones, c't 17/2019, S. 118
- [6] Peter Siering, Windux, Entdeckungsreise durchs Windows Subsystem für Linux, c't 25/2021, S. 164

Versionsdoku und REG-Datei: ct.de/y38v



Das gibts nur in Windows 11: die Fähigkeit des Windows Subsystem für Linux, auch Programme mit grafischer Bedienoberfläche darzustellen.



Sie sind mit dem frisch erworbenen Windows 11 so unzufrieden, dass Sie wieder Windows 10 nutzen wollen? Wir erläutern, unter welchen Bedingungen Sie sich den Kauf einer Altlizenz sparen und direkt zum Downgrade schreiten können.

Von Axel Vahldiek

Während das Aktualisieren einer älteren Windows-Version auf eine neuere „Upgrade“ heißt, steht die Bezeichnung „Downgrade“ für den Prozess in umgekehrter Richtung: das Ersetzen einer Windows-Version durch eine ältere, also beispielsweise Windows 11 durch Windows 10. Motive können beispielsweise sein, dass die gewohnte Hard- oder Software unter der neuen Version nicht läuft oder dass man das, was Microsofts PR-Abteilung als Fortschritt bei der Bedienoberfläche feiert, selbst eher als Rückschritt wahrnimmt.

Während ein Upgrade in vielen Fällen unter Beibehaltung aller Daten, Anwendungen und Einstellungen gelingt, erfordert ein Downgrade grundsätzlich eine Neuinstallation. Einen anderen Weg hat Microsoft nicht vorgesehen und wir kennen keinen Trick, es trotzdem hinzubekommen. Immerhin stellt Sie eine Neuinstallation im Rahmen eines Downgrades vor keine zusätzlichen Herausforderungen: Sofern Sie Windows schon mal installiert haben, kennen Sie das Procedere bereits.

Upgrades sind seit Jahren kostenlos (Windows 7 auf 10, 10 auf eine neuere 10er-Version, 10 auf 11), bei Downgrades ist das hingegen keine Selbstverständlichkeit. So mancher Kunde wird daher für ein Downgrade um den Erwerb einer zusätzlichen Windows-Lizenz nicht herumkommen (Kaufberatung in [1, 2]). Doch vielen anderen räumt Microsoft ein kostenloses Downgrade-Recht ein. Dabei spielen einige rechtliche Details eine Rolle. Denn egal, ob separat oder vorinstalliert auf einem neuen PC: Wenn Sie Windows kaufen, dann erwerben Sie streng genommen genau eine ausgewählte Edition (Home,

Bild: Andreas Martini

Der Weg zurück

**Das Downgrade-Recht:
Windows 11 kaufen, Windows 10 nutzen**

Pro ...) exakt einer Windows-Version (8.1, 10, 11). Nur dafür besitzen Sie nach dem Kauf eine Nutzungserlaubnis, sprich eine Lizenz. Ob Sie berechtigt sind, stattdessen eine andere Edition einer anderen Version zu verwenden oder nur eine andere Version derselben Edition, hängt von den Details der Lizenz ab. Und die unterscheiden sich auch noch je nach erworbenem Produkt, genauer nach der Art der damit verbundenen Lizenz.

Dieser Beitrag dröselst auf, wann Sie das Recht auf ein kostenloses Downgrade haben und welche Voraussetzungen zum Ausüben dieses Rechts zu erfüllen sind. Der nachfolgende Artikel zeigt Schritt für Schritt alle nötigen Handgriffe zum Ersetzen einer Windows-11- durch eine Windows-10-Installation.

Downgrade-Rechte für Einzellizenzen

Für den Einzelverkauf gedacht sind im Wesentlichen drei verschiedene Lizenzarten. Am verbreitetsten sind jene, die beim Kunden als Vorinstallation auf einem neu gekauften PC landen.

Sofern einer der großen Hersteller (Acer, Asus, Dell, Lenovo, Toshiba und so weiter) den PC zusammengebaut hat, fehlt im Karton ein Windows-Installationsmedium etwa in Form eines bootfähigen USB-Sticks oder einer DVD (jedenfalls haben wir so etwas schon lange nicht mehr gesehen). Der Kunde bekommt keinen Installationschlüssel ausgehändigt, zumindest nicht in ausgedruckter Form oder ähnlich leicht lesbar. Den Installationschlüssel holt der Hersteller automatisiert aus einer von Microsoft bereitgestellten Datenbank und hinterlegt ihn in der ACPI-Tabelle MSDM der Firmware des Mainboards. Die großen Hersteller brauchen also nicht jeden PC von Hand mit einem passenden Schlüssel zu versorgen.

Verwandt mit den Lizenzen der großen OEM-Hersteller sind System-BUILDER-Lizenzen. Die sind ebenfalls für die Vorinstallation durch PC-Hersteller gedacht, allerdings geht es hier um kleinere Anbieter. Denen liefert Microsoft für jeden PC eine System-BUILDER-Lizenz in Form eines weißen Briefs aus Pappe. Er enthält einen Installationschlüssel, der auf ein weiteres Stück Pappe aufgedruckt ist und freigerubelt werden muss. Auch ein Installationsmedium ist dabei, wobei es sich allerdings um eine heutzutage eher nutzlose DVD handelt. Nach einem als „OEM-Urteil“ bekannt gewordenen Urteil des Bundes-

gerichtshofs aus dem Jahr 2000 dürfen System-BUILDER-Lizenzen nicht nur mit einem neuen PC, sondern auch separat weiterverkauft werden (es sei erneut auf [1, 2] hingewiesen).

Obwohl sich die Lizenzen der großen OEM-Hersteller und die System-BUILDER-Lizenzen beim Lieferumfang unterscheiden (es existieren weitere Unterschiede, aber das führt hier zu weit), bezeichnet Microsoft beide gleichermaßen als OEM-Lizenzen. Falsch ist das nicht: Die Abkürzung OEM steht für „Original Equipment Manufacturer“ und meint eigentlich PC-Hersteller unabhängig von ihrer Größe. Microsoft räumt folgerichtig beiden Lizenzarten Downgrade-Rechte zu denselben Bedingungen ein. Nachlesen können Sie sie, wenn Sie unter Windows 11 die Windows-Taste drücken, `winver` eingeben und im dann erscheinenden Dialog auf den Link „Microsoft-Softwarelizenzbedingungen“ klicken.

Was die Bedingungen im Wesentlichen aussagen: Das kostenlose Downgrade-Recht ist bei diesen Lizenzen ausdrücklich auf Pro-Editionen beschränkt. Home-Editionen sind also ausgeschlossen. Welche Edition Sie besitzen, entscheiden übrigens weder Windows-eigene Dialoge noch Registry-Einträge, sondern der Kaufbeleg. Ein Wechsel der Edition ist weder beim Up- noch beim Downgrade erlaubt, Ausgangs- und Ziel-Edition müssen dieselben sein. Sie können also beispielsweise kostenlos von Windows 11 Pro auf Windows 10 Pro umsteigen, aber nicht



Das Ersetzen einer Home-Edition von Windows 11 durch Windows 10 Home gelingt rein technisch zwar problemlos, doch nach Microsofts Willen benötigen Sie dafür (anders als bei Pro) eine zusätzliche Lizenz. Das gilt auch für System-BUILDER-Lizenzen.

c't kompakt

- In vielen Fällen benötigen Sie für das Downgrade nicht mal einen Windows-10-Installationschlüssel.
- Sie dürfen kostenlos nur eine ältere Windows-Version nutzen, die selbst noch Support erhält (also Windows 8.1 oder 10).
- Rein technisch lassen sich auch Home-Editionen von Windows 11 durch solche von Windows 10 ersetzen, Microsoft erlaubt es aber nicht.

auf eine andere Windows-10-Edition wie „Enterprise“ oder „Pro for Workstation“. Achtung: Editionen mit N im Namen sind andere als die sonst gleichnamigen Editionen ohne N [3]. Ein kostenloses Downgrade von „Windows 11 Pro“ auf „Windows 10 Pro N“ ist also nicht möglich. Eine Übersicht über die Editions-Vielfalt von Windows 10 finden Sie in [4].

Ein Downgrade ist nur auf eine ältere Version erlaubt, die selbst noch Support erhält. Das trifft wiederum nur noch auf Windows 8.1 (Support bis 10. Januar 2023) sowie Windows 10 (bis 14. Oktober 2025) zu. Noch ältere Versionen wie Windows XP, 7, Vista oder 8.0 scheiden also aus.

Der PC, auf dem Sie die ältere Windows-Version installieren wollen, muss deren Hardware-Anforderungen erfüllen. Bei den 64-Bit-Varianten von Windows 8.1 und 10 stellt das nur bei sehr exotischen x86-PCs ein Problem dar. Sollten Sie allerdings einen ARM-PC mit Windows 11 erworben haben, werden Sie Windows 8.1 darauf schon deshalb nicht installieren können, weil es den Oldie nicht als ARM-Variante gibt.

Und noch einen Fall gibt es, bei dem die Hardware zu einem Problem werden kann: Wenn Sie versuchen, ein 64-bittiges Windows 11 durch eine 32-Bit-Variante der Vorgängerversion zu ersetzen (falls Sie das nicht vorhaben, können Sie diesen Absatz überspringen). Das ist im Rahmen des Downgrades an sich durchaus statthaft, doch gibt es einen Haken: Während früher ein BIOS als Firmware des Mainboards diente, ist heutzutage längst UEFI Standard. UEFI-Firmware gibt es sowohl als 32- als auch als 64-Bit-Variante. Ein Betriebssystem startet per UEFI nur, wenn seine Architektur zu der der UEFI-Firmware passt. Da 64-Bit-UEFI längst Stan-

dard ist, lässt sich 32-Bit-Windows folglich auf solchen PCs weder starten noch installieren. Um dieses Problem zu lösen, steckt bei älteren Boards üblicherweise ein CSM (Compatibility Support Module) in der Firmware. Ist das aktiv, verhält sich die Firmware beim Starten wie ein Legacy BIOS und ist damit wieder kompatibel zu 32-Bit-Windows. Ob ein CSM dabei ist, entscheidet der Hersteller. Es gibt Boards, die haben zwar ein CSM, es ist aber nicht aktivierbar. Ändern könnte das nur der jeweilige Mainboard-Hersteller. Doch ob der dazu bereit ist, steht auf einem anderen Blatt. Kurzum: Je neuer ein PC, umso unwahrscheinlicher ist es, dass 32-Bit-Windows darauf noch läuft. Im Zweifel erkundigen Sie sich beim Hersteller.

Eines noch zu den großen OEM-Herstellern: Die ergänzen Microsofts Lizenzbestimmungen gern um eigene. Im Prinzip könnten diese Ihnen das Downgrade untersagen. In freier Wildbahn gesehen haben wir so etwas aber noch nicht. Im Gegenteil: Manche Firmen wie Dell, Lenovo und Toshiba bieten sogar ausgewählte PCs mit Windows-11-Lizenz an, auf denen Windows 10 vorinstalliert ist. Solche Angebote sind aber, wenn überhaupt, nur bei Business-Geräten zu finden. Und es sind stets Pro-Editionen vorinstalliert, denn Home-Editionen sind vom Downgrade ja ausgeschlossen.

Sonderfall Vollversion

Theoretisch existiert eine dritte Lizenzform für den Einzelhandel: die echte Vollversion, die Microsoft als „Full Package Product“ (FPP) bezeichnet. Was deren Downgrade-Recht betrifft, ist das Wesentliche schnell gesagt: Es gibt keines für Windows 11, weder für Home- noch für Pro-Editionen. Überraschenderweise spielt das für Sie aber keine Rolle. Denn FPPs tauchen zwar in Microsofts Gestrüpp der Downgrade-Bestimmungen immer wieder auf, doch was Windows 11 betrifft, bleibt das alles Theorie: Microsoft bestä-

tigte gegenüber c't, Vollversionen bislang weder über Händler noch selbst im konzerneigenen Online-Store anzubieten. Sie können also keine solche Vollversion kaufen. Ein Verlust für die Kundschaft dürfte das aber nicht sein. System-Builder-Lizenzen älterer Windows-Versionen waren bei gleichem Funktionsumfang stets erheblich billiger als die Vollversionen.

Dennoch – und nur deshalb geht es hier überhaupt um FPPs – können Sie in den Besitz einer Windows-11-Installations-DVD mit dem Aufdruck „Vollversion“ gelangen. Denn bei den oben erwähnten System-Builder-Lizenzen steckten zumindest bei unseren Testkäufen in den Packungen DVDs mit dem Aufdruck „Vollversion“. Lassen Sie sich davon nicht irritieren: Trotz des DVD-Aufdrucks gelten für System-Builder-Lizenzen die OEM-Bestimmungen.

Downgrade-Rechte für Mehrfachlizenzen

Vor allem für Unternehmen bietet Microsoft Volumenlizenzverträge an. Zum Erwerb ist das Abschließen eines Vertrags mit Microsoft direkt oder mit einem Microsoft-Partner erforderlich.

Volumenlizenzen sind Mehrfachlizenzen, enthalten also auf einen Schlag Windows-Lizenzen für mehrere Rechner. Das Downgrade-Recht gilt für alle enthaltenen Editionen (bei 32-Bit-Varianten mit den oben genannten technischen Einschränkungen). Zudem lassen sich die Editionen nicht nur durch ältere Pendanten ersetzen, sondern auch durch andere Editionen, etwa Enterprise durch ein älteres Pro (Details finden Sie in einem englischsprachigen Microsoft-PDF via ct.de/y7qs). Die Erlaubnis zum Wechseln der Edition ist aber im Grunde eine Selbstverständlichkeit, denn die üblicherweise mit der PC-Hardware gelieferte Pro-Edition müssen Sie ohnehin besitzen, um die Enterprise-Editionen aus einer Volumenlizenz nutzen zu dürfen: In den Verträgen erwerben Sie stets nur Upgrade-Lizenzen.

Eine andere Art von Mehrfachlizenzen erhalten Sie mit einem Visual-Studio-Abonnement (früher als MSDN-Abo bekannt). So eines hilft Ihnen bei einem Downgrade jedoch nicht weiter. Zwar können Sie damit anders als bei allen anderen Lizenzen beliebig zwischen allen Versionen und Editionen hin- und herwechseln. Doch umfassen Lizenzen aus solchen Abos ausdrücklich nur Testzwecke. Der Produktiv-Einsatz ist also ausgeschlossen.

Downgrade-Recht ausüben 1: Setup-Medium

Wie eingangs erwähnt, kommen Sie für ein Downgrade von Windows 11 auf eine ältere Version um eine Neuinstallation nicht herum. Dazu benötigen Sie zweierlei: die Software und einen Installations-schlüssel.

Alle zur Installation nötigen Dateien sowie das Setup-Programm müssen auf einem bootfähigen Installationsmedium vorliegen. Es reicht aber ein herkömmliches Setup-Medium für Windows 10, das Downgrade stellt keine zusätzlichen Anforderungen.

Wenn es um das Downgrade eines einzelnen PCs geht, ist der Einsatz eines mindestens 8 GByte großen USB-Sticks am einfachsten. Den können Sie mit Microsofts kostenlosem MCT („Media Creation Tool“, Download siehe ct.de/y7qs) befüllen, sodass er anschließend bootfähig ist und alles enthält, was Sie für die Neuinstallation benötigen. Mit diesem Setup-Stick können Sie anschließend die Windows-10-Editionen Home, Pro und Education sowie deren N-Pendants installieren (Details zu den nötigen Handgriffen liefert der nachfolgende Beitrag). Zur Klarstellung: Den Stick müssen Sie bei Bedarf selbst beschaffen. Denn nur weil Microsoft Ihnen ein kostenloses Downgrade-Recht einräumt, bedeutet das keineswegs, dass der Konzern Ihnen zusätzlich alles zum Ausüben des Rechts Erforderliche ebenfalls kostenlos zur Verfügung stellen müsste. Aber ein Speicherstick geht immerhin deutlich weniger ins Geld als der Kauf einer weiteren Windows-Lizenz.

Kunden mit Volumenlizenz haben Zugriff auf ein spezielles Download-Portal von Microsoft. Dort laden sie sich einfach ein passendes ISO-Abbild herunter und verfahren damit wie gewohnt. Auch sie können damit einen USB-Stick befüllen, wahlweise funktionieren aber auch die anderen üblichen Wege, etwa die Installation via Netzwerk [5].



Ein mit Microsofts Gratis-Programm „Media Creation Tool“ befüllter USB-Stick ist in vielen Fällen alles, was Sie für ein Downgrade brauchen.

Downgrade-Recht ausüben 2: Installationsschlüssel

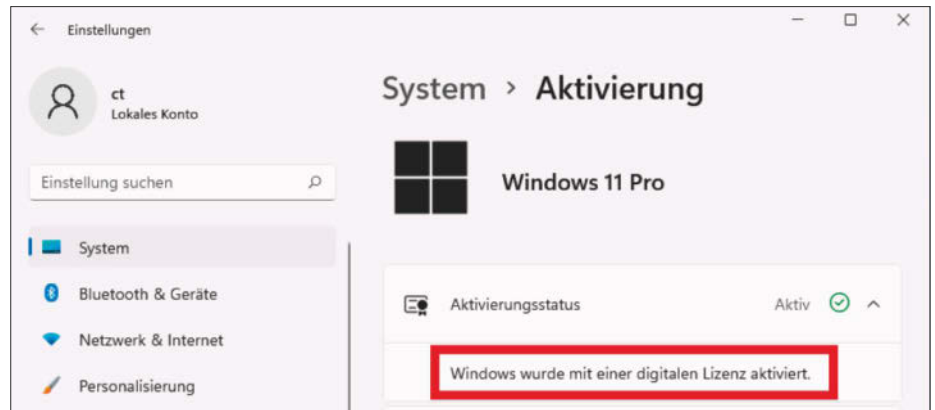
Für das Downgrade benötigen Sie einen zu Ihrer gewünschten Windows-Edition passenden Installationsschlüssel, damit später das Aktivieren klappt. Erfreulich: Beim Ersetzen einer Windows-11-Installation durch Windows 10 auf demselben PC brauchen Sie sich um den Schlüssel nicht selbst zu kümmern, weil Windows in diesem Fall alles selbst erledigt.

Denn sofern Windows 11 auf einem PC schon mal installiert und aktiviert war (egal ob durch Sie oder einen PC-Hersteller), ist eine „digitale Lizenz“ an diese Installation gebunden. Während der Aktivierung der ursprünglichen Windows-11-Installation bildet das Setup-Programm einen Hash über die Hardware. Hash und Schlüssel landen während der Aktivierung auf Microsofts Server. Der Server prüft die Gültigkeit des eingegebenen Schlüssels. Ist das erfolgreich, speichert er den Hash als sogenannte digitale Lizenz. Windows 11 ist danach aktiviert. Bei einer erneuten Installation von Windows 11 auf dem gleichen Gerät brauchen Sie keinen Schlüssel mehr einzugeben. Sofern die Hardware unverändert ist, erkennt der Aktivierungsserver sie wieder und aktiviert Windows 11 ohne erneute Schlüsseleingabe.

Der Clou: Mit einer digitalen Windows-11-Lizenz erkennen Microsofts Aktivierungsserver auch eine Windows-10-Installation auf demselben PC als gültig an. Installieren Sie fürs Downgrade also einfach Windows 10 und überspringen Sie die Eingabe des Installationsschlüssels. Sobald das frische Windows 10 online ist, wird es sich ohne weiteres Zutun automatisch aktivieren. Um es noch mal ganz deutlich zu sagen: Ja, das klappt auch bei PCs, auf denen Windows 11 von einem Hersteller mit OEM- oder System-BUILDER-Lizenz vorinstalliert wurde.

Falls Sie sich nun fragen, ob das auch wirklich mit allen Editionen funktioniert: Wir konnten jedenfalls keine finden, mit denen es nicht ging. Selbst das Installieren einer Home-Edition als Downgrade führte zu keinerlei Protesten seitens des Setup-Programms, von Windows oder an der telefonischen Aktivierungshotline, und das, obwohl ein Downgrade von Windows 11 Home auf Windows 10 Home gar nicht erlaubt ist.

Doch auch ohne digitale Lizenz stellt der Schlüssel kein echtes Problem dar. Einen während der Installation von Win-



Sofern unter Windows 11 in den Einstellungen unter System/Aktivierung steht, dass mit einer digitalen Lizenz aktiviert wurde, können Sie auf dem PC dieselbe Edition von Windows 10 installieren, ohne dabei einen Installationsschlüssel eingeben zu müssen.

dows 10 eingegebenen Windows-11-Schlüssel akzeptiert das Windows-10-Setup-Programm klaglos. Weil das ein Novum in der Aktivierungsgeschichte von Windows darstellt, sei es nochmals betont: Sie können Windows 10 mit einem Schlüssel installieren, der zu Windows 11 gehört.

Der Grund dafür ist unklar. Denkbar ist, dass Microsoft dem Windows-10-Setup-Programm beigebracht hat, auch 11er-Schlüssel klaglos zu akzeptieren. Für wahrscheinlicher halten wir aber, dass die Schlüssel beider Versionen durch denselben Algorithmus erzeugt werden. Und zwar so, dass die Windows-Setup-Programme nicht erkennen, ob ein Schlüssel zur aktuellen Version oder zum Vorgänger gehört. Denn bei unseren Tests akzeptierte selbst die allererste, 2015 erschienene Version von Windows 10 Schlüssel, die eigentlich für Windows 11 verkauft wurden. Und damals war von Windows 11 noch keine Rede, im Gegenteil: Da hieß es noch, Windows 10 werde das letzte seiner Art sein. Auch ein Mitarbeiter der telefonischen Aktivierungshotline akzeptierte bei einem Testanruf einen 11er-Schlüssel für eine 10er-Installation (der Dialog öffnet sich durch Eingabe von `slui 04` in eine mit Admin-Rechten laufende PowerShell oder Eingabeaufforderung).

Fazit

Während es bei den Vorgängern noch erheblich komplizierter war, ein von Microsoft eingeräumtes Downgrade-Recht wirklich auszuüben [6], klappt es mit dem Tausch von Windows 11 gegen Windows 10 viel einfacher. Denn rein technisch gesehen legt Microsoft abgesehen von der Notwendigkeit einer Neuinstallation

keine nennenswerten Hürden mehr in den Weg. In vielen Fällen benötigen Sie heute nur noch einen von Microsofts „Media Creation Tool“ erzeugten Stick, und sonst nichts, nicht einmal einen Installationsschlüssel.

Das klappt an sich sogar mit den Home-Editionen, doch hier hat Microsofts Rechtsabteilung Einwände: Den Home-Editionen von Windows 11 bleibt das Downgrade-Recht wie schon bei älteren Windows-Versionen verwehrt. Besitzer solcher Editionen könnten also zwar rein technisch ein Downgrade nutzen, sie dürfen es aber nicht.

Besser sieht es für viele Besitzer von höherwertigen Editionen wie Pro und Enterprise aus: Hier spricht, sofern einige Bedingungen erfüllt sind, nicht nur technisch nichts gegen ein Downgrade, sondern auch rechtlich nichts. Wie genau das Downgrade Schritt für Schritt gelingt, zeigt der nachfolgende Artikel.

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

Literatur

- [1] Axel Vahldiek, Einkaufs-Labyrinth, Geld sparen beim Windows-Kauf, c't 5/2020, S. 64
- [2] Axel Vahldiek, Labyrinth nach Microsoft-Art, Windows-10-Kauf ohne Risiko, c't 5/2020, S. 68
- [3] Axel Vahldiek, N oder nicht N, Die Unterschiede zwischen Windows-Editionen mit und ohne N, c't 9/2017, S. 174
- [4] Axel Vahldiek, Inflation der Editionen, Über die scheinbar simple Frage, wie viele Ausgaben von Windows 10 es gibt, c't 13/2018, S. 148
- [5] Jan Mahn, Allzeit bereit, Windows bequem per Netzwerk installieren, c't 1/2021, S. 162
- [6] Axel Vahldiek, Das Downgrade-Recht, Windows 7 oder 8.1 statt Windows 10 einsetzen, c't 20/2015, S. 105

MCT, PDF für Kunden mit Volumenlizenz:
ct.de/y7qs



Bild: Andreas Martini

Tauschgeschäft

Schritt für Schritt: Vorinstalliertes Windows 11 durch Windows 10 ersetzen

Windows 11 gefällt Ihnen nicht oder funktioniert nicht, wie es soll, und deshalb wollen Sie zurück zu Windows 10? Dazu reicht, Windows 11 zu löschen und Windows 10 in den nun freien Plattenplatz zu installieren. Unsere Tipps führen Sie um die typischen Fallen herum, die dabei lauern.

Von Axel Vahldiek

Dieser Artikel beschreibt das Downgrade von Windows 11 auf 10 und geht dabei davon aus, dass Windows 10 künftig auf demselben PC laufen soll, auf dem jetzt Windows 11 installiert ist. Von wem die Ursprungsinstallation stammt und welche Art von Lizenz Sie dafür besitzen, spielt dabei keine Rolle. Es ist also egal, ob der PC frisch vom Händler kommt oder schon lange in Ihrem Besitz ist.

Nach dem Downgrade sitzen Sie vor einer Windows-10-Installation in der gleichen Edition wie Windows 11. Lief also bislang beispielsweise Windows 11 Pro, erhalten Sie Windows 10 Pro. Da die N-Ausgaben (N für „Nicht mit Media Player“) eigenständige Editionen sind, wird etwa aus „Windows 11 Education N“ ein „Windows 10 Education N“.

Anders sieht es aus, wenn vor dem Downgrade Windows 11 im „S-Modus“

lief. In diesem Modus können Sie nur Anwendungen aus dem Windows-eigenen Store nachinstallieren. Der Buchstabe S war zwar bei Windows 10 mal Kennzeichen einer eigenständigen Edition (von Windows 10 Version 1703 bis 1709). Mittlerweile markiert er aber nur noch einen Modus, in dem Windows läuft. Zugrunde liegt bei Windows 11 stets die Home-Edition. Wenn Sie diese durch Windows 10 Home ersetzen (was mangels Downgrade-Recht den Besitz einer passenden Lizenz voraussetzt – siehe S. 22), erhalten Sie Home ohne S.

Vorbereiten 1: Backup!

Das Wichtigste zuerst: Fertigen Sie ein Backup des PCs an! Das gilt wie gewohnt vor allem dann, wenn sich bereits wichtige Daten darauf befinden. Doch auch bei einem gerade neu gekauften PC ist ein

Backup sinnvoll. Damit können Sie den PC in den Auslieferungszustand zurückversetzen, wenn er direkt nach dem Downgrade oder auch später nicht tut, was er soll. So mancher Händler besteht darauf, bevor er bei Problemen auch nur einen Finger rührt, um Ihnen zu helfen.

Während wir sonst unser Sicherungsskript c't-WIMage (ct.de/wimage) zum Anfertigen eines Backups Ihrer Windows-Installation empfehlen, ist dieses Mal der Imager „Drive Snapshot“ die bessere Wahl. Eine Spezialversion des Programms ist Bestandteil unseres c't-Notfall-Windows, und zwar auch in der aktuellen Auflage [1]. Der Unterschied zwischen c't-WIMage und Drive Snapshot: Unser Sicherungsskript erzeugt Backups, die sich auf quasi jeder beliebigen Hardware wiederherstellen lassen [2]. Dazu richtet es unter anderem beim Zurückspielen einen komplett neuen und zur Hardware passenden Bootloader ein.

Drive Snapshot kann das nicht, dafür aber etwas anderes: Es sichert nicht nur jene Partition, auf der Windows selbst liegt, sondern auf Wunsch auch alle anderen vom internen Datenträger. Dazu gehören etwa die Partition mit dem Bootloader, aber auch die Windows-eigene Recovery-Partition sowie jene Laufwerke, die der PC-Hersteller vorab konfiguriert hat. Bei einem Umzug auf einen anderen PC wäre das alles überflüssig oder gar hinderlich, aber hier geht es ja darum, den Inhalt des internen Datenträgers so wiederherstellen zu können, dass der Händler/Hersteller keinen Grund findet, den Support zu verweigern.

Zum Sichern erzeugen Sie mithilfe unseres Bausatzes, sofern noch nicht geschehen, die 64-Bit-Variante unseres Notfallsystems auf einem Stick (Anleitung in [1]). Sie brauchen nicht vom Stick zu booten. Stecken Sie ihn stattdessen bei laufendem Windows 11 an. Auf dem Stick finden Sie im Ordner „Programs“ einen Unterordner namens „Snapshot_x64“ und darin das ohne Installation lauffähige Programm „Snapshot64.exe“.

Starten Sie es. Klicken Sie auf „Backup Disk To File“. In der unteren Fensterhälfte sollte unter anderem Laufwerk C: markiert sein. Markieren Sie auch alle anderen Laufwerke auf diesem Datenträger: Klicken Sie mit gedrückter Strg-Taste auf alle Kästchen rechts und links von C:. Via „Next“ geht es zum nächsten Dialog.

In dem können Sie oben den Zielpfad auswählen (Pfad eintippen oder über die Schaltfläche „Browse“ aussuchen). Verwenden Sie als Ziel ein externes Laufwerk,

etwa eine USB-Platte. Hat Ihr PC nur einen USB-Anschluss, sodass USB-Stick und -Platte nicht gleichzeitig dran passen, können Sie Snapshot64.exe beispielsweise auf den Desktop kopieren. Starten Sie es anschließend von dort, der Stick ist dann nicht mehr erforderlich.

Den Dateinamen des Images können Sie beliebig wählen, die Endung .sna vergibt Drive Snapshot automatisch. Nach einem Klick auf „Start Copy“ geht es jedoch nicht direkt los. Stattdessen weist das Programm darauf hin, dass es für jede Partition eine separate Datei erzeugen wird, und um erkennen zu können, dass diese Dateien zu einem gemeinsamen Image gehören, braucht der Dateiname einen Zusatz, der über die Variable „\$Disk“ im Dateinamen definiert wird. Nach einem Klick auf „OK“ ergänzt das Programm den Namenszusatz automatisch, nach einem erneuten Klick auf „Start Copy“ beginnt das Sichern. Währenddessen können Sie im Fenster unten ein Häkchen vor „Test Image ...“ setzen, damit das Programm nach dem Sichern prüft, ob alles korrekt geklappt hat. Nach dem Sichern kopieren Sie die Datei Snapshot64.exe ebenfalls auf das externe Laufwerk.

Empfehlenswert ist nun noch ein weiterer Handgriff, um Datenverlust zu vermeiden: Da später jene Partition gelöscht wird, auf der sich derzeit Windows 11 befindet, sollten Sie im Explorer allen sichtbaren Laufwerken durch Umbenennen sprechende Namen verpassen, etwa „Windows“, „Daten“, „Spiele“ und so weiter.

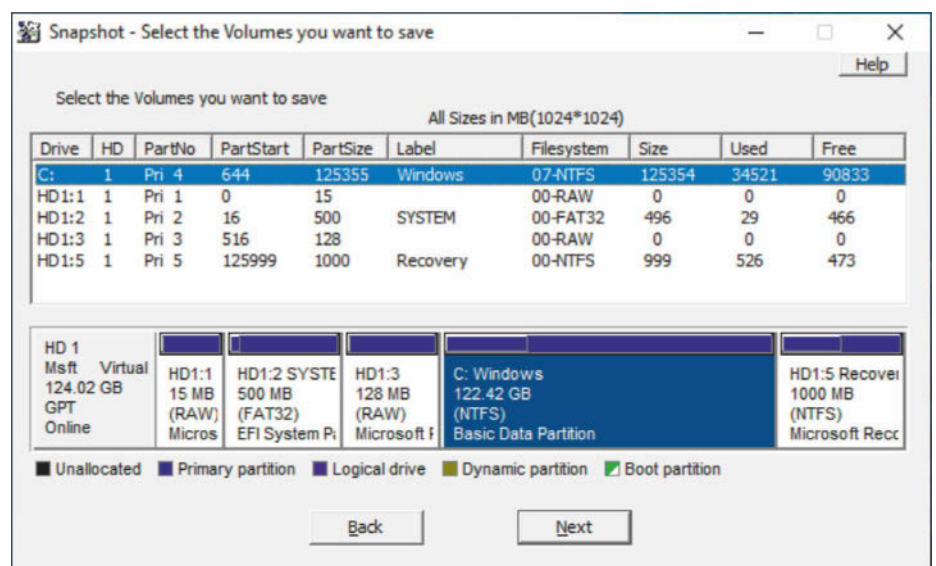
ct kompakt

- Technisch entspricht ein Downgrade von Windows 11 auf 10 einer Neuinstallation von Windows 10.
- Ein Installationsschlüssel ist nicht erforderlich, sofern Windows 10 auf demselben PC installiert wird.
- Mit einem Backup von Windows 11 erleichtern Sie sich das Nachinstallieren fehlender Treiber in Windows 10.

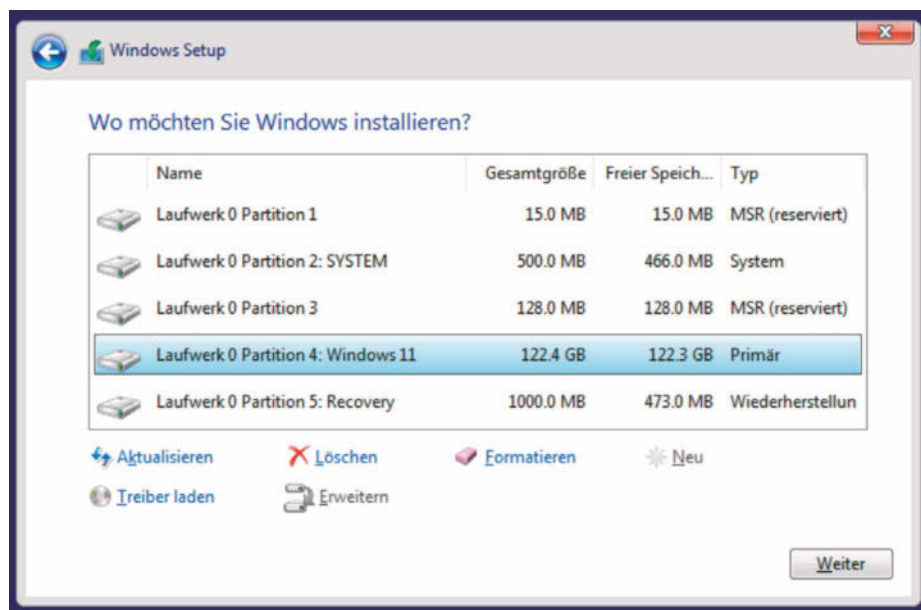
Das hilft, fatale Verwechslungen auszuschließen.

Vorbereiten 2: Der Stick

Zum Installieren von Windows 10 benötigen Sie einen bootfähigen Setup-Stick. Den erstellen Sie unter Windows 11 mit Microsofts kostenlosem Programm „Media Creation Tool“ (MCT). Das gibt es nicht nur für Windows 11, sondern auch für 10. Laden Sie die passende Version von Microsoft herunter (siehe ct.de/ygh3), klicken Sie dazu auf der Website auf den unteren Knopf „Tool jetzt herunterladen“. In Ihrem Download-Ordner landet das Programm „MediaCreationTool21H2.exe“ (21H2 steht für die bei Redaktionsschluss aktuelle Windows-Version). Es ist ohne Installation lauffähig.



Vor dem Downgrade auf Windows 10 fertigen Sie bitte unbedingt ein Image von Windows 11 an. Das vermeidet Stress im Support-Fall und erleichtert später unter Windows 10 das Nachinstallieren fehlender Treiber.



Während des Downgrades wird Sie das Setup-Programm fragen, wohin es Windows 10 installieren soll. Markieren Sie jene Partition, in der bislang Windows 11 residiert, löschen Sie sie und wählen Sie den dann „Nicht zugewiesenen Speicherplatz“ als Installationsziel.

Nach dem Start akzeptieren Sie die Lizenzbedingungen. Ändern Sie im Dialog „Wie möchten Sie vorgehen“ die Auswahl auf „Installationsmedien ...“, sonst versucht das MCT das laufende Windows 11 auf die aktuelle Version von Windows 10 zu aktualisieren, was aber nicht geht. Als Nächstes wählen Sie Sprache, Edition und Architektur (32/64 Bit) aus. Die Vorauswahl passt zum gerade laufenden PC, bei „Edition“ gibt es ohnehin nur einen Auswahlpunkt. Ändern Sie die anderen beiden bei Bedarf.

Nun entscheiden Sie sich, ob Sie eine ISO-Datei erstellen oder einen USB-Stick befüllen wollen; bequemer ist Letzteres. Der Stick muss mindestens 8 GByte groß sein. Stellen Sie sicher, dass er nichts Wichtiges mehr enthält, denn er wird gleich vollständig und unwiederbringlich gelöscht! Um Verwechslungen zu vermeiden, ziehen Sie alle anderen externen Laufwerke ab. Geben Sie dem Stick durch Umbenennen im Explorer einen eindeutigen Namen und merken Sie sich seinen aktuellen Laufwerksbuchstaben. So können Sie ihn im Auswahldialog des MCT sicher identifizieren – passen Sie dabei gut auf, denn das MCT bietet mitunter auch interne Laufwerke zur Auswahl an. Prüfen Sie im Zweifel also lieber einmal zu viel als zu wenig. Falls das MCT Ihren Stick nicht anzeigt, liegt es in den meisten Fällen daran, dass er keine Partition enthält. Richten Sie dann mit der Datenträgerverwaltung eine darauf ein (Hilfe dabei liefert [2]).

Anschließend brauchen Sie nur zu warten: Das MCT lädt alles Nötige herunter und speichert es temporär auf Laufwerk C:\ im Ordner ESD (genauer unter %homedrive%\ESD). Danach konfiguriert es den Stick und kopiert alles drauf – fertig.

Vorbereiten 3: Der Installationsschlüssel

Damit später das Aktivieren von Windows klappt, muss während des Setups normalerweise ein passender Installationsschlüssel eingegeben werden (egal, ob durch den Nutzer oder automatisiert). Doch da auf Ihrem PC schon mal Windows 11 installiert und aktiviert wurde, brauchen Sie sich um den Schlüssel vor dem Downgrade auf Windows 10 nicht zu kümmern. Denn für die Windows-11-Installation ist auf Microsofts Aktivierungsservern eine digitale Lizenz hinterlegt (Details im vorangehenden Beitrag). Die gilt auch für Windows 10, was bedeutet, dass das Aktivieren von Windows 10 automatisch und ohne Eingabe eines Installationsschlüssels gelingt.

Zum Nachprüfen, ob Windows 11 mit einer digitalen Lizenz aktiviert wurde, öffnen Sie noch unter Windows 11 die Einstellungen (Windows+i) und darin „System“. Klicken Sie weiter unten auf „Product Key und Aktivierung“ und klappen dann das Feld „Aktivierungsstatus“ aus. Ist dort wie üblich von einer digitalen Lizenz die Rede, können Sie beim Installie-

ren von Windows 10 auf dem PC während des Setups die Eingabe des Installationsschlüssels einfach überspringen. Windows 10 aktiviert sich dann nach der Installation von selbst, sobald eine Internetverbindung besteht. Nur ohne digitale Lizenz müssen Sie später den Installationsschlüssel selbst eingeben.

Booten!

Nun können Sie von dem mit dem MCT bespielten Stick booten. Wie das genau geht, unterscheidet sich leider von Gerät zu Gerät. Der einfachste Weg: Starten Sie Windows 11, klicken Sie im Startmenü auf den Power-Knopf und halten Sie die Umschalt-Taste gedrückt, während Sie auf „Neu starten“ klicken. Nach einigen Sekunden erscheint ein Auswahlménü mit mehreren Optionen. Wählen Sie „Ein Gerät verwenden“. Dann erscheint unter anderem „EFI USB Device“, bei dem es sich um den Stick handelt. Ein Klick darauf, und der PC sollte vom Stick booten.

„Sollte“, weil es leider nicht immer klappt. Die potenziellen Probleme sind vielfältig. Das Wechseln des USB-Anschlusses am Gerät kann helfen. Andere Macken sind weniger trivial zu lösen. Vor allem UEFI und Secure Boot verursachen gern mal Probleme. Tipps zur Lösung diverser Boot-Maläsen haben wir in einer ausführlichen FAQ zusammengetragen, die Sie auch kostenlos online lesen können [3].

Setup

Nach dem Booten meldet sich das Setup-Programm. Bestätigen Sie den Sprachauswahldialog mit Klick auf „Weiter“. Sofern ein Dialog zur Eingabe des Installationsschlüssels erscheint, überspringen Sie den durch Klick auf den blauen Link „Ich habe keinen Product Key“. Wählen Sie in diesem Fall die Edition aus, es muss dieselbe sein wie die von Windows 11. Setzen Sie das „Ich akzeptiere ...“-Häkchen bei den Lizenzbestimmungen. Wählen Sie als Installationsart „Benutzerdefiniert“ aus, die andere funktioniert beim Booten vom Stick ohnehin nicht.

Der nächste Dialog zeigt die vorhandenen Partitionen an. Markieren Sie jene Partition, auf der sich derzeit Windows 11 befindet (erkennbar am Namen, den Sie wie erwähnt vergeben haben sollten). Merken Sie sich die Größe dieser Partition. Nach dem Markieren der Partition klicken Sie auf „Löschen“ und bestätigen Sie den Sicherheitshinweis. In der Übersicht erscheint statt der Windows-11-Partition

nun „Nicht zugewiesener Speicherplatz ...“ mit der Größe der gerade gelöschten Partition. Markieren Sie diesen Eintrag und klicken Sie auf „Weiter“. Hinweise auf Partitionen, die nicht der empfohlenen Reihenfolge entsprechen, können Sie ignorieren [4, 5].

Nun heißt es warten, bis es nach zwei Neustarts mit der Ersteinrichtung weitergeht („Out Of Box Experience“, OOBE). Je nach Edition ertönt dabei eine weibliche Stimme aus dem Lautsprecher („Hallo, ich bin Cortana, und ich bin hier, um dich zu nerven“). Stummschalten oder abziehen der Lautsprecher hilft dagegen.

Die OOBE beginnt mit den Fragen nach Region und Tastaturlayout. Sofern ein LAN-Kabel angeschlossen ist, verbindet das Setup-Programm Windows automatisch mit dem Netzwerk. Sonst bietet es das Einrichten einer WLAN-Verbindung an. Falls Sie gefragt werden, ob Sie Windows „Für persönliche Verwendung“ oder „Für eine Organisation“ einrichten wollen: Sofern Sie keinen guten Grund für die zweite Option kennen, wählen Sie die erste.

Bei bestehender Internetverbindung will das Setup-Programm anschließend, dass Sie ein neues Microsoft-Konto einrichten oder ein bereits vorhandenes angeben. Sofern Sie unter Windows 11 ein solches Konto nutzten, sollten Sie dessen Anmeldedaten hier angeben, um später beispielsweise auf Ihre im OneDrive gespeicherten Daten zugreifen zu können. Falls Sie lieber ein herkömmliches lokales Benutzerkonto verwenden wollen, tippen Sie als Name des Kontos „Microsoft“ ein, als Kennwort irgendwelchen Unfug (ein Zeichen reicht) und bestätigen Sie. Dann erfahren Sie, dass dieses gesperrt ist, und dürfen ein lokales Konto einrichten. Falls Sie sich nicht sicher sind, welche Art von Konto Sie wollen, finden Sie in [6] ein Pro & Contra.

Das Setup-Programm verlangt nun Entscheidungen über einige Datenschutzeinstellungen. Falls Ihnen Ihre Privatsphäre wichtig ist, wählen Sie stets den unteren Auswahlpunkt. Obacht, je nach Displayauflösung müssen Sie dazu mitunter scrolen. Das Angebot „Gestalten Sie Ihre Benutzererfahrung ...“ überspringen Sie. Bei der Frage, ob Sie sich „von Cortana helfen“ lassen wollen, ist „Jetzt nicht“ die datenschutzkonformere Antwort. Noch etwas warten, dann erscheint der Desktop.

Abschluss

Die nächsten Handgriffe finden bereits unter Windows 10 statt. Stellen Sie, sofern

noch nicht geschehen, eine Internetverbindung her. Drücken Sie Windows+i zum Öffnen der Einstellungen und hangeln Sie sich darin durch zu „Update und Sicherheit/Aktivierung“. Dort sollte nun stehen „Windows wurde mit einer digitalen Lizenz aktiviert“, womit alles in bester Ordnung ist: Windows 10 hält sich für aktiviert, obwohl nie ein Windows-10-Schlüssel eingegeben wurde.

Sollten Sie das Downgrade mit einem Editionswechsel verbunden haben (was den Besitz der entsprechenden Lizenz voraussetzt), können Sie hier unter „Product Key ändern“ den Schlüssel der neuen Lizenz eingeben und aktivieren.

Zu den Updates: Klicken Sie in den Einstellungen unter „Updates und Sicherheit“ auf „Nach Updates suchen“ und warten Sie, bis Windows alles installiert hat. Obacht: Womöglich bietet die Update-Funktion auch das Upgrade auf Windows 11 an. Nehmen Sie das Angebot bloß nicht an, denn es würde sonst all Ihre bisherigen Anstrengungen beim Downgrade zunichtemachen.


Nun noch zu den Treibern: Bei bestehender Internetverbindung sollte Windows die fehlenden per Windows-Update automatisch nachinstallieren. Zum Nachkontrollieren klicken Sie in den Einstellungen (Windows+i) unter „System“ auf „Info“ und dort auf den Link „Geräte manager“. Keine Ausrufungszeichen oder Ähnliches? Prima, alle Treiber sind da.

Falls Treiber fehlen: Schließen Sie das USB-Laufwerk mit dem von Drive Snapshot erstellten Image an und starten Sie das Programm. Nach einem Klick auf „View Contents ...“ wählen Sie oben einen freien Laufwerksbuchstaben und darunter über die Schaltfläche „Browse“ jene Datei des Images, die keine Ziffer am Ende trägt (die mit den Ziffern enthalten die anderen Partitionen). Nach einem Klick auf „Map Virtual Drive“ erscheint das Image als vir-

tuelles Laufwerk im Explorer. Zudem erscheint ein kleines Fenster von Drive Snapshot oben links auf dem Desktop.

Weiter geht es im Geräte manager: Wählen Sie im Kontextmenü eines Gerätes mit Ausrufezeichen „Treiber aktualisieren“ und dann „Auf meinem Computer nach Treibern suchen“. Den vorausgewählten Ort ändern Sie auf das von Drive Snapshot eingerichtete virtuelle Laufwerk. Dort wird Windows die Treiber finden und von dort installieren. Sind alle Treiber installiert, klicken Sie in dem kleinen Drive-Snapshot-Fenster auf „Exit“, woraufhin das virtuelle Laufwerk wieder verschwindet.

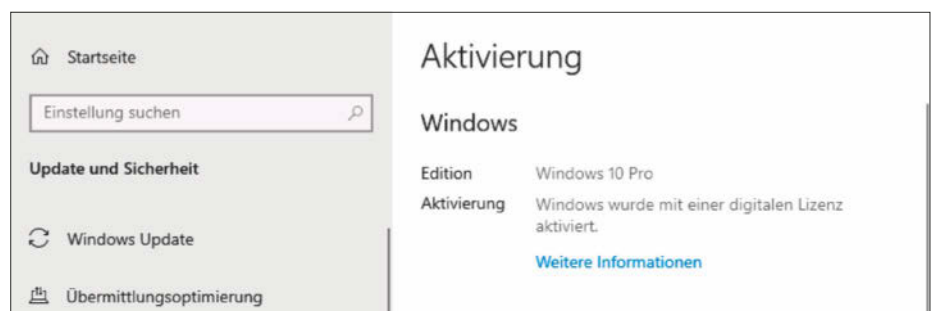
Falls wider Erwarten doch noch ein Gerät ohne Treiber übrig sein sollte: Laden Sie ihn herunter. Achtung: Bei Komplett-PCs und Notebooks ist nicht die Website des Geräteherstellers der treiberlosen Komponente die erste Anlaufstelle dafür, sondern die des PC-Herstellers.

Treiber und Updates sind aktuell und Windows ist aktiviert? Glückwunsch, das Downgrade ist gelungen, auf Ihrem PC läuft nun wieder Windows 10, und zwar ohne all jene Nervigkeiten, die Ihnen Windows 11 vermehrt haben. (axv@ct.de) 

Literatur

- [1] Peter Siering, Stephan Bäcker, c't-Notfall-Windows 2022, Bausatz für ein vom USB-Stick laufendes Notfallsystem mit Windows 10 und 11, c't 2/2022, S. 12
- [2] Axel Vahldiek, Plattenteiler, Partitionieren mit Windows-Bordmitteln - Teil 1: Datenträgerverwaltung, c't 2/2018, S. 154
- [3] Axel Vahldiek, FAQ: Booten von USB-Laufwerken, c't 24/2018, S. 172, auch kostenlos online lesbar unter [ct.de/-4209809](https://www.ct.de/-4209809)
- [4] Axel Vahldiek, Vielfach unterteilt, Die Partitionierung moderner Windows-PCs, c't 5/2018, S. 146
- [5] Axel Vahldiek, Wo ist sie, und wenn ja, wie oft?, Windows RE und die Recovery-Partition, c't 18/2021, S. 162
- [6] Axel Vahldiek, Hajo Schulz, Engelchen oder Teufelchen?, Microsoft-Konto: Pro & Contra, c't 13/2021, S. 18

Media Creation Tool: [ct.de/ygh3](https://www.ct.de/ygh3)



Sofern zuvor Windows 11 auf demselben PC lief und aktiviert war, hält sich Windows 10 nach dem Downgrade ebenfalls für aktiviert. Einen Installations-schlüssel brauchen Sie dafür nicht einzugeben.

Folgenloser GAU

Kein Bußgeld für die Datenpanne bei Buchbinder

Zehn Terabyte sensibler Kundendaten der Autovermietung Buchbinder waren wochenlang für jedermann im Netz zugänglich. Rechtliche Konsequenzen hat dies für das Unternehmen nicht, wie die zuständige Datenschutzbehörde nun gänzlich unerwartet mitteilte.

Von Joerg Heidrich

Es war nicht irgendeine Sicherheitslücke: Teils höchst persönliche Daten von drei Millionen Kunden des Autovermieters Buchbinder standen Anfang 2020 wochenlang völlig ungeschützt zum Abruf bereit. Es ging um Informationen wie Adressen, Telefonnummern, Kontoverbindungen, aber auch detaillierte Unfallberichte, wie c't in einer gemeinsamen Recherche mit der Wochenzeitung Die Zeit herausgefunden hatte [1].

Die Ursache des Lecks lag in einem eher profanen Konfigurationsfehler eines externen Backup-Servers begründet: Über den offenen Port 445 hatten offensichtlich fahrlässig agierende Admins SMB-Zugriff gestattet und damit die Archive aus dem Internet einsehbar gemacht. Sämtliche Daten waren unverschlüsselt zu finden, ein Passwort für den Zugang war nicht erforderlich.

Gerade die nicht vorhandene Zugriffssicherung stellt nach Einschätzung aller von c't befragten Experten einen erheblichen Verstoß gegen die DSGVO dar. Als zuständige Aufsichtsbehörde für die Buchbinder-Gruppe hatte sich das Bayerische Landesamt für Datenschutzaufsicht mit Sitz in Ansbach der Sache angenommen. Für Erstaunen hatte die Behörde bereits früh mit der Einschätzung gesorgt, dass es sich bei der Datenpanne nicht um einen Fall nach Artikel 34 der DSGVO handelt.

Dieser Vorschrift zufolge hätte der Autovermieter alle betroffenen Kunden über die Datenpanne informieren müssen, sofern dadurch „voraussichtlich ein hohes Risiko für die persönlichen Rechte und Freiheiten“ der Betroffenen entstanden wäre. Auf eine persönliche Unterrichtung zum mehr als schludrigen Umgang mit ihren Daten warten die Kunden, die bereits über die Medien von der Panne erfahren haben, bis heute.

Datenschutzexperten gingen außerdem davon aus, dass die Behörde ein hohes Bußgeld verhängen würde. Schließlich liegt ein recht eindeutiger Verstoß unter anderem gegen Artikel 32 DSGVO vor, der die technischen Anforderungen zum Schutz von Daten definiert. Immer wieder hakte c't bei der bayerischen Datenschutzaufsicht nach, um den Verfahrensstand zu erfragen. Im April schließlich teilte die Behörde mit, dass sie die Akte bereits im Dezember 2021 geschlossen hat.

„Angestiegene Sanktionsempfindlichkeit“


Es habe kein Anlass bestanden, „von Abhilfe-beziehungsweise Sanktionsbefugnissen Gebrauch zu machen“. Maßgebliche Umstände seien dabei insbesondere „die Zurechenbarkeit des der Datenschutzverletzung zugrunde liegenden Fehlverhaltens und umfassende und effektive eigenver-

antwortliche Abhilfemaßnahmen sowie die pandemiebedingt angestiegene Sanktionsempfindlichkeit des Unternehmens“ gewesen. Im Ergebnis kommt der Autovermieter für seine Datenpanne also ohne jegliche Sanktion durch die Behörde davon.

Die zugrunde liegende Argumentation dürfte selbst jene Juristen erstaunen, die das Datenschutzrecht sehr lax auslegen. Der Sachverhalt begründe, so die Behörde, grundsätzlich tatsächlich eine Verletzung von Artikel 32 der DSGVO. Sofern Daten ungeschützt im Netz liegen, geht die Behörde davon aus, „dass diese auch abgerufen wurden“. In einem solchen Fall unterliege es dann dem Verantwortlichen – also der Buchbinder-Gruppe – nachzuweisen, dass dies nicht der Fall war, beispielsweise „durch die Auswertung von Log-Dateien samt übertragenen Datenmengen“.

Kann der Betreiber des offenen Servers aber nachweisen, dass es nur eine „begrenzte, gegebenenfalls sogar individuell identifizierbare und damit spezifisch zu bewertende Anzahl von Akteuren“ gab, die Zugriff auf die Daten gehabt haben, so sei das zu berücksichtigen. Durch Analysen des Netzwerkverkehrs habe Buchbinder „eine geringe Eintrittswahrscheinlichkeit eines Abrufs mit dem Zweck eines Datenmissbrauchs“ ermittelt.

Zur Erinnerung: Sowohl c't- als auch Zeit-Redakteure sowie unser Tippgeber hatten mehrfach auf die Daten zugegriffen, weshalb eine ganze Menge unterschiedlicher IP-Adressen in den Log-Dateien aufgetaucht sein dürften. Überdies könnten bei einem Angriff von Unbekannt die Log-Dateien nachträglich manipuliert worden sein.

Fabian Schmieder, Professor für Medienrecht und Datenschutz an der Hochschule Hannover, zeigte sich gegenüber c't erstaunt über die Entscheidung. Er kritisiert vor allem die Annahme der Behörde, dass es auf die Intention der Personen ankommen soll, die auf die Daten zugegriffen haben. Maßgeblich sei allein, dass durch die Fehlkonfiguration ein unberechtigter Zugriff faktisch ermöglicht wurde. Nach seiner Ansicht liegt ein schwerwiegender Verstoß gegen Artikel 32 Absatz 1 DSGVO vor, der ein Bußgeld rechtfertigen würde. (hob@ct.de) 

Literatur

- [1] Ronald Eikenberg, Hartmut Gieselmann, Joerg Heidrich, Christian Wölbelt: Daten-GAU bei Buchbinder, Persönliche Informationen von 3 Millionen Kunden der Autovermietung Buchbinder offen im Netz, c't 4/2020, S. 12

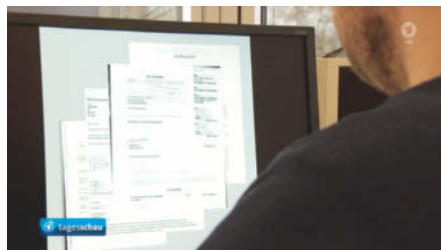


Bild: tagesschau.de

„Geringe Eintrittswahrscheinlichkeit“? Den Zugriff eines c't-Redakteurs auf die Buchbinder-Kundendaten hat beispielsweise die ARD-Tagesschau dokumentiert.

WhatsApp verbessert die Privatsphäre

Beim Messengerdienst WhatsApp können Nutzer zukünftig detaillierter einstellen, wer ihren Onlinestatus, ihr Foto und ihren Infobereich sehen darf. Mit „Communities“ will WhatsApp außerdem eine Plattformfunktion für Institutionen wie Schulen schaffen.

Die Nutzer des zum Meta-Konzern gehörenden Messengerdienstes WhatsApp können in Zukunft ihre Privatsphäre zielgerichteter schützen. Das betrifft namentlich ihren Onlinestatus („Zuletzt online“), ihr Profilbild und die Information zu ihrer Person. In einer Betaversion testet der Messenger-Dienst derzeit eine entsprechende Erweiterung der Datenschutzeinstellungen. Bisher konnten Nutzer dort nur zwischen „Jeder“, „Meine Kontakte“ und „Niemand“ wählen – der Chef, die Kegelgruppe und die besten Freunde sahen also dasselbe. WhatsApp baut dort zukünftig die zusätzliche Option „Meine Kontakte außer ...“ ein. Wer einen Kontakt ausschließt, sieht bei diesem ebenfalls nichts.

Überdies will WhatsApp Gruppenchats um die Funktion „Communities“ erweitern. Sie richtet sich an Schulen, lokale Vereine und gemeinnützige Organisationen. Nutzer sollen darüber Aktivitäten innerhalb eines zusammenhängenden Netzwerks organisieren können. Über den Zugang zu bestehenden oder die Einrichtung neuer Gruppen entscheidet der Administrator der Community. Nutzer wählen weiterhin selbst, ob sie einer Einladung in eine Community folgen wollen. Überdies sehen laut WhatsApp nur die Administratoren die Telefonnummern der einzelnen Nutzer in den Communities.

Um den Informationsumfang zu regulieren, dürfen nur Administratoren Nachrichten an alle Community-Mitglieder verfassen, die außerdem in einer speziellen „Gruppe für Ankündigungen“ landen. Die maximale Gruppengröße soll anfangs bei 32 Nutzern liegen; WhatsApp will sie allmählich erhöhen. Abgesehen von den Nachrichten sollen auch Sprachanrufe innerhalb der Communities Ende-zu-Ende-verschlüsselt sein.

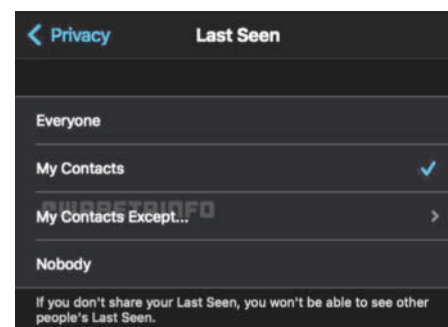


Bild: WABetaInfo.com

Aktuell können WhatsApp-Nutzer ihre Privatsphäre nur für ganze Gruppen anpassen; zukünftig soll man auch einzelne Kontakte („Meine Kontakte außer ...“) ausschließen können.

Darüber hinaus plant WhatsApp weitere Funktionen: Nutzer sollen zukünftig mit Emojis auf Nachrichten reagieren und Dateien mit bis zu 2 GByte senden können; Admins sollen „Falschinformationen oder problematische Nachrichten“ aus Gruppenchats entfernen dürfen. (mon@ct.de)

Neue Konten bei Trade Republic

Etwa eine Million Kunden des Neobrokers Trade Republic erhalten ab sofort neue Verrechnungskonten und müssen ihre Daueraufträge anpassen. Das Start-up, das diese Konten bisher ausschließlich bei der Berliner Solarisbank führen ließ, hat dazu **Partnerschaften mit der Deutschen Bank und der Citigroup** geschlossen.

Trade Republic will die betroffenen Kunden informieren. Für diese ändert sich wenig außer der IBAN des Kontos, auf das sie Geld für den Wertpapierhandel überweisen und auf dem Gewinne aus Verkäufen und Dividenden landen: Trade Republic will Kunden weiterhin keine Kosten für die Verwaltung oder Verwahrensentgelte berechnen. Beide Banken unterliegen in Deutschland zudem der gesetzlichen Einlagensicherung von 100.000 Euro – die die Institute allerdings mit Beständen aus etwaigen weiteren Konten verrechnen würden.

Trade Republic begründet den Schritt mit seinem starken Wachstum. Experten sehen neben den Kapazitäten und dem Know-how der Großbanken auch Kosten:

Da die Solarisbank kaum im Kreditgeschäft tätig ist, kosten sie die Einlagen der Trade Republic-Kunden Strafzinsen, die sie dem Start-up in Rechnung stellt. (mon@ct.de)

Überweisung

Zahle Geld auf Dein Trade Republic Verrechnungskonto ein.

Überweise auf dieses Konto

Name

IBAN

DE 1101 0100 79 KOPIEREN

BIC

SOBKDEBBXXX KOPIEREN

Dein Geld befindet sich auf einem Treuhandsammelkonto bei Solarisbank AG.

Eine große Mehrheit der Kunden von Trade Republic bekommt ab sofort neue Verrechnungskonten bei der Deutschen Bank oder Citibank anstelle der Solarisbank.

Kurz & knapp

Google hat angekündigt, seine Website-Analyse-Software **Universal Analytics** Mitte 2023 einzustellen. Nutzern empfiehlt Google, bis dahin zum Nachfolger Google Analytics 4 zu wechseln.

Die **Corona-Warn-App** hat mit Version 2.21 eine Verwaltung für Covid-19-Tests von Familienmitgliedern erhalten. Damit können Eltern die Testergebnisse ihrer Kinder einsehen und Testzertifikate für sie anfordern.

In der Version 101 seines Browsers **Chrome** hat Google die Programmierschnittstellen eingebaut, die im kommenden Jahr Werbe-Cookies ablösen sollen (siehe c't 10/2022, S. 41). Man muss die „Privacy Sandbox Ads APIs“ allerdings unter `chrome://flags/` noch scharf schalten.

USB-C-Pflicht für Mobilgeräte auf der Zielgeraden

Das Europäische Parlament, die Kommission und die Mitgliedsstaaten sind sich einig: Mobilgeräte wie Smartphones und Tablets sollen künftig eine USB-C-Buchse haben. Das Parlament möchte die Vorschrift auf Notebooks und weitere Produkte ausweiten.

Eine USB-C-Pflicht für in der EU verkaufte Mobilgeräte rückt näher. Nach der Kommission und dem Rat hat sich Ende April auch der Binnenmarktausschuss des Europäischen Parlaments dafür ausgesprochen. Die Maßnahme schütze die Umwelt und vermeide unnötige Kosten für Verbraucher und Unternehmen, sagte der federführende Abgeordnete Alex Agius Saliba. Nach Schätzungen der Kommission verursachen Ladegeräte allein in der EU pro Jahr 11.000 bis 13.000 Tonnen Elektroschrott.

Das Parlament will den Vorschlag der Kommission in einigen wichtigen Punkten verschärfen: Die USB-C-Pflicht soll nicht nur für Smartphones, Tablets, Digitalkameras, Kopfhörer sowie tragbare Lautsprecher und Spielkonsolen gelten, sondern auch für Notebooks, Tastaturen, Mäuse, Smart Speaker, Wearables, Navigationsgeräte und elektronisches Spielzeug. Ausgenommen sind Geräte, die mit mehr als 100 Watt laden, denn bislang gibt es nur wenige USB-C-Ladegeräte mit mehr als 100 Watt. Ebenfalls ausgenommen sind Produkte, die ausschließlich drahtlos geladen werden können. Als

Standard für schnelles Laden soll USB Power Delivery dienen.

Das Parlament will die Hersteller verpflichten, ihre Produkte standardmäßig ohne Ladegerät anzubieten und dieses nur auf Kundenwunsch beizulegen. Nur so erreiche man das Ziel, das Elektroschrottaufkommen zu reduzieren, heißt es in der Begründung des Gesetzentwurfs. Piktogramme auf den Verpackungen sollen Kunden verraten, ob ein Ladegerät inklusive ist oder nicht. Außerdem sollen die Hersteller angeben, mit wie viel Watt das Gerät mindestens sowie maximal geladen werden kann, damit Käufer einschätzen können, ob sie schon ein ausreichend starkes Netzteil besitzen.

Nach dem Willen des Parlaments soll die Kommission bis Ende 2025 auch



Bild: Apple

Lightning-Anschluss des iPhone SE: Voraussichtlich muss auch Apple bald auf USB-C umsatteln – oder gänzlich auf eine Buchse verzichten.

einen einheitlichen Standard für drahtloses Laden von Mobilgeräten bestimmen. Eine Fragmentierung in diesem Bereich würde den Erfolg der gesamten Initiative gefährden, heißt es in der Begründung.

Im nächsten Schritt verhandeln Vertreter des Parlaments und des Rats über die genaue Ausgestaltung der USB-C-Pflicht. In Kraft treten könnte diese frühestens 2024.

Während Umwelt- und Verbraucherschützer die Pläne begrüßen, wehrt die Industrie sich. Kritisch äußert sich vor allem Apple – der Hersteller stattet seine iPhones nach wie vor mit einer Lightning statt mit einer USB-C-Buchse aus. Die Festschreibung eines Konnektors für alle Geräte am Markt würde die Einführung innovativer Ladestandards verzögern und dadurch Verbrauchern schaden, heißt es in einer Apple-Stellungnahme. Der Konzern warnt außerdem, dass die Vereinheitlichung nicht zu weniger Elektroschrott führe, sondern zu mehr – weil Verbraucher inkompatible Kabel und Zubehör entsorgen würden.

Die EU-Kommission versucht schon seit 2009, die Ladegeräte für Mobilgeräte zu vereinheitlichen. Damals unterschrieben mehrere Hersteller, darunter Apple, eine freiwillige Selbstverpflichtung. Dieses „Memorandum of Understanding“ legt allerdings keine bestimmte Buchse auf Geräteseite fest und erlaubt explizit die Verwendung proprietärer Stecker. (cwo@ct.de)

Verfassungsrichter kippen bayerische Regeln für Staatstrojaner-Einsatz und Handy-Ortung

Es ist eine Schlappe für die bayerische Landesregierung: Das Bundesverfassungsgericht hat Ende April zahlreiche Überwachungsregeln des Freistaats für verfassungswidrig erklärt. Dazu zählen unter anderem die **Vorschriften für die Online-Durchsuchung („Staatstrojaner“), für die Ortung von Handys und für den Abruf von Verkehrsdaten aus der Vorratsdatenspeicherung** durch den bayerischen Verfassungsschutz.

Die Regeln für die Online-Durchsuchung verletzen nach Ansicht der Richter

den Schutz des Kernbereichs privater Lebensgestaltung. Die Ortungsregeln wiederum seien so weit gefasst, dass sie auch die Erstellung von Bewegungsprofilen ermöglichen – „ohne den dafür geltenden verfassungsrechtlichen Anforderungen zu genügen“, wie das Gericht ausführte.

Eingereicht worden war die Klage von der Gesellschaft für Freiheitsrechte (GFF). Durch den Erfolg habe man „das Risiko deutlich reduziert, dass unbescholtene Bürgerinnen und Bürger überwacht und abgehört werden“, kommentierte GFF-Ju-

rist Bijan Moini das Urteil. Für die GFF ist es nach dem BND-Urteil des Bundesverfassungsgerichts von 2020 der zweite große Erfolg gegen ein Überwachungsgesetz.

Die bayerische Landesregierung muss nun ihr Verfassungsschutzgesetz überarbeiten. Das Urteil wirke aber darüber hinaus, betonte Moini. „Denn viele andere Verfassungsschutzbehörden in den Ländern und im Bund haben ähnliche Befugnisse. Sie müssen nun ihre Gesetze kritisch prüfen und überarbeiten.“ (cwo@ct.de)

Machtwort eines Landesdatenschützers

Der baden-württembergische Landesbeauftragte für den Datenschutz fordert Schulen auf, für Schüler und Lehrer Alternativen zu dem an vielen Schulen eingesetzten Clouddienst Microsoft 365 anzubieten.

Jetzt wird es ernst: „Ab dem kommenden Schuljahr ist die Nutzung von MS 365 an Schulen zu beenden oder deren datenschutzkonformer Betrieb ist von den verantwortlichen Schulen eindeutig nachzuweisen“, meldete die Website des Landesbeauftragten für den Datenschutz und die Informationsfreiheit Baden-Württemberg (LfDI), Dr. Stefan Brink, am 25. April.

In der pandemiebedingten Homeschooling-Phase fiel die Wahl der Schulen in etlichen Bundesländern auf MS 365, insbesondere wegen der Kommunikationssoftware Teams. Die Aufsichtsbehörden ließen wegen der besonderen Situation lange Kulanz walten. Jetzt haben sich die Lehrer an das System gewöhnt. Viele

von ihnen wollen nicht erneut bei null anfangen. Zum Beispiel in Bayern, das Teams an Schulen durch das Programm visavid ersetzt, herrscht Unmut.

In Baden-Württemberg wurde die MS-365-Einführung besonders forciert. Obwohl mit der Lernplattform Moodle und dem Videosystem BigBlueButton funktionierende Software zur Verfügung stand, drängte die damalige Kultusministerin Susanne Eisenmann auf die Einführung. Für Eisenmann, damals Kandidatin fürs Ministerpräsidentenamt, handelte es sich anscheinend um ein Prestigeprojekt.

Landesdatenschützer Brink beriet das Kultusministerium und begleitete einen Pilotbetrieb, für den Microsoft die Erfassung von Telemetrie- und Diagnosedaten deaktivierte. Laut LfDI wurden „zusätzliche Sicherheitsfunktionen implementiert“ und Accounts nur für Lehrer, aber nicht für Schüler vergeben. Am Ende sprach sich der Datenschützer dennoch

gegen MS 365 an Schulen aus: „Es gelang beim Pilotprojekt trotz intensiver Prüfung und Zusammenarbeit mit den Beteiligten nicht, eine datenschutzkonforme Lösung zu finden.“ Obwohl diese Einschätzung seit Längerem öffentlich zur Verfügung steht, verschleppen viele Schulen offenbar den Abschied von MS 365.

Das wollen die Datenschützer in Baden-Württemberg nun nicht länger dulden. „Schulen, die der Ansicht sind, dass ihr Einsatz und ihre Konfiguration von MS 365 den rechtlichen Anforderungen genügt, und die den Cloud-Dienst weiter nutzen möchten, müssen nun begründen, wie sie den datenschutzkonformen Betrieb sicherstellen und dies entsprechend ihrer Rechenschaftspflicht nach Artikel 5 Absatz 2 Datenschutz-Grundverordnung eindeutig nachweisen wollen“, heißt es in der aktuellen Mitteilung. Der LfDI kündigt darin weiter an, auf rund 40 Schulen zugehen zu wollen, um den jeweiligen Einzelfall zu betrachten. (dwi@ct.de)



**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.

Künstliche Medienaufsicht

KI sucht rechtswidrige und jugendgefährdende Inhalte im Internet

Mit einer neuen Software suchen die Landesmedienanstalten im großen Stil nach Rechtsverstößen im Internet. Das System findet derzeit mehr potenziell Illegales, als die Behörden bearbeiten können.

Von Torsten Kleinz

Es gehört zu den Aufgaben der 14 Landesmedienanstalten in Deutschland, Rechtsverstöße in Medien zu bekämpfen. Bis vor wenigen Jahren waren sie fast ausschließlich mit TV- und Radio-Inhalten beschäftigt. Mittlerweile weiten sie ihre Kontrollfunktion auf das Internet aus.

Tobias Schmid, Direktor der nordrhein-westfälischen Landesanstalt für Medien, treibt diese Bemühungen der Medienwächter am aktivsten voran. So hat er YouTube- und Instagram-Influencern blaue Briefe geschickt, wenn sie in ihren Videos Schleichwerbung machten. Schmid war es auch, der gegen das Pornoportal xHamster Netzsperrungen angeordnet hat, weil es den Jugendschutz nicht mit einem zertifizierten Verfahren sicherstellt.

Bereits 2017 hat die Landesmedienanstalt NRW ihre Initiative „Verfolgen statt nur löschen“ gestartet. Das Projekt hat zum Ziel, dass Inhalte wie Beleidigungen und Verleumdungen von den Betreibern sozialer Netzwerke nicht nur gelöscht oder gesperrt werden, sondern dass auch die Täter strafrechtlich verfolgt werden.

Die Anfänge waren allerdings bescheiden. „Die Idee, mit sieben studentischen Hilfskräften Inhalte im Internet zu regulieren, hat etwas Sozialromantisches“, sagt Schmid heute. Nichtsdestotrotz schlossen sich immer mehr Landesbehörden der Initiative an. Im Frühjahr 2020 beschlossen sie, ein System zu entwickeln, das automatisch auf die Suche nach illegalen Inhalten geht.

KI als Massenscanner

Die Idee, künstliche Intelligenz einzusetzen, lag nahe. Das neue Werkzeug hat den Namen KIVI erhalten, wobei das „VI“ für das lateinische Wort vigilare steht, überwachen. Um das System zusammenzustellen, kombinierte der beauftragte Dienstleister Condat eine Reihe verschiedener Systeme. Für die Bilderkennung kamen zum Beispiel die neuronalen Netze VGG19 und Inception V4 zum Einsatz, die mit eigenen Daten auf ihre neuen Aufgaben trainiert wurden. Texte analysiert das System ebenfalls mit einem neuronalen Netz (DenseNN) sowie mit dem einfacheren Naive-Bayes-Verfahren. Konkret sucht KIVI unter anderem nach Gewaltdarstellungen, Volksverhetzung und der Verwendung verfassungsfeindlicher Kennzeichen.

Für das Training kommen sowohl Positiv- als auch Negativbeispiele zum Einsatz. Als allgemeines Negativmaterial hat Condat zum Beispiel Daten aus Googles Open-Images-Datensatz an das System verfüttert. Die KI werde laut Landes-

medienanstalt auch durch tägliches Feedback, ob sich ein gefundener Verdacht bestätigt hat oder nicht, weitertrainiert.

Im Bereich Pornografie verzichtet Condat auf eine eigene Erkennung und bindet stattdessen den Amazon-Dienst Rekognition ein, der nach Angaben der Medienwächter im Praxisbetrieb eine Erkennungsgenauigkeit von 90 Prozent erreicht. Im Bereich der Verstöße gegen die Menschenwürde und des politischen Extremismus gibt die Landesanstalt eine Erkennungsrate von knapp 40 Prozent an.

Auslese von Hand

Letztlich arbeite KIVI nicht autonom, sondern diene nur der Arbeitserleichterung, betonte die federführende Landesmedienanstalt NRW bei der Vorstellung der ersten Ergebnisse des Projekts im April 2022. Die Entscheidung, ob ein potenzieller Rechtsverstoß an Strafermittlungsbehörden gemeldet wird, treffe immer ein Mensch.

Die Software soll aber einen Großteil der Routinearbeit übernehmen. So vorschlagwortet sie jeden Treffer automatisch und überführt ihn in ein Ticketing-System. Die Software sucht auch nach Hinweisen auf den Wohnort des jeweiligen Urhebers, um die Inhalte den jeweiligen Landesbehörden zuzuteilen. Wo dies nicht möglich ist, landen die Inhalte in einem gemeinsamen Pool. Auf einem übersichtlichen Team-Dashboard ist jederzeit der aktuelle Bearbeitungsstatus der eingeleiteten Inhalte einsehbar und erlaubt den direkten Absprung in die zu prüfenden Quellen.

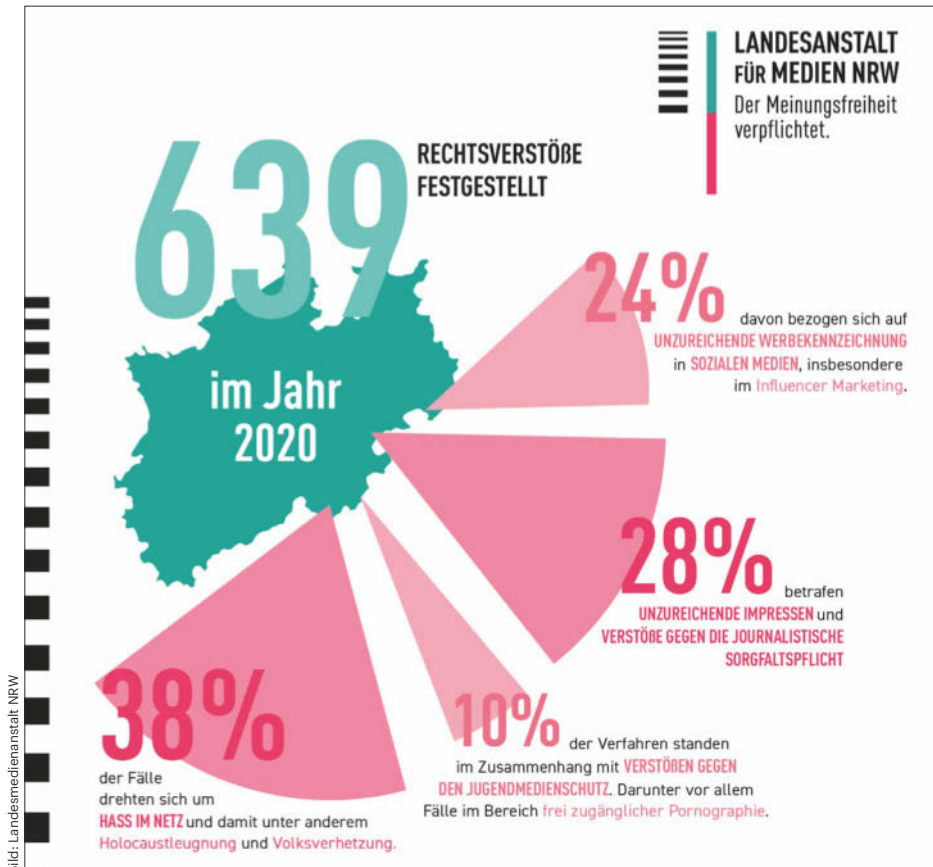
Studentische Hilfskräfte sortieren die Treffer weiter vor. Erst nachdem Juristen die Inhalte überprüft haben, werden schließlich weitere Schritte gegen potenzielle Straftäterinnen oder Straftäter ergriffen.

KIVI soll die Arbeit nicht nur effektiver machen, sondern auch stressfreier. Statt Mitarbeiter ständig unvermittelt mit Inhalten wie Erschießungsvideos oder harter Pornografie zu konfrontieren, zeigt



Bild: Landesmedienanstalt NRW

Tobias Schmid, der Direktor der nordrhein-westfälischen Landesmedienanstalt, hat sich die Rechtsdurchsetzung im Netz auf die Fahnen geschrieben.



Im Jahr 2020 half noch keine KI bei der Suche nach Verstößen. KIVI soll die Arbeit der Medienwächter deutlich effektiver machen.

die Weboberfläche von KIVI Screenshots zuerst nur verschwommen an. Auf diese Weise können sich die Sachbearbeiter auf die Inhalte einstellen.

Verdoppelte Fallzahlen

Laut der FAQ auf der Homepage der nordrhein-westfälischen Medienaufsicht durchsucht KIVI die verschiedensten Plattformen, von Twitter und YouTube bis zu Telegram und der russischen Plattform VK. Es könne „täglich mehr als 10.000 Seiten automatisch durchsuchen“. Die Medienwächter arbeiten auch daran, weitere relevante Plattformen in KIVI zu integrieren, etwa Reddit. Facebook und Instagram kann der KI-Medienwächter derzeit ebenfalls noch nicht scannen.

Die Bilanz in Düsseldorf kann sich sehen lassen: Innerhalb eines Jahres hat KIVI 20.685 Funde gemeldet, von denen 14.907 geprüft wurden. In 6766 Fällen stellten die Medienwächter einen Verstoß gegen deutsche Gesetze fest. Davon betrafen 692 Verstöße den politischen Extremismus und 67 Delikte den Bereich Gewalt und Menschenwürdeverstöße. Pro Monat resultiere das in zirka 30 Straf-

anzeigen, die sich meist auf mehrere Verstöße beziehen. Das entspreche einer Verdoppelung im Vergleich zu der Zeit vor dem Einsatz von KIVI. Wo die Polizei nichts erreicht, leiten die Medienwächter die Löschung der Inhalte ein.

Der Flaschenhals ist aber nach wie vor die menschliche Arbeit. So wird KIVI täglich nur für wenige Stunden aktiviert, weil die Anstalten sonst die Flut an möglichen Verstößen nicht bewältigen könnten. Diese Zahl wollen die Medienwächter noch deutlich nach oben schrauben. So sind nun alle Medienanstalten Deutschlands an das System angeschlossen, sodass sich Mehrfachprüfungen vermeiden lassen und sich einzelne Behörden auf bestimmte Einsatzbereiche spezialisieren können.

Zudem hoffen die Medienwächter darauf, dass sich KIVI über die deutschen Grenzen hinaus verbreitet und so noch mehr Beschwerden bearbeitet werden können. Anfragen aus Frankreich, Spanien, Österreich, Belgien und Luxemburg lägen bereits vor, erklärte Schmid Anfang April.

(jo@ct.de) **ct**

Infos zum Projekt: ct.de/yvk9

Neukunden Überraschung

Herzlich Willkommen bei
Thomas-Krenn

Schön, dass Sie den Weg zu uns gefunden haben! Wir möchten Sie aber nicht nur mit netten Worten, sondern auch mit einem exklusiven Server-Rabatt in unserem Onlineshop überraschen: Unseren beliebten Low Energy Server LES compact 4L erhalten Sie deshalb einmalig zum Vorzugspreis von nur 249€. Entdecken Sie jetzt die Produkt- und Servicewelt von Thomas-Krenn und sichern Sie sich Ihren **persönlichen Willkommens-LES als Neukunde!**

SURPRISE



Angebot gültig
bis **31. Mai 2022**

thomas-krenn.com/willkommen

**THOMAS
KRENN®**

+49 (0) 8551.9150-300

c't 2022, Heft 11



Jo Bager, c't-Redaktion

Kommentar: Enthemmt

Elon Musk will Twitter für „Free Speech“ öffnen

Elon Musk übernimmt Twitter und will den Kurznachrichtendienst gehörig umkrempeln. Das klingt bedrohlich, weil Twitter in der überhitzten Nachrichtenwelt eine Schlüsselrolle spielt.

Von Jo Bager

Elon Musk wollte Twitter haben. Jetzt lässt er 44 Milliarden US-Dollar springen und kauft sich die Plattform. Das klingt erst einmal nicht besonders spektakulär: Twitter ist mit seinen gut 200 Millionen aktiven Nutzern im Vergleich zu Facebook, YouTube, WeChat und TikTok relativ klein. Und hatte nicht auch Amazon-Chef Jeff Bezos vor ein paar Jahren die Washington Post gekauft?

Twitter ist aber nicht ein Medienunternehmen von vielen und auch der Größenvergleich hinkt. Denn trotz seiner verhältnismäßig kleinen Nutzerzahl ist Twitter der wichtigste Durchlauferhitzer in der Online-News-Welt. Unternehmer und Aktivisten, NGOs und Politiker nutzen diesen Nachrichtenkanal, um ihre Botschaften und Meinungen direkt unter ihre Follower zu bringen und sich dort auszutauschen – gerne auch mal kontrovers. Für Journalisten dient Twitter daher als wichtige Informationsquelle.

Wie das funktioniert und welche negativen Auswirkungen die algorithmischen Verstärkereffekte dieses Netzwerks entfalten können, ließ sich für einige Jahre lang beim ehemaligen US-Präsident Donald Trump beobachten, der Twitter so virtuos wie kaum ein Zweiter nutzte.

Mit seinen täglichen Attacken auf Gegner bestimmte er die politische Agenda ebenso wie die Schlagzeilen der Massenmedien. Trump provozierte so lange

mit polarisierenden Tweets und Fake News, bis sich Twitter gezwungen sah, strengere Regeln einzuführen. Nach dem Sturm auf das Kapitol und Trumps ermunternden Tweets dazu hat Twitter Trump dann komplett von seiner Plattform verbannt.

Musk will das Rad jetzt offenbar zurückdrehen. Er wolle die Plattform wieder mehr für „Free Speech“ öffnen. Das klingt erst einmal gut. Allerdings sollte man diesen Begriff nicht mit dem deutschen Recht auf freie Meinungsäußerung verwechseln. Der auf der US-Verfassung beruhende Begriff erlaubt die Verbreitung von Fake News.

Auch wenn Trump bereits angekündigt hat, nicht wieder zu Twitter zurückkehren, sondern bei seiner eigenen Plattform Truth Social bleiben zu wollen: Wenn man an die sorgsam austarierten Mechanismen die Säge ansetzt, die Twitter in den letzten Jahren zu einem halbwegs erträglichen Umschlagplatz für Nachrichten und Meinungen gemacht haben, dürften Hass, Fake News und Trolle wieder fröhliche Urständ feiern.

Der Verein D64 befürchtet zu Recht, dass dann „das verbale Faustrecht, das Recht des Stärkeren“ gelte. „Die Gefahr der gesellschaftlichen Spaltung wächst, wenn Laute und Radikale den Eindruck des öffentlichen Diskurses gerade in den Augen von Politiker:innen und Journalist:innen noch mehr bestimmen können, als sie es ohnehin schon tun“ schreibt er in einem Twitter-Thread.

Radikalisierung droht

Elon Musk werden solche Einwände nicht beeindrucken, im Gegenteil gehört der Milliardär mit seinen 86 Millionen Follo-

wern schon lange zu denen, die auf Twitter gerne austeilen: Wer bei Elon Musk in Ungnade fällt, wird schon mal mit einem ätzenden Meme verhöhnt oder beleidigt, etwa als „pädophiler Kerl“.

Musks Ausfälle haben dazu geführt, dass er von der US-Börsenaufsicht dazu verdonnert wurde, jeden Tweet, der mit seiner Firma Tesla zu tun hat, vor der Veröffentlichung einem firmeninternen Mitarbeiter vorzulegen, dem sogenannten Twitter-Sitter.

Mehrfach waren Journalisten, die kritisch über ihn oder Tesla berichtet haben, das Ziel von Musks Attacken. Als aktuellstes Beispiel durfte ein Team des ZDF bei der Eröffnung der brandenburgischen Tesla-Fabrik nicht auf das Firmengelände, offenbar weil vorab ein ZDF-Magazin kritisch über Tesla berichtet hatte. Vor diesem Hintergrund erscheint es wie der pure Hohn, dass

... der pure Hohn, dass ausgerechnet Elon Musk sich zum Hüter der freien Rede aufspielt.

ausgerechnet Elon Musk sich zum Hüter der freien Rede aufspielt. Es geht ihm wohl eher um die freie Rede von Elon Musk.

Insofern kommen die neuen europäischen Regeln für Plattformen wie Twitter gerade zur rechten Zeit. In Europa gelten wesentlich engere Grenzen, welche Inhalte legal sind. Und mit dem Digital Service Act (DSA, siehe S. 14) werden Plattformen wie Twitter in Europa solche Inhalte bei Kenntnis bald unverzüglich löschen müssen – wie es das NetzDG in Deutschland bereits vorsieht.

In Kommentaren wurde Twitter schon als „Elon Musks neuer Spielplatz“ bezeichnet. Um in diesem Bild zu bleiben: Es ist nur zu hoffen, dass sich der DSA als wirksamer Erzieher erweist, der seine Regeln auch darin durchsetzt.

(jo@ct.de) **ct**

Lauscher in Erklärungsnot

Untersuchungsausschüsse gegen Smartphone-Spionage

Der Druck auf die bisher unregulierte Spyware-Industrie nimmt zu: Nicht nur die EU, sondern auch die Regierung Spaniens will in einem Untersuchungsausschuss den rechtswidrigen Einsatz der Smartphone-Spywaresoftware Pegasus durchleuchten.

Von Dušan Živadinović

Jahrelang haben Regierungen, Behörden und Staatsschützer Spähsoftware-Hersteller wie Cytrox und NSO gefördert, indem sie deren Abhörwerkzeuge für teures Geld einkauften – so entstand ein lukrativer Markt für Spyware wie Pegasus oder Predator. Aber anders als von den Herstellern beteuert haben Behörden mancher Staaten solche Software anscheinend nicht nur gegen Kriminelle oder Terroristen eingesetzt, sondern auch gegen hochrangige Politiker, Oppositionelle, Journalisten oder Wirtschaftsleute.

Nachdem die Attacken publik wurden, schloss Apple die stillschweigend von NSO ausgenutzten Sicherheitslücken, löschte zahlreiche gefälschte iCloud-Konten der Firma und verklagte sie Ende November 2021. Ebenfalls seit November 21 verbietet die US-Regierung US-amerikanischen Organisationen jeglichen Handel mit NSO und Candiru, einem weiteren israelischen Unternehmen (benannt nach dem parasitären brasilianischen Penisfisch). Zum Jahreswechsel lösten in Polen Enthüllungen rund um den Einsatz der Spyware Pegasus ein politisches Beben aus.

Was auf den ersten Blick wie ein Plot zu einem James-Bond-Film klingt, kann auch für gänzlich Unbeteiligte Folgen haben – etwa wenn sie sich in der Nähe eines angezapften Smartphones befinden. Und wenn Angreifer Ziele nicht direkt ausspionieren können, pflanzen manche die Spyware auf Smartphones von Familien-

angehörigen. Das meldete Mitte April das kanadische Citizen Lab.

Das auf die Analyse von Spähsoftware spezialisierte Institut fand Belege für den Einsatz von Spionageprogrammen auf Smartphones und auch auf PCs von 65 katalanischen Separatistenführern sowie auf Handys von Personen ihres Umfelds. Seit 2010 sei jeder Präsident des spanischen Bundeslandes Katalonien Opfer der Abhörattacken geworden.

Die NSO Group nutzte diverse Sicherheitslücken auf Android-Smartphones und iPhones aus. Unter anderem verwendete die Firma eine Methode, die bei iPhones völlig ohne Interaktion des Benutzers auskam – zum Kapern genügte eine präparierte iMessage-Nachricht.

Die katalanischen Separatisten vermuten, von Spaniens Geheimdienst CNI bespitzelt worden zu sein. Die Regierung in Madrid bestritt jede Verantwortung und kündigte Ende April eine Untersuchung zu den Vorgängen an.

Kette von Enthüllungen

Bereits am 19. April hat die EU einen eigenen Untersuchungsausschuss gestartet. Diesen befeuern gleich zwei Enthüllungen vom 11. April: Das griechische Magazin Inside Story meldete auf Basis einer Analyse von Citizen Lab, dass die von Cytrox hergestellte Spähsoftware Predator auf dem Telefon des auf Finanzen und Korruption spezialisierten Journalisten Thanasis Koukakis gefunden worden sei.

Und die Nachrichtenagentur Reuters meldete am selben Tag, dass Apple noch im November 2021 Tausende Besitzer und Besitzerinnen von iPhones informiert habe, dass sie attackiert worden seien. Der EU-Untersuchungsausschuss dürfte mit Besorgnis zur Kenntnis nehmen, dass zu den Opfern mehrere EU-Angestellte sowie Didier Reynders zählt. Reynders ist seit 2019 EU-Kommissar für Justiz und Rechtsstaatlichkeit.

Die 38 Mitglieder des EU-Ausschusses wollen nun den Einsatz von „Überwachungs- und Spähsoftware“ untersuchen, die unter Ausnutzung von IT-Schwachstellen auf mobilen Geräten installiert wird, und dazu Betroffene, Sachverständige und Spyware-nutzende Dienste zu Anhörungen laden.

Die Untersuchung hatte Sophie In't Veld von der Fraktion der Liberalen vor dem Hintergrund vorangetrieben, dass Spyware in diversen Ländern der EU gegen Politiker, Abgeordnete und Oppositionskräfte eingesetzt worden ist. Über die Angriffe auf die EU-Kommission war In't Veld bis zur Enthüllung von Reuters nicht informiert. Die Nachricht bezeichnete sie als „Dynamit“.

Und das Citizen Lab liefert weiteren Sprengstoff: Am 18. April meldete das Institut, Spyware unter anderem auf Mitarbeiter-Handys des Büros des britischen Premierministers Boris Johnson gefunden zu haben.

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

Infos von Citizen Lab: [ct.de/y7bm](https://citizenlab.de/y7bm)



Die NSO Group nutzte im Laufe der Jahre diverse Angriffsmethoden. Laut dem Citizen Lab wurden auch iMessage-Nachrichten mit präparierten Links verschickt, die wie Benachrichtigungen von Fluggesellschaften aussehen.

BRINGT LICHT INS DUNKEL

Für klare Nachtvideos in 4K-Auflösung

OPPOs selbst entwickelter KI-Chip MariSilicon X liefert zusätzliche Rechenpower und sorgt mit KI-gestützten Algorithmen für einen deutlichen Leistungssprung in der Smartphone-Fotografie und -Videografie.

Das neue OPPO Find X5 Pro zeigt, was bei Smartphone-Kameras heute und in Zukunft wichtig ist: Computational Imaging. Computational Imaging steht an der Schnittstelle zwischen Computergrafik, Computervision und optischem Sensordesign und erweitert die Möglichkeiten von Smartphone-Kameras. Erst die Kombination leistungsfähiger Smartphone-Hardware mit KI-Algorithmen ermöglicht der Kamera, Effekte und Funktionen zu nutzen, die bisher eine professionelle Ausrüstung oder umfangreiche Bearbeitung erforderten.

Meister der Königsdisziplin: 4K-Ultra-Nachtvideos mit dem Find X5 Pro

OPPO, die Nummer Vier im weltweiten Smartphone-Markt, investiert seit Jahren in Computational Imaging und hochmoderne KI-Techniken. Die selbst entwickelte Imaging NPU MariSilicon X bietet im neuen OPPO Find X5 Pro zusätzliche Rechenpower. In Kombination mit KI-gestützten Algorithmen bedeutet dies einen deutlichen Leistungssprung in der Smartphone-Kameratechnik.

Das Find X5 Pro verbessert mithilfe von MariSilicon X die wahrgenommene Videoauflösung bei Nacht um das Vierfache. Dafür liefert MariSilicon X die außerordentliche Kapazität von bis zu 18 Billionen Operationen pro Sekunde.

Bei Nachtaufnahmen nutzt das Find X5 Pro eine Kombination aus KI-basierter (AINR) sowie digitaler (3DNR) Rausch-

unterdrückung, um den Detail- und Dynamikumfang der Videos zu maximieren. Mit DOL-HDR kann das Find X5 Pro außerdem zwei Bilder gleichzeitig aufnehmen, um klare HDR-Bilder in Echtzeit zu erzeugen. Das Ergebnis: 4K-Ultra-Nachtvideos mit höchster Farbvielfalt und Detailgenauigkeit, einem 120 db Dynamikbereich, geringem Rauschniveau und knackiger Schärfe.

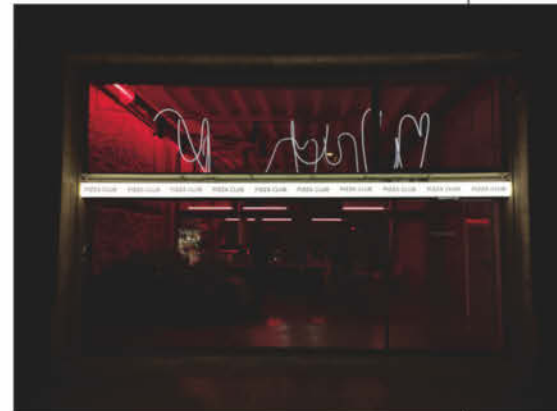


Hinter MariSilicon X stehen über 10 Jahre Forschung und Entwicklung.

OPPO meistert damit erfolgreich die anspruchsvollste Aufgabe von Smartphone-Kameras: Videoaufnahmen bei Nacht.



Das Find X5 Pro verbessert die wahrgenommene Videoauflösung bei Nacht um das Vierfache. (Bild oben)



Das OPPO Find X5 Pro im exklusivem Keramik-Design mit ultraschneller 5G-Konnektivität und SUPERVOOC Schnellladen ist für 1.299 Euro (UVP) in Ceramic White und Glaze Black erhältlich. Weitere Informationen: www.oppo.com

Manege frei!

Google Entwicklerkonferenz I/O 2022 wirft ihre Schatten voraus

Dieses Jahr findet die Entwicklerkonferenz Google I/O wieder im Shoreline Amphitheatre statt. Dort wird es wohl neue Pixel-Phones, die lang erwartete Pixel-Watch, einen Ausblick auf Android 13 und die ein oder andere weitere Überraschung geben.

Von Stefan Porteck

Auch 2022 dürfte Google die I/O nutzen, um neue Hard- und Software vorzustellen. Ein heißer Kandidat und Dauerbrenner ist eine eigene Smartwatch: die Pixel-Watch. Die Gerüchteküche sagte spätestens seit dem Kauf von Fitbit und der verstärkten Zusammenarbeit mit Samsung eine baldige Präsentation voraus – bislang wurde daraus aber nichts. Doch diesmal geben sich die Leaker auf Twitter und einschlägigen Webseiten sehr zuversichtlich, mit ihrer Vorhersage nicht nochmal danebenzuliegen: So heißt es, dass Samsung Teile der Hardware beisteuert. Informierte Kreise vermuten, dass die Pixel-Watch mit einem Exynos als SoC und 32 GByte Speicherplatz ausgestattet sein wird. Gut möglich, dass Google den Exynos W920 übernimmt, der bereits in der Galaxy Watch 4 steckt.

Als Farbvarianten der runden, rahmenlosen Smartwatch werden Grau, Schwarz und Gold gehandelt. Zunächst kursierten nur Rendering-Bilder der Uhr, später berichteten US-Medien, dass die Watch bereits in Shop-Systeme von Elektronikketten eingepflegt wird. Unlängst wurden schließlich Fotos der Uhr veröffentlicht, die eine Vorabversion zeigen sollen, die in einem Restaurant vergessen wurde. Das erinnert an alte iPhone-Leaks und sieht eher nach Marketing als nach einem Versehen aus – mal ehrlich: Wer legt

bei einem Restaurantbesuch eine Prototyp-Uhr ab und ist dann auch noch so dusselig, sie nach dem Essen dort zu vergessen?

Gut und günstig?

Noch heißer werden neue Pixel-Phones der günstigen a-Linie diskutiert. Bei der US-Zulassungsbehörde FCC wurden unlängst Identifikationsnummern für Geräte vergeben, bei denen es sich anhand der technischen Daten und Google als Antragsteller um neue Pixel-Telefone handeln könnte.

Diesen Quellen zufolge fällt das neue Telefon mit einer Bildschirmdiagonale von 6,2 Zoll etwas kleiner aus als das aktuelle Pixel 6. Da etliche Interessenten das Pixel 6 und erst recht das Pixel 6 Pro als zu groß empfanden, dürfte das viele potenzielle Käufer erfreuen. Das markante Design mit dem horizontalen Kamera-Steg anstelle eines Buckels behält Google bei. Auch die Fotoqualität dürfte an die der großen Pixel-Phones heranreichen. Offenbar baut Google wieder eine 12,2-Megapixel-Hauptkamera und eine 12-Megapixel-Ultraweitwinkelkamera mit IMX363- und IMX386-



Die Leaking-Szene geht davon aus, dass auch das Pixel 6a den Kamera-Steg als Erkennungszeichen tragen wird, aber mit 6,2 Zoll etwas kleiner ausfällt als die aktuellen Pixel-Phones.

Sensoren von Sony ein – wie schon bei vorherigen Pixel-Modellen.

Das Teleobjektiv dürfte dem 6a hingegen fehlen. Üblicherweise speckt Google in der a-Serie auch den Speicher ein wenig ab, vermutlich wird das Telefon wohl mit 6 statt 8 GByte RAM ausgeliefert werden. Die Größe des Flash-Speichers liegt mit hoher Wahrscheinlichkeit bei 128 GByte – weniger wäre nicht mehr zeitgemäß, mehr wäre in Mittelklasse-Phones unüblich. Den Rotstift dürfte Google auch beim induktiven Laden angesetzt haben und leider wohl auch erstmalig in der a-Serie an der Klinkenbuchse für Kopfhörer.

Erfreulich dagegen: Auch im Pixel 6a kommt wohl der gemeinsam mit Samsung entwickelte Tensor-SoC zum Einsatz. Er verspricht auch beim Budget-Modell flotte Rechenleistung bei geringem Stromverbrauch und wartet mit einer eigenen KI-Recheneinheit auf, die mittels Machine-Learning eine Offline-Spracherkennung erlaubt und der Pixel-Kamera zur allgemein als sehr gut angesehenen internen Bildoptimierung für gelungene Fotos verhilft.

Angeblich finden sich in der Datenbank des Benchmark-Anbieters Geekbench bereits erste Einträge über das Pixel 6a. Daraus geht hervor, dass der Tensor zwei Cortex-X1-Kerne mit 2,8 GHz enthält sowie zwei Cortex-A76-Kerne mit 2,25 GHz. Dazu kämen demnach vier stromsparende Cortex-A55-Kerne, die mit 1,8 GHz laufen. Laut den in die Geekbench-Datenbank hochgeladenen Ergebnissen soll das Pixel 6a von der Rechenleistung den Topmodellen Pixel 6 und 6 Pro nicht nachstehen.

Bei der satten Leistung könnte die Kehrseite sein, dass die a-Serie diesmal nicht signifikant günstiger wird als die regulären Modelle. Gemessen an der Hardware wäre ein Preis bis zu 500 Euro denkbar.

Nachdem die Google I/O im Jahr 2020 kurzfristig abgesagt wurde und vergangenes Jahr nur als Online-Streaming-Event stattgefunden hatte, kehrt Googles Groß-Event am 11. und 12. Mai fast in altem Glanz zurück: Der Veranstaltungsort ist wieder das am Rande von Mountain View gelegene und nur einen Steinwurf vom Googleplex entfernte Shoreline Amphitheatre mit seinem markanten Bühnenzelt. Auf Tausende Teilnehmer verzichtet Google dieses allerdings Jahr noch. Alle Keynotes und Events werden erneut kostenlos und live auf YouTube gestreamt. Vor Ort soll es nur Mitarbeiter als Publikum geben. (spo@ct.de) 

Bild: Twitter @OnLeaks

Karrierechance Informatiklehramt

Unter dem Motto „Werde Informatiklehrerin“ hat die Gesellschaft für Informatik ein Projekt gestartet, das beim Quereinstieg ins Informatiklehramt unterstützt. Es soll dem Informatiklehrermangel begegnen und insbesondere Schülerinnen für das Fach begeistern.

Fachkräfte mit IT-Ausbildung fehlen überall. Arbeitgeber auf der Suche nach IT-Profis beklagen zu wenige Bewerber und an allgemeinbildenden Schulen fehlen gerade für das Fach Informatik die Lehrer. Beiden Missständen will die Gesellschaft für Informatik abhelfen, indem sie speziell Frauen aufruft, über einen Wechsel ins Informatiklehramt nachzudenken. Sie könnten die freien Stellen an den Schulen besetzen und als weibliche Vorbilder dem hartnäckigen Vorurteil entgegenwirken, Informatik sei nur etwas für Jungs.

In Deutschland geht es mit dem verpflichtenden Informatikunterricht an allgemeinbildenden Schulen nur schleppend voran. In Nordrhein-Westfalen ist Informatik erst seit 2021 Pflichtfach [1]. Schleswig-Holstein, Niedersachsen, das Saarland und Thüringen planen die Einführung in den nächsten Jahren. Die Gesellschaft für Informatik dokumentiert diese Entwicklung mit ihrem „Informatik-Monitor“ (siehe ct.de/ypcg). Dessen Landkarte zeigt die Vorreiter Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen, Bayern, Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen in Grün. Lediglich Hessen und Bremen

leuchten noch rot in der Kategorie „kein Angebot“.

Auch wenn manche Länder die Informatik lediglich mit ein paar Wochenstunden zur Pflicht machen, wächst der Bedarf an Informatiklehrkräften. Er lässt sich mit grundständig ausgebildeten Lehrern allein nicht decken, erklärt Professorin Ira Diethelm. Die Informatikdidaktikerin bildet an der Uni Oldenburg angehende Lehrer aus. In ganz Deutschland haben im Jahr 2020 nur 117 Studenten das Lehramtsstudium in der Informatik abgeschlossen, berichtet Diethelm, 32,5 Prozent der Absolventen waren Frauen.

Das Projekt „Werde Informatiklehrerin“ richtet sich unabhängig vom Geschlecht an alle Interessierten, will aber insbesondere Frauen den Quereinstieg ins Informatiklehramt erleichtern. Mädchen sollten unvoreingenommen am Informatikunterricht teilnehmen, denn eine grundlegende informatische Bildung ist für jeden mündigen Bürger wichtig – so sehen es Informatikdidaktiker. Ihre Hoffnung: Mit einer Lehrerin als Vorbild finden Mädchen leichter Zugang zu Themen wie Algorithmen, IT-Sicherheit oder KI, die sie ansonsten womöglich als alleinige Domäne von „männlichen Nerds“ sehen.

Darüber hinaus sollen Informatiklehrerinnen mehr Mädchen zu einer beruflichen Karriere in diesem Bereich motivieren. Um künftig den Bedarf an IT-Fachkräften zu decken, müssen sich deutlich mehr Schulabgänger für eine IT-Ausbildung oder ein Studium der Informatik entscheiden. Gerade bei den Mädchen



Die Website zum Projekt „Werde Informatiklehrerin“ bündelt viele Informationen rund um den Quereinstieg in den Schuldienst, der in jedem Bundesland etwas anders geregelt ist.

sehen Arbeitsmarktexperten noch viel Potenzial. Der Anteil der Frauen in Informatikstudiengängen steige zwar von Jahr zu Jahr, berichtet Ira Diethelm von der Uni Oldenburg, lag aber auch 2020 lediglich bei 22 Prozent.

Die Carl-Zeiss-Stiftung fördert das Vorhaben. Auf der Projektwebsite findet man Handreichungen und Links zu den Beratungsangeboten der Bundesländer. Eine FAQ erklärt, welche Vorleistungen anerkannt werden, ob in jedem Fall ein Referendariat notwendig ist und wie der Quereinstieg ins Lehramtsstudium konkret aussehen kann. (dwi@ct.de)

Literatur

- [1] Dorothee Wiegand, Informatische Bildung für alle, Der lange Weg zum Pflichtfach Informatik, c't 23/2021, S. 136

Informatik-Monitor, Projektwebsite:
ct.de/ypcg



Sichern Sie sich jetzt 20% Rabatt auf Ihre Bestellung

Stellen Sie jetzt Ihre Business Anfrage

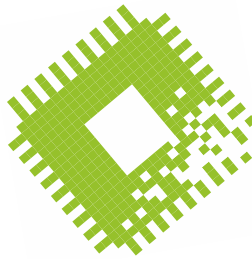


Az-Delivery
Ihr Experte für Mikroelektronik!

- Große Auswahl
- Kurze Lieferzeiten
- Business Konditionen
- Versand aus Deutschland



Bit-Rauschen



Intel will TSMC einholen und spart Wasser, Ryzen-7000-Spekulationen

Bis Ende 2025 will Intel bei der Chip-Fertigungstechnik zu TSMC aufschließen. Der AMD Ryzen 7000 braucht wohl unbedingt teuren DDR5-Speicher und im Ryzen 6000 Pro steckt der Sicherheitscontroller Microsoft Pluton.

Von Christof Windeck

Die bevorstehende Einführung der „Arc“-Grafikchips bewertet Intel schon jetzt als Erfolg, jedenfalls für den 2017 von AMD abgeworbenen Raja Koduri: Er wurde zum Executive Vice President befördert. Eigentlich sollten die Arc-GPUs schon 2021 starten, aber was ist schon ein Jährchen Verspätung angesichts der aktuellen Weltlage? Kurz vor der Arc-Einführung fiel Intel jetzt auf, dass es Verwechslungsgefahr mit der Bezeichnung der hauseigenen Online-Prozessordatenbank Automated Relational Knowledge Base (ARK) gibt. Daher zielt nun ein Link zu den Arc-GPUs die Webseite ark.intel.com.

Was die zukünftige Fertigungstechnik betrifft, äußert sich Intel dermaßen kämpferisch, dass Konkurrent TSMC in die Defensive geriet. Dort soll noch in diesem Jahr die Großserienproduktion von Chips mit der Fertigungstechnik N3 starten, aber Chips mit N2-Technik werden erst 2026 erwartet. Diese sollen dann Gate-All-Around-(GAA-)Transistoren haben, die mit extrem-ultravioletter (EUV-)Lithografie entstehen – aber mit der bisherigen, sozusagen „etablierten“ EUV-Technik. Intel hingegen will bereits ab 2024 RibbonFETs – die hauseigene GAA-Version – mit der Fertigungstechnik „Intel 20A“ produzieren. Ende 2025 folgt „18A“ mit EUV-Lithografie mit hoher numerischer Apertur (High-NA-EUV).

Dann wäre der TSMC-Vorsprung aufgeholt – sofern sich die verschiedenen Fertigungsverfahren überhaupt noch vergleichen lassen. Damit Intels Plan aufgeht, muss jedenfalls alles wie am Schnürchen laufen: Intel 4 beim Core i-14000 Meteor Lake 2023, Intel 3 beziehungsweise Intel 20A bei Arrow Lake 2024 und 2025 schließlich Intel 18A und Lunar Lake.

Ende 2025 sollen die neuen Intel-Fabs in Ohio den Betrieb aufnehmen, 2027 dann die in Magdeburg. Ab 2030 will Intel weltweit ausschließlich mit Ökostrom produzieren und 2040 klimaneutral. Dabei sind dann aber noch nicht alle Vorprodukte einbezogen. Ebenfalls bis 2030 will Intel rechnerisch „wasserpositiv“ produzieren, also einerseits Wasser sparen und aufbereiten und andererseits die jeweils lokale Wasserversorgung durch Investitionen verbessern helfen.

Spießführer AMD

AMD verkauft nun endlich den Ryzen 7 5800X3D mit riesigem L3-Cache, der 96 MByte fasst. Er hat allerdings bloß acht Kerne und kostet mit 500 Euro satte 180 Euro oder 56 Prozent mehr als der etwas höher taktende Ryzen 7 5600X. Tech-

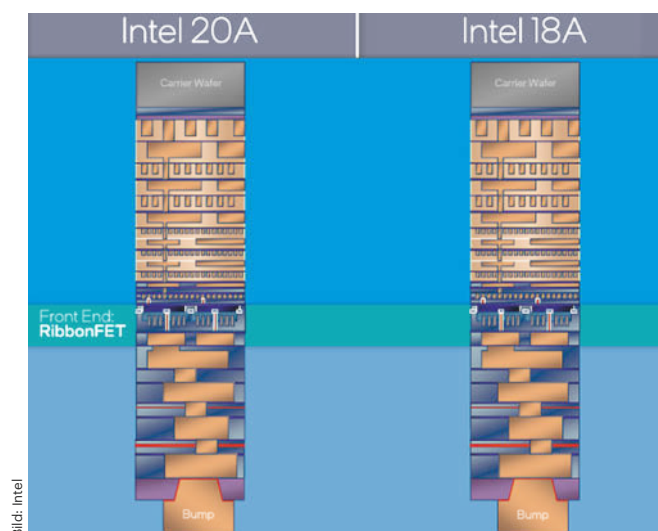
nisch ist der aufgestapelte 3D-Cache ein Leckerbissen – aber der praktische Nutzen hängt stark von der Software ab. Erste Benchmarks zeigen, dass der Ryzen 7 5800X3D zahlreiche PC-Spiele enorm beschleunigt – jedenfalls sofern die Grafikkarte nicht bremst, also eher bei niedrigen Auflösungen. Es profitieren aber längst nicht alle Spiele vom Riesen-Cache und manche Software läuft wegen des niedrigen Takts etwas langsamer.

Zur im Herbst erwarteten Zen-4-Prozessorfamilie Ryzen 7000 gibt es einige neue Spekulationen. Demnach könnte das Chipsatz-Spitzenmodell X670 aus mehreren Einzelchips zusammengesetzt sein. Vielleicht hat der X670 einen separaten PCIe-5.0-Switch-Baustein. Vermutlich steckt wie bisher auch Technik der Asus-Tochterfirma ASMedia drin; letztere meldete kürzlich, einen großen Auftrag für Chipsätze erhalten zu haben.

Wenn es stimmt, dass der Ryzen 7000 ausschließlich DDR5-RAM ansteuert, muss AMD auf rasch fallende DDR5-Speicherpreise hoffen. Bisher zahlt man dafür je nach Kapazität im Einzelhandel aber noch das Doppelte bis Dreifache wie für DDR4-DIMMs. Da beim Ryzen 7000 aber eine GPU eingebaut sein wird (Integrated Graphics Processor/IGP wie bei Ryzen G und den meisten Intel Core i), kann man bei der Grafikkarte sparen.

Der Ryzen 7000 dürfte ebenso wie der Ryzen 6000 Pro für Notebooks den Microsoft-Sicherheitscontroller „Pluton“ mitbringen, der manchen Leuten wohl noch schwerer im Magen liegt als Intels Management Engine (ME). (ciw@ct.de) **ct**

Podcast Bit-Rauschen: ct.de/y8pu



Intels Fertigungstechnik „18A“ soll an TSMC vorbeiziehen, unter anderem durch High-NA-EUV-Lithografie. Schon „20A“ bringt RibbonFETs. Intel trennt künftig auch die Metalllagen für Signale von denen für die Stromversorgung – die einen liegen oberhalb, die anderen unterhalb der Schicht mit den Transistoren.

Debian hadert mit Firmware-Blobs

Die offiziellen Installationsmedien der Linux-Distribution Debian enthalten keine proprietäre Firmware. Der frühere Projektleiter Steve McIntyre regt an, die bisherige Linie zu überdenken.

Viele Hersteller verbreiten die Firmware für ihre Geräte ausschließlich in kompilierter Form als Blobs (Binary Large Object), deren Quellcode nicht einsehbar ist.

Die Debian-Richtlinien für Freie Software (DFSG) schreiben jedoch vor, dass Debian kein Programm enthalten darf, das nicht als Quellcode vorliegt. Der Debian-Entwickler und ehemalige Projektleiter Steve McIntyre argumentiert in einem Beitrag auf seinem persönlichen Blog und der Entwickler-Mailingliste dafür, diesen Grundsatz zu überdenken, um weiterhin aktuelle Hardware zu unterstützen.

Laut McIntyre ist das nötig, weil immer mehr Hardware-Komponenten

nach Firmware-Blobs verlangen, die sie zur Laufzeit laden.

Der bisherige Umgang mit Firmware in Binärform sei laut McIntyre für die Nutzer verwirrend. Der Entwickler leitet aktuell das Team, das sich um die Installationsimages kümmert. Debian erstellt schon jetzt Images, die Firmware-Blobs enthalten, nennt diese aber „inoffiziell“ und verlangt von Nutzern, sich zum gewünschten Image durchzuklicken.

McIntyre strebt an, die Trennung zwischen offiziellen und inoffiziellen Installationsmedien aufzuheben. Pakete, die Firmware-Blobs enthalten, sollen in einen gesonderten Bereich des Debian-Archivs ausgelagert werden und die Pakete Teil der offiziellen Installationsmedien werden. Der Installer soll dann transparent machen, welche Firmware genutzt wird und Nutzer beim Boot entscheiden können, unfreie Firmware zu deaktivieren. McIntyre möchte den künftigen Umgang

Name
 Parent Directory
 11.3.0+nonfree/
 11.3.0-live+nonfree/
 archive/
 current-live/

Bild: cdimage.debian.org

Von Debian gibt es bereits Installationsmedien, die unfreie Firmware enthalten, aber die sind für Nutzer schwerer zu finden.

mit Firmware bald in einer Generalresolution des Debian-Projektes zur Abstimmung stellen. (ndi@ct.de)

Blogbeitrag, inoffizielle Installationsimages: ct.de/yvvsd

MITTWALD



Volle Performance ab dem kleinsten Hosting-Tarif.



Einfach – alle Projekte auf einen Blick



Flexibel – zahl nur das, was du brauchst



Schnell – optimales Setup für deine Kundenprojekte

Jetzt Agentur-Server buchen!

mittwald.de

Mobilprozessoren Ryzen Pro 6000 mit Microsoft-Pluton-Controller

Die Zen-3+-CPUs für Business-Notebooks und mobile Workstations legen vor allem bei der 3D-Leistung der integrierten RDNA2-GPU zu.

Bei der Entwicklung der acht Sechs- und Achtkernprozessoren der Serie Ryzen Pro 6000U/H zielt AMD vor allem auf bessere Effizienz für längere Akkulaufzeiten sowie höhere Grafikperformance. Der Energiebedarf soll durch die Zen-3+-Architektur mit 6-Nanometer-Fertigung und zusätzliche Sparfunktionen sinken. Für ein Notebook mit dem Achtkerner Ryzen 7 Pro 6850U und einem 76-Wh-Akku verspricht der Chiphersteller eine Laufzeit von bis zu 29 Stunden beim Abspielen von Videos.

Die größten Änderungen gibt es bei der integrierten Grafik: Im Maximalausbau enthält die GPU nun 768 statt 512 Shader-Einheiten, die mit 3,3 statt 2,0 GHz Takt arbeiten. Zudem wechselt AMD von der GCN- zur wesentlich moderneren RDNA2-Architektur. Dadurch soll die 3D-Leistung im Vergleich zu den Vorgängern um 50 Prozent steigen, und zwar bei identischem Power-Budget.

Zur Auswahl stehen vier Prozessoren der Serie Ryzen Pro 6000H(S) mit 35 be-

ziehungsweise 45 Watt für leistungsstarke Business-Notebooks und mobile Workstations, beispielsweise für Videoschnitt oder CAD-Anwendungen mit zertifizierten Treibern. Für schlanke Laptops bietet AMD zwei CPUs der Serie Ryzen Pro 6000U mit 28 Watt Thermal Design Power an. Exklusiv Lenovo vorbehalten bleibt der Achtkerner Ryzen 7 Pro 6860Z für das 13-Zoll-Notebook ThinkPad Z13, zu dem AMD keine weiteren technischen Daten veröffentlicht hat.

Alle Ryzen Pro 6000U/H(S)/Z binden wahlweise DDR5-4800-SODIMMs oder schnelleres, aufgelötetes LPDDR5-6400-RAM an. Sie enthalten zudem den Sicherheitscontroller Microsoft Pluton, der erstmals 2013 in der Spielekonsole Xbox One zum Einsatz kam. Er ist von den restlichen CPU-Bestandteilen isoliert, sodass geschützte digitale Schlüssel ihn nicht verlassen können. Die Integrität des Controllers und seiner Firmware sollen Microsoft-Azure-Server prüfen, was auch als Chip-to-Cloud-Security bezeichnet wird. Erste Geräte mit den neuen Business-Mobilprozessoren sollen in den nächsten Wochen und Monaten von HP und Lenovo in den Handel kommen. (chh@ct.de)

Die Mobil-CPU's Ryzen Pro 6000 laufen beim Auftragsfertiger TSMC in 6-Nanometer-Technik vom Band.

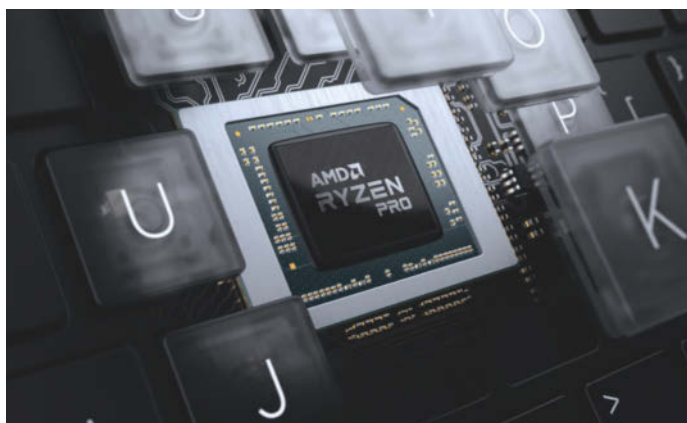


Bild: AMD

Business-Mobilprozessoren Ryzen Pro 6000U/H

Prozessor	Kerne / Threads	Takt / Turbo	GPU / Shader	TDP
Ryzen 9 Pro 6950H	8 / 16	3,3 / 4,9 GHz	Radeon 680M / 768	45 W
Ryzen 9 Pro 6950HS	8 / 16	3,3 / 4,9 GHz	Radeon 680M / 768	35 W
Ryzen 7 Pro 6850H	8 / 16	3,2 / 4,7 GHz	Radeon 680M / 768	45 W
Ryzen 7 Pro 6850HS	8 / 16	3,2 / 4,7 GHz	Radeon 680M / 768	35 W
Ryzen 5 Pro 6650H	6 / 12	3,3 / 4,5 GHz	Radeon 660M / 384	45 W
Ryzen 5 Pro 6650HS	6 / 12	3,3 / 4,5 GHz	Radeon 660M / 384	35 W
Ryzen 7 Pro 6850U	8 / 16	2,7 / 4,7 GHz	Radeon 680M / 768	28 W
Ryzen 5 Pro 6650U	6 / 12	2,9 / 4,5 GHz	Radeon 660M / 384	28 W

Sonderheft: c't Raspi-Toolbox



Der Raspberry Pi ist der Lieblingsrechner der c't-Redaktion: klein, universell, günstig und dank offener Software auch ohne die Anbindung an einen großen Konzern nutzbar. Im diesjährigen **Raspi-Sonderheft** hat die Redaktion die besten Projekte des vergangenen Jahres neu zusammengestellt und überarbeitet. c't Raspi zeigt, wie man den Raspi im Wohnzimmer als Zuspätsender für Spotify oder Apple Music einrichtet, 4K-Filme in HDR schaut oder ihn in eine Retro-Konsole mit vielen coolen Spielen verwandelt.

Konfiguriert man ihn mit der passenden Software, eignet er sich als Einbruchsmelder für das hauseigene WLAN oder als Server, auf dem man seine Passwörter für die diversen Webdienste speichert. Noch mehr Sicherheit verspricht die Installation von Syncthing auf dem Raspi und den Endgeräten im Haushalt: Damit erledigt der Raspi das Backup aller neuen Dateien vollautomatisch, ein Datenverlust ist damit nahezu ausgeschlossen.

c't Raspi-Toolbox gibt es sowohl auf Papier als auch in digitaler Form. Die PDF-Ausgabe kostet 12,99 Euro und ist im heise Shop, bei Amazon sowie in unseren Android- und iOS-Apps erhältlich. Die Print-Ausgabe kostet 14,90 Euro, im Bundle mit der Digitalausgabe ist sie für 19,90 Euro erhältlich. Zusätzlich hat der heise Shop noch ein Superbundle aus Heft, PDF und dem Buch „Raspberry Pi programmieren mit Python“ für 44,89 Euro geschnürt. (ll@ct.de)

AUF ERFOLG GEBÜRSTET.

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



bestzero



VPN

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

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



Cordaware
bestzero



Verfügbar für Windows, macOS, Linux und Android

Cordaware GmbH Informationslogistik +++ Fon +49 8441 8593200 +++ info@cordaware.com +++ www.cordaware.com



Snapshot-Verlust bei Hetzner

Ein Ausfall mehrerer Festplatten im Nürnberger Rechenzentrum des Hosting-Anbieters führte zum Verlust von rund 1500 Snapshots. Das Ausmaß des Schadens ist unbekannt.

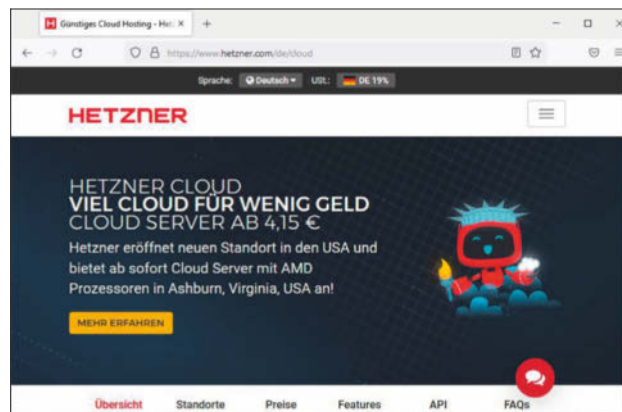
Redundanz hilft nicht immer: Der Nürnberger Hosting-Anbieter Hetzner musste einigen Kunden gegenüber einen Datenverlust vermelden. Die Daten waren nach Angaben des Unternehmens redundant mittels Erasure Coding auf einem Ceph-Cluster gespeichert – das sorgt in der genutzten Konfiguration eigentlich dafür, dass auch beim Ausfall zweier Festplatten kein Datenverlust auftritt.

Der Ausfall einer dritten Festplatte während des Rebuilds aber führte zum Verlust von rund 1500 Snapshots, von dem nach Unternehmensangaben mehrere Kunden eines Hetzner-Clouddienstes betroffen waren. Diese wurden nach Angaben des Sprechers per E-Mail darüber informiert, Berichten zufolge haben sie einen Gutschein für einen Hetzner-Dienst als Entschädigung erhalten. Auf der Status-

seite des Unternehmens (status.hetzner.com/de) gab es keine Informationen zu dem Vorfall.

Hetzner kündigte an, das Verfahren zur Replikation der Snapshot-Daten sowie zur Vorgehensweise beim Ersatz defekter Festplatten zu überprüfen und wenn möglich zu optimieren. Die betroffenen Kunden hatten verschiedenen Angaben zufolge selbst nicht die Möglichkeit, von ihren Snapshots Backups anzulegen, sie waren auf die Möglichkeiten des Clouddienstes angewiesen.

Ob bei einem der betroffenen Kunden ein Datenverlust auftrat, ist unbekannt, auch Hetzner schweigt sich dazu aus. Von dem Ausfall betroffen waren lediglich die Snapshots, nicht aber die originalen Produktionsdaten auf den Arbeitsfestplatten oder -SSDs. In Fällen, bei denen eine virtuelle Maschine bereits abgeschaltet war, könnten Daten verloren gegangen sein – aber ob die Daten einer solchen VM wichtig waren, steht auf einem anderen Blatt. (ll@ct.de)



Hetzner wirbt mit günstigem Cloud-Hosting – aber trotz redundanter Absicherung kam es zum Datenverlust.

Server mit Umweltsiegel „Blauer Engel“

Die bayerische Firma Thomas-Krenn ist die erste, die **Server mit dem Umweltsiegel „Blauer Engel“** verkauft. Bisher sind zwei ähnlich aufgebaute Rack-Einschubserver mit je zwei Höheneinheiten (2 HE) lieferbar: der eine mit herkömmlicher Luftkühlung, der andere mit Wasserkühlern zum Anschluss an ein Kühlsystem der Dresdner Firma Cloud&Heat. Die Kriterien des „Blauen Engel“ bescheinigen den Servern, dass sie (gemäß „Energy Star“-Vorgaben) vergleichsweise sparsam arbeiten und dass bei ihrer Herstellung auf geringe Umweltbelastung geachtet wurde.

Beide Server sind mit je einem oder zwei Intel-Xeon-SP-Prozessoren der vor-

letzten Generation „Cascade Lake“ bestückt. Der luftgekühlte „2HE Intel Dual-CPU RI2208 Scalable [Ver.3.0]“ ist ab 1660 Euro erhältlich, hat in der Basisausstattung allerdings nur einen einzigen Sechskern-Prozessor, 32 GByte RAM sowie weder SSD noch Festplatte. In dieser Konfiguration schluckt er unter Volllast maximal 251 Watt elektrischer Leistung, wie der Online-Konfigurator von Thomas-Krenn verrät. Der Server lässt sich maximal mit zwei 24-Kern-CPU-s sowie bis zu 2 TByte RAM und acht SATA-SSDs bestücken. Die wassergekühlte Version ist für höchstens zwei Achtkerner und 1 TByte RAM ausgelegt. (ciw@ct.de)

Kurz & knapp

Ab Ende Mai liefert IBM die **neue Mainframe-Baureihe z16 mit „Telum“-Prozessoren** aus. Letztere sollen um 40 Prozent schneller sein als ihre Vorgänger und enthalten Beschleuniger für KI-Algorithmen, etwa zur Betrugserkennung bei der Verarbeitung von Finanztransaktionen. Der optionale Koprozessor Crypto Express 8S (CEX8S) bietet quantensichere Algorithmen zur Verschlüsselung (Post-Quantum Cryptography, PQC).

AMD-Xilinx erweitert die FPGA-Baureihe Versal Premium um Versionen mit „AI Engines“ für KI-Algorithmen sowie mit leistungsfähigeren digitalen Signalprozessoren (DSP). Ein solches FPGA kann mehrere hundert KI-Beschleuniger enthalten, bei denen es sich um VLIW-SIMD-Vektorprozessoren handelt. Diese **Versal-Premium-FPGAs sind für Signalverarbeitung mit sehr hohen Anforderungen** gedacht, etwa in Radarsystemen.



Als erster Hersteller liefert Thomas-Krenn Server, die die Vorgaben des „Blauen Engel“ erfüllen.

Microsoft geht SMBv1 an den Kragen

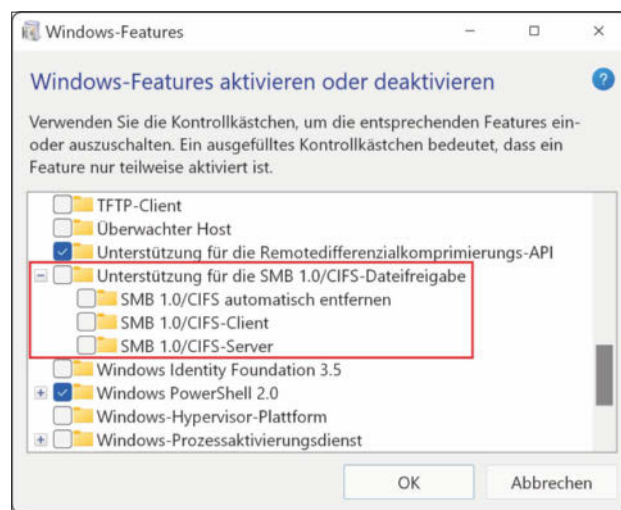
Das uralte und mit Sicherheitslücken gespickte Netzwerkprotokoll SMBv1 soll künftig auch in Windows 11 Home nicht mehr standardmäßig aktiv sein. Längerfristig will Microsoft sogar den Code aus Windows entfernen.

Microsoft möchte die Nutzung des unsicheren Netzwerkprotokolls SMBv1 in Windows mittelfristig noch stärker einschränken als bislang. So soll Windows 11 Home in Version 22H2 – also mit dem nächsten, für den Herbst erwarteten Funktionsupdate – nach einer sauberen Neuinstallation in der Standardeinstellung SMBv1 nicht mehr mitinstallieren. Für neue Vorabversionen aus dem Dev-Kanal des Betatestprogramms Windows Insider gilt die Änderung ab sofort. Bei Upgrades bestehender Installationen soll SMBv1 aber wie gewohnt aktiv bleiben. Über die Funktion „Windows-Features aktivieren oder deaktivieren“ kann man SMBv1 zudem weiterhin wieder hinzufügen.

Langfristig soll sich allerdings auch das ändern: Den Code für SMBv1 will Microsoft in einem späteren Windows-11-Release gänzlich

aus dem System streichen. Wer nach wie vor auf das Uralt-Protokoll angewiesen ist, soll es auch dann noch nachrüsten können – über einen separaten Download, für den Microsoft dann explizit keinerlei Support anbietet.

In der hoffnungslos veralteten Version 1.0 des Dateiaustausch-Protokolls SMB (Server Message Block), die Microsoft bereits vor rund 22 Jahren mit Windows 2000 eingeführt hatte, klaffen seit Jahren schwerwiegende Sicherheitslücken, die unter anderem beim Ransomware-Angriff WannaCry im Jahr 2017 ausgenutzt wurden. Mit dem Ausschleichen von SMB1 hatte Microsoft deswegen bereits in Windows 10 Version 1709 begonnen. Die Serverkomponente (zum Bereitstellen von Ressourcen im Netzwerk) war in sauberen Neuinstallationen seitdem nicht mehr serienmäßig aktiv; der Client (zum Zugriff auf Ressourcen) wurde in Windows 10 Home und Pro zunächst noch mitinstalliert, aber nach 15 Tagen der Nichtbenutzung automatisch entfernt. Seit Version 1809 war dieses spezielle Verhalten nur noch bei der Home-Edition anzutreffen. (jss@ct.de)



Noch lässt sich SMBv1 von Hand aktivieren, doch langfristig will Microsoft den Code des unsicheren Protokolls aus Windows eliminieren.

Nahende Windows-Support-Enden

Windows-10-Nutzer aufgepasst: Wer noch die Version 20H2 von Windows 10 Home, Pro, Pro Education oder Pro für Workstations nutzt, sollte alsbald auf eine neuere Version aktualisieren – am 10. Mai bekommen solche Installationen zum planmäßig **letzten Mal Sicherheitsupdates**.

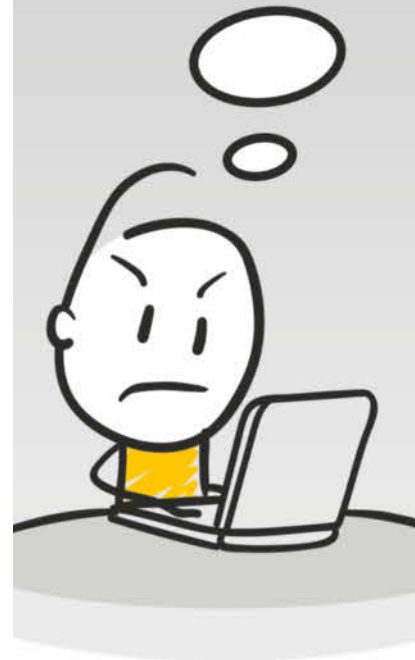
Dasselbe gilt für Version 1909 in den Editionen Enterprise, IoT Enterprise und Education. Version 1909 ist zwar ein Jahr älter als 20H2, als Herbstausgabe (und nur als solche) bekommen die drei genannten Editionen aber

nicht 18, sondern 30 Monate lang Sicherheitsupdates. (jss@ct.de)

Windows-10-Supportdauer

Version	Updates für Home, Pro, Pro Education, Pro für Workstations bis ...	Updates für Enterprise, IoT Enterprise und Education bis ...
21H2	13. Juni 2023	11. Juni 2024
21H1	13. Dezember 2022	13. Dezember 2022
20H2	10. Mai 2022	9. Mai 2023
20H1	(beendet)	(beendet)
1909	(beendet)	10. Mai 2022

USB
an Gast-VM
läuft nicht!



USB-Server hilft:

Reale USB-Ports vom USB-Server über verlässliche Netzwerkanbindung auf virtuelle Maschinen abbilden.



Nicht ärgern,
jetzt testen:

www.wut.de/usb



W&T
www.WuT.de

ARM Cortex-M85 und Anti-RISC-V-Strategie

ARM stellt einen besonders starken Rechenkern für Mikrocontroller vor und stemmt sich gegen wachsende RISC-V-Konkurrenz.

Der ARM-Rechenkern Cortex-M85 ist für Chips gedacht, die in IoT-Geräten mit KI-Funktionen stecken: etwa in IP-Kameras, Lautsprechern mit Sprachsteuerung, Drohnen und Smart-Home-Produkten. Der Cortex-M85 soll Machine-Learning-(ML-)Algorithmen um etwa 20 Prozent schneller verarbeiten als sein Vorgänger Cortex-M55 und viermal so schnell wie der 2014 eingeführte Cortex-M7. Letzterer steckt beispielsweise im STMicro STM32F7, der mit über 200 MHz taktet. Bei Allzweckberechnungen soll der M85 den M7 um 30 Prozent übertreffen.

Schon mit dem Cortex-M55 hatte ARM die SIMD-Befehlssatzerweiterung Helios eingeführt, die KI- und ML-Code beschleunigt. Zusätzlich lassen sich diese Cortex-Kerne mit dem KI-Kern Ethos-U55 koppeln. Unter dem Namen Corstone-310 bietet ARM eine Kombination aus M85

und U55 samt Sicherheitserweiterung und verbindenden Bussystemen an.

Solche vorintegrierten Kombinationen sollen die Chipentwicklung beschleunigen. Mit „ARM Virtual Hardware“, die in der AWS-Cloud läuft, können Programmierer zudem schon früh Code für den neuen Chip schreiben, auch ohne Zugriff auf „echte“ Hardware. Fertige Code-Blöcke stellen wiederum andere Firmen im Rahmen des

ARM offeriert den Cortex-M85 nicht bloß einzeln als „IP-Kern“ (Intellectual Property Core), sondern auch als vorintegriertes „Corstone“-Paket für schnellere Chipentwicklung.

„Project Centauri“ für verschiedene ARM-Kerne, diverse Echtzeitbetriebssysteme und KI-Bibliotheken wie TensorFlow Lite bereit. Mit solchen Angeboten will ARM die erstarkende Konkurrenz durch die offene Befehlssatzarchitektur RISC-V zurückdrängen. Längst ist nämlich der Aufwand für die Entwicklung von Software für moderne Chips höher als für die Entwicklung der Hardware selbst. (ciw@ct.de)

Corstone-310

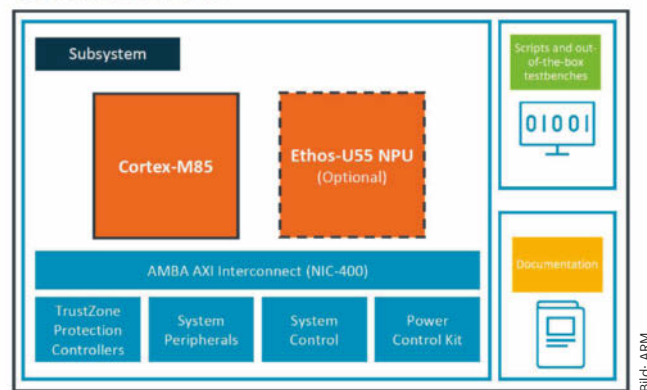


Bild: ARM

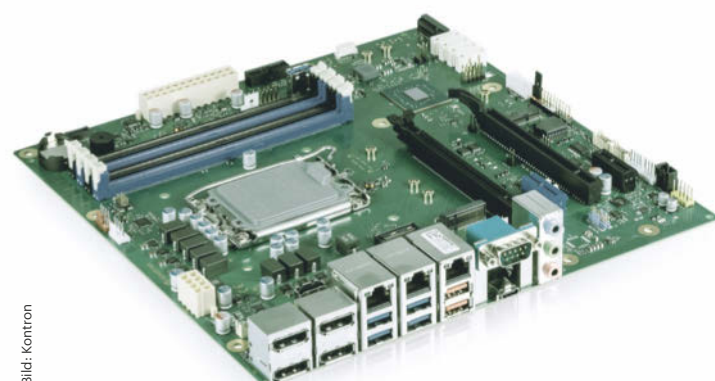
LGA1700-Mainboard für Industriesysteme

Die Intel-Prozessoren der Baureihe Core i-12000 (Alder Lake) gibt es auch in länger lieferbaren Embedded-Versionen vom 35-Watt-Doppelkern Celeron G6900TE bis zum Core i9-12900E mit je acht P- und E-Kernen. Sie sind für den Einsatz etwa in **Industriesteuerungen und Robotern** gedacht. Dazu passende Mainboards mit der Prozessorfassung LGA1700 kündigt Kontron an, etwa das MicroATX-Board K3841-Q µATX mit dem Chipsatz Q670E. Dessen Fernwartungs-

funktionen sind an einer Gigabit-Ethernet-Buchse nutzbar, zusätzlich gibt es zwei Anschlüsse mit 2,5 Gbit/s.

Das K3841-Q µATX ist sieben Jahre lang lieferbar, die Variante K3842-Q mit Q670-Chipsatz (ohne „E“) immerhin fünf Jahre lang. Billiger ist die drei Jahre lang lieferbare Version K3843-B mit dem Chipsatz B660 ohne Fernwartung. Alle Boards nehmen bis zu 128 GByte DDR5-RAM auf und haben je einen PCIe-5.0-Slot.

(ciw@ct.de)



Das Kontron-Mainboard K3841-Q µATX mit dem Chipsatz Q670E für Intels „Alder Lake“-Prozessoren bietet Fernwartung und ist sieben Jahre lang lieferbar.

Bild: Kontron

Entwicklerboard mit Wechsel-RAM

Bisher ist es nur eine Idee: Die chinesischen Entwickler der MangoPi-Einplatinencomputer zeigen **eine Wechselfassung für einen einzelnen DDR3L-SDRAM-Speicherchip**. Die Fassung für einen solchen DRAM-Chip mit 96 Lotkugeln (Ball Grid Array, BGA) wird anstelle des eigentlichen BGA-Chips aufgelötet. Drückt man nun einen passenden Chip auf diese Fassung, stellen winzige Federchen den Kontakt her und halten die Lotkugeln fest.

Im Prinzip lassen sich mit derartigen Wechselfassungen Einplatinencomputer fertigen, bei denen sich der Arbeitsspeicher aufrüsten lässt. Ein einzelner DDR3L-SDRAM-Chip mit 8 GBit (1 GByte) Kapazität kostet beim Distributor Mouser rund 34 Euro. Doch es gibt einen Haken: Die Chipfassungen sind für Tests und Entwicklungssysteme gedacht und teuer. Das US-Unternehmen Ironwood nennt beispielsweise für eine BGA-96-Fassung für ein DDR3L-x16-SDRAM einen Richtpreis von etwa 260 US-Dollar. (ciw@ct.de)

Mehr Chips fürs Multigigabit-WLAN

Kurz vor Ostern hat Broadcom dicke Eier gelegt: Vier Bausteine für den nächsten WLAN-Standard sollen in Basisstationen funken, ein weiterer ist für Clients vorgesehen. Alle versprechen Multigigabit-Durchsatz und schieben damit den Wi-Fi-7-Zug an.

Die kommenden Broadcom-Bausteine BCM6726, 67263, 43720 und 43740 sind für Access-Points und Router vorgesehen. Der 43720er soll in Firmen-APs arbeiten und mit zwei MIMO-Streams (siehe ct.de/ybe7) bei maximaler Signalbreite von 160 MHz 2,9 Gbit/s brutto übertragen. Sein Kompagnon 43740 treibt das mit vier Streams und 320 MHz auf bis zu 11,5 Gbit/s hoch. Die 67er-Geschwister für „Residential APs“ – also Basen für kleine Netze und Heimanwendung – funken mit vier Streams und kommen im Bestfall auf 5,8 und 11,5 Gbit/s (6726: max. 160 MHz Signalbreite, 67263: 320 MHz). Mit den für Mobilgeräte typischen Zwei-Stream-Clients und dem für Wi-Fi 6 typischen Netto/Bruttoverhältnis von 66 Prozent darf man auf Anwendungsebene also Datenraten bis 4 Gbit/s erwarten.

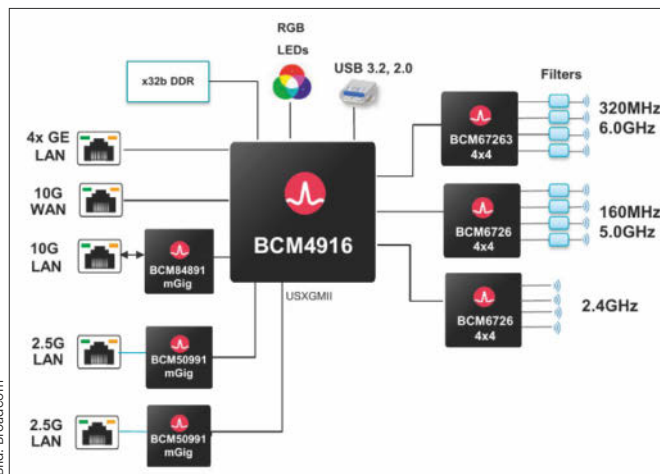
Die vier AP-Chips arbeiten in allen drei WLAN-Bändern, also 2,4, 5 und 6 GHz, bei sehr guter Funkverbindung mit der bei Wi-Fi 7 höchsten vorgesehenen Modulationsstufe 4096QAM (12 Bit/Sym-

bol; Wi-Fi 6/6E: max. 1024QAM, 10 Bit/Symbol, max. 160 MHz Signalbreite). Mit kompatiblen Clients können sie per Multi-Link Operation (MLO) Daten gleichzeitig in zwei Bändern übertragen.

Dafür eignet sich der ebenfalls angekündigte Client-Baustein BCM4398: Er bringt Mobilgeräte mit zwei MIMO-Streams und maximal 6 Gbit/s brutto ins Wi-Fi-7-WLAN. Ein separates „Scan Radio“ soll für glatteren Funkbetrieb sorgen, indem es unabhängig von der WLAN-Schnittstelle das Spektrum nach alternativen Basen absucht, was das Roaming erleichtert. Ferner hat der BCM4398 eine Schnittstelle gemäß Bluetooth 5.2 (Sendeleistung Class 1 oder 2).

Broadcom liefert nach eigener Angabe bereits Muster an Kunden aus. Erste Geräte mit den Wi-Fi-7-Chips könnten daher schon Ende 2022 erscheinen. Damit bekommt der Wi-Fi-7-Zug mehr Schwung. Aber die derzeit auf den Markt kommende Zwischenstufe Wi-Fi 6E (Wi-Fi-6-Erweiterung fürs 6-GHz-Band) gerät deswegen nicht automatisch unter die Räder: Wer jetzt sein Wi-Fi-4-WLAN ablösen will, tut mit Wi-Fi 6E keinen Fehlgriff. Denn bis sich die Besonderheiten von Wi-Fi 7 – etwa der 320-MHz-Betrieb und MLO – in der Client-Flotte verbreitet haben, wird es noch Jahre dauern. (ea@ct.de)

WLAN-FAQ: ct.de/ybe7



Passender Prozessor für die neuen Wi-Fi-7-Chips: Broadcoms BCM4916 soll mit seinen vier ARMv8-B53-Kernen Router und Access-Points der 10-Giga-bit/s-Klasse antreiben. Der Bruttodurchsatz eines so bestückten Geräts könnte bis 19 Gbit/s reichen.

Cell-Broadcast: Test am Alarmtag

Der für die **Verbreitung von Warn- und Katastrophenmeldungen** an Mobilfunkgeräte vorgesehene Kurznachrichtendienst Cell-Broadcast wird hierzulande laut dem deutschen Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) beim landesweiten Warnntag 2022 das erste Mal getestet. Das genaue Datum steht zwar noch nicht fest, doch das BBK

peilt September an. So wird das System nicht pünktlich zum Stichtag des EU-Kodexes für elektronische Kommunikation am 21. Juni starten: Das BBK rechnet damit, dass die Schnittstelle zu den Mobilfunkbetreibern bis zum 30. Juni fertig ist.

Nach den Fluten in Mitteleuropa im Juli 2021 hatte die damalige Bundesregierung die Einführung nach langen Diskussionen beschlossen. Damals kamen über 220 Menschen ums Leben – viele, weil sie keine Warnung erhielten. Kritik wurde laut, weil Deutschland auf nachzurüstende Smartphone-Apps für iOS und Android setzt und nicht auf Cell-Broadcast, das als Teil der GSM-, UMTS-, LTE- und 5G-Spezifikationen herstellerunabhängig und ohne Internetverbindung auf allen Mobiltelefonen weltweit funktioniert.

(amo@ct.de)

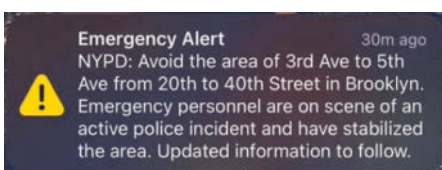


Bild: Stephanie Brown

Cell-Broadcast-Mitteilungen, wie hier aus dem US-amerikanischen Emergency Alert System, sind eine Standardfunktion moderner Mobilfunknetze.

Kurz & knapp: Netze

Anfang Mai will Devolo den für seine Giga-Bridge angekündigten **Multi-point-Betrieb per Firmware-Update** herausbringen. Damit kann man mehr als zwei Giga-Bridges in einem Netz verwenden, um alte Leitungen (TV-Koaxkabel oder Telefonkabel) als gigabitfähige Datentransporteure einzuspannen.

Allied Telesis bietet mit dem TQ6702 GEN2 einen **Wi-Fi-6-Access-Point für Firmen** an, der über gleich acht MIMO-Streams funkt. Damit sollte sich das Gerät besonders gut für Multi-User-MIMO eignen. Es erreicht laut Hersteller maximal 4,8 Gbit/s brutto.

Entwicklerkit für berührungsloses Messen und Steuern

Zu den interessanten Kaninchen der jüngeren IT-Geschichte, die Nachrichtentechniker aus dem Hut gezogen haben, gehört die Gestensteuerung auf Grundlage der Time-of-Flight-Technik. Nun bündelt der Chip-Hersteller STMicroelectronics seinen FlightSense-Chip und eine Entwicklungsumgebung zu einem „schlüssel-fertigen“ Paket für Ingenieure.

Ursprünglich ein Merkmal von High-End-Fahrzeugen, kann die Gestensteuerung die Interaktion mit zahlreichen Geräten vereinfachen. Auch lassen sich damit Taster einsparen. Etwas weiter gedacht erweist sich die Technik aber auch deshalb als interessant, weil ein Time-of-Flight-Sensor Aufschluss darüber gibt, ob ein User mit dem Gerät überhaupt interagiert: Nähert sich eine Person und bleibt dann vor einem

Gerät mit Gestensteuerung stehen, schaltet es sein Display automatisch ein (auto wakeup). Bewegt man sich fort, schaltet das Gerät sein Display nach einer gewissen Frist ab (automatic walk away timeout). Wenn Personen lediglich vorbeilaufen, ignoriert sie das Gerät sinnvollerweise.

Diese Funktionen und auch diverse Handgesten demonstriert STMicroelectronics einleuchtend mit einer Thermostatsteuerung (siehe ct.de/yr6j). Dabei interpretiert die Software STSW-IMG035 die Daten des FlightSense-Chips VL53L5CX so, dass man mit Wischgesten in Menüs blättern und mit Neig-Gesten auf der Temperaturskala auf oder ab fahren kann. Nebenbei dürfte die berührungslose Interaktion die Ausbreitung von Keimen über Flächen von viel frequentierten Geräten wie Fahrkartenautomaten deutlich reduzieren.

Das Kombi-Paket aus ToF-Sensor und Software eignet sich, um berührungslose Steuerungen in Haushaltsgeräten, Beleuchtungen, Headsets oder Smartphones zu implementieren. Alternativ kann man es zur berührungslosen Distanzmessung nutzen, beispielsweise um den Füllstand von Behältern zu ermitteln.

Der FlightSense VL53L5CX misst die Distanz optisch per Time-of-Flight-Technik in bis zu 64 Zonen gleichzeitig und liefert so beispielsweise Koordinaten einer Hand mit einer Zeitauflösung von minimal 17 Millisekunden. So lassen sich Gesten wie Tippen, Streichen oder Niveauänderungen umgehend erkennen. Die ToF-Implementierung ist kostengünstiger als die herkömmliche Gestenerkennung mit Kameras, kommt ohne die in sicherheitskritischen Umgebungen unerwünschte Bildverarbeitung und ohne externe Beleuchtung aus.

Der Gestenalgorithmus kann auf einem stromsparenden Mikrocontroller laufen. Das Softwarepaket STSW-IMG035 hat die Chip-Schmiede mitsamt Bibliotheken und Beispiel-Code eigens für den VL53L5CX entwickelt. Sie eignet sich für „alle STM32-Mikrocontroller“. Der VL53L5CX liefert präzise Entfernungsangaben auf bis zu vier Meter Distanz in einem quadratischen Sichtfeld mit einem Blickwinkel von 63 Grad. Dabei sendet eine Laserdiode Infrarotsignale, die eine besonders empfindliche Photodiode (Single-Photon Avalanche Diode, SPAD) detektiert. Der VL53L5CX steckt in einem 6,4 × 3,0 × 1,5 Millimeter großen, 16-poligen LGA-Gehäuse und ist ab 3,90 US-Dollar erhältlich. (dz@ct.de)

Infos zum VL53L5CX: ct.de/yr6j



Bild: STMicroelectronics

Bildstabilisierung per App

Zwei neue Apps belegen, dass sich Sensoren moderner IT-Geräte für weitere, bei der Entwicklung nicht bedachte Anwendungen nutzen lassen: Die kostenlose iPad-App Staybl liest Beschleunigungssensoren von iPads aus, um Patienten mit Parkinson-Syndrom und Handtremor zu helfen, trotz Handzitterns im Internet zu surfen. Die Entwickler gehen von Patienten im Rollstuhl aus, die ein Tablet in der Hand halten. Staybl verkleinert das Browserfenster und **gleicht das Zittern der haltenden Hand durch Gegenbewegungen des Browserfensters aus**. Staybl haben die

Firma Havas und die Deutsche Parkinson-Gesellschaft entwickelt. Die App setzt ein iPad mit iPadOS 14 voraus.

Die iPhone-App Posture Pal liest Daten von Beschleunigungssensoren in Apples AirPods aus, um die Kopfhaltung zu ermitteln und so auf die Nackenbelastung rückzuschließen. Bei Überschreitung von Grenzwerten warnt sie beispielsweise per Vibration. Posture Pal kostet 3 Euro. Im Demo-Modus läuft die App zehn Minuten lang. Sie eignet sich für AirPods Pro, AirPods der dritten Generation, AirPods Max sowie für Beats Fit Pro. (dz@ct.de)



Bild: Havas

In IT-Geräten eingebaute Sensoren lassen sich vielfältig nutzen. Die App Staybl soll Parkinson-Patienten mit Handtremor beim Surfen per iPad helfen.

Cyber-Erpressung: Kein Grund zur Entwarnung

Eine aktuelle Angriffswelle zeigt, dass man sich im Kampf gegen Emotet & Co. keinesfalls zurücklehnen darf. Auch in der c't-Redaktion traf eine Trojaner-Mail ein, die so authentisch aussah, dass wir sie uns näher ansehen mussten.

Cyber-Ganoven gehen aktuell wieder verstärkt mit täuschend echt wirkenden Phishing-Mails auf Opferfang. Auch in der c't-Redaktion traf jüngst eine gut gemachte Phishing-Mail ein, die Mails aus einem vorangegangenen Schriftverkehr mit einem Hersteller zum Verwechseln ähnlich sah. Sie enthielt sogar Auszüge aus den alten Mails, der Absendername stimmte ebenfalls. Skeptisch stimmte uns aller-

dings, dass sich die Mailadresse geändert hatte.

Gewissheit lieferte eine Analyse der in der Mail verlinkten Excel-Datei in einer abgeschotteten Testumgebung: Sie forderte uns auf, die geschützte Ansicht von Excel zu deaktivieren – ein alter Trick, um Makros auszuführen. Der Makro-Code sollte den eigentlichen Schädling nachladen.

Dieses sogenannte Dynamit-Phishing ist die Königsklasse unter den Phishing-Mails. Erstmals im größeren Stil hat sich die Emotet-Bande dieses perfiden Tricks bedient. Solche Mails sind schwer zu entlarven, weil sie wie in unserem Fall Auszüge aus echten Mail-Konversationen enthalten, an denen die Empfänger beteiligt waren. Diese Informationen haben die

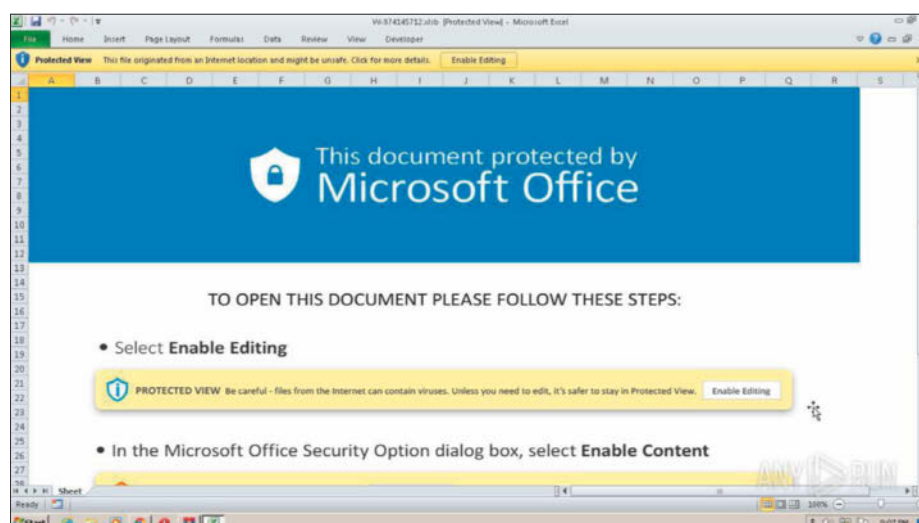
Cyber-Gangster zuvor aus den Postfächern anderer Opfer kopiert.

Das bedeutet, dass Sie davon ausgehen müssen, dass der angebliche Absender bereits von dem Schädling infiziert wurde. Warnen Sie ihn am besten. Allzu oft fallen die Empfänger solcher Mails auf den Trick herein. Allein der finanzielle Schaden, den Emotet angerichtet hat, lässt sich kaum noch beziffern.

Im aktuellen Fall handelte es sich jedoch nicht um Emotet, sondern um Qakbot, der sich das Dynamit-Phishing im Herbst vergangenen Jahres zu eigen gemacht hat und gerade wieder die große Runde macht. Aktuelle Daten des Botnet-Trackers URLhaus zeigen, dass der Schädling noch Ende April massenhaft verbreitet wurde. Auch Emotet treibt weiter sein Unwesen, wenngleich das BKA zwischenzeitlich die Zerschlagung der Bande vermelden konnte.

Es gibt also keinen Grund, sich entspannt zurückzulehnen: Cyber-Erpressung ist weiterhin eine große, reale Gefahr und wer nicht darauf vorbereitet ist, der hat früher oder später ein Problem. Es gilt, bei E-Mail-Anhängen und -Links eine gesunde Portion Misstrauen an den Tag zu legen und diese beim geringsten Zweifel lieber nicht zu öffnen. Office-Makros sollten Sie vorsichtshalber abschalten, wenn Sie nicht darauf angewiesen sind.

Außerdem zählen vor allem drei Dinge: Backups, Backups, Backups! Im Ernstfall muss sich alles, was Ihnen lieb und teuer ist, zuverlässig wiederherstellen lassen – von einem Ort, den die Ransomware nicht erreicht. (rei@ct.de)



Brandgefährlich: Wären wir den Anweisungen gefolgt, wäre dieses Heft vielleicht nicht erschienen.

Microsoft gelingt Schlag gegen Botnetz ZLoader

Microsoft hat nach eigenen Angaben über einen Gerichtsbeschluss **65 Domains des Botnetzes ZLoader zugesprochen bekommen**. Damit schwächt das Unternehmen das Einflussgebiet des Botnetzes und reduziert dessen Schlagkraft erheblich. Abgesehen von Microsofts hauseigener Kriminalabteilung Digital Crimes Unit (DCU) waren namhafte Firmen und Institute wie Avast, ESET und Black Lotus Labs von Lumen an der Aktion beteiligt (siehe ct.de/yt8d).

Microsoft will die Domains nun zu einem eigenen Sinkhole umleiten; also zu

abgekapselten Servern, auf die die Betreiber des Botnetzes nicht mehr zugreifen können. ZLoader verwendete die Domains unter anderem für die Kommunikation mit dem Botnetz. Laut Microsoft sei das nächste Ziel, neuen Domain-Registrierungen von ZLoader zuvorzukommen und zu verhindern, dass sich das Botnetz wieder ausbreitet. ZLoader besitzt nämlich einen Domain-Generation-Algorithmus (DGA), der neue Domains automatisch registriert, die als Backup dienen sollen. Vor Gericht bekam Microsoft daher die Kontrolle über weitere 319 DGA-Domains.

Die Kriminellen hinter dem Botnetz machten sich vor einigen Jahren einen Namen, weil sie sich an Bankkonten bereicherten, nachdem sie zuvor die dazugehörigen Zugangsdaten geklaut hatten. Mittlerweile hat sich ZLoader umorientiert und bietet Ransomware-as-a-Service an, um Erpressungstrojaner wie Ryuk auszuliefern. Ein Fehler aus Sicht der Kriminellen, denn das Botnetz geriet wohl aufgrund ihrer jüngsten Aktivitäten ins Visier der DCU. (wid@ct.de)

Microsofts Pressemitteilung: ct.de/yt8d

Alexa, lern Sprachen!

Amazon will Spracherkennung voranbringen

Amazon stellt einen umfangreichen Sprachdatensatz frei zur Verfügung und ruft zur Teilnahme an einem Wettbewerb rund um die Erkennung gesprochener Sprache auf. Beides hat ein Ziel: Die Sprachassistentin Alexa soll neue Sprachen lernen.

Von Dorothee Wiegand

Der Name ist Programm: „MASSIVE“ heißt der Sprachdatensatz, den Amazon unter einer CC-BY-4.0-Lizenz veröffentlichte. Das steht für „Multilingual Amazon SLURP (Spoken Language Understanding Resource Package) for Slot Filling, Intent Classification and Virtual Assistant Evaluation“. SLURP ist ein Paket ausschließlich englischsprachiger Audiodaten, das ein Team von Spracherkennungsexperten 2020 zusammenstellte. Es ist der Kern des MASSIVE-Datensatzes. Die Sammlung steht auf Github ebenfalls frei zur Verfügung (siehe ct.de/yvba). Sie besteht aus rund einer Million typischen Anfragen, wie sie Nutzer von Sprachassistenten üblicherweise an Alexa, Siri und ähnliche Systeme richten.

Aus 1 mach 51

Wissenschaftler im Alexa-AI-Team bei Amazon ließen die rein englischen SLURP-Daten von menschlichen Übersetzern in 50 weitere Sprachen übertragen. Nach dieser Vorarbeit könnte ein einziges Sprachmodell in der Lage sein, gesprochene Spracheingaben in allen beteiligten Sprachen ebenfalls zu verstehen und zu bearbeiten – so die Hoffnung der Forscher bei Amazon. Das Unternehmen möchte Entwickler auf der ganzen Welt motivieren, dies praktisch auszuprobieren.

Dazu organisiert Amazon einen Wettbewerb. Im ersten Teil sollen die Teilnehmer ein Sprachmodell mit den bereitge-

stellten Sprachdateien aller 51 Sprachen trainieren. Die zweite Aufgabe wird darin bestehen, lediglich die englische Version des vortrainierten Sprachmodells weiter anzupassen und zu optimieren. Anschließend sollen Tests zeigen, ob die Optimierung auch in den übrigen 50 Sprachen Verbesserungen gebracht hat. Teil eins des Wettbewerbs startet Ende Juli. Auf die Gewinner wartet die Einladung, Anfang Dezember 2022 bei einem Workshop zum Thema über ihre Arbeit zu referieren.

Sprachassistenten für alle

Amazon erhofft sich von der Freigabe des riesigen Datensatzes und dem Wettbewerb einen Durchbruch in der maschinellen Erkennung gesprochener Sprachen. „Cross-linguistic training“, eine Art Lerntransfer von einer Sprache zur anderen, ist das Ziel. „Stellen Sie sich vor, alle Menschen auf der ganzen Welt könnten Sprachassistenten wie Alexa in ihrer eigenen Sprache nutzen“ – mit dieser Vision beginnt der Beitrag im Wissenschaftsblog des Unternehmens, der das Projekt vorstellt. Aktuell versteht und spricht Alexa nur sieben Sprachen. Auch wenn es gelänge, diese Zahl auf 51 zu erhöhen, wäre das

selbstgesteckte Ziel allerdings noch in weiter Ferne, denn es gibt mehr als 7000 Sprachen auf der Welt.

Weil jede Sprachäußerung parallel in 51 Sprachen vorliegt, soll das Training eines Sprachmodells in nur einer Sprache ausreichen. Als Beispiel nennt der Beitrag die Anfrage „What is the temperature in New York?“. Ein Sprachmodell sollte dies als eine Interaktion vom Typ „weather_query“ erkennen, mit den Schlüsselwörtern „Temperatur“ als Wetterbeschreibung und „New York“ als Ortsangabe. Sobald das Sprachmodell dies für Englisch gelernt hat, kann es auch die korrespondierenden Sätze in anderen Sprachen richtig verarbeiten, hoffen die Wissenschaftler bei Amazon. Das 22 Seiten lange wissenschaftliche Paper zum gerade veröffentlichten Datensatz (siehe ct.de/yvba) spart auch die Schwierigkeiten nicht aus, die sich bei Projekten dieser Art durch grundsätzliche Unterschiede in der Grammatik der beteiligten Sprachen ergeben, und gewährt detaillierte Einblicke in die Arbeitsweise von Sprachassistenten. (dwi@ct.de) **ct**

Sprachdaten bei GitHub, Paper dazu:
ct.de/yvba



Amazon veröffentlicht einen gewaltigen Datensatz und erhofft sich von der Community im Gegenzug Mithilfe bei der Spracherkennungstechnik seiner Sprachassistentin Alexa.

Nanorepeater schluckt Störsignale in der Glasfaser

Eine richtungsabhängige Repeater-Technik soll künftig gewünschte Signale in Glasfasernetzen verstärken und Störsignale in der Gegenrichtung auslaufen lassen.

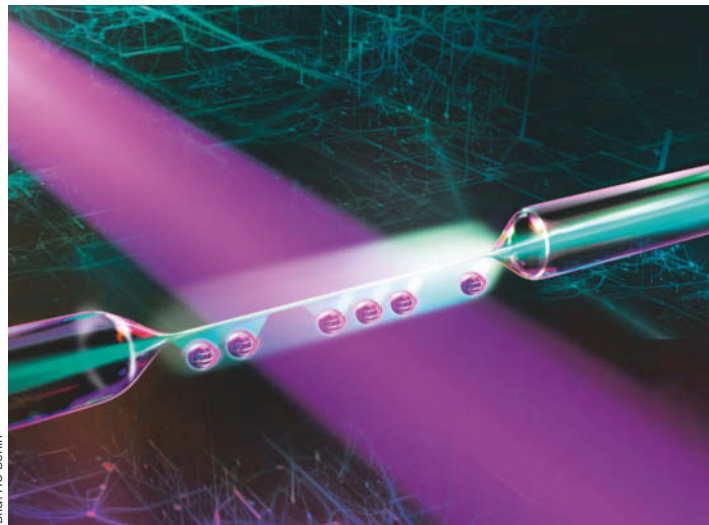
Ein Forscherteam um den Quantenphysiker Arno Rauschenbeutel an der Humboldt-Universität Berlin hat mit Nanoeffekten eine neuartige Repeater-Technik für Glasfasernetze entwickelt. Zentrales Element des neuen Ansatzes ist eine Verjüngung der Glasfaser. An dieser Stelle hat sie einen Durchmesser von nur noch einem Hundertstel eines menschlichen Haares, etwa 0,5 Mikrometer; übliche Lichtwellenleiter sind wenigstens 9 Mikrometer stark (Singlemode).

Das Licht in der ultradünnen Glasfaser ragt über deren Außenrand hinaus, die Forscher nennen das ein evaneszentes Lichtfeld. Sie erkannten, dass dieses Lichtfeld durch eine Wechselwirkung von Lichtwelle und Glasfaserrand im Uhrzeigersinn zu rotieren beginnt. In weiteren Versuchen gelang es, Atome außen an der dünnen Faser mit Laserlicht ebenfalls in Rotation zu versetzen. Wenn die angeregten Atome den gleichen Drehsinn einnahmen wie das Lichtfeld, dann verstärkten sie dieses – der

Nanorepeater regeneriert auf diese Weise das durchgehende Lichtsignal.

Gleichzeitig zeigte sich, dass die per Laser angeregten Atome auf Lichtstrahlen in der Gegenrichtung nicht verstärkend wirkten, denn diese Strahlen erzeugten im verjüngten Glasfaserabschnitt ein Lichtfeld mit entgegengesetzter Rotation. Die Nanorepeater sind demnach in der Lage, optische Signale in einer Richtung zu regenerieren und etwaige Störsignale in der

anderen Richtung zu ignorieren, sodass die Störsignale unverstärkt auslaufen. In Laborversuchen erreichten die Forscher mit ihrem Nanorepeater eine Verdopplung der Lichtintensität in einer Richtung, während er Signale in Gegenrichtung tatsächlich nicht messbar verstärkte. Ein weiteres Anwendungsfeld neben Glasfasernetzen sieht Rauschenbeutel in Quantencomputern mit supraleitenden Quantenschaltkreisen. (agr@ct.de)

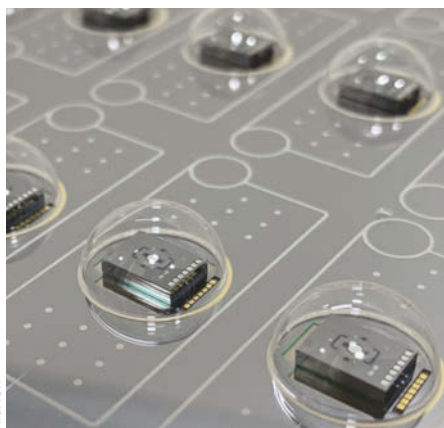


Lichtwellen im ultradünnen Glasfaserabschnitt erzeugen ein Lichtfeld über die Ränder der Faser hinaus. Per Laser angeregte Atome an der Außenseite (im Schaubild violette Kugeln) verstärken Lichtsignale nur, wenn diese von links nach rechts laufen.

Bild: HU Berlin

Waferkapseln für optische Bauteile

Forscher am Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie (ISIT) in Itzehoe haben Verfahren und Fertigungslinien für opti-



Kleine Glasdome schützen optische Scanner und ihre filigranen Mikrospiegel auf einem Siliziumwafer.

Bild: ISIT

sche Komponenten auf Wafern weiterentwickelt. Sie erzielen beispielsweise aus einem hochviskosen, also dickflüssigen Glas-Fluid durch Ausblasen unter geringem Gasdruck eine Oberfläche, deren Rauigkeit unter einem Nanometer liegt. Damit lassen sich optische Linsen oder Hohlspiegel für Mikrosysteme produzieren. Simulationsprogramme helfen, die gewünschten Formen zu erzeugen.

In einem zweiten Verfahren befestigen sie kleine Glasgehäuse durch sogenanntes anodisches Bonden auf Siliziumwafern. So lassen sich einzelne Bauelemente wie Kamerachips, Lichtsensoren oder optische Scanner mit Mikrospiegeln **nach der Herstellung direkt auf dem Wafer einkapseln**. Die Schutzatmosphäre unter dem Glasdom kann aus verschiedenen Gasen bestehen, bei Bedarf lässt sich auch ein Vakuum verkapseln. (agr@ct.de)

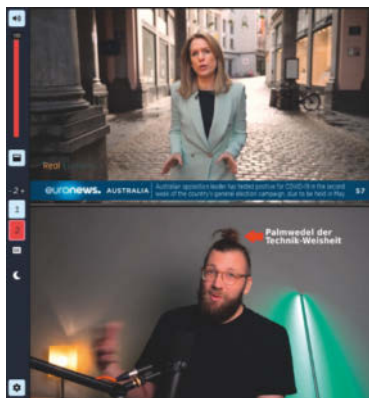
36 Qubits auf Standard-Blades

Fujitsu hat ein Clustersystem entwickelt, das einen **36-Qubit-Quantencomputer simuliert**. Der Quantensimulator belegt in einem Rechenzentrum 64 Knoten auf 2U-Rack-Servern des Typs PrimeHPC FX700. Diese luftgekühlten Server beherbergen bis zu acht Knoten mit je einer A64FX-CPU. Der Hersteller kündigt an, in Kooperation mit FujiFilm die Simulationmöglichkeiten in der Materialforschung und Chemie zu erforschen. Bis September 2022 solle ein erweitertes System Quantencomputer mit 40 Qubits simulieren. Das IBM-Entwicklungswerkzeug Qiskit ist für den Simulator verfügbar. Damit gilt die neue Plattform als Brücke, um erste Anwendungen zu entwickeln, solange noch keine universellen Quantencomputer zur Verfügung stehen. (agr@ct.de)

Multi-Video

vidgrid.tk.gg

VidGrid ist ein Video-Multiplayer für den Browser. Standardmäßig unterteilt die Website das Browserfenster in ein 2x2-Raster. In den vier Kacheln spielt VidGrid vorgegebene Livestreams von internationalen Nachrichtensendern, aber auch beliebige YouTube-Videos und -Streams ab. So behält der Nutzer mehrere Kanäle im Überblick. Wer mag, nimmt weitere Kacheln hinzu, um mehr Videos gleichzeitig zu betrachten. VidGrid spielt immer nur den Ton einer Kachel ab. Diese sind nummeriert. Der Betrachter wählt den Ton der gewünschten Kachel, indem er deren Nummer eintippt. (jo@ct.de)



Der Krieg und die Fakten

ukrainefacts.org

mimikama.at

www.dpa.com/de/unternehmen/faktencheck/whatsapp-faktencheck

klickwinkel.de

Im Krieg stirbt zuerst die Wahrheit – das zeigt sich auch in der Ukraine: Wie hoch sind die Verluste auf beiden Seiten des Krieges? Wie ist es um bestimmte, stark umkämpfte Städte und Stätten bestellt? Die Schilderungen der Kriegsparteien widersprechen sich oft.

Krieg ist eben immer auch Infokrieg, insbesondere in Zeiten sozialer Medien: Beide Parteien wollen sich selbst so positiv und den Gegner so schlecht wie möglich darstellen. Da wird auch auf gezielte Falschmeldungen zurückgegriffen. Zum Bei-



spiel werden Fotos und Videos anderer Konflikte benutzt, um vermeintliche Gräueltaten der Gegenseite zu belegen.

Ein eindeutiges Bild von neutraler Seite lässt sich oftmals nicht gewinnen – es ist schlicht zu gefährlich, an den Ort des Geschehens zu fahren. Faktenchecker müssen daher auf sogenannte OSINT-Methoden zurückgreifen. Das Kürzel steht für Open Source Intelligence, also die Nachrichtengewinnung mit Informationen aus frei verfügbaren, offenen Quellen. So können Faktenchecker zum Beispiel mit der Google-Bildersuche nach den in viralen Posts verwendeten Bildern suchen. Vielleicht sind sie ja schon alt.

Die Website **#UkraineFacts** hat es sich zur Aufgabe gemacht, Falschmeldungen rund um den Ukraine-Krieg aufzudecken. Sie sammelt Faktenchecks Dutzender News-Organisationen aus aller Welt. Ein guter Anlaufpunkt für Faktenchecks aller Art im deutschsprachigen Raum ist die österreichische Site **Mimikama**. Die Website klärt auch über Internetbetrug und Computersicherheit auf.

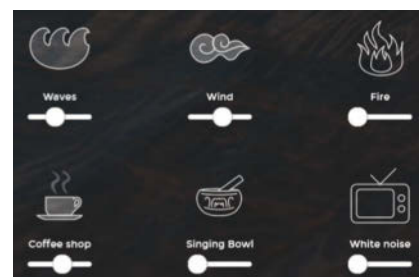
Sollte Ihnen eine verdächtige Meldung untergekommen sein und Sie haben dazu noch keine Überprüfung gefunden: Setzen Sie die **Faktenchecker der dpa** auf die Fährte – bequem per WhatsApp. Die Presseagentur hat zu diesem Zweck einen Chatbot in dem Messenger geschaffen, an den Sie eine vermeintliche Falschmeldung zur Überprüfung senden können. Ein Check kann mehrere Tage in Anspruch nehmen und bleibt unter Umständen ergebnislos.

Die Initiative **Klickwinkel** wiederum hat sich vorgenommen, junge Menschen gegen Falschmeldungen zu immunisieren. Immerhin kommen 76 Prozent der 14- bis 24-Jährigen in Deutschland laut Zahlen auf der Site mindestens einmal pro Woche mit Falschnachrichten in Kontakt, 21 Prozent sogar mehrmals täglich. Tutorials sollen den jungen Menschen für Fake News die Augen öffnen und ihnen helfen, deren Verbreitung in ihrem Freundes- und Familienkreis zu stoppen. (jo@ct.de)

Fokussierende Töne

asoftmurmur.com

A soft murmur bedeutet „ein leises Murmeln“. Die Website erzeugt angenehmen Hintergrundsound, der dem Besucher helfen soll, sich zu konzentrieren. Dazu steht ein Pool von zehn Grundgeräuschen bereit, von Regen über Wellen und Wind bis zu weißem Rauschen und „Coffee Shop“. Der Besucher mixt sich daraus seinen individuellen Klangteppich zusammen. Für 9 US-Dollar pro Jahr lassen sich weitere Sounds freischalten. A soft murmur ist auch als App für Android und iOS verfügbar. (jo@ct.de)



Diese Seite mit klickbaren Links: ct.de/yryh



12
.de-Domains
inklusive!



Homepage Big

12 .de-Domains inklusive

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

2,29
€/Monat*



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

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

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

Ausgeliefert

Samsung-Shop lässt Kunden eine Ewigkeit auf bezahlte Ware warten



Bei Online-Bestellungen müssen Händler verbindliche Lieferfristen angeben. Der Online-Shop von Samsung nimmt es damit nicht sonderlich genau.

Von Tim Gerber

Der Black Friday am 19. November 2021 sollte für Mathias K. zu einem echten schwarzen Freitag werden. Aber das ahnte der Kunde nicht, als er an diesem Tag im Onlineshop von Samsung spontan ein Smartphone Galaxy Note 20 Ultra 5G mit 256 GByte Speicher bestellte. Der Aktionspreis von 665 Euro versprach ein echtes Schnäppchen. In einer weiteren Bestellung orderte der Kunde noch ein passendes LED-Cover für 32 Euro. Das wurde ihm am 23. November zugeschickt. Für das Smartphone hatte Samsung den 3. Dezember als Liefertermin genannt.

Doch der verstrich, ohne dass sich irgendetwas tat. Am 16. Dezember fragte

Mathias K. deshalb freundlich beim Samsung-Shop nach, wo denn das gekaufte und bereits bezahlte Smartphone bleibe. Noch am selben Tag antwortete der Shop: Man gratulierte dem Kunden dazu, dass er mit dem „Galaxy Note 20 Ultra 5G“ eine gute Wahl getroffen habe und entschuldigte sich dafür, dass die Auslieferung für einen kleinen Teil der Kunden leider etwas länger dauern werde.

Was man bei Samsung unter „etwas länger“ versteht, versuchte Mathias K. dann nach Weihnachten zu ergründen, indem er am 31. Dezember ein weiteres Mal nachfragte. Abermals gratulierte Samsung zum Kauf des Galaxy Note 20 Ultra 5G und verwies auf die große Nachfrage in

Folge der Aktion. Der Versand der „Zugabe“ werde sich deshalb leider „leicht“ verzögern. Auch in der nächsten Woche sei mit der Lieferung noch zu rechnen.

Als sich aber auch am 23. Januar noch nichts getan hatte, wurde Mathias K. nun doch etwas ungeduldig. Im Shop war das Modell inzwischen als nicht zum Verkauf gelistet. Auf seine Nachfrage reagierte Samsung nun schon mit Verzögerung und teilte erst einen Tag später lapidar mit, dass ein Liefertermin nicht in Sicht sei. Als Entschädigung bot man dem Kunden einen Rabattgutschein von 10 Prozent auf seinen nächsten Einkauf an.

Am 22. Februar fragte Mathias K. ein weiteres Mal an und diesmal ließ die Antwort richtig lange auf sich warten. Am 3. März hieß es dann, man habe die Sache an eine „Fachabteilung“ weitergegeben und ein Service-Ticket erstellt. So werde nun mit „Hochdruck“ daran gearbeitet. Noch am selben Tage meldete sich das Ticketsystem mit der Hiobsbotschaft beim Kunden, dass zu seiner Bestellnummer keine Bestellung eines Galaxy Note 20 ersichtlich sei. Das Ticket wurde geschlossen und der Kunde stand immer noch ohne Smartphone da, obwohl er dafür bereits den vollen Kaufpreis gelöhnt hatte. Immerhin konnte er das Ticket wieder öffnen.

Am 4. März erhielt Mathias K. den Rabattgutschein, den er gar nicht angenommen hatte. Das Ticket wurde wieder geschlossen. Am 6. März schrieb Mathias K. eine weitere E-Mail und wies den Shop darauf hin, dass die „Fachabteilung“ ihm nicht geholfen hatte. Wann denn das Smartphone nun geliefert werden solle, wollte der Kunde wissen. Doch auf eine Antwort harnte er vergebens. Deshalb wandte er sich am 13. März an c't.

Nur Geduld

Wir fragten am 17. März bei Samsung nach, warum der bezahlte Artikel noch immer nicht geliefert worden ist. Da man mit dem 3. Dezember einen verbindlichen Liefertermin genannt hatte und mit der Lieferung eindeutig im Verzug war, hätte der Kunde sich das Smartphone nun woanders besorgen können. Wir fragten deshalb zugleich, ob der Samsung-Shop in diesem Fall auch die Differenz zu einem eventuell höheren Kaufpreis erstatten würde. Dazu sind Verkäufer bei Lieferverzug verpflichtet.

Am 21. März übermittelte uns Samsung ein Statement: Das Gerät sei kurz vor Verfügbarkeitsende der Note-Serie bestellt worden und aufgrund „unvorhersehbarer interner Überschneidungen“ nicht mehr ausgeliefert worden. Man prüfe aktuell die Möglichkeiten, dem Kunden eine probate Alternative anzubieten. Hierzu werde sich der Samsung Kundenservice zeitnah mit dem Kunden in Verbindung setzen.

Nachdem sich am 28. März noch immer niemand bei Mathias K. gemeldet hatten, fragten wir erneut bei Samsung nach, wie denn die Lösung aussehen sollte und wann man den bereits seit Dezember auf seine bezahlte Ware wartenden Kunden denn nun kontaktiert. Außerdem wiesen wir den Konzern darauf hin, dass sein Verhalten gegenüber dem Kunden grob rechtswidrig sein dürfte.

Aprilscherze

Am 1. April erhielt Mathias K. tatsächlich einen Anruf vom Samsung-Shop. Man wolle die Sache jetzt beenden, indem man ihm ein Nachfolgemodell S22 zum gleichen Preis zuschicke. Um das abzuwickeln, solle die ursprüngliche Bestellung storniert werden. Dann würde er einen Gutschein erhalten, mit dem er das Smartphone dann im Shop bestellen könne. Auch das nutzlose LED-Cover werde man zurücknehmen. Ganz wohl war dem Kunden bei diesem Vorgehen nicht, dennoch stimmte er zu. Schließlich wollte auch er

die Sache beenden, die vor einem knappen halben Jahr begonnen hatte.

Die Rückzahlung des Kaufpreises war zwar noch am selben Tag erfolgt, aber den versprochenen Gutschein hatte Mathias K. eine Woche später, am 7. April noch immer nicht. Passend zur Jahreszeit fühlte er sich nun von Samsung vollends auf den Arm genommen. Auf unsere dritte Nachfrage bei Samsung erfuhren wir, dass die Erstellung des individuellen Gutscheins nicht so einfach sei und sich noch ein wenig verzögern werde. So dauerte es eine weitere Woche, bis dann endlich am Abend des 14. April der versprochene Gutschein beim Kunden ankam. Damit konnte er dann am folgenden Tag tatsächlich ein Galaxy Note S22 mit 256 GByte zum ursprünglichen Aktionspreis vom Herbst vergangenen Jahres bestellen. Liefertermin dafür ist laut Samsung nun der 13. Mai. Diesmal kam das Smartphone sogar früher, am 27. April hielt Mathias K. endlich das Galaxy Note S22 in den Händen.

Zugesagte Liefertermine sind im Onlinehandel verbindlich. Das gilt auch bei Rabattaktionen. Kommt der Händler in Verzug, kann sich der Kunde nach erfolgloser Mahnung das Gerät woanders beschaffen und sich den Mehrpreis vom Verkäufer ersetzen lassen. Allerdings ist es für Kunden schwer, solche Ansprüche auch durchzusetzen. Bevor man tatsächlich eine Ersatzbeschaffung vornimmt, sollte man sich also unbedingt von einer Verbraucherzentrale oder einem Anwalt beraten lassen, um keine formalen Fehler zu machen. (tig@ct.de) **ct**

Service im Visier

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

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

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

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

Universal-Talent

Bastelprojekte für junge und ältere Raspis



Neue Projekte auch für ältere Raspis	Seite 58
Roboter-Bausatz ausprobiert	Seite 60
USB-Geräte im Netz erreichbar machen	Seite 66
I2C mit Python ansteuern	Seite 70
Python-Code auf den Pico portieren	Seite 76

Selbst ältere Modelle des Raspberry Pi steuern locker einen Mini-Roboter, ersetzen spielend teure USB-Ethernet-Adapter oder beleben einen nerdgerechten digitalen Zollstock. Plündern Sie die Bauteilekiste und verfallen Sie mit unseren Vorschlägen ins Bastelfieber.

Von Peter Siering

Aktuelle Raspi-Modelle, mit Ausnahme der Variante Pico, sind derzeit rar und teuer. Die in der folgenden Artikelstrecke vorgestellten Basteleien mit dem Universalcomputer funktionieren deshalb auch mit älteren Modellen, die noch in vielen Schubladen liegen dürften.

In den vergangenen Jahren hat c't eine Vielzahl von Projekten rund um den ursprünglich als Lerncomputer entwickelten Raspberry Pi veröffentlicht. Wir haben dazu die Anleitungen von Bastlern studiert, nachgebaut, verfeinert, erklärt und umgemodelt, aber auch selbst einige Projekte auf die Beine gestellt (siehe Tabelle).

Sollten Sie keinen Raspi haben (wollen): Die Lektüre der meisten Artikel wirft Wissen ab, das mindestens für Linux-Nutzer nützlich ist. Vieles, was der Bastelcomputer erledigt, läuft ebenso gut auf „echten“ Linux-Systemen. So können Sie ler-

nen, wie man die Namensdienste (Avahi) zählt und die Softwareschichten zum Starten von Diensten und Konfigurieren von Geräten (Systemd mit Udev) für eigene Zwecke einspannt.

Die KruX an all diesen Basteleien ist, dass mit jeder neuen Version des Betriebssystems Pi OS das Risiko größer wird, dass Details unserer Anleitungen nicht mehr stimmen. Oft entwickelt sich auch ein als Ausgangsbasis verwendetes Softwareprojekt weiter, etwa das für einen smarten Spiegel. Dann greifen etwa Tipps zum Stromsparen nicht mehr oder Webdienste zur Abfrage von Bahnverbindungen und Verkehrsdaten sind plötzlich nicht mehr kostenlos.

Mit der aktuellen Veröffentlichung von Pi OS auf Basis von Debian Bullseye hat sich allerdings die Situation verbessert: Die Raspi-Foundation stellt jetzt nicht nur das aktuelle Betriebssystem zum Download bereit, sondern auch die vorherige Version auf Basis von Debian Buster – auf dem Download-Portal „Legacy“ genannt

(siehe ct.de/ynmj). Die Entwickler wollen die Version bis zum nächsten Release von Pi OS mit Aktualisierungen versorgen. Für den Aufbau älterer Projekte wählen Sie am besten die Legacy-Version.

Gottlob lässt sich ein ausgemusterter Raspi für neue Aufgaben wieder einsetzen: So belebt auch ein Raspi 3 den ab Seite 60 vorgestellten Bausatz für einen Roboter. Die auf Seite 66 erklärte Bastelei verwandelt schon einen Raspi ZeroW in eine nützliche Netzwerkverlängerung für USB-Geräte. Wer schon immer mal den I2C-Bus ergründen wollte, kann das ab Seite 70 am Beispiel eines digitalen Zollstocks tun und lernt gleich, wie sich der Python-Code auf den Pico portieren lässt.

Die folgenden Artikel gehen steil an das Thema Raspi heran und sparen die grundsätzlichen Schritte für die Inbetriebnahme aus. Wenn Sie neu im Thema sind, finden Sie passende Hilfestellungen in [1] oder über ct.de/ynmj.

Zu jedem Artikel gibt es ein Forum für den Austausch zum Projekt mit anderen Lesern und unter der E-Mail-Adresse am Ende der Artikel beantworten auch Redakteure Fragen zum Projekt – oft können die Artikel nur einen Bruchteil der gesammelten Erfahrungen wiedergeben. Obendrein haben sich für manche der vorgestellten Lösungen im täglichen Gebrauch weitere Kniffe ergeben. (ps@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Ronald Eikenberg, Raspi-Schnellstart, Raspberry Pi superschnell einrichten durch Vorkonfiguration, c't 11/2021, S. 132

Starthilfe für den Raspi: ct.de/ynmj

Nützlinge – Raspi-Projekte aus c't

Raspion – Datenpetzen finden, c't 1/2020, S. 16 – das Projekt spannt ein WLAN oder Kabelnetz auf, in dem Sie den Geräten mit diversen Werkzeugen auf die Pakete schauen können. Wireshark (per Browser bedienbar), Ntopng und Man-in-the-Middle-Proxy sind an Bord.

USB-Drucker und -Scanner ins Netz bringen, c't 17/2021, S. 18 – dekliniert die nötigen Schritte durch, um einen in die Jahre gekommenen USB-Drucker oder -Scanner ohne Netzwerkanschluss übers Netzwerk zugänglich zu machen.

Pi-Hole, c't 11/2018, S. 144 – die Software filtert DNS-Anfragen und sorgt dafür, dass Browser viel weniger Werbung zeigen. Das Projekt hat sich seit 2018 weiterentwickelt. Die Tipps aus unserer Anleitung helfen noch heute über die Hürden der Installation, besonders im Zusammenspiel mit IPv6.

Bitcoin-Multisig-Hardware-Wallet, c't 4/2020, S. 110 – zeigt, wie Sie aus einem alten Raspberry Pi eine Offline-Hardware-Wallet machen, an der sich Diebe die Zähne ausbeißen.

Unsichere SMB-Server weiter betreiben, c't 17/2021, S. 24 – erklärt, wie ein aufeinander abgestimmter SMB-Client und -Server den Raspi eine Brücke zu Geräten bilden lassen, die nur das unsichere SMBv1-Protokoll sprechen.

Eigenes WLAN auf verdächtige Aktivität überwachen, c't 19/2021, S. 150 – baut einen Raspberry zum Wireless Intrusion Detection System (WIDS) um. Dazu braucht es die Software Nzyme und spezielle WLAN-Module, die den Monitor Mode beherrschen.



Haben Sie noch einen Raspberry Pi 3B oder 3B+ ungenutzt im Schrank liegen? Das Unternehmen Adept bietet verschiedene Robotikbausätze an, die den kleinen Bastelrechner als Steuerzentrale verwenden. Der 70 Euro günstige RaspTank enthält alles Nötige und bietet die Grundlage für eigene Experimente. Mit unseren Tipps können Sie sofort loslegen.

Von Rudolf Opitz

Das Angebot von Amazon verlockte zum Kauf: ein Robotermodell für 70 Euro mit Raupenantrieb, einem mittels vier Servomotoren steuerbaren Greifarm, mit Raspi-Kamera und Ultraschallmodul zur Entfernungsmessung sowie Infrarotsensoren zur Spurerkennung und Licht. Zusätzlich braucht man nur einen Raspberry Pi 3B, 3B+ oder 4B. Prima, dachte ich, das ist eine gute Gelegenheit, meinen alten Raspi 3B aus der Schublade zu holen und wieder einzusetzen.

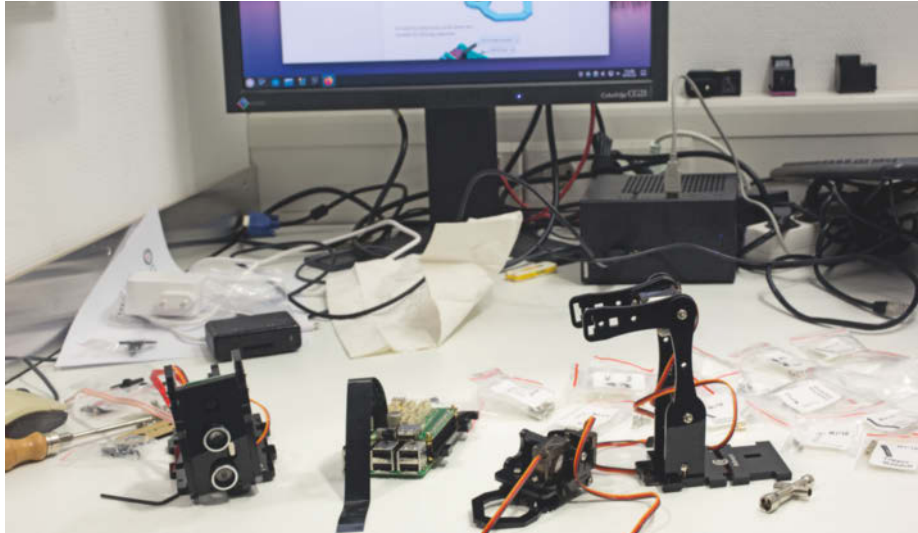
Erst als ich den überraschend kleinen Karton in den Händen hielt, wurde mir klar, dass es sich beim Adept RaspTank um einen Bausatz handelt – und zwar um einen anspruchsvolleren, bei dem man nicht bloß vorgefertigte Einzelteile zusammensteckt. Das Gehäuse, die Achsen und andere Strukturelemente liegen vielmehr in Form von vier vorgestanzten Acrylplatten bei, aus denen sich die Einzelteile leicht herausdrücken lassen. Dazu kommen fünf Mikro-Servos und zwei kleine Motoren für den Antrieb, das Kamera-Modul, verschiedene Platinen mit den Sensoren und RGB-LEDs sowie als wichtigstes Bauteil der Adept Motor HAT (Hardware Attached on Top). Diese Aufsteckplatine für den GPIO-Kontaktkamm des Raspi enthält die Steuerelektronik und sämtliche Anschlüsse für Motoren, Servos, LED-Leisten und Sensoren. Alle elektrischen Bauteile sind mit Steckkontakten bestückt und passende Kabel liegen bei, sodass der Lötkolben im Normalfall in seiner Halterung bleiben kann.

Das nötige Werkzeug liefert Adept mit. Ebenso zwei Batteriehalter und zwei hochstromfähige 18650-Lithium-Ionen-

Bild: Moritz Reichartz

Raspi auf Ketten

Roboterbausatz Adept RaspTank für einen Raspberry Pi



Die erste Etappe beim Zusammenbau des RaspTanks ist geschafft. Von links nach rechts: das Frontmodul mit Kamera und Abstandssensor, das Rechenmodul aus Raspi und Motor-HAT, der Greifer und der auf der Kopfplatte montierte Roboterarm.

packs und nicht für Batteriehalter gedacht. Auch von Zellen mit eingebauter Micro-USB-Buchse zum direkten Laden raten wir ab, da sie meist etwas zu lang für die Halter sind.

Montage

Der Zusammenbau des RaspTank fällt dank des ausführlichen und sehr gut bilderten „Assembly-Tutorial“ zunächst leicht. Eine gute Feinmotorik hilft, mit den zahlreichen kleinen Schrauben und Muttern zurechtzukommen. Adeept hat beim Bestücken der Kleinteilebeutel nicht geizt und lieber ein paar Schrauben mehr mitgeliefert als zu wenig – lobenswert.

Problematischer gestaltete sich das Verarbeiten der feinen Strukturelemente des Greifarms, die wie die Gehäuseteile aus den vier schwarzen Acrylplatten stammen. Der Zuschnitt war zwar fast durchweg sehr akkurat, doch ist das Material sehr spröde und bricht leicht bei zu fest angezogenen Schrauben. Zum Reparieren von Unfällen empfehle ich einen Zweikomponentenkleber mit kurzer Abbindezeit. Besonders die Montage des Haltekopfs für den Greifer, der einen der Servos zu tragen hat und selbst direkt auf der Achse eines zweiten Servos sitzt, war schwierig: Hier setzte Adeept nicht auf Abstandshalter aus Messing, sondern aus Nylon, die bei zu fest angezogenen Schrauben nachgaben und die dünnen seitlichen Acrylteile unter Spannung setzten. Hier braucht es viel Fingerspitzengefühl, denn bei zu schwach angezoge-

nen Schrauben wackelt der Greifer zu sehr.

Im Roboterarm kommen vier der fünf Servos zum Einsatz. Der fünfte kippt das frontale Modul mit der Kamera und dem Ultraschallsensor zur Abstandsmessung hoch und runter. Jedem Servo liegt ein Tütchen mit Schrauben und Hebelarmen bei. Letztere werden mit den jeweiligen Acrylteilen verschraubt und auf den Zahnkranz der Motorachse gedrückt. Dabei gilt es, den von der Bauanleitung angegebenen Winkel einzuhalten und gleichzeitig nicht die Nullstellung des Servos zu verändern. Da der Zahnkranz aber nicht beliebige Winkel zulässt, klappte es mit der exakten Ausrichtung selten. Zu viel Kraft darf man wegen der Brüchigkeit des Acrylmaterials auch nicht einsetzen.

Hier lohnt es sich, den mit dem Motor-HAT und der Kamera gekoppelten Raspi

in Betrieb zu haben, um die Servos nach der Montage noch einmal auszurichten und die Befestigung des Hebelarms vor der Endmontage zu korrigieren. Die Servos lassen sich zwar an allen Servo-Ports initialisieren, für den späteren Betrieb müssen sie aber mit den Ports 11 bis 15 verbunden sein.

Nach dem Zusammenbau des Roboterarms und des vorderen Kameramoduls geht es an die Vorbereitung der Bodenplatte, die mit drei Infrarotsensoren bestückt wird. Diese sollen später eine auf dem Boden angebrachte Markierung erkennen und ihr folgen. Die beiden Motoren für den Kettenantrieb kommen an die hintere Gehäuseplatte. Die beiden großen seitlichen Gehäuseplatten sind transparent wie Rauchglas, hinter ihnen geben pro Seite sechs RGB-LEDs Lichtzeichen. An die Außenseiten kommen die Akkualter – sie werden später von den Raupenkettenteilen verdeckt, bleiben aber von der Seite her gut zugänglich.

Für die Endmontage braucht es Zeit und gute Nerven: Die Seitenteile, die Rückseite mit den Antriebsmotoren und das vordere Kameramodul werden mit der Grundplatte verschraubt. Das Zentralmodul aus Raspi und Motor-HAT verbindet man mit allen Servos, Motoren, LED-Leisten, Sensoren und der Spannungsversorgung; es findet dann hochkant in der Mitte des Roboters Platz. Dabei gilt es, auf die zahlreichen Kabel und besonders das Flachbandkabel zur Kamera zu achten. Gerade hier lässt einen die sonst gute Montageanleitung etwas im Stich, Hinweise auf die Verlegung der vielen Leitungen wären hilfreich gewesen.

Zum Schluss platziert man oben die Platte mit dem Roboterarm, die über Aussparungen für das mittige Rechenmodul, das Kameramodul und die seitlichen



Beim zusammengebauten RaspTank bleiben von hinten die USB-Ports des verbauten Raspis und von unten (rechts) die Micro-USB- und HDMI-Buchse zugänglich.



**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.**



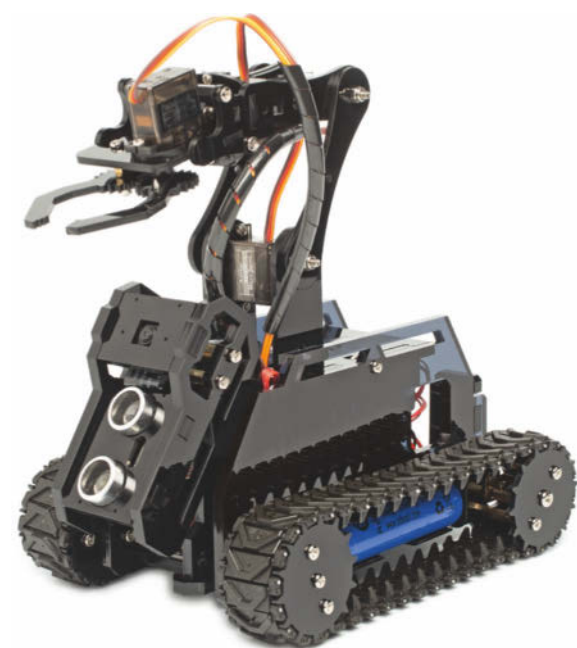
Lichtleisten die zahlreichen Elemente fixiert. Hier ist eine zweite Person hilfreich, denn die gleichzeitige Ausrichtung der zahlreichen Fixpunkte ist mit nur zwei Händen schwierig. Zum Schluss gilt es, die Gehäuseteile zu verschrauben, wozu kleine Muttern in Aussparungen platziert werden müssen – gut, dass Adept einen magnetisierten Schraubendreher mitliefert.

Für Mobilität sorgen vier Zahnräder, zwischen die die beiden beiliegenden Raupenkettens aus Plastik gespannt werden. Auch hier passen die Abmessungen genau. Das müssen sie auch, denn die Radabstände lassen sich nicht verändern. Nur die Achslängen der hinteren von je einem Motor angetriebenen Räder sind variierbar.

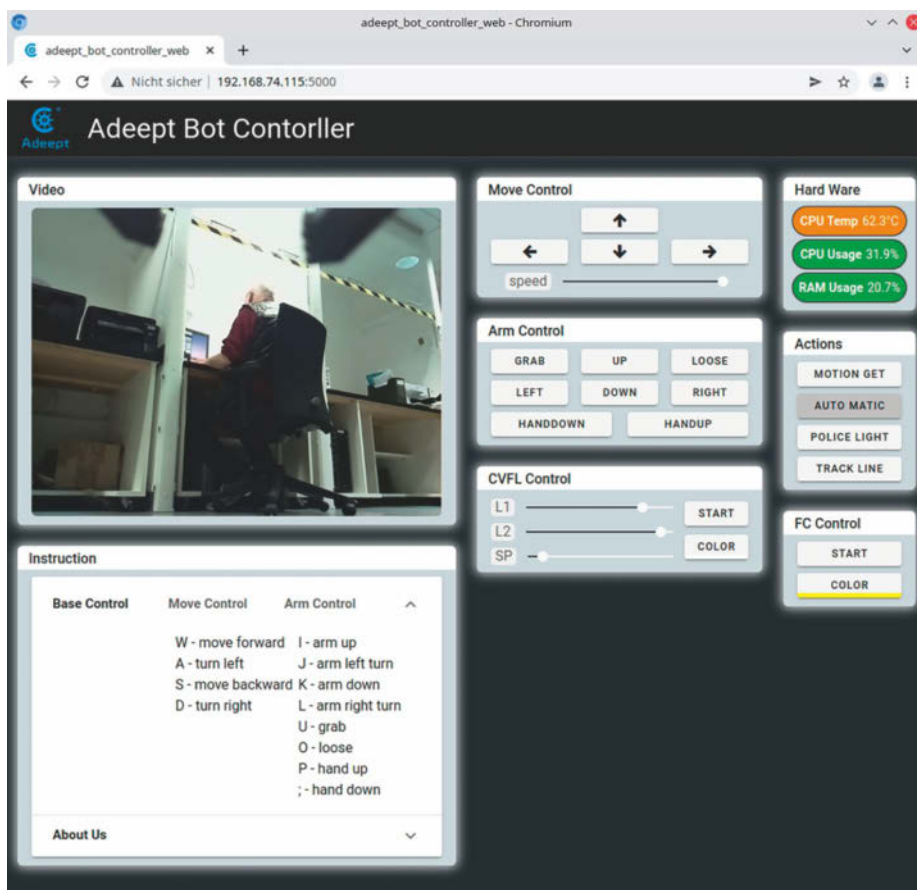
Funktionstest

Das Gehäuse des RaspTank hat hinten, unten und an der rechten Seite großzügige Aussparungen: Von unten bleiben dadurch die Micro-USB-Buchse zur Stromversorgung und der HDMI-Port des Raspi zugänglich, von hinten die USB-Ports. Der fertige Roboter wird über die beiden Lithium-Ionen-Zellen versorgt. Dazu gibt es auf der Motor-HAT-Platine einen Schalter, den man über das Loch in der rechten Gehäuseseite erreicht.

Nach dem ersten Einschalten leuchten zunächst nur die LEDs auf der Motor-HAT-Platine und dem Raspi. Nach dem Hochfahren sollte das Python-Skript WebServer.py automatisch starten und der Robot-Arm in die von der Mittelstellung der Servos definierte Ausgangsstellung rucken.



Der fertig montierte RaspTank: Vier der fünf Servo-Motoren bewegen die Gelenke und die Zange des Roboter-Arms, der fünfte Servo kippt die frontale Platte mit dem Ultraschall-Abstandssensor und der Kamera. Deren Bild lässt sich so über das Web-Frontend nach oben und unten schwenken.



Sind Kamera und die Motor-HAT-Platine mit dem Raspi verbunden, startet der Webserver automatisch. Das Frontend zeigt das Kamerabild und Steuerelemente, mit denen man den Roboter ausprobieren kann.

lung rucken. Zum Steuern des RaspTank lässt sich jeder Computer im selben (W) LAN oder ein Tablet oder Smartphone benutzen: Dazu braucht man nur die IP-

Adresse des Raspi und die Portnummer 5000 in die URL-Zeile zu tippen, zum Beispiel 192.168.178.112:5000.

Das Frontend zeigt ein Videobild der Kamera und zahlreiche Schaltflächen, um den Roboter zu steuern. Auch Tastensteuerung funktioniert; mit den WASD-Tasten kann man beispielsweise mit dem Roboter herumfahren. Andere Tasten dienen zum Vor- und Zurückfahren des Arms, zum Öffnen und Schließen der Zange und dem Hoch- und Herunterschwenken des Kameramoduls. Den Firefox-Browser mag das Web-Frontend nicht besonders: Das Videobild wird nicht aktualisiert, sodass nur ein Standbild zu sehen ist, das beim Start aufgenommen wurde. Außerdem reagiert der Roboter sehr träge auf Steuerbefehle. Mit Chrome oder unter Linux Chromium klappt die RaspTank-Steuerung deutlich besser.

Meldet sich das Web-Frontend gar nicht, wurde der Webserver beim Booten des Raspi nicht gestartet. Die wahrscheinlichste Ursache ist ein Problem mit der Videokamera. Wird sie oder die Motor-HAT-

Platine beim Starten nicht erkannt, startet wie erwähnt auch WebServer.py nicht. Dann muss man in den sauren Apfel beißen, den RaspTank wieder auseinandernehmen und die Verkabelung zur Kamera kontrollieren. Hier hilft noch ein Blick in das Assembly-Tutorial. Das Flachbandkabel der Raspi-Kamera ist zwar filigran, lässt sich aber vorsichtig längs knicken, was dabei hilft, es vom Raspi durch die Gestänge zum Kameramodul zu führen.

Volle Kontrolle

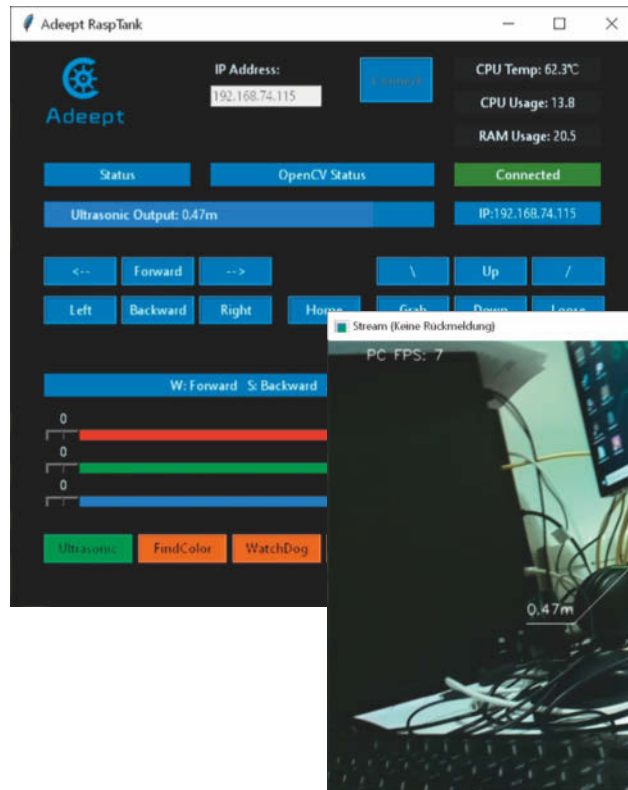
Alternativ zum WebServer.py gibt es ein weiteres Server-Skript auf dem Raspi: `adeept_rasptank/server/server.py`. Es kommuniziert mit dem Skript `GUI.py`, das aber wohl wegen der nötigen Bibliotheken nur unter Windows läuft. Wie das Web-Frontend stellt die Kombination von `server.py` auf dem Raspi und `GUI.py` auf dem Windowsrechner Schaltflächen zum Steuern des Robots und für Zusatzfunktionen bereit. Für die Installation von Python, der Skripte und der benötigten Bibliotheken unter Windows hat Adeept ebenfalls ein ausführliches Tutorial parat. Die Firma empfiehlt zwar das Web-Frontend, doch stellt das Windows-GUI Funktionen wie die Abstandsanzeige im Videobild oder die „Watchdog“ genannte Bewegungserkennung zum Experimentieren bereit, die das Web-Frontend nicht bietet.

Um den RaspTank über das GUI zu steuern, darf das automatisch gestartete Webserver-Skript nicht laufen: Dazu loggt man sich per SSH-Shell in den Raspi ein. Auch hierzu geben die Tutorials ausführliche Informationen und empfehlen passende Clients für macOS und Windows. Unter Linux spricht die Shell SSH von Haus aus.

Nach dem Einloggen stoppt man `WebServer.py` und alle sekundären Skripte mit `sudo killall python3` und startet danach das Server-Skript:

```
sudo python3 ↵
    adeept_rasptank/server/server.py
```

Nach dem Starten von `GUI.py` auf dem Windows-Rechner reicht es, die IP-Adresse des RaspTank in das Feld des Steuerfensters einzugeben und auf `Connect` zu klicken. Das Programm besteht aus zwei Fenstern: einem Videobild und dem GUI mit zahlreichen Schaltflächen. Auch hier lässt sich statt zu klicken die Tastatur zur Robotersteuerung nutzen, was im Test deutlich flüssiger



Das Adeep-GUI läuft nur unter Windows und präsentiert Steuerelemente und Kamerabild in zwei getrennten Fenstern. Einige Roboterfunktionen wie die Abstandsmessung gibt es nur hier.

klappte als über das Web-Frontend. Zu den nur hier vorhandenen Funktionen gehört das manuelle Aktivieren des Ultraschallsensors, der auf dem Frontmodul unter der Kamera montiert ist. Ist er eingeschaltet, wird der Abstand zum nächsten Hindernis fortlaufend im Kamerabild eingeblendet.

Für den Watchdog verwendet Adeept die OpenCV-Bibliothek, eine Open-Source-Sammlung von AI-Routinen. Damit kann der RaspTank das Videobild analysieren, Bewegungen erkennen und Alarm geben – in den Beispiel-Skripten ändert die LED-Beleuchtung die Farbe von Blau auf Rot. Eine andere Funktion ist die Farberkennung im Videobild. Der RaspTank kann auch autonom herumfahren und mithilfe des Abstandssensors Hindernissen ausweichen. Diese Funk-

tion findet sich wiederum nur im Web-Frontend.

Lohnt sich!

Der Adeep RaspTank ist zwar nur ein Spielzeug, doch eines, das viel über aktuelle Computer- und Robotertechnik lehrt. Zwar setzt der Bausatz einige Grundkenntnisse voraus, doch werden alle nötigen Schritte ausführlich erklärt. Die modulare Open-Source-Software lädt zu eigenen Experimenten ein.

Auch die Hardwareplattform in Form des Motor-HAT bietet Ressourcen für eigene Erweiterungen: Wer mit zusätzlichen Servos experimentieren will, kann sie direkt an die freien Ports anschließen. Hinweise zur Ansteuerung erhält man aus den Beispielskripten und der guten Dokumentation. Adeept bietet passende Teile wie Servos, Motoren und andere Komponenten auch einzeln an, sodass es keine Kompatibilitätsprobleme gibt. Und falls beim Zusammenbau doch etwas zu Bruch geht, bekommt man günstigen Ersatz.

(rop@ct.de) **ct**



Adeep liefert eine Raspi-Kamera mit. Das dünne Flachbandkabel ist beim Zusammenbau des Roboters schwierig zu verlegen, lässt sich aber vorsichtig knicken.

Literatur

- [1] Wilhelm Drehling, Pina Merkert, Python für alle, Gute Gründe für Python, c't 5/2022, S. 16

Adeep-Tutorials und Software:
ct.de/y2kq

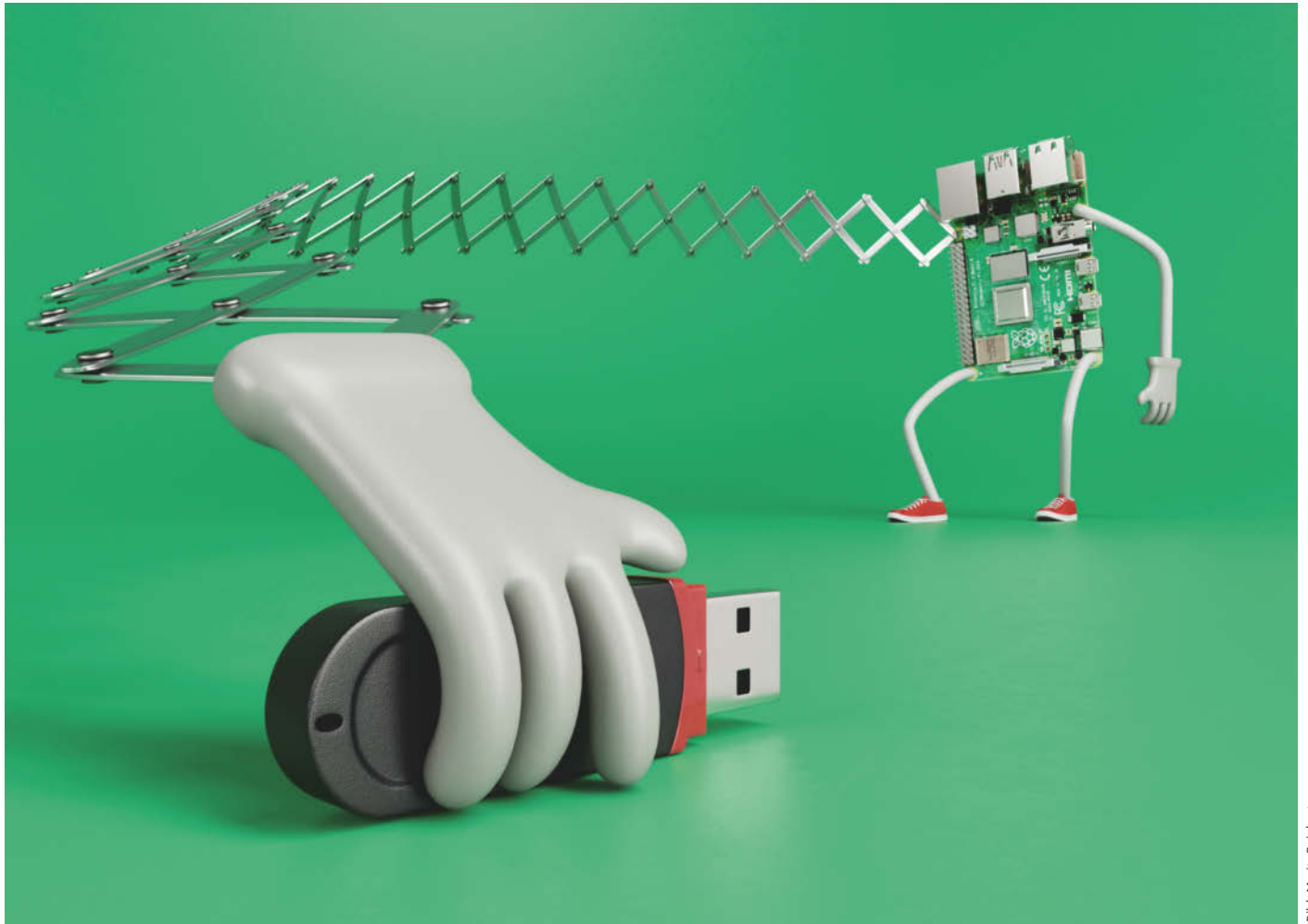


Bild: Moritz Reichartz

USB-Streckbank mit Raspi

USB über LAN und WLAN verlängern: USB/IP

Ein USB-Gerät an einem Ort aufstellen, aber anderswo anschließen, etwa ein USB-Funk-Dongle unterm Dach an den Heimserver im Keller? Kein Problem: Ein Raspi Zero W oder älteres Modell aus der Bastelkiste und unsere Tipps genügen.

Von Peter Siering

USB-Geräte über Distanzen zu betreiben ist auf vielerlei Wegen möglich: Es gibt Adapter, die USB über Netzwerkverkabelung leiten und je nach finanziellem Aufwand sogar aktiv verstärken. Spezielle Kästchen verpacken USB-Daten auch in Netzwerkprotokolle. Soll das gut funktionieren, wird es aber schnell teuer.

Wer einen Raspi in seiner Schublade übrig hat, kann den ebenso gut verwenden: Mit etwas Bastelei erhält man eine Alternative, die für viele Einsatzzwecke gut genug ist. Zigbee-Dongles finden so an empfangsgünstigen Orten Platz und Speichersticks lassen sich ohne Treppen-

steigen mit dem Server im Keller verbinden.

Holzklasse

Die Basis, um an einem Linux-PC oder Raspi eingesteckte USB-Geräte übers Netz an ein anderes System weiterzureichen, liefern Funktionen, die seit fast zehn Jahren im Linux-Kernel stecken: das ursprünglich von Takahiro Hirofuchi entwickelte USB/IP-Projekt. Es verpackt USB-I/O-Nachrichten in TCP-Pakete. So kann ein System im Netzwerk einem anderen ein USB-Gerät zur Verfügung stellen, als würde es lokal an dem System angesteckt sein.

Das heißt, dass die „Gegenseite“ wirklich ein USB-Gerät sieht und nicht etwa eine netzwerktaugliche Variante davon. Entsprechend bleibt das Gerät eine exklusiv zu nutzende Ressource – die Technik hilft also nicht weiter, wenn Sie eine Lösung suchen, mit der sich mehrere Nutznießer ein USB-Gerät teilen.

Was in der Theorie wunderbar klingt, hat in der Praxis aber einige Tücken. Die Implementierung ist eher rudimentär: Daten reisen ungeschützt durchs Netzwerk. Die zusätzlich zu Kernel-Modulen nötigen Programme zur Konfiguration von Client und Server sind Teil des Kernel-Quelltextes. Sie erhielten in den letzten Jahren nicht viel Aufmerksamkeit und bieten nur die nötigsten Funktionen an – um das automatisierte Verbinden muss man sich als Nutzer selbst kümmern. Darauf werden wir im Folgenden noch ausführlich eingehen.

Unterm Strich klappt das Bereitstellen von USB-Geräten zwischen Linux-Systemen (also auch Raspis) am besten. Die für Windows erhältliche Implementierung krankt leider daran, dass man die Windows-eigenen Schutzwellen für die Treiberinstallation senken muss. Es gibt die zu installierenden Treiber leider nicht mit offizieller Signatur. Immerhin wird die Windows-Seite seit einiger Zeit wieder entwickelt und funktioniert angeblich sogar für Windows 11. Weitere nutzbare Implementierungen scheint es nicht zu geben.

Zum grundsätzlichen Bereitstellen eines USB-Geräts sind auf der Seite des Systems, an das es physisch angeschlossen wird und das stets unter Linux läuft, nicht allzu viele Dinge nötig. Das im Folgenden Server genannte System muss die Kernel-Module für USB/IP laden, nämlich „usbip_host“ und „usbip_core“. Außerdem muss es einen Daemon ausführen („usbipd“), der Verbindungen des Systems (Client) entgegennimmt, das auf USB-Geräte zugreifen möchte. Der Client braucht das „vhci_hcd“-Modul, aber keinen Daemon.

Der Befehl `usbip` hilft sowohl Client als auch Server dabei, die Dinge einzufädeln: Er zeigt an, welche USB-Geräte lokal oder entfernt erreichbar sind (`list -l` oder `list -r 192.168.178.5`). Er fordert den Daemon auf, Geräte im Netzwerk zugänglich zu machen (`bind`) oder nimmt die Freigaben zurück (`unbind`). Und zu guter Letzt verbindet er auf dem Client die USB-Geräte, die ein Server bereitstellt (`attach`). Die Befehle erwarten als Parameter jeweils die Bus-ID des USB-Geräts, um das

es gehen soll, etwa `usbip bind -b 1-1.2`. Die Bus-IDs sind abhängig vom USB-Port, an dem ein Gerät am Server steckt, und lassen sich mit `lsusb` ermitteln.

Der `detach`-Befehl, der ein mit `attach` verbundenes Gerät wieder freigibt, benötigt nicht die Angabe einer Bus-ID, sondern eine Port-Nummer. Die zeigt auf dem Client der Befehl `usbip port` für alle verbundenen Geräte an. Alle Befehle geben üblicherweise zur Orientierung auch die USB-Hersteller- und Geräte-ID aus.

Ein in Nutzung befindliches Gerät wird auf Clients bei einem Aufruf mit `list -r` nicht mehr aufgeführt, es verschwindet also aus der Liste der freigegebenen Geräte. Ein Gegenstück, um auf dem Server herauszufinden, welche freigegebenen Geräte in Benutzung sind, gibt es nicht. Aber indirekt gelingt es doch, indem Sie auf dem Server `usbip list -r localhost` aufrufen – Geräte die auftauchen sind ungenutzt. Mehr Informationen gibt es nicht.

Das ist besonders ärgerlich, wenn eine Verbindung gestört wurde. Der Server bekommt dann unter Umständen gar nicht mit, dass kein Client mehr verbunden ist, und lässt auch kein Neuverbinden zu. Die pragmatische Lösung an dieser Stelle ist ein Neustart der beteiligten Geräte. Beim Versuch, den Softwarestack von Hand durch Stoppen des Daemons und Entladen der Module abzuräumen, löst man leider schnell Unruhe im Kernel aus.

Mehr Komfort

Sie wissen jetzt präzise, was mit rudimentär zuvor gemeint war. Wir haben uns deshalb im Netz umgesehen, ob wir zusätzliche Software finden, die den Umgang mit den Funktionen vereinfacht. Unterm Strich sind wir mit keiner der Lösungen zufrieden gewesen und haben eigene systemd-Units geschrieben, die das Handling der „vernetzten“ USB-Geräte erleichtern, weil sie statt irgendwelcher Bus-IDs die Hersteller- und Geräte-ID nutzen. So funktioniert die Freigabe, egal an welchem Port ein Gerät steckt. Auf Debian-Systemen müssen Sie als Basis nur das `usbip`-Paket einrichten.

Die Units starten auf der Serverseite den Daemon und erlauben es, einzelne Geräte anhand von Hersteller- und Geräte-ID freizugeben. Nur die per `udev`-Regel markierten Geräte machen die Units im Netz zugänglich. Auf Client-Seite nutzen die Units Hersteller- und Geräte-ID zum Herstellen einer Verbindung. Der Nutzer muss weder Bus-IDs noch Ports kennen,

c't kompakt

- USB-Kabel lassen sich nicht beliebig verlängern, deshalb braucht der dezentrale Betrieb solcher Geräte spezielle Technik.
- Funktionen, um USB-Geräte über ein vorhandenes Netzwerk zugänglich zu machen, stecken als USB/IP im Linux-Kernel. Ein Raspi genügt aufseiten des USB-Geräts.
- Unsere Systemd-Units erleichtern den produktiven Einsatz einer solchen USB-Verlängerung.

das erledigen die Units. Was die Units deshalb nicht abdecken (können): die gleichzeitige Freigabe mehrerer baugleicher Geräte an einem Server.

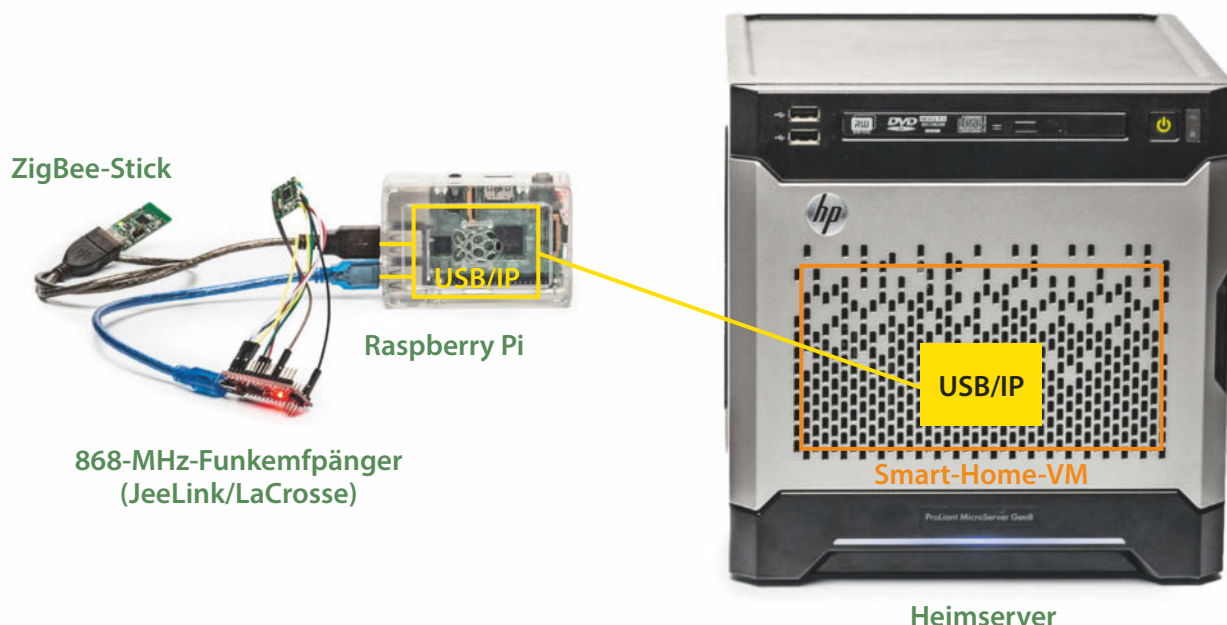
Im Unterschied zu vielen Projekten im Netz unternehmen unsere Units keine Anstrengungen, entgleiste USB-Geräte und -Verbindungen geradezurücken. Das hatten wir anfangs ins Auge gefasst, aber nachdem die via Netzwerk zugänglich gemachten USB-Geräte über viele Wochen stabil liefen, haben wir davon Abstand genommen. Wenn etwa ein Zigbee-Stick aus dem Tritt gerät, dann rafft es auch die benutzende Software dahin und man tut gut daran, den ganzen Stack neu zu starten, also neben dem Server mit der USB-Freigabe auch eventuelle Serverdienste auf dem Client beziehungsweise den für Zigbee zuständigen Part.

Das auf GitHub veröffentlichte Archiv mit den Dateien für die systemd-Units und die `udev`-Regel enthält ein Client- und ein Server-Verzeichnis. Die Dateien sind auf die jeweiligen Systeme zu kopieren. Die systemd-Units registrieren Sie anschließend sowohl auf dem Server als auch auf dem Client, indem Sie `systemctl daemon-reload` aufrufen. Auf dem Server tragen Sie die fürs Netz freizugebenden Geräte mit Hersteller- und Geräte-ID, wie sie zum Beispiel `lsusb` ausgibt, in die Datei `/etc/udev/rules.d/90-usbip.rules` ein. Sie finden in der Datei einige auskommentierte Beispiele.

Anschließend lassen Sie auf dem Server `udev` die neuen Regeln inhalieren: `udevadm control --reload-rules && udevadm trigger`. Wenn Sie jetzt mit `systemctl | grep usbip` alle aktiven Units mit „usbip“ im Namen anzeigen lassen, sollten Sie in

USB/IP verschiebt USB-Geräte

Das im Linux-Kernel integrierte USB/IP verbindet USB-Geräte, die an einem USB/IP-Server angeschlossen sind, mit einem anderswo per Netzwerk erreichbaren USB/IP-Client. So erhält beispielsweise eine als VM auf dem Heimserver ausgeführte Smarthome-Software Zugriff auf einen USB-Funkempfänger und -Zigbee-Dongle. Obwohl die USB-Geräte an einem Raspi angeschlossen sind, führt die nötigen Treiber dabei die VM aus. Achtung: Der Netzwerkverkehr zwischen USB/IP-Server (Raspi) und USB/IP-Client (VM auf dem Heim-Server) ist nicht verschlüsselt.



der Ausgabe zum einen den `usbipd`-Service sehen, der den Daemon startet, und für jedes freigegebene Gerät einen `usbip@-Service`. Die `usbip@-Services` erhalten als Parameter und Namenszusatz die USB-Port-Nummer, an der die per `udev`-Regel angegebenen Geräte hängen – die ermittelt die Unit anhand der Hersteller- und Geräte-ID selbstständig.

Nach erfolgreicher Registrierung der `systemd`-Units auf Server und Client und Freigabe von USB-Geräten auf dem Server können Sie den Client mit einem USB-Gerät verbinden. Dazu aktivieren und starten Sie eine `systemd`-Unit wie folgt:

```
systemctl enable usbip@srv:0403:6001
systemctl start usbip@srv:0403:6001
```

Dabei beschreibt „`srv`“ den Namen des Servers, der das USB-Gerät mit der Hersteller- und Geräte-ID „0403:6001“ freigibt. Sie können statt des Namens auch die IP-Adresse des Servers angeben (IPv4 oder IPv6; die Unit frisst beides). Der von den `usbip@-Services` getriggerte `usbipd`-Service startet auf dem Client keinen Daemon, sondern lädt lediglich die nötigen Kernel-Module.

Erkenntnisgewinne

Die Experimente für diesen Artikel haben allerlei Erkenntnisse abgeworfen: Auf Debian-Systemen (und somit auch auf dem Raspi mit Pi OS) gelang die Automatisierung erst mit Bullseye vernünftig. Bei älteren Fassungen griffen einige der `systemd`- und `udev`-Tricks nicht.

Auf Ubuntu-Abkömmlingen gibt es kein `usbip`-Paket, hier müssen Sie die `linux-tools` einrichten. Ältere Ubuntu-Fassungen führen den `usbip`-Befehl nicht im Pfad, sondern verstecken ihn in `/usr/lib/linux-tools-<version>` – hier helfen Links.

Im Praxisbetrieb hat sich die Technik als sehr stabil erwiesen, wenn sie einfache Adapter übers Netz weitergeleitet hat: Serielle Anwendungen wie Zigbee-Adapter und Arduinos mit LaCrosse-Firmware liefen über viele Wochen stabil. Für anspruchsvollere Adapter, die isochrone Übertragung erwarten, wie Kameras oder Audio-Geräte, wählt man besser den direkten USB-Anschluss. USB-Hubs übrigens gelten für USB/IP nicht als Gerät. Es gelingt entsprechend nicht, sie als Hub im Netzwerk freizugeben.

Als kritisch hat sich die Art der Vernetzung erwiesen: Im WLAN-Betrieb zeig-

ten sich in der Praxis sowohl mit einem Raspi 3 als auch Raspi 4 dann und wann Aussetzer. Via Ethernet lief es stets rund. Das ist bei Raspis ein generelles und je nach Modell und WLAN-Adapter häufiger zu beobachtendes Problem. Oft ist es in den Griff zu bekommen, wenn man die Empfangssituation bessert oder indem man die Funktionen zum Energiesparen für den WLAN-Adapter abschaltet.

Wichtig ist auch, auf allen beteiligten Geräten möglichst aktuelle Kernel und USB/IP-Pakete einzusetzen und nicht verschiedene Versionen zu mischen. Es ist nicht nötig, darauf mit hohem Aufwand die allerneueste Version selbst zu übersetzen, aber schon eine Nachlässigkeit, aufs aktuelle Release einer Distribution umzusteigen, kann sich bei Experimenten mit USB/IP und den `Systemd`-Units rächen: Wir haben das sowohl bei Pi OS als auch Debian beobachtet, dort sollte es Bullseye sein. Ebenso kooperierte ein Linux Mint als Client erst, nachdem es auf die aktuelle Fassung 20.3 umgestellt war.

(ps@ct.de)

Systemd-Units für USB/IP auf GitHub, Paper zu USB/IP: ct.de/y5ma

WISSEN SCHÜTZT

Angriffe auf die IT
erfolgreich abwehren

23.06. KÖLN | 28.06. STUTTGART | 05.07. ONLINE

Angeichts eines realen Kriegs gewinnt IT-Sicherheit eine neue Bedeutung. Es geht nicht mehr „nur“ darum, gut organisierte Kriminelle abzuwehren; auch Cyber-Angriffe durch staatliche Akteure werden zur realen Gefahr.

Die eintägige Konferenz **heise Security Tour** hilft Ihnen dabei, den Überblick zu bewahren, Maßnahmen zu priorisieren und diese in der Praxis richtig umzusetzen.

DIE THEMEN

- Lagebild IT-Security: Auswirkungen des Kriegs, Ransomware, Cybercrime & Co.
- Datenschutz: US-Datentransfer, Cookies, Google Analytics
- Erfahrungen eines CISOs mit Anti-Phishing
- Sichern der Supply Chain
- Sicheres Backup: Immutable Storage, Air Gaps und andere Konzepte
- Die Wahrheit des Patchens

**Frühbucherpreis
Köln oder Stuttgart: 549,-**

Frühbucherpreis Online-Konferenz: 449,-

Jetzt 50 Euro Frühbucher-Rabatt sichern:
heise-security-tour.de



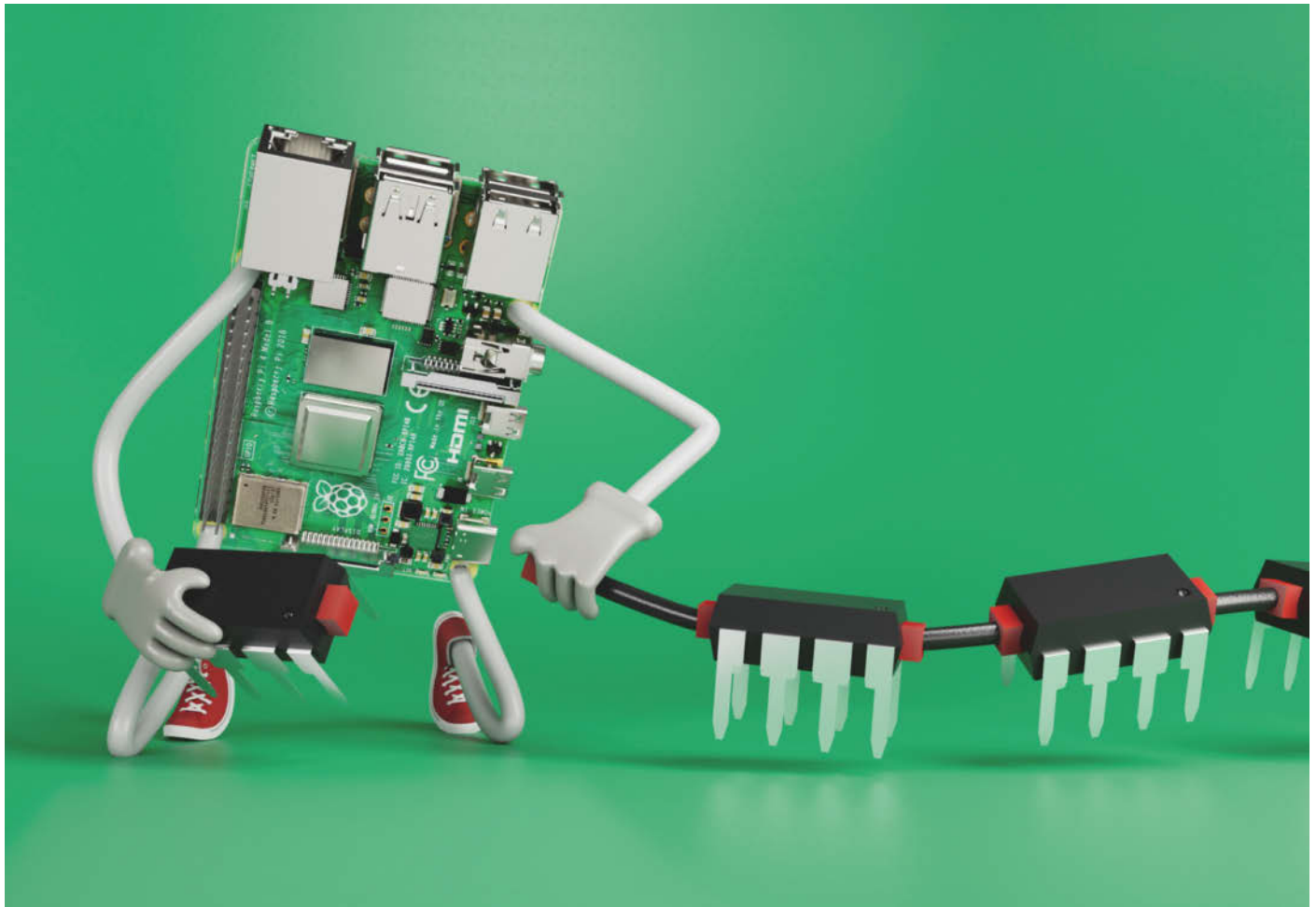


Bild: Moritz Reichartz

Komfortprogramm

I2C-Komponenten in Python auf dem Raspi ansteuern

Displays, Sensoren, Schrittmotoren, Servo-Controller – viele Experimentierplatinen kommunizieren über den I2C-Bus. Leider vertragen sich die verschiedenen Python-Bibliotheken nicht immer miteinander. Am Beispiel eines Projekts, das Ihren Raspi in einen digitalen Zollstock verwandelt, erklären wir, wie Sie zum Ziel kommen, ohne problematische Bibliotheken einzusetzen.

Von Mirko Dölle

Die zahllosen Python-Bibliotheken für die verschiedensten Experimentierplatinen und Elektronikkomponenten machen es leicht, auf dem Raspberry Pi in die Hardware-Programmierung einzusteigen. Damit genügen wenige Zeilen Code, um den Servo eines Roboterarms zu bewegen oder ein Display anzusteuern. Doch die Bibliotheken unterschiedlicher Anbieter oder Entwickler sind meist nicht aufeinander abgestimmt und kommen sich ins Gehege, wenn man sie in einem Python-Projekt gemeinsam einsetzen möchte.



Besonders häufig kommen solche Probleme bei Komponenten mit I2C-Bus (Inter-Integrated Circuit) zum Tragen, denn die Auswahl an Sensoren, Treibern und Displays hierfür ist besonders groß und zumeist werden die verschiedenen Module gleichzeitig betrieben.

Der I2C-Bus wurde für die Kommunikation verschiedener Elektronikkomponenten innerhalb eines Geräts entwickelt und kommt mit nur zwei Leitungen aus: der Datenleitung, meist SDA genannt, und der Taktleitung SCL oder SCK. Der ebenfalls notwendige Massean-

schluss wird üblicherweise nicht gezählt, weil alle Chips ohnehin eine Masseleitung besitzen. Unterm Strich braucht man also trotzdem mindestens drei Kabel, um eine Komponente per I2C-Bus anzuschließen.

Der Takt wird vom sogenannten Busmaster bereitgestellt, etwa dem Raspberry Pi oder einem anderen Mikrocontroller. Alle anderen Komponenten sind Slaves, die Sie wie die LEDs einer Lichterkette parallel an die beiden Busleitungen anschließen. Damit der Master sie einzeln ansprechen kann, besitzt jede Komponente eine eigene, sieben Bit lange ID. So lassen sich an den beiden I2C-Bussen des Raspi gleichzeitig mehrere Displays, Servo-Controller, Schrittmotoren oder Temperatursensoren betreiben, insgesamt stehen 116 Adressen pro Bus zur Verfügung (der Rest ist unter anderem für eine Adressraumerweiterung reserviert).

Auf Takt

Der Master ist es auch, der an der Daten- und der Taktleitung die Busspannung von 3 bis 5 Volt bereitstellt. Für die Takterzeugung zieht der Busmaster den Spannungspegel der Taktleitung gegen Masse herunter, wobei ein Vorwiderstand dafür sorgt, dass es keinen Kurzschluss gibt. Auf die gleiche Weise werden auf der Datenleitung die einzelnen Bits übertragen: Für eine logische Null zieht ein Busteilnehmer die Datenleitung gegen Masse, für eine logische Eins bleibt die Spannung während des Taktsignals unverändert. Je nach Taktfrequenz – sie liegt üblicherweise zwischen 10 und 40 kHz – sind Datenraten von bis zu 400 kbit/s möglich. Es gibt noch schnellere Modi, die bei Chips für Bastler aber nicht gebräuchlich sind.

Damit eine I2C-Komponente weiß, dass die Daten für sie bestimmt sind, beginnt jede Buskommunikation mit dem ID-Byte, unmittelbar gefolgt von den Daten. Die Abbildung rechts zeigt das farblich invertierte Oszillogramm eines I2C-Datenpakets (blau), das an ID 70h adressiert ist und ein Nullbyte sowie ein Byte 40h enthält (pink). Darunter befindet sich das Taktsignal (rot). Durch die Farbumkehr lässt sich der Signalverlauf in der gedruckten Ausgabe von c't besser erkennen.

Stehen keine Datentransfers an, schaltet der Busmaster das Taktsignal ab – die Werte etwa eines Temperatursensors fragt also stets der Master im Pull-Verfahren ab. Wundern Sie sich daher nicht, wenn Sie auf der Taktleitung mal kein Taktsignal finden – dann ist der Bus nur gerade im Leerlauf.

Sie benötigen in jedem Fall ein digitales Speicheroszilloskop, um I2C-Datenpakete zu visualisieren, idealerweise mit einem integrierten Protokolldekoder. Die Busspannung auf beiden Leitungen verrät trotzdem die Anwesenheit eines Busmasters. Die können Sie auch mit einem einfachen Multimeter messen.

Bevor Sie den I2C-Bus des Raspi nutzen können, müssen Sie ihn zunächst im Raspi-Konfigurationsprogramm einschalten, das Sie im Terminal mit `sudo raspi-config` starten. Sie finden den I2C-Bus im Menü „Interface Options“; anschließend starten Sie den Raspi neu.

Angeklemt

Von den beiden I2C-Bussen des Raspi sollten Sie lediglich I2C-1 an den Pins 3 (SDA) und 5 (SCL) für Ihre eigenen Projekte verwenden. I2C-0 an den Pins 27 und 28 ist für die automatische Erkennung von Hats reserviert, also Aufsteckplatinen, die sich über ein I2C-EEPROM identifizieren. Da jeder I2C-Bus über 100 Komponenten ansteuern kann, genügt Bus 1 für die meisten Bastelprojekte vollauf.

Für den Anschluss etwa der Adafruit 7-Segment-LED-Anzeige mit HT16K33-Controller via I2C benötigen Sie keine zusätzlichen Komponenten. Sie verbinden einfach den SDA-Anschluss des Moduls mit Pin 2 des Raspi, SCL kommt an Pin 3, Masse an Pin 6 und die Spannungsversorgung übernimmt der 3,3-Volt-Anschluss an Pin 1 des Raspi.

Ob der Raspi den Display-Controller korrekt erkennt, finden Sie heraus, indem

Sie den Befehl `i2cdetect -y 1` auf dem Bus I2C-1 alle möglichen IDs abklopfen lassen. Ist die 7-Segment-Anzeige korrekt angeschlossen, taucht dort die ID 70 auf, was für 70h steht – dies ist die werksseitig voreingestellte ID bei Adafruits 7-Segment-Modul. Durch Lötbrücken lässt sich die ID aber auch ändern, wodurch Sie mehrere LED-Anzeigen gleichzeitig betreiben können.

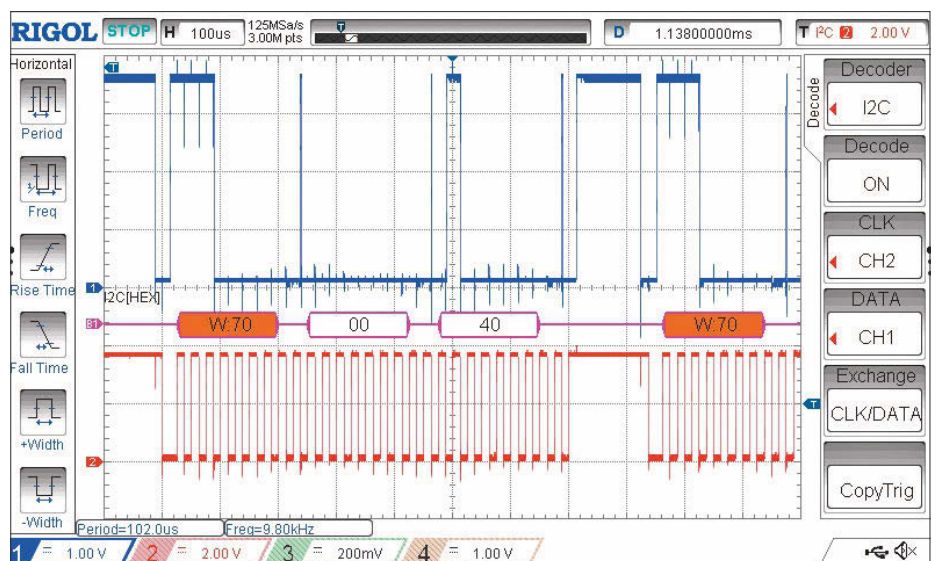
Um das Display mit Python anzusteuern, können Sie die von Adafruit bereitgestellte Bibliothek für LED-Anzeigen mit HT16K33-Controller installieren:

```
sudo pip3 install \
adafruit-circuitpython-ht16k33
```

Diese funktioniert auch mit den meisten 7-Segment-Anzeigen anderer Hersteller, die den gleichen Controller verwenden. Damit benötigen Sie nur ganz wenige Zeilen Python-Code, um etwa die Zahl 42 auf dem Display auszugeben:

```
import board
import busio
from adafruit_ht16k33 import segments
i2c = busio.I2C(board.SCL, board.SDA)
display = segments.Seg7x4(i2c)
display.fill(0)
display.print(42)
```

Die Funktion `display.print()` verarbeitet neben Ganzzahlen auch Gleitkommazahlen und Zeichenketten – und das auch nicht nur auf dem Raspi. Hinter der Bibliothek für den HT16K33-Controller steht eine Vielzahl weiterer Adafruit-Bibliothe-



Die ID am Anfang eines I2C-Datenpakets gibt die ID des Empfängers an, für den die nachfolgenden Daten bestehend aus zwei Bytes bestimmt sind.

ken, die neben dem Raspi viele andere Miniaturrechner und Mikrocontroller unterstützen. Die Bibliotheken sind derart verschachtelt, dass man als Programmierer kaum noch herausfinden kann, was sich tatsächlich im Hintergrund abspielt. Außerdem ergeben sich Inkompatibilitäten, wenn Sie zusätzlich I2C-Komponenten einsetzen wollen, die in der Adafruit-Bibliothek nicht enthalten sind.

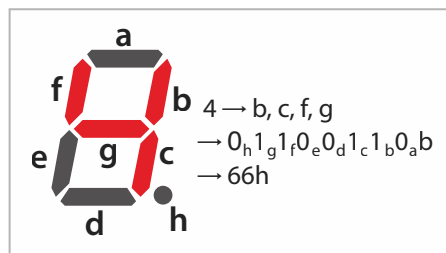
In [1] etwa haben wir gezeigt, wie Sie beim Ultraschall-Entfernungsmesser HC-SR04 in Python eine Messung triggern:

```
import RPi.GPIO as GPIO
triggerPin = 11
GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
GPIO.setup(triggerPin, GPIO.OUT,
            initial=GPIO.HIGH)
GPIO.output(triggerPin, GPIO.LOW)
```

Wollen Sie im gleichen Programm die 7-Segment-Anzeige und die LED ansteuern, so dürfen Sie `GPIO.setmode()` nicht mehr aufrufen, denn das erledigt die Adafruit-Bibliothek bereits implizit – und erzwingt dabei den Modus `GPIO.BCM`. Dadurch verändern sich sämtliche Pin-Bezeichnungen, Sie müssen dann Pin 17 triggern – obwohl der Entfernungsmesser weiterhin an Pin 11 angeschlossen ist. Kennt man das Problem, ist es schnell behoben. Benutzen Sie hingegen eine zweite Bibliothek, die den Modus `GPIO.BOARD` erfordert, so lässt sich das Problem nicht oder nur durch sehr aufwendige Patches einer der Bibliotheken lösen. Dies ist ein generelles Problem, wenn man komplexe, stark abstrahierende Bibliotheken einsetzt.

Ganz einfach

Für den HT16K33-Controller gibt es aber eine sehr kompakte Alternative, die Sie von GitHub herunterladen können:



Der Controller HT16K33 für 7-Segment-Anzeigen hat keinen eigenen Zeichensatz. Stattdessen werden die sieben Segmente und der Dezimalpunkt jeder Ziffer durch die einzelnen Bits eines Bytes angesteuert.

```
git clone https://github.com/4emcconville/HT16K33.git
```

Diese Bibliothek hat keinen Einfluss auf die GPIO-Programmierung, denn sie verwendet im Hintergrund die generische Python-Bibliothek SMBus. Der SMBus basiert auf dem I2C-Bus und ist dazu abwärtskompatibel, beherrscht aber einige zusätzliche Funktionen wie zum Beispiel Timeouts. Dementsprechend enthält die SMBus-Bibliothek alle für die I2C-Bus-kommunikation nötigen Funktionen. Sie finden die Bibliothek in den Standard-Repositories aller Linux-Distributionen, unter Raspberry Pi OS heißt das benötigte Paket `python3-smbus`. Dieses installieren Sie mit folgendem Befehl:

```
sudo apt-get install python3-smbus
```

Um mit der schlanken HT16K33-Bibliothek die Zahl 42 rechtsbündig auf dem 7-Segment-Display auszugeben, genügen folgende Befehle:

```
from HT16K33 import FourDigit
display = FourDigit(bus=1).setUp()
display.clear()
display.writeDigit(2, 4)
display.writeDigit(3, 2)
```

Den Unterschied zur Adafruit-Bibliothek sieht man bei der Ausgabe der Zahl 42: Die HT16K33-Bibliothek steuert die Ziffern des Displays einzeln an, sie sind von 0 bis 3 durchnummeriert. Deshalb sind zwei Aufrufe von `display.write()` erforderlich.

Innenansichten

Ein Blick in die Quellen der Bibliothek HT16K33 offenbart, dass sich dahinter keine Magie verbirgt. Die Funktion `clear()` zum Beispiel, die alle aktiven Segmente des Displays ausschaltet, enthält eine simple `for`-Schleife:

```
address=0x70
# ...
def clear(self):
    for i in range(0x10):
        self.bus.write_byte_data(
            self.address, i, 0x00)
    return self
```

Die I2C-Busfunktion `write_byte_data()` innerhalb der Schleife überträgt Daten an ein I2C-Gerät. Dazu müssen die ID, die Adresse der Gerätefunktion und schließlich die Daten als Parameter mitgegeben

werden. Die ID des Moduls haben Sie zuvor mittels `i2cdetect` ermittelt; wie die Adresse lautet, verrät das Datenblatt des Controllers (siehe ct.de/yrx2) im Kapitel „I²C Serial Interface“ in der Tabelle „Command Summary“: Die Funktionsadressen („Command/Address“) sind insgesamt acht Bit lang (D15 bis D8), wobei die höchsten vier Bit (D15 bis D12) die Funktion referenzieren und die unteren vier Bit (D11 bis D8) bei manchen Funktionen für weitere Parameter genutzt werden.

Für die Funktion „Display data“ bestehen die oberen vier Bit stets aus Nullen (0000b), die unteren vier Bit enthalten die Nummer der 7-Segment-Anzeige, die gemeint ist. Die Funktionsadresse 00h gibt somit etwas auf der ersten, linken Ziffer der 7-Segment-Anzeige aus, 01h schreibt etwas auf die zweite und so weiter. Welche Segmente einer Ziffer angezeigt werden sollen, steht in den acht Bit des Daten-Bytes, das `write_byte_data()` als dritten Parameter erhält. Um alle LED-Segmente auszuschalten, besteht das Daten-Byte aus acht Null-Bits, also 00h.

Handarbeit

Da der HT16K33-Controller maximal 16 7-Segment-Ziffern ansteuern kann, iteriert die `for`-Schleife zum Löschen der Anzeige über die Adressen 00h bis 0Fh insgesamt 16 Mal und bricht bei Erreichen der Adresse 10h ab. Mit diesem Wissen können Sie bereits ein Python-Programm schreiben, das ohne die HT16K33-Bibliothek eine 7-Segment-Anzeige löscht:

```
from smbus import SMBus
busno = 0x01
addr = 0x70
i2c = SMBus(busno)
for i in range(0x10):
    i2c.write_byte_data(addr, i, 0x00)
```

Um die Zahl 42 ohne die HT16K33-Bibliothek ausgeben zu können, müssen Sie im Datenblatt des Controllers noch etwas weiter lesen. Gleich hinter der Kommandoübersicht finden Sie das „HT16K33 operation flow chart“, in dem angegeben ist, in welcher Reihenfolge Sie das Modul initialisieren müssen. An erster Stelle steht „Internal system clock enable“, Sie müssen also den internen Oszillator einschalten. Wie der Befehl dafür lautet, finden Sie wiederum in der Kommandoübersicht: Für die Funktion „System setup“ müssen die obersten vier Bit auf 0010b gesetzt



ME Minds
Mastering
Machines

**Die Heise-Konferenz
zu Machine Learning und
Künstlicher Intelligenz**

**1. - 3. Juni 2022
in Karlsruhe**

Vor-Ort-Konferenz ... wieder unter Menschen

Die Minds Mastering Machines ist die Konferenz für Fachleute, die Machine-Learning-Projekte in die technische Realität umsetzen.

Das Programm bietet an zwei Tagen in drei Tracks unter anderem folgende Vorträge:

- ✓ **Der Entwicklungsprozess eines Machine-Learning-Projekts**
- ✓ **Your Rediscover Past: Spotify-Personalisierung selbstgemacht**
- ✓ **Data Poisoning: Risiken für ML-Anwendungen minieren**
- ✓ **Evaluierung von Neural-Search- und Question-Answering-Ansätzen**
- ✓ **Data Science in Production - Wärmebedarfsprognosen in der Cloud**
- ✓ **ML und die Gesetze: Was gilt heute ... und was kommt morgen?**

www.m3-konferenz.de

**Jetzt
Ticket
sichern**

Goldsponsoren

 **infoteam**
software

 **NOVATEC**

Veranstalter



 **heise Developer**

 **dpunkt.verlag**


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

OSCILLATOR = 0x20
DISPLAY = 0x80
DIGIT = [0x00, 0x02, 0x06, 0x08]

SSEG = {
    0: 0x3F, 1: 0x06, 2: 0x5B, 3: 0x4F, 4: 0x66,
    5: 0x6d, 6: 0x7d, 7: 0x07, 8: 0x7F, 9: 0x67
}

busno = 0x01
address = 0x70
triggerPin = 11
echoPin = 13
buttonPin = 15
mStatus = 0
t0 = 0
t1 = 0

def showDigit(i:int, j:int):
    global i2c
    POINT = [0x00, 0x00, 0x80, 0x00]
    if i in range(4) and j in range(10):
        c = SSEG[j] | POINT[i] # Dezimalpunkt
        i2c.write_byte_data(address, DIGIT[i], c)

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

def echoEvent(pin):
    global t0, t1
    if pin == echoPin:
        if (GPIO.input(echoPin) and not t0):
            t0 = time()
        elif (not GPIO.input(echoPin) and t0 and not t1):
            t1 = time()
            d = round((t1 - t0)*343000/2) # mm
            for i in range(4):
                showDigit(3-i, (d//((10**i))%10))
            t0 = None
            t1 = None

def buttonPress(pin):
    global mStatus
    if mStatus == 0:
        mStatus = 1
        sendTrigger()
        mStatus = 0

i2c = SMBus(busno)
for i in range(0x10):
    i2c.write_byte_data(address, i, 0x00)
i2c.write_byte(address, OSCILLATOR|0x01)
i2c.write_byte(address, DISPLAY|0x01)

GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
GPIO.setup(buttonPin, GPIO.IN, pull_up_down=GPIO.PUD_UP)
GPIO.setup(triggerPin, GPIO.OUT, initial=GPIO.HIGH)
GPIO.setup(echoPin, GPIO.IN)
GPIO.add_event_detect(echoPin, GPIO.BOTH, callback=echoEvent)
GPIO.add_event_detect(buttonPin, GPIO.BOTH,
                        callback=buttonPress, bouncetime=500)

try:
    while True:
        sleep(10)
except KeyboardInterrupt:
    i2c.write_byte(address, OSCILLATOR|0x00)
    GPIO.cleanup()
```

Als digitaler Zollstock gibt der Raspberry Pi die ermittelte Distanz auf einem 7-Segment-Display aus, das per I2C-Bus angebunden ist. Mit den Angaben aus dem Datenblatt des Display-Controllers gelingt dies ohne Hersteller-Bibliotheken.

sein, das entspricht der Basisadresse 20h. Um den Oszillator einzuschalten, wird das unterste Bit auf 1 gesetzt – dazu verknüpfen Sie beide Werte einfach mit dem Oder-Operator. Somit ergibt die Python-Operation `0x20|0x01` jenes Byte, das den Oszillator einschaltet.

Ein Datenbyte gibt es bei dieser Gerätefunktion nicht, weshalb Sie anstelle von `write_byte_data()` die I2C-Funktion `write_byte()` verwenden:

```
i2c.write_byte(addr, 0x20|0x01)
```

Auch das Display müssen Sie erst einschalten, bevor etwas angezeigt wird. Die Funktion „Display Setup“ hat laut Datenblatt die Basisadresse 80h (1000b für die obersten vier Bit) und auch hier schalten Sie mit dem untersten Bit das Display ein, was Sie in Python als `0x80|0x01` formulieren können:

```
i2c.write_byte(addr, 0x80|0x01)
```

LED-Puzzle

Ist das Display initialisiert, können Sie die Ziffern 4 und 2 darauf ausgeben. Allerdings kennt der HT16K33-Controller keinen Zeichensatz, Sie müssen ihm vielmehr Bit für Bit mitteilen, welche LEDs der 7-Segment-Anzeige ein- oder ausgeschaltet werden sollen, um die gewünschte Ziffer darzustellen. Dazu ist jedem der sieben LED-Segmente ein Bit fest zugeordnet, das achte Bit steuert den Dezimalpunkt an. In Datenblättern werden die einzelnen Segmente mit den Buchstaben a bis g und der Dezimalpunkt mit h bezeichnet, wobei a das niedrigste Bit ist und h das höchste. Die Abbildung auf Seite 72 zeigt die Zuordnung der LED-Segmente zu den Buchstaben respektive Bits.

Um die Ziffer 4 anzuzeigen, müssen Sie die Segmente b, c, f und g aktivieren, daraus ergibt sich 01100110b oder umgerechnet 0x66h. Bei der Ziffer 2 sind es die Segmente a, b, d, e und g, also 01011011b oder 0x5Bh. Daraus ergeben sich folgende Python-Befehle:

```
i2c.write_byte_data(addr, 0x06, 0x66)
i2c.write_byte_data(addr, 0x08, 0x5B)
```

Die Funktionsadressen 00h und 02h stehen beim Adafruit-Display für die beiden linken Ziffern – 01h ist nicht angeschlossen. Außerdem gibt es einen Doppelpunkt in der Mitte, dem die Adresse 04h zuge-

ordnet ist. Die dritte Ziffer hat die Adresse 06h, die vierte 08h. Ein Array `DIGIT[]`, das die Adressen der einzelnen Ziffern enthält, macht das Programm leichter lesbar:

```
DIGIT = [0x00, 0x02, 0x06, 0x08]
i2c.write_byte_data(addr,
    DIGIT[2], 0x66)
i2c.write_byte_data(addr,
    DIGIT[3], 0x5B)
```

Den Zeichensatz für die Ziffern sollten Sie, um den Code lesbarer zu machen, im Dictionary `SSEG{}` hinterlegen:

```
SSEG = {
    0: 0x3F, 1: 0x06, 2: 0x5B, 3: 0x4F,
    4: 0x66, 5: 0x6d, 6: 0x7d, 7: 0x07,
    8: 0x7F, 9: 0x67
}
i2c.write_byte_data(addr,
    DIGIT[2], SSEG[4])
i2c.write_byte_data(addr,
    DIGIT[3], SSEG[2])
```

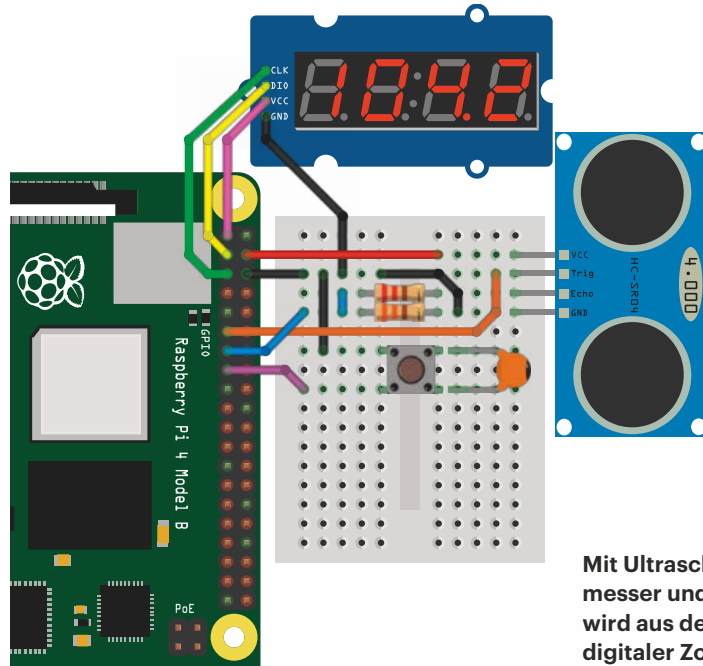
Das hat auch den Vorteil, dass Sie das Aussehen der Ziffern später an einer zentralen Stelle ändern können.

Zusammengeführt

Mit der 7-Segment-LED-Anzeige und dem zuvor erwähnten Ultraschall-Entfernungsmesser, dessen Programmierung mittels Bit Banging wir bereits in [1] ausführlich erklärt haben, können Sie einen digitalen Zollstock bauen. Als Grundlage dienen dafür die Schaltung aus [1] und das Programm `zollstock-event.py`, das die Entfernung im Sekundentakt misst und im Terminal ausgibt. Sie wird um einen Taster an Pin 15, der künftig die Messungen auslöst, und das 7-Segment-Modul ergänzt. Die komplette Schaltung sehen Sie oben rechts.

Das Listing auf Seite 74 besteht zum größten Teil aus dem Zollstock-Programm aus [1], wir haben es Ihnen auf `ct.de/yrx2` zum Download bereitgestellt. Neu ist die Funktion `buttonPress()`, die der Event-Handler auf Tastendruck aufruft. Die dort verwendete Variable `mStatus` dient dem Locking und sorgt dafür, dass die Funktion `sendTrigger()` selbst bei Tastenprellen nur einmal aufgerufen wird.

Die zweite wesentliche Neuerung ist die Funktion `showDigit()`, die als Parameter die Position und Ziffer erwartet und sie in bekannter Manier per `i2c.write_byte_data()` auf dem Display ausgibt. Die Besonderheit ist, dass hinter der dritten Ziffer ein Dezimalpunkt eingefügt wird: Bei



Mit Ultraschall-Entfernungsmesser und 7-Segment-Anzeige wird aus dem Raspberry Pi ein digitaler Zollstock.

einem vierstelligen Display bietet es sich an, die Entfernung in Zentimetern mit einer Nachkommastelle anzuzeigen – faktisch also die Entfernung in Millimetern auszugeben und den Dezimalpunkt manuell einzufügen. Ob bei einer Ziffer der Dezimalpunkt gesetzt wird, legt das Array `POINT[]` fest:

```
POINT = [0x00, 0x00, 0x80, 0x00]
c = SSEG[j] | POINT[i]
```

Um den Dezimalpunkt an einer bestimmten Stelle einzuschalten, muss das höchste Bit der anzuzeigenden Ziffer auf 1 gesetzt werden. Dies erledigt die Operation `SSEG[j] | 0x80`. Da dies nur bei der vorletzten Stelle geschehen soll, enthält `POINT[]` nur dort den Wert 80h.

Wir haben in unserem Entfernungsmesser-Code in der Funktion `echoEvent()` die Ausgabe der Entfernung mittels `print()` noch durch eine `for`-Schleife ersetzt:

```
d = round((t1 - t0)*343000/2)
for i in range(4):
    showDigit(3-i, (d//(10**i))%10)
```

Der Aufruf von `round()` sorgt dafür, dass in der Variablen `d` die Entfernung als Ganzzahl in Millimetern steht. Die `for`-Schleife arbeitet sich von der letzten Stelle von `d` nach vorne vor, indem sie per Ganzzahldivision die bereits angezeigten Stellen entfernt (`d//(10**i)`) und dann die letzte Stelle per Modulo-Operation (`%10`) herauslöst. Diese schreibt dann, ebenfalls von hinten nach vorne (`3-i`), über die Funktion

`showDigit()` auf das Display. Indem `showDigit()` an der vorletzten Stelle automatisch den Dezimalpunkt einfügt, können Sie die Entfernung auf dem LED-Display bequem in Zentimetern ablesen.

Fazit

Will man umfangreiche Bibliotheken für Elektronikkomponenten verschiedener Hersteller miteinander kombinieren, kann es durch die komplexen Abhängigkeiten schnell zu Inkompatibilitäten kommen. Doch oft gibt es einfacher gestrickte Alternativen, die Sie ohne nennenswerte Komforteinbußen verwenden können. Beim I2C-Bus haben Sie zusätzlich stets die Möglichkeit, direkt mit der Komponente zu kommunizieren und so selbst solche Komponenten einzusetzen, für die es noch gar keine Python-Bibliothek gibt. Alle dafür nötigen Informationen finden Sie in den Datenblättern der Komponenten oder der Controller-Bausteine, die dort eingesetzt werden. Der Lohn ist ein schlankes Python-Programm, das Sie noch dazu leicht auf eine andere Plattform portieren können. Etwa auf den Raspberry Pi Pico, der mit MicroPython arbeitet. Wie das geht, erfahren Sie im nächsten Artikel in dieser Ausgabe. (mid@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Mirko Dölle, Bitgebastel, Raspi: Servos und Sensoren ansteuern, c't 6/2022, S. 24
- [2] Mirko Dölle, Auf Tritt, GPIO-Pins des Raspi in Python programmieren, c't 3/2022, S. 154

Listings und Datenblatt: ct.de/yrx2



Ultraschallsensor, 7-Segment-Anzeige, ein Raspberry Pi und ein komplettes Linux: ziemlich viel Aufwand, um in Python die Entfernung messen und anzeigen zu lassen. Einfacher und vor allem preiswerter geht das mit dem Mikrocontroller-Board Raspberry Pi Pico. Wir zeigen, wie Sie Ihr Python-Programm einfach dorthin mitnehmen.

Von Mirko Dölle

Ganz ehrlich, 50 Euro wird wohl niemand für einen digitalen Ultraschall-Zollstock auf Basis des Raspberry Pi ausgeben. Der Minicomputer eignet sich zwar prima als Experimentierplattform, seine Stärke ist das Linux-Betriebssystem, das sich um Netzwerk und WLAN und damit die Internetanbindung kümmert oder große Datenmengen speichert und verarbeitet. Als Gadget für einfache Schaltaufgaben ist er aber zu groß, zu teuer und zu stromhungrig.

Eine Alternative ist der Raspberry Pi Pico für knapp 4 Euro, ein Experimentier-Board mit dem von der Raspberry Pi Foundation entwickelten Mikrocontroller RP2040, den wir in [1] im Detail vorgestellt haben. Man könnte den Raspi Pico auch „Rasduino“ nennen, denn er spielt in der gleichen Liga wie Arduino Nano, Arduino Micro oder auch ESP32.

Der vielleicht größte Unterschied zwischen den genannten Mikrocontrollern und einem General-Purpose-Computer wie dem Raspberry Pi ist das Betriebssystem: die Mikrocontroller haben keins. Stattdessen läuft dort eine sogenannte Firmware, ein einzelnes Programm; sie erfüllen üblicherweise nur eine fest umrissene Aufgabe – wie zum Beispiel die eines digitalen Zollstocks, der die Entfernung etwa zur Wand per Ultraschallsensor misst und auf einer 7-Segment-LED-Anzeige ausgibt.

Der Raspi Pico überträgt das Beste des Raspberry Pi, nämlich den 40-poligen GPIO-Anschluss, in die Welt der Mikrocontroller – allerdings mit einer völlig anderen Belegung und auch nicht als Pfostenleiste. Stattdessen lötet man den Raspi Pico über die Lötmulden direkt auf eine Platine auf oder steckt ihn, mit zwei Stiftleisten bestückt, auf ein sogenanntes Breadboard

Bild: Moritz Reichartz

Kleines 1 x 1

Python-Programme vom Raspi auf den Raspi Pico portieren

oder einen Chip-Sockel. Für den digitalen Zollstock haben wir zwei Breadboards verwendet, eins für den Raspi Pico und eins für die restliche Elektronik.

Hoch spannend

Elektrisch ist der Pico voll kompatibel zu seinem großen Bruder, beide arbeiten mit 3,3-Volt-CMOS-Logik und stellen sowohl 3,3 Volt als auch 5 Volt für die Versorgung externer Elektronik bereit, wobei der 5-Volt-Pin mit der 5-Volt-Leitung des USB-Anschlusses verbunden ist und sich deshalb auch zur Einspeisung eignet. Sie können somit alle Schaltungen des Raspberry Pileicht auf den Raspi Pico übertragen, wenn Sie die geänderte Pinbelegung beachten. Die Abbildung auf Seite 79 zeigt, wie Sie die Komponenten des digitalen Raspi-Zollstocks von Seite 75 mit dem Pico verdrahten.

Neben dem 5-Volt-Anschluss hat der Pico an Pin 39 (VSYS) noch einen Weitbereichseingang für Betriebsspannungen von 1,8 bis 5,5 Volt, an dem Sie etwa einen Akku direkt anschließen können. Der interne Gleichspannungswandler erzeugt daraus 3,3 Volt und stellt an Pin 36 (3V3) bis zu 300 mA bereit. Einen 5-Volt-Spannungswandler gibt es jedoch nicht: 5 Volt haben Sie also nur zur Verfügung, wenn Sie den Pico auch mit 5 Volt speisen, wobei die Stromaufnahme im Leerlauf bei nur gut 10 mA liegt.

Wenn Sie Schaltungen auf den Raspi Pico portieren, sollten Sie deshalb 5-Volt-Komponenten wie zum Beispiel den Ultraschallsensor HC-SR04 möglichst durch eine 3,3-Volt-Variante wie den RCW-0001 ersetzen. Geht dies nicht, etwa weil es kein 3,3-Volt-Modell gibt oder es nicht lieferbar ist, benötigen Sie eine externe 5-Volt-Stromversorgung, zum Beispiel eine USB-Powerbank. Alternativ können Sie Ihrer Schaltung einen Gleichspannungswandler (DC-DC Buck Converter) für 5 Volt hinzufügen – möglichst auch mit einem weiten Eingangsspannungsbereich und angeschlossen an Pin 39 (VSYS), um den Gleichspannungswandler des Pico zu entlasten. Auf die gleiche Weise können Sie bei Bedarf 12 Volt erzeugen, was aber nur selten erforderlich ist.

Starthilfe

Auf einem fabrikneuen Pico müssen Sie zunächst die MicroPython-Firmware ins-

tallieren (siehe Kasten „Aufgespielt“). Sie erlaubt es Ihnen, auf dem Raspberry Pi entwickelte Python-Programme auf dem Raspi Pico auszuführen. MicroPython ist eine Variante von Python 3, die speziell für Mikrocontroller entwickelt wurde und die es zum Beispiel auch für den ESP32 gibt.

MicroPython ist allerdings nicht vollständig kompatibel zu Python 3 auf dem Raspi, es gibt vor allem Unterschiede bei den Bibliotheken, weshalb Sie Ihre Python-Programme vom Raspi für den Pico anpassen müssen. Wir empfehlen dafür die Python-Entwicklungsumgebung Thonny, die Sie auf thonny.org für alle wichtigen Betriebssysteme zum Download finden.

Unter Linux gibt es Thonny häufig in den Standard-Repositories der jeweiligen Distribution, allerdings sind die Pakete oft veraltet. Dann sollten Sie die aktuelle Version von Thonny mit dem Befehl `sudo pip3 install thonny` aus dem Python-Paket-Repository installieren oder auf das Flatpak [org.thonny](https://flatpak.org/thonny) zurückgreifen.

In Thonny können Sie nicht nur Ihre Raspi-Programme laden und editieren, sondern auch auf den Pico übertragen und ausführen. Dazu wählen Sie zunächst unten rechts in Thonny als Entwicklungsplattform den Raspberry Pi Pico aus und aktivieren im Menü „View“ „Files“, dann sehen Sie sowohl die Dateien auf Ihrem Rechner als auch die Programme, die auf dem Raspi Pico gespeichert sind. Der normale Dateimanager Ihres Rechners taugt dazu nicht: Mit installierter MicroPython-

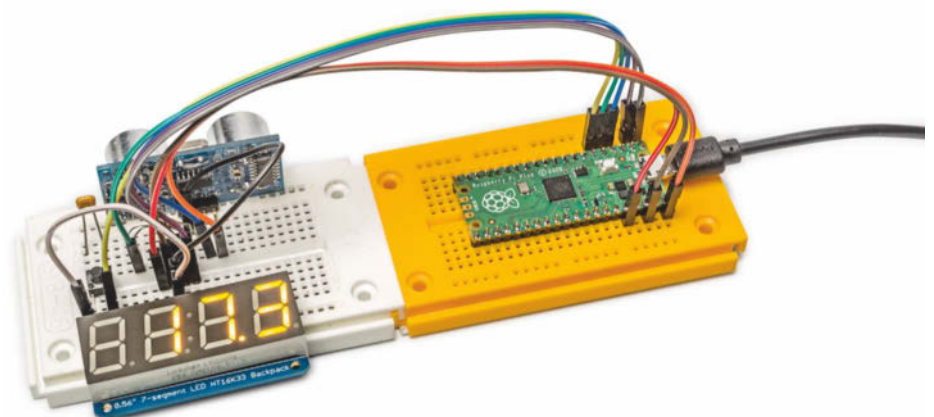
Aufgespielt

Raspberry Pi Pico werden ohne MicroPython ausgeliefert, Sie müssen daher erst die MicroPython-Firmware herunterladen und installieren. Dazu halten Sie die Taste „BOOTSEL“ auf der Oberseite der Experimentierplatine gedrückt, während Sie den Pico mit einem Micro-USB-Kabel an Ihren Rechner anschließen – so starten Sie den UF2-Bootloader des Raspi Pico. Daraufhin gibt sich der Pico als USB-Stick „RPI-RP2“ mit einem FAT-Dateisystem zu erkennen.

Indem Sie die auf dem Pico gespeicherte Datei INDEX.HTM im Browser öffnen, werden Sie auf raspberrypi.com umgeleitet und landen dort in der Dokumentation des Entwicklungs-Boards. Unter „MicroPython“ finden Sie neben dem Einsteigerhandbuch auch den Download-Link der MicroPython-Firmware („downloadable UF2 file“). Diese speichern Sie auf dem Pico – woraufhin dieser sich automatisch ausklinkt und mit der neuen Firmware startet. Eine etwaige Warnung, das USB-Gerät sei nicht ordnungsgemäß entfernt worden, dürfen Sie ignorieren.

Firmware meldet sich der Pico nicht als USB-Storage-Gerät und über den Bootloader können Sie lediglich eine neue Firmware hochladen, jedoch keine Dateien im Speicher des Pico verwalten.

Um ein Programm auf dem Pico auszuprobieren, müssen Sie es nicht händisch



Ein Raspberry Pi wäre zu groß, teuer und stromhungrig, um damit etwa einen digitalen Ultraschall-Zollstock zu bauen. Der Raspi Pico für vier Euro ist dafür sehr viel besser geeignet und kann auch portierte Python-Programme des Raspberry Pi ausführen.

```
import machine

from utime import sleep, ticks_us

OSCILLATOR = 0x20
DISPLAY = 0x80
DIGIT = [0x00, 0x02, 0x06, 0x08]

SSEG = {
    0: 0x3F, 1: 0x06, 2: 0x5B, 3: 0x4F, 4: 0x66,
    5: 0x6d, 6: 0x7d, 7: 0x07, 8: 0x7F, 9: 0x67
}

busno = 0x00
address = 0x70
triggerPin = 2
echoPin = 3
buttonPin = 4
mStatus = 0
t0 = 0
t1 = 0

def showDigit(i:int, j:int):
    global i2c
    POINT = [0x00, 0x00, 0x80, 0x00]
    if i in range(4) and j in range(10):
        c = SSEG[j] | POINT[i] # Dezimalpunkt
        i2c.writeto_mem(address, DIGIT[i], bytearray(c))

def sendTrigger():
    global Trigger
    Trigger.off()
    sleep(0.00001)
    Trigger.on()

def echoEvent(pin):
    global t0, t1
    if Echo.value() == 1:
        t0 = ticks_us()
    elif t0 > 0:
        t1 = ticks_us()
        d = round((t1 - t0)*34300/2/100000) # mm
        for i in range(4):
            showDigit(3-i, (d//((10**i)%10))

def bArr(i:int):
    return bytearray(i.to_bytes(1, 'big'))

def buttonPress(pin):
    global mStatus
    if mStatus==0 and pin.value()==0:
        mStatus = 1
        sendTrigger()
        mStatus = 0

i2c = machine.I2C(busno, sda=machine.Pin(0), scl=machine.Pin(1))
for i in range(0x10):
    i2c.writeto_mem(address, i, bArr(0x00))
i2c.writeto(address, bArr(OSCILLATOR|0x01))
i2c.writeto(address, bArr(DISPLAY|0x01))

Button = machine.Pin(buttonPin, machine.Pin.IN, machine.Pin.PULL_UP)
Trigger = machine.Pin(triggerPin, machine.Pin.OUT, value=1)
Echo = machine.Pin(echoPin, machine.Pin.IN, machine.Pin.PULL_DOWN)
Echo.irq(echoEvent, machine.Pin.IRQ_RISING|machine.Pin.IRQ_FALLING)
Button.irq(buttonPress, machine.Pin.IRQ_FALLING)
```

Die Portierung des digitalen Ultraschall-Zollstocks auf MicroPython erlaubt es, den sehr viel günstigeren und stromsparenden Raspberry Pi Pico einzusetzen.

hochladen: Es genügt, wenn der Python-Code in Thonny geöffnet ist; klicken Sie dann auf „Run“, überträgt Thonny ihn automatisch und führt ihn aus. Wenn Sie

den Code speichern, fragt Thonny, ob Sie dies auf Ihrem Rechner oder dem Pico tun wollen. Der Pico kann durchaus mehrere Python-Programme gleichzeitig beher-

bergen, die Sie dann wahlweise in Thonny öffnen und ausführen können. Gibt es ein Programm mit dem Namen main.py, dann führt es die MicroPython-Firmware automatisch unmittelbar nach dem Einschalten aus – so lange, bis Sie es mit einem Klick auf „Stop“ in Thonny abbrechen und dann anderen Code ausführen oder die Dateien verwalten können. Auf die gleiche Weise stoppen Sie jedes andere Programm, das etwa in einer Endlosschleife läuft oder vergeblich auf ein Ereignis wartet.

Lichtblick

Die größten Unterschiede zwischen Python auf dem Raspberry Pi und MicroPython auf dem Raspi Pico gibt es bei den Bibliotheken. Statt der Bibliothek `RPi.GPIO` importieren Sie auf dem Pico `machine`, um Zugriff auf die Pins zu bekommen. Die folgenden Zeilen etwa schalten die auf dem Pico aufgelötete LED am Anschluss GP25 ein:

```
import machine
led = machine.Pin(25,
                  machine.Pin.OUT)

led.value(1)
```

Damit die LED im Sekundentakt blinkt, benötigen Sie auf dem Raspi Pico die Bibliothek `utime`, außerdem können Sie die Funktion `toggle()` der LED benutzen:

```
import machine
from utime import sleep
led = machine.Pin(25,
                  machine.Pin.OUT)

while True:
    led.toggle()
    sleep(1)
```

Das größte Problem sind jedoch herstellerspezifische Bibliotheken. Sofern sie überhaupt schon auf MicroPython portiert wurden, fehlten oft die spezifischen Anpassungen für den Raspi Pico. Davon betroffen war bei Redaktionsschluss auch die Bibliothek für die 7-Segment-LED-Anzeige von Adafruit mit dem HT16K33-Controller, die über I2C-Bus angesteuert wird.

Im Listing auf Seite 74 haben wir gezeigt, wie Sie diese LED-Anzeige auch nativ mit I2C-Busbefehlen aus dem Datenblatt des Controllers nutzen können. In MicroPython für den Raspi Pico sind die benötigten I2C-Busfunktionen bereits in der Basis-Bibliothek `machine` enthalten.

Allerdings gibt es leichte Unterschiede bei den Namen: Während Sie auf dem Raspi mittels `i2c.write_byte()` eine Funktion des Displays ansprechen, müssen Sie auf dem Pico `i2c.writeto()` verwenden. Um zusätzliche Daten zu übertragen, nehmen Sie statt `i2c.write_byte_data()` die Funktion `i2c.writeto_mem()`.

Feine Unterschiede

Es gibt noch einen Stolperstein: `i2c.writeto()` und `i2c.writeto_mem()` aus MicroPython erwarten den letzten Parameter als Bytefolge oder Byte-Array. Deshalb benötigen Sie eine Konvertierungsfunktion:

```
def bArr(i:int):
    return bytearray(i.to_bytes(1,
                                'big'))
```

Nach dem Konvertieren der Daten mithilfe der Funktion `bArr()` schalten Sie den Oszillator des 7-Segment-Displays auf dem Pico fast in identischer Weise ein wie beim Raspi:

```
# MicroPython
i2c.writeto(address,
             bArr(OSCILLATOR|0x01))

# Python
i2c.write_byte(address,
               OSCILLATOR|0x01)
```

Solche Besonderheiten finden Sie heraus, indem Sie in der Dokumentation des MicroPython-Projekts auf `docs.micropython.org` stöbern.

Ein weiterer wesentlicher Unterschied zwischen Python auf dem Raspi und MicroPython auf dem Pico: Ohne ein Betriebssystem gibt es auf dem Mikrocontroller kein Multitasking. Um auf Ereignisse wie zum Beispiel einen Tastendruck reagieren zu können, müssen Sie deshalb den Interrupt-Controller damit beauftragen, die gewünschte Funktion aufzurufen. Im Folgenden als Beispiel der Taster, der beim digitalen Zollstock die Messung auslöst:

```
Button = machine.Pin(buttonPin,
                     machine.Pin.IN,
                     machine.Pin.PULL_UP)

# ...
Button.irq(buttonPress,
           machine.Pin.IRQ_FALLING)
```

Danach wird die Funktion `buttonPress()` immer dann ausgeführt, wenn der Inter-

rupt-Controller am Pin `buttonPin` eine fallende Signalfanke erkennt. Zum Vergleich die Event-Programmierung auf dem großen Raspi:

```
GPIO.setup(buttonPin, GPIO.IN,
            pull_up_down=GPIO.PUD_UP)
# ...
GPIO.add_event_detect(buttonPin,
                       GPIO.BOTH, callback=buttonPress,
                       bouncetime=500)
```

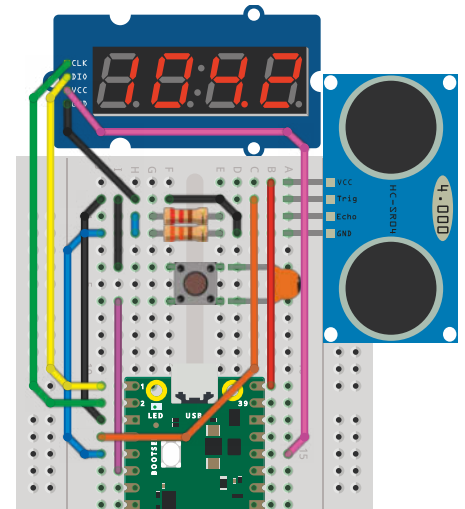
Den Parameter `bouncetime`, der auf dem Raspi Tastenprellen abfangen soll, kennt der Interrupt-Controller des Pico nicht, weshalb Sie unbedingt einen Kondensator mit 100 nF oder einem ähnlichen Wert parallel zum Taster schalten sollten. Dieser ist in der Schaltung rechts bereits enthalten.

Mit diesem Wissen können Sie den digitalen Raspi-Zollstock aus dem vorangegangenen Artikel auf den Raspberry Pi Pico portieren. Das Ergebnis finden Sie auf Seite 78 oben und auf `ct.de/yuur` zum Download. Falls Sie die gedruckte c't in Ihren Händen halten, schlagen Sie zum Vergleich zusätzlich die Seite 74 auf und halten Sie beide Listings nebeneinander. Sollten Sie diesen Artikel in elektronischer Form lesen, so sehen Sie die Gegenüberstellung der beiden Listings als Abbildung.

Fazit

Die Unterschiede zwischen der Raspi-Version des digitalen Zollstocks und der Variante für den Raspberry Pi Pico sind gering, lediglich die Namen der Bibliotheken und einiger Funktionen haben sich geän-

Mit der MicroPython-Entwicklungsumgebung Thonny können Sie Ihre Programme am Rechner bearbeiten und auf Knopfdruck direkt auf dem per USB-Kabel angeschlossenen Raspi Pico ausprobieren.



Der Pico ist elektrisch voll kompatibel zum Raspberry Pi, lediglich die Pinbelegung ist eine andere. Schaltungen wie der digitale Ultraschall-Zollstock lassen sich deshalb leicht vom Raspi auf den Pico portieren.

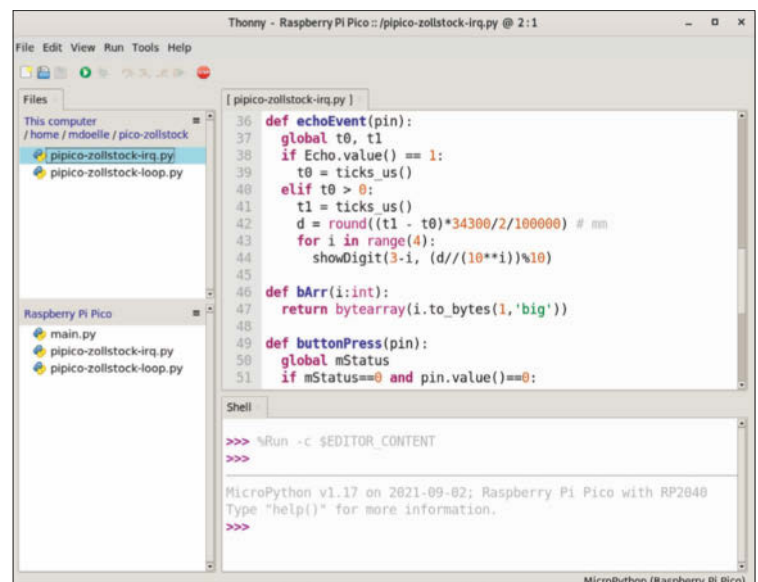
dert. Durch den geringen Preis und die geringe Stromaufnahme erweitert der Raspi Pico mit MicroPython-Firmware Ihren Bastelhorizont, ohne dass Sie eine neue Programmiersprache oder gänzlich neue Schaltungen entwerfen müssten.

(mid@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Dr. Maik Merten, Christof Windeck, Pico-Beere, Der Mikrocontroller Raspberry Pi RP2040, c't 26/2021, S. 106

Listing zum Download: ct.de/yuur





Multidisplaymini

Kompakter PC-Barebone Shuttle XPC slim DH32U

Der Industrie-PC von Shuttle steuert vier 4K-Displays an und benötigt dank sparsamem Mobilprozessor wenig Energie. Wir haben uns angeschaut, ob der günstige Barebone auch als Schreibtischrechner taugt.

Von Christian Hirsch

Das robuste Metallgehäuse, zwei LAN-Ports und zwei serielle Schnittstellen zeigen, dass sich der Shuttle XPC slim DH32U im Industrieinsatz und als Zuspätkrieger für digitale Werbe- und Informationstafeln am wohlsten fühlt. Unter der Haube sitzt ein Mainboard mit einer aufgelöteten Mobil-CPU aus Intels elfter Core-i-Generation „Tiger Lake“. Ein 90-Watt-Netzteil und VESA-Halterungen liefert der Hersteller zum 370 Euro teuren Barebone mit.

Zunächst muss man den viereinhalb Zentimeter flachen Barebone noch mit

DDR4-SO-DIMMs und SSD vervollständigen sowie ein Betriebssystem der Wahl aufspielen. Wir haben den Mini-PC mit zwei 8-GB-Byte-DDR4-3200-Modulen (je 35 Euro) und einer M.2-SSD mit PCI-Express-4.0-Interface (140 Euro) bestückt und ihn unter Windows 11 und Ubuntu 21.10 getestet. Für eine zweite SSD beziehungsweise eine Festplatte im 2,5-Zoll-Format gibt es eine Halterung, die über dem Mainboard liegt. Ein zweiter M.2-Slot nimmt WLAN- oder LTE-Kärtchen auf. Diese bietet Shuttle inklusive Antenne optional für 30 bis 45 Euro an.

Umfangreiche Videobeschleunigung

Der Pentium Gold 7505 ist mit zwei Kernen und 2 GHz Nominaltakt keine Rakete, dennoch bootet das System innerhalb von zwölf Sekunden ziemlich flott zum Windows-Desktop. Per Turbo erreicht der Tiger-Lake-Prozessor bis zu 3,5 GHz. Die Rechenleistung reicht für gängige Office-Anwendungen sowie zum Surfen aus. Bei anspruchsvollen Aufgaben wie Raw-Fotobearbeitung geht ihm aber trotz Hyper-

threading die Puste aus. Schneller rechnet die Vierkern-CPU Core i5-1135G7 des ansonsten identisch ausgestatteten Barebone DH32U5. Dieser kostet aber mit 650 Euro fast das Doppelte des hier getesteten DH32U.

Die im Prozessor integrierte UHD-Grafikeinheit mit 48 Shadern ist für moderne 3D-Spiele zu schwach. Dafür bringt sie aber viele Videofunktionen mit und entlastet die beiden CPU-Kerne bei der Wiedergabe von modernen Formaten wie H.265/HEVC, VP9 und AV1. Shuttle führt alle vier Display-Pipes der Tiger-Lake-Prozessoren als HDMI-2.0-Ports nach außen. Dadurch steuert der Mini-PC ohne zusätzliche Adapter gleichzeitig vier Monitore oder Fernseher jeweils mit Ultra-HD-Auflösung (3840 × 2160) und 60 Hertz Wiederholrate an. Das können nur wenige andere kompakte PC-Barebones.

Die Leistungsaufnahme bei ruhendem Windows-11-Desktop klettert mit vier angeschlossenen Displays von 12 auf 17 Watt. Das ist sehr moderat – Desktop-Grafikkarten schlucken an vier Monitoren gern 15 bis 25 Watt mehr als an nur einem.

Im Leerlauf rauscht der DH32U leise, aber deutlich wahrnehmbar, was auf Dauer stört. Die Ursache dafür ist jedoch nicht der CPU-Lüfter selbst: Verantwortlich sind Luftverwirbelungen an den scharfkantigen Öffnungen im Gehäusedeckel darüber. Entfernt man diesen und betreibt den Mini-PC offen, ist er bei gleicher Drehzahl flüsterleise. Besser wäre es aus unserer Sicht, wenn Shuttle statt der zahlreichen kleinen Löcher ein großes in den Deckel fräsen und darüber einen Staubschutzfilter platzieren würde.

Bei Volllast auf CPU und GPU kommt der DH32U mit gerade einmal 35 Watt aus. Der kleine 50-mm-Lüfter auf dem Prozessorkühler dreht dann aber nach einigen Minuten auf 4000 Touren auf. Zudem pulsiert dabei die Drehzahl. Die 1,8 sone in der Spitze stören bei Videowänden an öffentlich zugänglichen Orten nicht. Für einen Schreibtisch-PC, der vergleichsweise nah am Ohr sitzt, ist das aber zu viel.

Mit Linux sparsamer

Zu den weiteren Anschlüssen gehören insgesamt acht USB-A-Buchsen. Laut Hersteller sollen die vier auf der Rückseite mit 5-Gbit/s- und die vorderen mit 10-Gbit/s-Tempo arbeiten. In unseren Tests hat sich jedoch herausgestellt, dass es sich bei allen Ports um USB 3.2 Gen 2 mit 10 Gbit/s han-

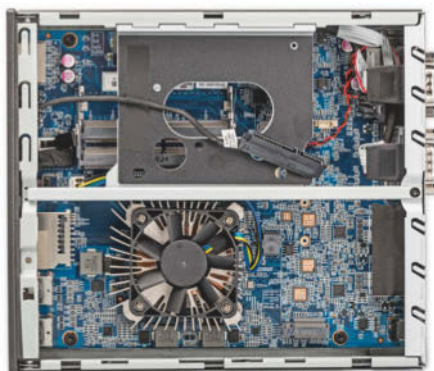
delt. Die hinteren werden nicht von dem im Prozessor-SoC integrierten Chipsatz bereitgestellt, sondern von Zusatzchips: Je ein Asmedia-ASM2142-Controller bedient zwei Buchsen. In der Praxis transferieren sie die Daten lediglich mit 860 MByte/s, während die vorderen USB-Ports 1060 MByte/s schaffen. Der Kartenleser hängt intern nicht per USB, sondern per PCI Express am Prozessor und liefert deshalb mit 95 MByte/s eine vergleichsweise hohe Transferringeschwindigkeit.

Nach unserer ersten Inbetriebnahme ließ sich der Audio-Treiber für den Realtek ALC888S Audiochip nicht installieren. Kurze Zeit später veröffentlichte Shuttle jedoch ein BIOS-Update, das diesen Fehler behob. Vermutlich fehlte in der vorherigen Version die passende PCI-ID, sodass der Treiberinstallator den Chip nicht erkennen konnte.

Außer unter Windows 11 haben wir den DH32U auch unter Ubuntu 21.10 geprüft. Damit versieht er erfreulich unauffällig seinen Dienst. Alle Funktionen wie Standby, 3D-Beschleunigung, Kartenleser, Audio und Netzwerk funktionierten sofort. Bei ruhendem Desktop genehmigte sich der Mini-PC zwei Watt weniger als unter Windows. Durch Optimieren der Energiespareinstellungen mit powertop --auto konnten wir die Leistungsaufnahme um weitere 2 Watt auf 8,4 Watt drücken.

Fazit

Der Shuttle XPC slim DH32U ist wegen seiner kompakten Abmessungen und der vielfältigen Anschlüsse für diverse Anwendungen interessant. In der Preisklasse um 400 Euro gibt es zudem nur wenige Mini-PCs, die vier Displays beliefern können.



Die abnehmbare Halterung für ein 2,5-Zoll-Laufwerk platziert Shuttle über den Slots für die M.2-SSD und das RAM, damit der CPU-Lüfter frei atmen kann.

Der sparsame Mobilprozessor erfordert wenig Kühlaufwand. Umso ärgerlicher ist es, dass Shuttle den Barebone durch die ungünstig konstruierten Lüfteröffnungen im Leerlauf lauter als nötig arbeiten lässt.

Etwas kleinere, leisere Alternativen mit ebenfalls vier Bildschirmausgängen

sind die Mini-Barebones der Serie Intel NUC 11 Pro, denen allerdings der zweite Netzwerkanschluss fehlt. Der NUC-11TNKi3 mit dem Dual-Core Core i3-111G4 kostet mit 370 Euro genauso viel wie der Shuttle XPC slim DH32U.

(chh@ct.de) **ct**

Shuttle DH32U

Kompakter PC-Barebone	
Hardware-Ausstattung	
CPU / Kerne (Threads) / Takt (Turbo)	Intel Pentium Gold 7505 / 2 (4) / 2,0 (3,5) GHz
CPU-Lüfter (Regelung)	5 cm (✓)
RAM (Typ / maximal)	2 × SO-DIMM (DDR4 / 64 GByte)
Grafik (-speicher)	Intel UHD (vom Hauptspeicher)
Mainboard (Format) / Chipsatz	Shuttle DH32U (proprietär) / im CPU-SoC integriert
Erweiterungs-Slots (nutzbar)	1 × M.2-2280 (PCIe 4.0 x4 & SATA 6G), 1 × M.2-2230 (PCIe 2.0 x1 & USB 2.0)
Kartenleser	SD, SDHC, SDXC
Einbauschächte (frei)	1 × 2,5" (1)
Sound-Chip (Chip)	HD Audio (Realtek ALC888S)
Netzwerk-Interface (Chip, Anbindung) / TPM	2 × 1 Gbit/s (Intel i211-AT, PCIe) / fTPM 2.0
Zusatzchips (Chip, Typ)	2 × USB-Controller (Asmedia ASM2142, je 2 × USB 10 Gbit/s)
Abmessungen (B × H × T)	16,6 cm × 4,4 cm × 19,6 cm
Kensington-Lock	✓
Netzteil (Leistung)	Acbel ADB002, extern, 19 V (90 Watt)
Anschlüsse hinten	4 × HDMI 2.0b, 4 × USB-A 10 Gbit/s, 2 × LAN, 2 × RS-232 ¹ , Pfostenstecker: Ein/Aus / CMOS-Clear
Anschlüsse vorn, oben und seitlich	4 × USB-A 10 Gbit/s, 2 × analog Audio
Lieferumfang	Treiber-DVD, Kurzanleitung, VESA-Halterung
Elektrische Leistungsaufnahme, Datentransfer-Messungen und Geräuschentwicklung	
Soft-Off / Energie Sparen / Leerlauf	0,3 W / 1,3 W / 12 W
Volllast: CPU / CPU und Grafik	30 W / 35 W
M.2-SSD: Lesen (Schreiben)	6,6 (4,2) GByte/s
USB-A (10 Gbit/s) vorne / hinten: Lesen (Schreiben)	1063 (1010) / 859 (831) MByte/s
LAN 1/2: Empfangen (Senden)	119 (119) / 119 (119) MByte/s
SDXC-Card: Lesen (Schreiben)	95 (93) MByte/s
Geräuschentwicklung: Leerlauf / Volllast (Note)	0,4 sone (⊕⊕) / 1,8 sone (⊖)
CPU- / GPU-Last (Note)	1,7 sone (⊖) / 1,6 sone (⊖)
Funktionstests	
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	12 s
Parallelbetrieb (Digital Monitore)	4 × HDMI 2.0 (Ultra HD, 60 Hz)
analog Mehrkanalton (Art) / 2. Audiostream	nur Stereo / n. v.
Systemleistung	
BAPCo SYSmark 25	910
Cinebench R23: 1T / MT	1125 / 2447
3DMark: Fire Strike	2632
Linux-Kompatibilität mit Ubuntu 21.10	
3D / Standby / Audio / LAN	✓ / ✓ / ✓ / ✓
USB-A (10 Gbit/s): Lesen (Schreiben)	1052 / 976 MByte/s
Leistungsaufnahme: Leerlauf / optimiert	10,3 / 8,4 W
Bewertung	
Systemleistung: Office / Rendering / Spiele	⊕⊕ / ⊖⊖ / ⊖⊖
Audio: Wiedergabe / Aufnahme	⊕⊕ / ⊖
Geräuschentwicklung / Systemaufbau	⊕ / ⊕⊕
Preis / Garantie	370 € / 24 Monate Gewährleistung
✓ funktioniert — funktioniert nicht n. v. nicht vorhanden ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ⊖ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht	
¹ davon einer umschaltbar auf RS422 und RS485	



Ryzen-Knirps

Mini-PC-Barebone für Ryzen-Prozessoren

In den ECS Liva One A300 passt trotz kompakter Abmessungen ein Achtkern-CPU hinein. Im Leerlauf kommt er mit unter 10 Watt aus, bei der Lautstärke zeigt unser Test aber noch Potenzial nach unten.

Von Christian Hirsch

Die meisten Mini-PCs sind mit fest eingelöteten Mobilprozessoren ausgestattet. Man muss also mit dem Vorlieben nehmen, was der PC-Hersteller auswählt. Nicht so beim PC-Barebone Liva One A300: Das flache Gehäuse mit bereits installiertem AM4-Mainboard nimmt aktuelle Athlon- und Ryzen-Prozessoren mit integrierter Grafik auf. Dank dieser Flexibilität können Sie auf Grundlage des Liva One A300 beispielsweise einen preisgünstigen Mini-Heimserver mit dem Dual-Core Athlon 3000G bauen oder aber einen potenten Bürorechner mit dem Achtkerner Ryzen 7 5700G.

Mit seinem robusten Metallgehäuse taugt der Mini-PC auch als Business-PC. Der von ECS mitgelieferte Standfuß erlaubt es, den Liva One A300 nicht nur

flach liegend, sondern auch aufrecht stehend zu betreiben. Außerdem befindet sich eine VESA-Halterung im Karton, um den pralinenschachtelgroßen Rechner hinter einem Monitor oder unter der Tischplatte zu verstecken.

Board ohne Chipsatz

Fürs fertige System fehlen dem 250 Euro teuren Mini-Barebone noch Prozessor, SSD und Arbeitsspeicher. Wir haben den schnellsten AMD-Kombiprozessor Ryzen 7 5700G mit 65 Watt Thermal Design Power, eine M.2-SSD Samsung 980 Pro und 2 × 8 GByte DDR4-SODIMMs eingebaut. Damit kostet das Gesamtsystem 710 Euro. Mit dem deutlich billigeren Athlon 3000G und einer günstigeren SATA-SSD kommt man mit rund 450 Euro aus.

Für den Einbau der Hardware müssen Sie lediglich eine Rändelschraube auf der Rückseite lösen, um den Deckel inklusive Frontblende nach vorne wegzuschieben. Nach dem Einsetzen von CPU, RAM und SSD fehlt nur noch der mitgelieferte Kupferkühlkörper für den Prozessor. Dieser kühlt zugleich die Bauelemente des Spannungswandlers auf dem Board, deshalb bitte nicht vergessen, die Schutzfolien von den Wärmeleitpads abzuziehen. Der Radiallüfter sitzt oberhalb der Speichermodule und lässt sich unabhän-

gig vom verschraubten Kühler einfach abnehmen. Zusätzlich zur M.2-SSD nimmt der Liva One A300 ein 2,5"-SATA-Laufwerk auf.

Eine Besonderheit des PC-Barebone ist, dass das Board ohne Chipsatz auskommt. Das klappt, weil sämtliche Ryzen-Prozessoren PCIe-Lanes, SATA- und USB-Ports bereitstellen. Der Chipsatz verzichtet spart Strom: Der Mini-PC begnügt sich trotz Desktop-CPU im Leerlauf mit lediglich achteinhalb Watt. Bei den USB-Ports muss ECS mangels Chipsatz etwas tricksen, denn die Ryzen-5000G-CPU stellt nur vier USB-3.2-Gen-2-Ports (10 Gbit/s) bereit. An zweien davon hängen die beiden USB-C-Frontanschlüsse. Die je zwei USB-A-Buchsen vorne und hinten teilen sich über einen Hub-Chip von Asmedia die dritte USB-Lane vom Prozessor. Sie arbeiten deshalb nur mit 5-Gbit/s-Tempo (USB 3.2 Gen 1). Die verbleibende USB-Leitung verteilt ein USB-2.0-Hub-Chip auf die USB-2.0-Ports auf der Rückseite und den Bluetooth-Teil des WLAN-Moduls.

Lauter Lüfter

ECS bringt die WLAN-Antennen in kleinen Plastikblöcken auf der Rückseite unter. Das vermeidet störende Stabantennen, limitiert aber den Durchsatz. Weil das Modul zudem den Wi-Fi-5-Standard verwendet, tröpfelten die Daten auf unserer 20-Meter-Teststrecke im 5-GHz-Band nur mit 93 Mbit/s über den Äther. Andere Mini-PCs schaffen das Drei- bis Fünffache. Fürs Ethernet lötet der Hersteller einen 2,5-Gbit/s-Chip von Realtek auf.

Der Liva One A300 steuert zwei digitale 4K-Displays gleichzeitig per DisplayPort und HDMI an. Viele andere Mini-PCs befeuern drei bis vier Monitore. Für alte Beamer bringt der Rechner einen VGA-Ausgang mit. Ältere Betriebssysteme bekommt man auf dem ECS-Rechner nicht zum Laufen, denn die Firmware bootet nur im UEFI-Secure-Boot-Modus ohne CSM für BIOS-Kompatibilität.

Die futuristische BIOS-Setup-Oberfläche des Liva One A300 stellt verschiedene Lüfterprofile zur Auswahl. Die Regelung funktionierte bei unserem Exemplar allerdings nur im BIOS-Setup selbst. Sobald man dieses verlässt, dreht der CPU-Lüfter unabhängig vom Profil auf 2300 U/min auf und verursacht lautes Rauschen (0,8 sone). Stehen alle acht Kerne des Ryzen 7 5700G mit 71 Watt

Gesamtleistungsaufnahme unter Voll-dampf, mutiert der Mini-PC zum Krachmacher (3,0 Sone). Auf Nachfrage erklärte ECS, dass das Verhalten der Lüfterregelung so beabsichtigt sei.

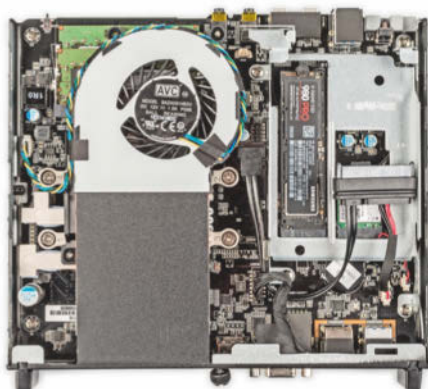
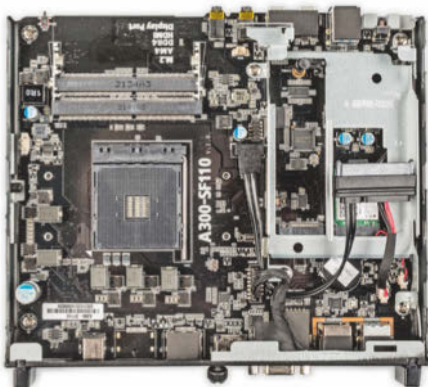
Fazit

Der ECS Liva One A300 erlaubt für seine flache Bauweise große Flexibilität bei der Prozessorwahl. Mit dem Desktop-Achtkerner Ryzen 7 5700G ist Rechenleistung möglich, die nur wenige andere Mini-PCs bieten. Der Preis von 250 Euro ist angesichts der Ausstattung mit integriertem WLAN sowie dem mitgelieferten CPU-Kühler angemessen. Leider patzt ECS bei der Lüftersteuerung. Eine vergleichbare Alternative zum Liva One A300 ist der klobigere PC-Barebone Asrock DeskMini X300, der ebenfalls Ryzen-Kombiprozessoren aufnimmt und rund 90 Euro weniger kostet [1].

(chh@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Carsten Spille, Vorlauter Zwerg, Asrock Deskmini X300 für Ryzen 4000G, c't 22/2020, S. 76



Die linke Gehäusehälfte ist CPU, RAM und Kühler vorbehalten. In der rechten sitzen die Datenträger.

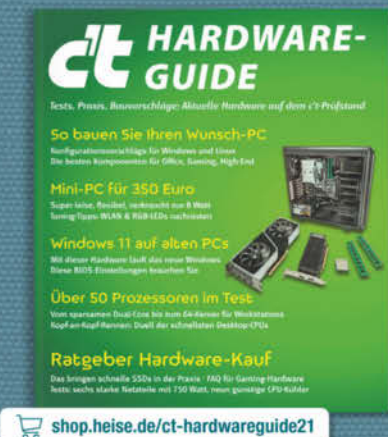


Neben den modernen Anschlüssen wie DisplayPort, HDMI und USB 3.2 Gen 1 sticht der betagte VGA-Anschluss am Liva One A300 heraus.

ECS Liva One A300

Mini-PC-Barebone für Ryzen-Prozessoren	
Hardware-Ausstattung	
CPU-Fassung / Lüfter (Regelung)	AM4 / 6 cm (✓)
RAM (Typ / maximal)	2 × SO-DIMM (DDR4-3200 / 64 GByte)
Grafik(-speicher)	im Prozessor integriert (vom Hauptspeicher)
Mainboard (Format) / Chipsatz	Elitegroup A300-SF 110 (proprietär) / n. v.
Erweiterungs-Slots (frei)	1 × M.2-2280 (PCIe 4.0 x4 & SATA 6G) (1), 1 × M.2-2230 (PCIe & USB) (0)
Einbauschächte (frei)	1 × 2,5" (1)
Sound-Chip (Chip)	HD Audio (Realtek ALC897)
Netzwerk-Interface (Chip, Anbindung) / TPM	2,5 GBit/s (Realtek RTL8125, PCIe) / fTPM 2.0
WLAN-Interface (Chip, Anbindung)	Wi-Fi 5, 802.11ac, 433 Mbit/s (Intel Wireless AC 3165, PCIe)
Zusatz-Chip (Chip, Typ)	USB-Hub (Asmedia ASM1074, 2 × USB 5 Gbit/s)
Abmessungen (B × H × T)	20,7 cm × 3,5 cm × 18,8 cm
Kensington-Lock	✓
Netzteil (Leistung)	FSP120-ABBN3, 19 Volt, extern (120 W)
Anschlüsse hinten	1 × HDMI 2.0b, 1 × DisplayPort 1.4a, 1 × VGA, 2 × USB-A 5 Gbit/s, 2 × USB 2.0, 1 × LAN
Anschlüsse vorn, oben und seitlich	2 × USB-A 5 Gbit/s, 2 × USB-C 10 Gbit/s, 2 × analog Audio
Lieferumfang	CPU-Kühler, Standfuß, Vesa-Halterung, Kurzanleitung
Elektrische Leistungsaufnahme, Datentransfer-Messungen und Geräuschentwicklung	
Soft-off / Energie Sparen / Leerlauf	0,4 W / 1,0 W / 8,5 W
Vollast: CPU / CPU und Grafik	61 W / 71 W
M.2-SSD: Lesen (Schreiben)	3,5 (3,5) GByte/s
USB-C (10 Gbit/s) / USB-A (5 Gbit): Lesen (Schreiben)	1017 (837) / 414 (365) MByte/s
LAN: Empfangen (Senden)	297 (298) MByte/s
WLAN: 2,4 / 5 GHz (20 m)	40 / 93 Mbit/s
Geräuschentwicklung: Leerlauf / Vollast (Note)	0,8 Sone (⊕) / 2,2 Sone (⊖⊖)
CPU- / GPU-Last (Note)	3,0 Sone (⊖⊖) / 1,3 Sone (○)
Funktionstests	
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	14 s
Parallelbetrieb (Digital Monitore)	DisplayPort + HDMI (Ultra HD, 60 Hz)
analog Mehrkanalton (Art) / 2. Audiostrom	nur Stereo / n. v.
HDMI-Mehrkanalton: PCM / Bitstream	7.1 / DTS Audio, Dolby Digital Plus, DTS-HD, Dolby TrueHD, Dolby Digital
Systemleistung ¹	
BAPCo SYSmark 25	1421
Cinebench R23: 1T / MT	1479 / 10260
3DMark: Fire Strike	3823
Linux-Kompatibilität mit Ubuntu 21.10	
3D / Standby / Audio / LAN / WLAN	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓
USB-C (10 Gbit/s): Lesen (Schreiben)	1020 (945) MByte
Leistungsaufnahme: Leerlauf / optimiert	8,7 W / 7,1 W
Bewertung	
Systemleistung: Office / Rendering / Spiele	⊕⊕ / ○ / ⊖
Audio: Wiedergabe / Aufnahme / Front	⊕ / ○
Geräuschentwicklung / Systemaufbau	○ / ⊕⊕
Preis / Garantie	250 € / 24 Monate gesetzliche Gewährleistung
✓ funktioniert — funktioniert nicht n. v. nicht vorhanden ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht	
¹ mit Ryzen 7 5700G, 16 GByte DDR4-3200, 500 GByte NVMe-SSD	

Mehr Futter für Ihre Festplatte



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



Robuster Datentransporter

Samsungs externe SSD T7 Shield ist klein, leicht und gegen Stürze und Nässe geschützt. Dank USB 3.2 Gen 2 erreicht sie über 1 GByte/s beim Lesen und Schreiben.

Fällt eine portable Festplatte vom Schreibtisch herunter, ist sie häufig kaputt – SSDs sind prinzipiell robuster, weil sie keine mechanischen Teile enthalten. Noch etwas robuster ist die Samsung-SSD T7 Shield, ein Abkömmling der T7 (siehe c't 12/2021, S. 100). Der Gummiüberzug soll sie bei Stürzen aus bis zu 3 Metern Höhe schützen, zudem ist sie staub- und wasserdicht nach IP65.

Beim Lesen großer Dateien haben wir unter Windows rund 1050 MByte/s gemessen, beim Schreiben 1024 – schneller gehts kaum mit USB 3.2 Gen 2. Bei Zugriffen auf zufällige Adressen liegt die T7 Shield mit 39.000 beziehungsweise 36.000 IOPS im Mittelfeld von SSDs mit dieser Schnittstelle.

Im Wurzelverzeichnis der SSD liegt Verschlüsselungssoftware für macOS und Windows, eine Android-App steht im Play Store bereit. Im Betrieb nimmt die T7 Shield etwa 4 Watt auf, im Leerlauf rund 0,3 Watt. Einen einfachen Gummischutz für die normale T7 bekommt man bei eBay für weniger als 10 Euro – wasserdicht wird sie damit aber nicht. Die 30 Euro Aufpreis zur einfachen T7 bringen also mehr Schutz in rauer Umgebung. (ll@ct.de)

Samsung SSD T7 Shield

Robuste externe SSD mit USB-C	
Hersteller, URL	Samsung, samsung.de
Modellbezeichnung	MU-PE1T0K
Preis (UVP)	150 € (1 TByte, getestet), 280 € (2 TByte)



Monitorriegel

Wer mit zwei kleineren Bildschirmen statt einem großen arbeitet, dürfte die magnetische Screenbuddy-Arretierung schätzen: Mit ihr sind auf Lücke stehende Displays Geschichte.

Der Screenbuddy fixiert zwei Bildschirme nahtlos nebeneinander. Müssen sie vorübergehend anders platziert werden, bringt man die Monitore per Magnetverschluss schnell wieder in die originale Lage. Das Set für zwei Monitore, bestehend aus vier kleinen Platten, haftet mit silikonisiertem PE-Klebeband sicher an Kunststoffen und lackierten Oberflächen. Wir konnten die Platten sogar einige Male vorsichtig ablösen und wieder anbringen; allzu oft sollte man das aber nicht tun, sonst kleben die Pads nicht mehr.

Vor der Montage muss man die idealerweise identischen Displays exakt ausrichten. Um zwei Schirme leicht zueinander zu drehen, entriegelt man die Magnethalter. Dadurch schieben sich die vier Verschlussstücke beim Verdrehen der Monitore um bis zu einen Zentimeter heraus; das erlaubt ausreichend Drehfreiheit. Hat man die gewünschte Position erreicht und stehen die Rahmen korrekt aneinander, werden die Gelenke wieder verriegelt. Einen nahtlosen Displayanschluss erhält man so allerdings nur bei senkrecht stehenden Schirmen. Der Screenbuddy des Wuppertaler Startups ConnectedView erfüllte seine Funktion im Test tadellos, ist mit 40 Euro pro Vierer-Set aber arg teuer. (uk@ct.de)

Screenbuddy

Magnetische Bildschirmverbindung	
Hersteller	ConnectedView, connected-view.com
Lieferumfang	Set aus vier Platten (4 cm × 6 cm) inkl. 2 Magnetverschlüssen
Preis	40 €



Universelles 3D-Mikrofon

Das Spatial Mic von Voyage Audio nimmt mit acht Kapseln 3D-Signale in Ambisonics zweiter Ordnung auf und simuliert verschiedene Mono- und Stereo-Mikrofone.

Spieledesigner, Video- und Musikproduzenten nehmen mit dem Spatial Mic 3D-Audio für VR-Simulationen, 360-Grad-Videos und 3D-Songs auf. Unter dem Drahtkorb sind acht Kondensatorkapseln in alle Richtungen ausgerichtet, sodass sie 3D-Ton im Ambisonics-Format zweiter Ordnung aufnehmen. Die Audiosignale landen direkt per USB auf dem Rechner. Der USB-C-Anschluss versorgt das Mikro auch mit Strom. Zwei 3-Meter-Kabel für USB-A und USB-C liegen bei.

Alternativ gibt das Mikrofon Aufnahmen auch per ADAT (8 Kanäle, 24 Bit, 48 kHz) aus und erlaubt den Anschluss eines Stereokopfhörers. Am großen Drehknopf stellt man die Aufnahmeverstärkung, das Mischverhältnis zwischen Mikrofon- und Rechner-Signal sowie die Kopfhörerlautstärke ein. Wer nicht am Mikrofon herumfummeln und damit Körperschallgeräusche riskieren will, nimmt die Einstellungen mit einer App vor.

Das Mikrofon wird als Standard-USB-Device mit acht Eingängen und zwei Ausgängen erkannt. Unter macOS betrug die Roundtrip-Latenz gute 8,6 Millisekunden (48 kHz, 64 Samples). Für Windows verweist Voyage Audio auf den Treiber ASIO4All. Zur Aufzeichnung benötigt man eine

Digital Audio Workstation (DAW), die mindestens acht Kanäle pro Spur unterstützt, wie Reaper und Nuendo (Windows, Mac) oder Pro Tools Ultimate (nur macOS). DAWs mit Stereospuren wie etwa Ableton Live funktionierten im Test nicht.

Passend zum Mikrofon bietet Voyage Audio ein Plug-in (VST3/AAX) für Windows und macOS an, das die Aufzeichnungen der Kapseln in verschiedene Formate wandelt. Zur Wahl stehen AmbiX und Fuma erster und zweiter Ordnung. Alternativ ist auch eine Surround-Ausgabe auf 5.1- bis 7.1.4-Kanäle, beispielsweise für Dolby-Atmos-Projekte möglich. Ein Hochpassfilter sowie vier verschiedene Frequenzcharakteristiken lassen sich umschalten.

Das Plug-in simuliert darüber hinaus ein Mono-Mikrofon oder verschiedene Stereo-Setups (X/Y, Mid/Side) und passt die Charakteristika stufenlos von Kugel über Niere bis zur Acht an. Im ruhigen Studio lag der Rauschpegel der Testaufnahmen je nach Verstärkung zwischen -96 dB und -56 dB.

Zur Kopfhörerwiedergabe der Aufnahmen ist ein zusätzlicher binauraler Decoder nötig. Weil der im Handbuch empfohlene 360-Converter von Facebook nicht funktionierte, verwendeten wir die kostenlose IEM Plug-in-Suite von plugins.iem.at. Deren Binaural Decoder nimmt das AmbiX-Format zweiter Ordnung entgegen.

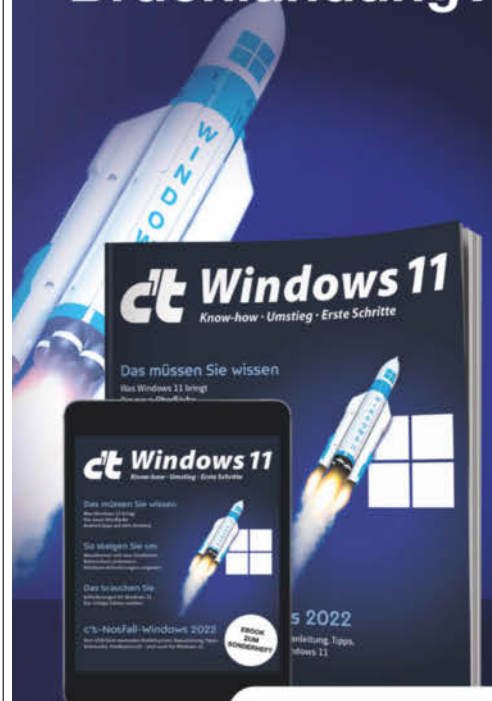
Das Rauschverhalten des Spatial Mic entspricht der Klasse günstiger USB-Mikrofone bis 150 Euro. Für leise 3D-Atmosphären kann ein Ambisonics-Mikrofon erster Ordnung mit vier rauschärmeren Kapseln besser geeignet sein. Zumindest bei der binauralen Kopfhörerwiedergabe profitierte die räumliche Ortung im Test kaum von den zusätzlichen Kanälen der zweiten Ordnung. Dank seiner flexiblen Konfiguration lässt sich das Spatial Mic jedoch auf viele Situationen anpassen und erleichtert 3D-Aufnahmen von lauterer Quellen im Zusammenspiel mit einer der genannten DAWs enorm. Aufgrund der vielen Kapseln ist der Preis von tausend Euro vergleichsweise günstig. (hag@ct.de)

Voyage Audio Spatial Mic

USB-Mikrofon mit acht Kanälen für 3D-Audio

Hersteller, URL	Voyage Audio, voyage.audio
Anschlüsse	USB-C, optischer ADAT-Ausgang, 3,5-mm-Stereo-Klinke, Micro-USB (nur Strom)
Software	Spatial Mic Converter (Windows: VST3, macOS: VST3, AAX), Spatial Mic Control (Windows, macOS)
Preis	999 € (Straße)

Lift-off oder Bruchlandung?



Heft + PDF mit 29 % Rabatt

Im vergangenen Oktober hat Microsoft Windows 11 veröffentlicht.

Die IT-Welt stellt sich die Frage: Was kann es mehr? Will ich es haben? Warum setzt MS die Hardware-Anforderungen so hoch?

Diese Fragen und noch mehr beantwortet Ihnen das Sonderheft c't Windows 11:

- Erste Handgriffe und Einrichten von Windows 11
- c't-Notfall-Windows hilft bei Virensuche, Datenrettung und Hardware-Diagnose
- Hardware-Anforderungen umsetzen und Setup ohne Hardware-Prüfung
- Grafische Oberfläche für Android-Apps und Linux-Anwendungen

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

shop.heise.de/ct-windows11

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

Bassknochen

Knochenschall-Kopfhörer Shokz OpenRun Pro

Der OpenRun Pro von Shokz merzt eine Schwäche seiner Artgenossen aus: Trotz Knochenschalltechnik hört man den Bass nicht nur – wir fühlten ihn sogar.

Von Robin Brand

Achtung, hier gibts was auf die Knochen: Auf den ersten Blick könnte man den Shokz OpenRun Pro zwar mit einem herkömmlichen Nackenband-Kopfhörer mit In-Ear-Knopfen verwechseln. Doch tatsächlich haben die Kopfhörer nur wenig mit diesen gemein. Die Schallwandler sitzen in größeren Gehäusen und sollen gar nicht in den Gehörgang passen, sie übertragen die Musik per Knochenschall. Mit den OpenRun Pro will Hersteller Shokz vor allem einen Schwachpunkt bisheriger Knochenschall-Kopfhörer abgestellt und ihnen einen kräftigen Bass beigebracht haben – dazu später mehr.

Ein Knöpfchen am linken Hörer nimmt Anrufe an und beendet sie oder pausiert die Musikwiedergabe. Rechts hat Shokz Lautstärkewippe, Einschalter und Ladebuchse untergebracht. Dass die kleinen Tasten seitlich an unterschiedlichen Stellen untergebracht sind, macht die Bedienung nicht intuitiv. Bei der Ladebuchse handelt es sich leider um eine proprietäre Lösung. Gemäß IP55 sind die Kopfhörer gegen Spritzwasser geschützt, nicht aber gegen dauerhaftes Untertauchen unter Wasser. Fürs Schwimmen eignen sie sich nicht – anders als die wasserdichten OpenSwim desselben Herstellers.

Die Schallwandler der OpenRun Pro sind durch ein festes Titangestell miteinander verbunden. Will man sich damit in einem Sessel zurücklehnen, während man die Kopfhörer trägt, stört das, weil die Hörer nach vorne gedrückt werden. Ansonsten hat die formstabile Konstruktion den Vorteil, dass die Kopfhörer sich nicht mit Finnen oder Bügeln am Ohr selbst festkrallen müssen, um Halt zu finden. Auch beim Joggen bleiben sie an Ort und Stelle, bei schnellen Sprints verrutschen sie aber immer wieder mal.

Entgegen unserer Befürchtung, dass die feste Konstruktion die Kopfhörer hin-

sichtlich ihrer Passform einschränken würde, fanden unterschiedliche Testhörerinnen und Testhörer auf Anhieb einen passenden Sitz. Nicht jede Frisur eignet sich allerdings für die hinter den Ohren abgehenden Bügel. Die Schallwandler liegen vor dem Ohr auf dem Jochbeinfortsatz auf, das Ohr bleibt völlig frei. Umgebungsgeräusche dringen ungehindert an das Ohr, auch langes Musikhören oder Tragen während einer Videokonferenz ermüdet kaum. Das Fliegengewicht von 29 Gramm trug dazu bei, dass wir die OpenRun Pro teilweise nach längerem Tragen einfach auf den Ohren vergessen haben.

Vibrierender Bass


Der Klang der Kopfhörer ist einigermaßen neutral, die Höhen klingen klar, die Mitten sehr prägnant, wodurch die OpenRun Pro sich auch für Telefonate gut eignen. Die Bässe spielen sie kräftiger als andere Knochenschall-Konkurrenten (die oftmals vom gleichen Hersteller stammen, der bis vor kurzem übrigens AfterShokz hieß), an den Bass von In-Ears kommen sie aber nicht heran. Stattdessen übertragen die OpenRun Pro den Bass als eine Mischung aus Klang und Vibration – so entsteht zumindest die Illusion eines kräftigeren Tiefenbereichs. Die Vibration, die vor allem bei höheren Lautstärken wahrnehmbar ist, empfanden einige Testhörer aber auch als unangenehmes Kitzeln. In der zugehörigen App kann man die Bässe zurücknehmen, dann kitzelt nichts mehr.

Hohe Lautstärken empfehlen sich indes ohnehin nur in Umgebungen, wo man andere nicht stört. Denn dreht man die Lautstärke voll auf, hören das auch Mitmenschen in der Umgebung. Die Mikrofone der OpenRun übertragen die eigene Stimme klar verständlich in Videokonferenzen, für Podcasts reicht die Qualität nicht. Multipoint-Verbindungen lassen sich in der App akti-

vieren, im Test unterbrechen dann häufiger störende Artefakte die Verbindung.

Der 140 mAh fassende Akku reichte im Test für rund acht bis zehn Stunden Nutzung. Ein kompletter Ladevorgang dauert circa eine Stunde.

Fazit

Die OpenRun Pro sind keine Kopfhörer für jeden Zweck, für manches Szenario allerdings gibt es kaum bessere. Im Zug oder im Großraumbüro stört man schnell seine Mitmenschen, da Musik bei hohen Lautstärken auch für Außenstehende gut hörbar ist – man selbst wiederum bekommt alle Umgebungsgeräusche ungehindert ans Ohr. Großartig funktionieren die Kopfhörer dagegen beim Joggen oder Fahrradfahren. Da die Ohren freiliegen, nimmt man die Umgebungsgeräusche nicht nur wahr, sondern – anders als beim Transparenzmodus von In- oder Over-Ears – auch, woher sie kommen – unverzichtbar, wenn man zum Beispiel im Verkehr unterwegs ist. Den Klang hat Shokz gegenüber früheren Generationen verbessert, speziell der Bassbereich ist deutlich wahrnehmbar, wenngleich nicht vergleichbar mit jenem von In-Ears. Nicht zuletzt lassen sich die OpenRun Pro außergewöhnlich lange ermüdungsfrei tragen, wozu das geringe Gewicht und die freibleibenden Ohren gleichermaßen beitragen. So machen sie auch im Homeoffice als „Immer-auf-Hörer“ eine gute Figur. (rbr@ct.de) 

OpenRun Pro

Knochenschall-Kopfhörer	
Hersteller, URL	Shokz, de.shokz.com
Gewicht / Lieferumfang	29 g / Case, Ladekabel
Anbindung, Codec	Bluetooth 5.1, SBC
Bluetooth-Profil	A2DP, AVRCP, HSP, HFP
Schutzart	IP55
Preis	190 €





Der zweite Ton

Die Technics EAH-A800 überzeugen im Test mit Tragekomfort und guter Geräuschunterdrückung. Auch klanglich passte es – nach Anpassungen.

Der neue Oberklasse-ANC-Kopfhörer von Technics hinterlässt einen guten ersten Eindruck: Er ist aus einer robust wirkenden Mischung aus Kunststoff und einem von Kunstleder ummantelten Bügel aus Metall gefertigt. Die Ohrmuscheln sind für den Transport dreh- und faltbar und messen innen 62 × 41 Millimeter. Eine Transporttasche liegt bei. Die weichen Ohrpolster sind etwas größer und tiefer als jene unserer Referenz-ANC-Kopfhörer Sony WH-1000XM4, damit eignen sich die Kopfhörer besser für große Ohren.

Für iOS und Android stellt Technics eine umfangreiche App bereit, über die es Updates ausliefert; darin kann man die Touchsteuerung anpassen, den gut funktionierenden Tragesensor deaktivieren und den Klang mithilfe von vier Presets oder individuell per Fünf-Band-Equalizer anpassen.

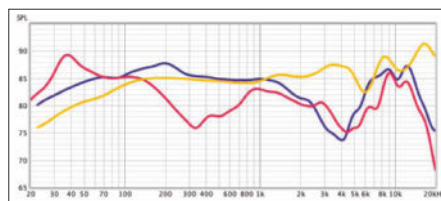
Verbindung nimmt der Kopfhörer per AAC, LDAC oder notfalls SBC auf, per Multilink-Bluetooth hält er Kontakt mit zwei Geräten gleichzeitig. Alternativ kann man ihn auch mit dem beiliegenden 3,5-mm-Klinkenkabel anbinden, dann klingt er weniger basslastig.

Ab Werk ist der Bass der EAH-A800 sehr druckvoll und überpräsent, aber nicht schwammig. Dennoch klingt der Kopfhörer nach unserem Eindruck durch die Absenkung der Mitten und die zurückgenommenen Höhen zu dumpf und eng. Abhilfe schafft eine Anhebung der Mitten und Höhen in der App – die Kopfhörer spielen dann deutlich spritziger und lebendiger auf.

Die aktive Geräuschunterdrückung funktioniert bereits ohne Musik gut, dämpft Außengeräusche aber nicht ganz auf dem Niveau der WH-1000XM4 herunter und rauscht dann hörbar. Spielt man dazu noch Musik ab, kann man die Geräuschkulisse des Zugs oder Großraumbüros fast komplett ausblenden. Alternativ kann man sich die Umgebung im Transparenzmodus zuschalten lassen: Mikrofone nehmen die Umgebungsgeräusche auf und leiten sie in die Ohrmuschel ein; im Aufmerksamkeitsmodus werden Stimmen hervorgehoben, wenn man die Wiedergabe pausiert hat. Die Intensität von ANC und Transparenzmodus lässt sich in der App anpassen.

Positiv für Vielreisende: Einmal geladen, ist der Akku des Kopfhörers kaum totzukriegen. Laufzeiten bis zu 50 Stunden mit einer Ladung sind bei mittlerer Lautstärke drin. Technics hat acht Mikrofone untergebracht, damit macht man sich bei Telefonaten gut verständlich. Gleichzeitig werden Umgebungsgeräusche effektiv heruntergedreht. Für Vieltelefonierer eignen sich allerdings eher die bei Telefonaten noch besser klingenden Kopfhörer mit Mikrofonbügel wie Jabra Evolve2 75 oder Poly Voyager Focus 2.

Die EAH-A800 verbinden gutes ANC mit hohem Tragekomfort und einer umfangreichen App. Vor allem letztere macht sie empfehlenswert, da man den Klang den persönlichen Vorlieben anpassen kann. Alternativen sind zum Beispiel der Sony WH-1000XM4 mit noch besserem ANC, aber flacheren Ohrmuscheln. Guten Klang ohne Spielereien bietet der Bose QC45. (rbr@ct.de)



Am Kabel (blauer Graph) klingt der EAH-A800 stimmiger als per Bluetooth (rot), in der App lässt sich der Klang anpassen. Zum Vergleich unsere analoge Referenz, der Sennheiser HD600 (gelb).

Technics EAH-A800

Bluetooth-ANC-Kopfhörer	
Hersteller, URL	Technics, technics.com/de
Anbindung / Codecs	Bluetooth 5.2, 3,5-mm-Klinke / AAC, LDAC, SBC
Systemanf.	ab Android 5.0, iOS 11, iPadOS 11
Preis	349 €

MIT Technology Review

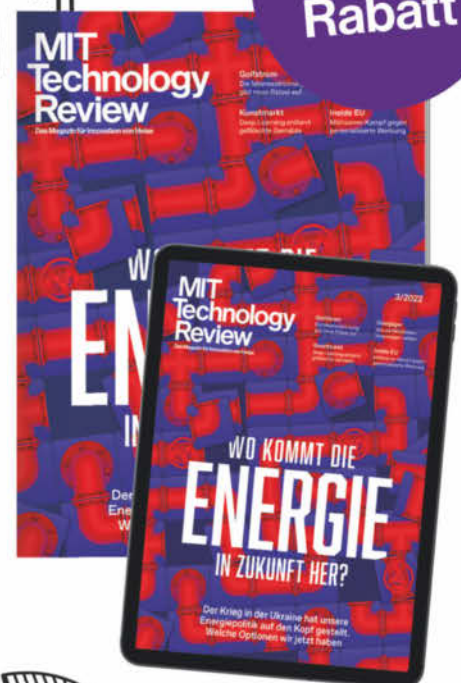
Das Magazin für Innovation von Heise



Die Welt verstehen, wie sie morgen sein wird.

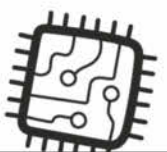


35 % Rabatt



2 Ausgaben inklusive Prämie nach Wahl:

mit-tr.de/testen



✉ leserservice@heise.de

☎ +49 541/80 009 120

🌐 mit-tr.de/testen



Großauge

OnePlus 10 Pro mit Snapdragon 8 Gen 1 und 150-Grad-Weitwinkel

OnePlus bestückt das 10 Pro mit Qualcomms stärkstem Chip, schnellem 120-Hertz-Display und einem riesigen Kameramodul. Der Test zeigt: Die größte Konkurrenz kommt ausgerechnet aus dem eigenen Haus.

Von Robin Brand

Schnellrechner mit Verspätung: Für den Vergleichstest der ersten High-End-Smartphones mit Snapdragon 8 Gen 1 erreichte uns das OnePlus 10 Pro nicht rechtzeitig. Auf unseren Prüfstand muss es trotzdem. Dort darf sich OnePlus keine Schwächen leisten, denn die Konkurrenz

hat groß aufgespielt [1]. Eins vorweg: Preisbrecher sind die OnePlus-Smartphones leider nicht mehr, 900 bis 1000 Euro ruft der Hersteller je nach Ausstattung für sein Topmodell auf.

Die Rückseite hat OnePlus in matt schimmerndes schwarzes Glas gekleidet, das erfreulicherweise sehr resistent gegen Fingerabdrücke ist. Dem hochwertigen Eindruck, den das Smartphone hinterlässt, stehen YouTube-Videos entgegen, die zeigen, wie es beim sogenannten „Bendtest“ einfach entzweibricht – Grund ist wohl eine Antenne, die da verläuft, wo das riesige Kameramodul endet und dort eine strukturelle Schwachstelle hinterlässt. Im Alltag könnte das zum Problem werden, wenn man sich häufiger versehentlich auf das Smartphone setzt – etwa, weil man das Gerät in der Gesäßtasche transportiert. Gegen Eindringen von Staub

und Wasser ist das Smartphone gemäß IP68 geschützt.

In Sachen Displaygröße scheinen sich die Smartphone-Hersteller auf 6,7 Zoll geeinigt zu haben und auch OnePlus vertraut auf diese Größe. Im langgezogenen 20,1:9-Format liegt das Smartphone mit seinen abgerundeten Kanten gut in der Hand. OnePlus verwendet ein LTPO-2.0-Display, das die Bildrate zwischen 1 und 120 Hertz regelt – je nach dargestelltem Inhalt. Vor allem wer das Always-on-Display nutzt, profitiert vom geringeren Stromverbrauch. Das Panel stellt 3216 × 1440 Pixel dar und zeigt auch kleine Schriften scharf. Helligkeitsrekorde stellt OnePlus mit dem 10 Pro nicht auf, doch auch in hellen Umgebungen strahlt das Display stark genug. Im Dunkeln dimmt die Automatik so weit herunter, dass man auch abends im Bett lesen kann, ohne geblendet zu werden. Die Farben stellt das blickwinkelstabile OLED ab Werk äußerst knallig dar, man kann es aber sehr genau an die eigenen Vorlieben anpassen.

Extremer Bildwinkel

Gut, aber nicht ganz High-End: Das galt in der Vergangenheit meist für die Kameras der One-Plus-Smartphones. Mit dem 10 Pro macht der Hersteller es besser. Allein durch das ultraweitwinklige Objektiv sticht das OnePlus aus der Masse heraus. Sein Bildwinkel von 150 Grad übertrifft die sonst in Smartphones üblichen Ultraweitwinkel von 110 Grad. Das ermöglicht spektakuläre Landschaftsaufnahmen oder Fotos in engen Innenräumen. Abseits der Bildmitte zeigen sich dann die für Ultraweitwinkel typischen gekrümmten Linien. Den Detailgrad der Hauptkamera mit größerem Sensor erreicht der Ultraweitwinkel nicht.

Fotografierten wir mit der Hauptkamera im Hellen, stellten wir im Vergleich zum Vorgänger keine Verbesserung fest. Diese Disziplin beherrschten auch die vorigen Generationen. In der Dämmerung wird aber ein Unterschied offensichtlich. Das 10 Pro hellt Szenarien zielsicher auf, ohne die Nachtstimmung zu ruinieren. In unserem Fotolabor mussten wir bei stockdunklen 0,5 Lux fotografieren, um einen qualitativen Unterschied zur Nachtfotografie-Referenz Google Pixel 6 Pro festzustellen, das feine Strukturen dann etwas weniger vermatscht. Das optisch stabilisierte Tele schießt Fotos in einer kleinbildäquivalenten Brennweite von 77 Millime-

tern und eignet sich besonders gut für Porträtaufnahmen. Der gesonderte Porträtmodus stellt auch schwierige Motive akkurat frei.

Teilzeit-Hitzkopf

Im 10 Pro arbeitet das derzeit stärkste Android-SoC Snapdragon 8 Gen 1. Es bedarf schon sehr anspruchsvoller Spiele oder langer Videokonferenzen in Teams, um den Qualcomm-Chip ins Schwitzen zu bringen. Alltägliche Aufgaben taugen dem 8 Gen 1 kaum zum Aufwärmen, da wärmt eher die Hand das Smartphone. Unter Dauerlast wird das Gerät allerdings unangenehm warm und drosselt die Leistung rapide – in Benchmarks auf rund 60 Prozent der Maximalleistung. Die Kühlsysteme des Find X5 Pro und GT2 Pro von Oppo und Realme, die wie OnePlus zum BBK-Konzern gehören, scheinen mit jenem des OnePlus vergleichbar aufgebaut zu sein. Ihre Drosselungsverhalten sind fast identisch. Etwas besser hat Motorola beim Edge 30 Pro die Hitze des Snapdragon im Griff, noch schneller und stärker drosselt das Xiaomi 12 Pro.

Mit seinem 5000 mAh fassenden Akku hält das Smartphone bei moderater Nutzung locker zwei Tage durch. Mehr als 20 Stunden im Streamingdauerlauf sind ein sehr guter Wert. Unter Last – wir haben das 10 Pro dafür ein 4K/120fps-Video in Dauerschleife abspielen lassen –, halbiert sich die Laufzeit aber fast. Aufgeladen ist das Smartphone am beiliegenden 80-Watt-Netzteil in 30 Minuten, drahtlos lädt es mit bis zu 50 Watt. OnePlus verwendet dafür ein proprietäres Ladeprotokoll und verkauft den Charger für happige 70 Euro.

Die Bedienoberfläche passt OnePlus anders als der Mutterkonzern Oppo behutsam an und stopft das System nicht annähernd so voll mit Bloatware. OnePlus verspricht, das 10 Pro vier Jahre lang mit monatlichen Sicherheitspatches zu versorgen. Vor rund zwei Jahren war das viel in der Android-Welt, aktuell reicht das nicht mehr, um unter High-End-Smartphones positiv aufzufallen. Das Versprechen von Realme, Oppo und Xiaomi klingt ähnlich, Google und Samsung wollen fünf Jahre Updates liefern – und die EU fünf Jahre Sicherheitspatches bald verpflichtend machen.

Fazit

Tolles LTPO-2.0-Display, Rechenleistung satt, sehr gute Triple-Kamera: Mit dem 10

Das Ultraweitwinkel-Objektiv im OnePlus 10 Pro erfasst einen Bildwinkel von 150 Grad. Selbst größere Gebäude bekommt man so aus kurzer Distanz aufs Foto.



Pro macht OnePlus fast alles richtig und hat es dennoch schwer. Das Realme GT2 Pro bietet ein sehr ähnliches Gesamtpaket – 150-Grad-Objektiv inklusive – und kostet in der 256-GB-Byte-Ausführung derzeit 300 Euro weniger. Mit dem Edge 30 Pro von Motorola spart man immerhin 200 Euro. Beiden hat das 10 Pro vor allem die Telekamera voraus. Eine solche findet sich am ähnlich teuren Galaxy

S22+, das Samsung ein Jahr länger mit Updates versorgen will. (rbr@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Robin Brand, Steffen Herget, Kraftclub: Die ersten Smartphones mit Snapdragon 8 Gen 1, c't 9/2022, S. 124

OnePlus 10 Pro

Android-Smartphone	
Betriebssystem / Security Level	Android 12 / März 2022
Android-Updates / Sicherheitspatches lt. Hersteller bis	Android 15 / Februar 2026
Prozessor / GPU	Qualcomm Snapdragon 8 Gen 1 (1 × 3 GHz, 3 × 2,5 GHz, 4 × 1,8 GHz) / Qualcomm Adreno 730
RAM / Flash-Speicher (frei)	12 / 256 GByte (232 GByte)
5G / LTE / Dual-SIM	✓ / Cat. 20/18 (2000 MBit/s / 210 MBit/s) / ✓
WLAN (Antennen) / Bluetooth / NFC / Kompass / Standortbestimmung	Wi-Fi 6 (2) / 5.2 / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Galileo, Beidou
USB-Anschluss / USB-OTG / DP / Kopfhöreranschluss	USB-C 3.1 / ✓ / ✓ / –
Akku / Drahtlosladen	5000 mAh / ✓ (50 Watt proprietär)
Abmessungen / Gewicht / Schutzart	16,3 cm × 7,4 cm × 1–1,1 cm / 201 g / IP68
Display	
Größe / Technik / max. Bildwiederholrate	6,7 Zoll / OLED (LTPO 2) / 120 Hz.
Auflösung (Punktdichte) / Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	3216 × 1440 Pixel (527 dpi) / 1,75 ... 729 cd/m² / 94 %
Kamera	
Hauptkamera Auflösung / Blende / OIS / Brennweite	48,1 MP (8000 × 6016) / f/1,8 / ✓ / 23 mm
Telekamera Auflösung / Blende / OIS / Zoomfaktor	8 MP (3264 × 2448) / f/2,4 / ✓ / 3,3-fach
Ultraweitwinkelkamera Auflösung / Blende / OIS / Bildwinkel	50,1 MP (8160 × 6144) / f/2,2 / – / 150°
Frontkamera Auflösung / Blende / OIS	32,3 MP (6560 × 4928) / f/2,4 / –
Lauf- und Ladezeiten	
Ladezeit 50 % / 100 %	11 min / 30 min
Laufzeiten bei 200 cd/m² Helligkeit	20,3 h Stream, 15,3 h 3D-Spiel, 11,3 h 4K/120fps-Video, 26,3 h 720p-Video
Benchmarks	
Coremark Single / Multi	19936 / 99406
Geekbench V4 Single, Multi / V5 Single, Multi	6089, 14907 / 1002, 3358
3DMark Wild Life / Wild Life Extreme	9460 / 2557
GFXBench Car Chase / Manhattan 3.0 / Manhattan 3.1 (je On-, Offscreen)	60, 244 / 60, 168
Preis	899 € (8/128 GByte), 999 € (12/256 GByte)
✓ vorhanden – nicht vorhanden	



Klangziegel

Guten Klang für unterwegs liefert der Bose Soundlink Flex. Der Lautsprecher ist nicht nur robust, sondern läuft auch lange.

Griffige, gummierte Oberfläche, pulverbeschichteter Stahl, Trageschlaufe, waserdicht: Die Bose Soundlink Flex ist eine Bluetooth-Box für unterwegs. Gemäß IP67 ist der 587 Gramm schwere Lautsprecher mit den Ausmaßen eines dicken Taschenbuchs gegen das Eindringen von Süßwasser und Staub geschützt und für die Party am See gerüstet. Ein Test-Wasserbad überstand die Box unbeschadet.

Man kann den Lautsprecher mit oder ohne App benutzen. Unter der Silikonummantelung finden sich fünf Bedientasten mit etwas schwammigem Druckpunkt, die Musik, Anrufe und smarten Assistenten steuern. Die nervigen Sprachansagen kann man in der App deaktivieren.

Kontakt mit Zusiplayern nimmt die Soundlink Flex einzig per Bluetooth auf – eine Klinkenbuchse findet sich nicht im Gehäuse, der USB-C-Anschluss dient nur zum Laden des Akkus. Bose gibt die Laufzeit mit 12 Stunden an, im Dauerlauf in unserem Labor schaffte der kleine Lautsprecher rund 18 Stunden bei mittlerer Lautstärke.

Der Klang der Soundlink Flex ist kraftvoll genug, um einen kleineren Raum zu beschallen. Vor allem, wenn man leise hört, ist der Tieftonbereich sehr präsent – ein künstlich angehobener Bass ist bei Bluetooth-Boxen dieser Größe häufig zu hören, der Soundlink ist da vergleichsweise zurückhaltend. Bei mittlerer Lautstärke gefällt die gelungene Abstimmung der Box, der Bass bleibt präsent, ist aber kon-

trolliert und lässt genug Raum für die Mitten. Erst wenn man die maximale Lautstärke aus der kleinen Box herausholen will, übersteuert er. Damit gehört der Soundlink insgesamt zu den am besten klingenden Bluetooth-Lautsprechern dieser Klasse. Die jüngst getesteten Huawei Sound Joy (c't 5/2022, S. 80) zum Beispiel klingen im Bassbereich deutlich fetter, was nach längerem Hören nerven kann – Punkt für die Bose.

Der Hersteller bewirbt den Soundlink Flex mit einer PositionIQ benannten Funktion, die erkennen soll, wie der Lautsprecher aufgestellt ist, um die Musik daran anzupassen. Viel hörten wir davon im Test nicht heraus, den besten Klang lieferte der Lautsprecher, wenn er frontal vor uns platziert war.

Der Lautsprecher lässt sich mit anderen Bose-Boxen koppeln – dann verteilen im Partymodus beide oder mehrere Boxen den Klang über eine größere Fläche, in mehrere Räume oder auch vom Wohnzimmer ins Freie. Alternativ verbindet man zwei Lautsprecher für die Stereowiedergabe im gleichen Raum miteinander, was die Latenz erhöht.

Zur Not dient die Box auch als Freisprecheinrichtung – das Gegenüber hat dann allerdings nur Spaß am Telefonat, wenn man nicht weiter als einen Meter vom Gerät entfernt ist und dieses im besten Fall frontal vor sich platziert hat.

(rbr@ct.de)

Bose Soundlink Flex

Bluetooth-Lautsprecher	
Hersteller, URL	Bose, bose.de
Maße, Gewicht	20,1 cm × 9 cm × 4,2 cm, 587 g
Anbindung / Codecs	Bluetooth 4.2 / AAC, SBC
Preis	149 €



Blütentest

Die App ValiCash prüft mithilfe der iPhone-Kamera, ob Euro-Banknoten echt sind.

Eurobanknoten sind so gestaltet, dass man im Prinzip keine Hilfsmittel benötigt, um ihre Echtheit zu überprüfen. Aber kennen Sie alle 14 fühl- und sichtbaren Sicherheitsmerkmale? Eine einfache und schnelle Alternative zur Sichtprüfung bietet die kostenfreie iPhone-App ValiCash vom Gelddruckmaschinenhersteller Koenig & Bauer in Zusammenarbeit mit der TH Ostwestfalen-Lippe.

Für die Prüfung legt der Anwender den Geldschein glatt auf einen Tisch – unter eine Glasscheibe geht auch – und fotografiert ihn. Dabei leitet die App ihre Nutzer an, gegebenenfalls die Vorderseite nach oben zu drehen, die Banknote zu zentrieren und am eingeblendeten Rahmen auszurichten. Das Blitzlicht schaltet sich automatisch zu. Per Mustererkennung kontrolliert die App das Druckbild des vorliegenden Geldscheins.

Im Verdachtsfall startet eine Schritt-für-Schritt-Anleitung bezogen auf Banknoten mit dem erkannten Nennwert. Text und Abbildungen helfen, die wichtigsten Sicherheitsmerkmale manuell zu überprüfen. Beispielsweise zeigt die Anleitung die Bereiche am Rand und am Hauptmotiv, die sich dicker anfühlen und ein deutliches Relief aufweisen sollten. Sie erklärt, in welchen Farben die Smaragdzahl beim Kippen zu schimmern hat und wo sich normalerweise das Wasserzeichen befindet. Die App unterstützt insbesondere sehbehinderte Menschen bei der Kontrolle von Banknoten, aber auch andere, die sich bei einem Zahlvorgang unsicher sind. (agr@ct.de)

ValiCash

Authentifizierungs-App für Euro-Banknoten	
Hersteller, URL	Koenig & Bauer, koenig-bauer.com/de
Systemanf.	iOS ab 14.0
Preis	kostenlos



MIT **Mac & i** IMMER EINE NASENLÄNGE VORAUSS

+ Geschenk
nach Wahl



z. B. 10 € Amazon.de-Gutschein oder Apple-Watch-Ständer

2× Mac & i mit 35% Rabatt testen!

Mac & i – Das Magazin rund um Apple

- Tipps & Praxiswissen
- Hard- und Softwaretests
- Reports und Hintergründe
- inkl. Club-Mitgliedschaft

Für nur **16,80 € statt 25,80 €**

(Preis in Deutschland)

Genießen Sie mit
der Mac & i Club-
Mitgliedschaft
exklusive Vorteile!



Jetzt bestellen:

www.mac-and-i.de/miniabo

✉ leserservice@heise.de ☎ 0541 80 009 120

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



Rundeckengerät

Windows-11-Tablet Huawei MateBook E (2022) mit 16:10-OLED-Touchscreen

Das Huawei-Tablet MateBook E (2022) lockt mit einem farb-starken OLED-Touchscreen im 16:10-Format für weniger als 1200 Euro. Der Bildschirm gefällt, doch der Test zeigt, wann man mehr Geld für Surface Pro & Co. ausgeben muss.

Von Florian Müssig

Windows-Tablets gab es lange nur als günstige Einstiegsmodelle oder teure Oberklassegeräte. Inzwischen

kommt auch das Mittelfeld wieder zum Zuge. Kürzlich hatten wir bereits das Asus VivoBook 13 Slate vorgestellt [1], nun folgt das neu aufgelegte Huawei MateBook E. Beide haben farbstarke OLED-Touchscreens, doch dieser von Huawei ist besser: Er hat 16:10-Format, das beim Arbeiten ein spürbares Plus an Höhe beschert und hochkant im Tabletmodus ausreichend Seitenbreite.

Huawei hat sich für ein hochauflösendes 12,6-Zoll-Panel mit abgerundeten Ecken entschieden, was modern aussieht und zur Fensteroptik von Windows 11 passt – aber nur, solange man nicht mit maximierten Fenstern arbeitet: Für Anwendungen sind die Ecken nämlich zwecks Kompatibilität sehr wohl noch vor-

handen. Und bei älterer Software, deren Hersteller eigene Bedienoberflächen gebastelt haben, ist unter anderem ein Teil des Icons links oben verdeckt – was dann doch wieder blöd aussieht. Selbst bei neuerer Windows-Software muss man wohl noch warten, bis sich Anpassungen weiter verbreiten, weil das Henne-Ei-Problem zuschlägt: Außer dem Huawei-Tablet gibt es nicht einmal eine Handvoll anderer Windows-Geräte mit abgerundeten Ecken [2, 3], sodass der Druck auf Entwickler nicht sonderlich hoch ist.

Huawei hat die Vorinstallation von Windows 11 mit aktiviertem Dark Mode an das OLED-Panel angepasst – so altert es weniger und die Laufzeiten fallen länger aus. Wir haben im Optimalfall gut elf Stunden durchgängigen Akkubetrieb gemessen. Und ein leerer Stromspender wird auch wieder zügig betankt.

Schlanke Performance

Im Testgerät arbeitet der Vierkernprozessor Core i5-1130G7. Dieser gehört zur U-Klasse, doch wohingegen gängige Notebook-Core-i-Modelle für den Abwärmehahmen 15 bis 28 Watt ausgelegt sind, spielt das von Huawei gewählte Modell im Bereich 9 bis 15 Watt. Mehr Abwärme lässt sich aus dem gerade einmal 8 Millimeter flachen Tablet nicht abführen, und dennoch kommt das Kühlsystem ans Limit: Die von uns gemessenen Multithreading-Werte im Cinebench R23 liegen spürbar unter denen, die dasselbe CPU-Modell in größeren Geräten erzielt [4] – von den erwähnten gängigen Core-i-Prozessoren oder AMDs Ryzen ganz zu schweigen. Immerhin: Die Singlethreading-Leistung ist nicht beeinträchtigt, weshalb das Tablet zügig auf Eingaben reagiert und Webseiten im Browser rasant rendert. Die an sich akzeptablen 0,3 Sone des Lüfters klingen hochfrequent – das nervt.

Der Core i5-1130G7 steckt nur in der hier getesteten Ausstattungsvariante für 1150 Euro, die mit 16 GByte Arbeitsspeicher und 512 GByte SSD alltagstauglich ausgestattet ist. Zudem gehört ein Tastaturcover zum Lieferumfang, das mit ordentlichem Tippgefühl und zweizeiliger Enter-Taste punktet. Der Cursorblock wurde leider in eine Zeile gequetscht und außerdem haben wir eine Tastenbeleuchtung vermisst – die ist bei so teuren Notebooks Usus.

Beim Einstiegsmodell für gerade einmal 650 Euro ist zwar auch der tolle OLED-Bildschirm an Bord, der Rest aber

stark abgespeckt. So gibt es nur einen Doppelkernprozessor (Core i3-1110G4), die Hälfte an Arbeitsspeicher (8 GByte) und ein Viertel Massenspeicher (128 GByte). Selbst aufrüsten ist wie bei Tablets üblich nicht möglich: Gehäuse und Bildschirm sind schraubenlos miteinander verklebt und der LPDDR4x-Speicher ist aufgelötet.

Zudem fehlt beim günstigeren Modell das Tastaturcover im Lieferumfang. Das ist nicht nur bitter, weil Windows-Tablets ja auch als Notebooks genutzt werden wollen und sollen, sondern auch, weil das Cover gleichzeitig den Ständer stellt: Ohne Tastaturcover kann man das Tablet nur flach vor sich ablegen, wenn man es nicht in der Hand halten möchte. Einzeln kostet das Cover stolze 150 Euro und der (nirgends beiliegende) Huawei Pen 100 Euro.

Tablettypisch gibt es je eine Kamera an Vorder- und Rückseite; beide liefern ordentliche Bilder. Im Einschalter befindet sich ein Windows-Hello-tauglicher Fingerabdruckleser; die Lautstärke lässt sich mittels physischer Wippe regeln. Als Schnittstelle für Peripherie gibt es nur eine einzige USB-C-Buchse. Wer einen USB-Stick einstecken will, kann das nicht tun, solange das mitgelieferte USB-C-Netzteil am Tablet steckt – da wird ein optionales USB-C-Dock schnell zum Muss. Docking ist möglich, im Bedarfsfall sogar per Thunderbolt.

Fazit

Das Windows-Tablet MateBook E wildert in den Gefilden von Edelgeräten wie dem Microsoft Surface Pro 8 [5]. Es hat diesem sogar das OLED-Panel voraus, kommt hinsichtlich CPU-Performance und Laufzeit aber nicht heran – und auch die fehlende Tastaturbeleuchtung schmerzt. Das Gesamtpaket ist dennoch stimmig und kostet bei gleicher Speicherbestückung nur die Hälfte von dem von Microsoft. (mue@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Florian Müssig, Windows-OLED-Mittelding, Asus-Tablet Vivobook 13 Slate mit Windows 11 und OLED-Bildschirm, c't 6/2022, S. 94
- [2] Florian Müssig, Oberflächlich abgespeckt, Microsofts Einsteiger-Notebook Surface Laptop Go, c't 26/2020, S. 72
- [3] Florian Müssig, Studiobook, Microsofts Edelnotebook Surface Laptop Studio mit 120-Hertz-Panel und Windows 11, c't 7/2022, S. 72
- [4] Florian Müssig, Mobiler Notizdeckel, Lenovo ThinkBook Plus G2 mit großem E-Ink-Zweitbildschirm, c't 25/2021, S. 78
- [5] Florian Müssig, Eckig-Erneuerung, Microsoft-Tablet Surface Pro 8 mit 120-Hertz-Panel und Windows 11, c't 26/2021, S. 82

Die runden Bildschirmecken wirken modern, schneiden bei klassischen Windows-Anwendungen aber Bedienelemente optisch ab.



Huawei MateBook E (2022): Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration	53012VTW
Lieferumfang	Windows 11 Home 64 Bit, Netzteil
Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)	
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera (Hello)	– / – / – / – / ✓ (–)
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	– / – / 1 × R (1 × Typ C) / –
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	– / – / –
USB-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓
Ausstattung	
Display	EDO C660: 12,6 Zoll / 31,9 cm, 2560 × 1600, 16:10, 241 dpi, 60 Hz, 9 ... 357 cd/m², spiegelnd
Prozessor	Intel Core i5-1130G7 (4 Kerne mit SMT), 1,8 GHz (Turbo bis 4 GHz), 4 × 1280 KByte L2-, 8 MByte L3-Cache
Hauptspeicher	16 GByte LPDDR4X-4267
Grafikchip (Speicher)	int.: Intel Iris Xe (vom Hauptspeicher)
Sound	HDA: Senary
LAN / WLAN	– / CNVi: Intel AX201 (Wi-Fi 6, 2 Streams)
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	– / USB: Intel (Microsoft)
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	USB: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / USB: Goodix
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: YMA (512 GByte) / –
Stromversorgung, Maße, Gewicht	
Akku (Ladestopp < 100% einstellbar)	43 Wh Lithium-Ionen (–)
Netzteil	65 W, 201 g, 6 cm × 6 cm × 2,8 cm, Steckernetzteil
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,15 kg / 28,8 cm × 19 cm / 1,5 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	0,5 cm / 19 mm × 19 mm
Leistungsaufnahme	
Suspend / ausgeschaltet	0,6 W / 0,5 W
ohne Last: Display aus / 100 cd/m² / max.	2,5 W / 5,6 W / 6,5 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	47 W / 15 W / 27 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	67 W / 0,54
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks	
Laufzeit Idle (100 cd/m²) / Video (200 cd/m²) / 3D (max.)	11,3 h / 4,7 h / 2,4 h
Ladestand / Laufzeit nach 1h Laden	70 % / 8 h
Geräusch ohne / mit Rechenlast	< 0,1 sone / 0,3 sone
Massenspeicher lesen / schreiben	3185 / 2358 MByte/s
IOPS (4K) lesen / schreiben	87040 / 77568
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	468 / 174 Mbit/s / ✓
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 100,7 dBA
Cinebench R23 Rendering (1T / nT)	1107 / 2524
3DMark: Wild Life / Night Raid / Fire Strike / Time Spy	7661 / 9170 / 2724 / 1021
Preis und Garantie	
Straßenpreis Testkonfiguration	1150 €
Garantie	2 Jahre
⊕⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe	

Von Snowden empfohlen

Das sicherheitsorientierte Betriebssystem Qubes OS im Test

Qubes OS packt alles in getrennte virtuelle Maschinen und liefert Werkzeuge, damit man davon möglichst wenig merkt. Umdenken muss man trotzdem, bekommt aber ein sehr sicheres System mit diversen Alleinstellungsmerkmalen.

Von Knut von Walter

Wenn Sie Ihre Security ernst nehmen, dann ist Qubes OS das beste verfügbare Betriebssystem“, meint Edward Snowden, der das System nach eigenen Angaben täglich einsetzt. Das Projekt selbst bezeichnet sich bescheiden nur als „ziemlich sicheres“ Betriebssystem, obwohl es das Thema Sicherheit deutlich radikaler als andere Betriebssysteme angeht. Vornehmlich geschieht das, indem Qubes OS Programme voneinander abschottet. Angreifer, die ein Programm kapern, stecken dann in einem isolierten

Bereich fest und können den Rest des Systems nicht übernehmen – ein großer Sicherheitsgewinn gegenüber herkömmlichen Betriebssystemen.

Das System nutzt den Hypervisor Xen, um damit „Qubes“ (von „cube“, also Würfel), bereitzustellen – voneinander isolierte virtuelle Maschinen (VM), auf denen in der Regel Linux-Distributionen laufen. Alle Anwendungen – vom Webbrowser bis zur Desktopumgebung – laufen voneinander getrennt in diesen Qubes, von denen es eine ganze Reihe gibt.

Die Hardwareanforderungen von Qubes OS sind infolgedessen wenig bescheiden: Der Prozessor muss diverse Virtualisierungsfunktionen bieten und die Entwickler raten zu 16 Gigabyte RAM oder mehr. Details und explizit empfohlene Hardware liefert die Qubes-OS-Dokumentation (siehe ct.de/yjcc).

Nach der Installation von Qubes OS, mittels des von Fedora bekannten Installers Anaconda, merkt man von diesem ungewöhnlichen Unterbau erst einmal nichts und wird von einem Xfce-Desktop begrüßt. Wer aber Anwendungen startet, merkt, dass sie im Menü nach Qubes grup-

piert sind. Die erste Anwendung eines Qubes zu öffnen dauert länger, weil erst der Qube selbst starten muss.

Anwendungen aus verschiedenen Würfeln sind zwar nebeneinander zu sehen, können sich aber nicht gegenseitig beeinflussen. Ihre Fenster haben verschiedenfarbige Ränder, die anzeigen, in welchem Qube eine Anwendung läuft, und die Sicherheitsstufen definieren: Rot für Anwendungen oder Daten, denen man nicht vertraut, grün für das Gegenteil, orange liegt dazwischen und so weiter.

Viele VMs – ein OS

Qubes OS enthält außer den Rahmenfarben zahlreiche weitere Helferlein, um die Arbeit mit so einem VM-Zoo praktikabel zu machen. Zentrale Anlaufstelle ist der Qube-Manager, den man im App-Menü unter „Qubes Tools“ findet. Der Manager listet alle existierenden Würfel auf und erlaubt, Qubes anzulegen, zu löschen, zu konfigurieren, zu starten et cetera. Wie immer bei Qubes OS gibt es alternativ auch Kommandozeilenbefehle, etwa `qvm-ls`, `qvm-create` oder `qvm-remove`.

Der Manager zeigt auch den Netzwerkzugang von Würfeln an. Programme haben nur dann Zugriff auf das Internet, wenn der Qube, in dem sie laufen, eine sogenannte NetVM hat (auch „Net-Qube“ genannt). Standardmäßig ist das der Service-Qube „sys-firewall“, der die Firewall beherbergt und selbst wiederum den Service-Qube „sys-net“ als NetVM nutzt. Erst sys-net hat Zugriff auf die Netzwerkhardware. Diese Konstruktion schränkt die Angriffsoberfläche erheblich ein. Trotzdem betreibt man Anwendungen, die keinen Internetzugriff benötigen, sicherheitshalber in Würfeln ohne NetVM.

Mit Mikrofonen und USB-Geräten verfährt Qubes OS ähnlich: Um diese Geräte kümmert sich ein Service-Qube, normale Würfel haben standardmäßig keinen Gerätezugriff. Über ein Icon im System-Tray reicht man einzelne Geräte nach Gusto an Qubes durch. USB-Speichermedien kann man komplett oder nur in einzelnen Partitionen an Qubes weiterreichen. Im Test klappte das, allerdings mussten wir die durchgereichten Geräte manuell mounten. Auf Mikrofone können auch mehrere Qubes gleichzeitig zugreifen, was uns aber nicht über die GUI, sondern nur mit dem Kommandozeilen-Tool `qvm-device` gelang.

Qubes, in denen man Programme ausführt, bezeichnet das System als App-

Kleine Würfelkunde

Qubes OS bietet eine Reihe verschiedener Qube-Arten: Programme laufen üblicherweise in **App-Qubes**, die von **Templates** (Vorlagen) abgeleitet werden, ebenfalls eine Art von Qube.

Daneben gibt es **Disposables**: Qubes für einzelne Programmaufrufe, die danach zerstört werden. Außerdem bietet Qubes OS noch **Standalones**. Das sind im Prinzip klassische VMs, in die man ein Betriebssystem seiner Wahl installieren kann.

Darüber hinaus gibt es noch **Service-Qubes**, die zum Beispiel Hardware oder die Firewall verwalten und vom Rest des Systems abschotten. Der zentrale **Admin-Qube** namens dom0 kontrolliert alles und beherbergt unter anderem die Desktopumgebung. dom0 ist das Allerheiligste des Systems. Sollten Angreifer oder Malware dorthin gelangen, hätten sie Zugriff auf das gesamte System.

Qubes. Jeder App-Qube hat ein Template, ein besonderer Würfel, von dem sich der Inhalt des App-Qubes ableitet. Technisch geschieht das über geteilte Root-Dateisysteme; im Qube-Manager sieht man, von welchem Template ein App-Qube abstammt. Änderungen an einem Template beziehen sich auf alle davon abgeleiteten Würfel: Installiert man im Template neue Software oder aktualisiert die vorhandene, bringt das auch alle verwandten App-Qubes auf den neuesten Stand.

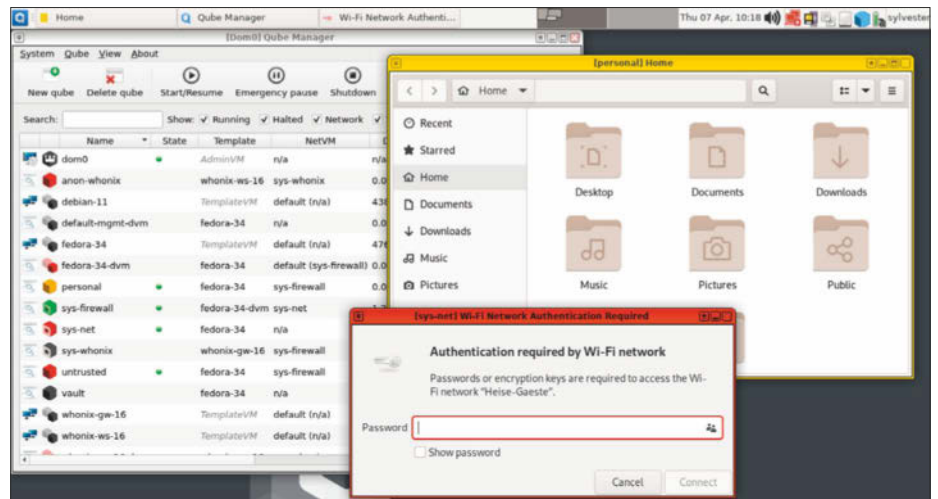
Für die Neuinstallation einer Software startet man ein Terminal im Template und installiert damit die gewünschte Software; wie genau das geht, hängt davon ab, welches Betriebssystem das Template nutzt. Üblich sind Fedora und Debian Linux, sodass die Installation etwa per `sudo dnf install <Paketname>` erfolgt. Anschließend stoppt man das Template und startet die darauf aufbauenden App-Qubes neu. Um das frisch installierte Programm bequem über das App-Menü des Systems aufrufen zu können, muss man es noch im Reiter „Applications“ in den Einstellungen der gewünschten App-Qubes auswählen. Darauf sollte man ohnehin einen Blick werfen, viel Software ist bereits vorinstalliert, aber nicht im App-Menü vermerkt.

Das System aktuell zu halten ist einfach, Qubes OS bringt einen grafischen Updater mit, der Admin-, Template- und Standalone-Qubes aktualisiert.

Datenweitergabe

Die Abschottung von Programmen ist das zentrale Sicherheitsfeature von Qubes OS. Beim normalen Arbeiten will man aber in der Regel Daten zwischen Programmen austauschen: Ein Passwort soll etwa aus dem sicheren „vault“-Qube kopiert und in einem Browser eingefügt werden, der im „untrusted“-Qube läuft. Oder man will ein per Mail empfangenes PDF mit dem PDF-Viewer eines anderen Qubes betrachten.

Das klappt, ohne die grundsätzliche Sicherheitstrennung einzureißen: Zum Copy-&-Pasten zwischen Qubes kopiert man etwas zunächst wie gewöhnlich, etwa per Strg+C. Direkt im Anschluss drückt man Strg+Umschalt+C, um den Inhalt der Zwischenablage des Würfels in die Inter-Qube-Zwischenablage zu kopieren. Anschließend wechselt man zur Ziel-App und drückt Strg+Umschalt+V, um die Daten aus der Inter-Qube-Zwischenablage in die Zwischenablage des Ziel-Würfels einzufügen. Danach fügt ein Druck auf Strg+V den Inhalt normal ein. Was sich kompli-



Qubes OS isoliert Anwendungen in „Qubes“ – virtuellen Maschinen. In diesem Beispiel ist der Dateibrowser im „personal“-Qube (gelb) und ein Dialogfeld des Netzwerk-Qubes (rot) geöffnet; dahinter ist der zentrale Qube-Manager zu sehen.

ziert anhört, ist in der Praxis durchaus einfach und schnell, wenn man sich daran gewöhnt hat. Gleichzeitig eliminiert Qubes OS dadurch die Zwischenablage als Datenschleuder, auf die jedes Programm Zugriff hat.

Auch für Dateien bietet Qubes OS einen Inter-Qube-Austauschmechanismus: Das Kontextmenü des Dateimanagers bietet Optionen wie „Copy To Other AppVM ...“. Im erscheinenden Fenster wählt man den Ziel-Würfel; dort taucht die Datei anschließend im Nutzerverzeichnis unter `QubesIncoming/<Quell-Würfel>/` auf. Andere Würfel haben keinen Zugriff auf die Datei und durch das feste Ziel kann der Mechanismus auch keine beliebigen Zieldateien überschreiben.

Trotzdem sollte man Vorsicht walten lassen, wenn man Dateien aus weniger vertrauenswürdigen Qubes in vertrauenswürdigeren übernimmt. Zum Betrachten oder Weiterverarbeiten unsicherer Dateien, wie zum Beispiel von verdächtigen E-Mail-Anhängen, gibt es ohnehin einen besseren Weg: „Disposables“. Über das Kontextmenü des Dateimanagers (oder den Befehl `qvm-open-in-dvm`) startet man die Standardanwendung für einen Dateityp in einem Wegwerf-Qube: Schließt man die Anwendung wieder, wird der Würfel automatisch gelöscht. Änderungen an der betroffenen Datei bleiben aber erhalten, sodass man mit Disposables verdächtige Dateien betrachten und bearbeiten kann, ohne dass eventueller Schadcode das System kompromittiert. Qubes OS bekämpft damit einen Haupt-Angriffsvektor für Cyberattacken effektiv.

Fazit

Qubes OS bietet ein Sicherheitsniveau, das sogar den Anforderungen von NSA-Whistleblowern genügt – da hält kaum ein anderes Betriebssystem mit. Allerdings unterscheidet sich die Bedienung trotz aller Helferlein vielfach vom Gewohnten und es ist einiges an Zeit und Mühe nötig, bevor man mit Qubes OS produktiv arbeitet.

Wer tiefer einsteigen will, bringt am besten Linux-Erfahrung mit, sollte nicht vor der Kommandozeile zurückschrecken – die bei vielen Konfigurationsänderungen unumgänglich ist – und Englisch beherrschen: Die gute Dokumentation und das hervorragende offizielle Forum sind englischsprachig.

Die Mühe lohnt sich: Qubes OS bietet noch zahlreiche weitere Features, sowohl für mehr Sicherheit als auch mehr Komfort. Zum Beispiel unterstützt die Community Qubes mit anderen Linux-Distributionen, unter anderem Whonix, um damit Netzwerkverkehr über das anonymisierende Tor-Netzwerk zu leiten. Standalone-Qubes können außerdem auch Windows beherbergen, sodass man mit Qubes OS nicht auf Linux-Programme beschränkt ist. (synt@ct.de) **ct**

Dokumentation: ct.de/yjcc

Qubes OS

Betriebssystem auf Xen-Basis	
Hersteller, URL	Qubes OS Project, qubes-os.org / Invisible Things Lab, invisiblethingslab.com
Lizenz	Open Source (GPLv2 und andere)
Preis	kostenlos



Schwarz gedruckt

Günstige Schwarz-Weiß-Multifunktionsdrucker für kleine Büros und das Homeoffice

Wenn hauptsächlich Text zu Papier gebracht werden soll, sind Schwarz-Weiß-Drucker ideal. In dieser Druckerklasse dominieren Lasergeräte, doch gibt es für den Schreibtisch auch kompakte Tintenmodelle, die nur mit Schwarz drucken. Im Test lassen wir drei Laser-Multifunktionsgeräte gegen einen Tintendrucker antreten.

Von Rudolf Opitz

Multifunktionsgeräte mit ausschließlich schwarzem Toner oder Tinte reichen völlig, um Briefe, Protokolle und Akten zu drucken und zu kopieren. Braucht

man auch Geschäftsgrafik, Prospekte oder sogar Fotos, ist der Griff zu einem Farbgerät dagegen logisch.

Zurzeit sind viele Drucker schlecht lieferbar, weil hohe Nachfrage auf Lieferkettenstörungen trifft. Wir haben daher drei Laser-Multifunktionsdrucker zwischen 220 und 320 Euro in unser Labor geholt, die zum Testzeitpunkt April 2022 gut erhältlich waren: Brother MFC-L2730DW, HP LaserJet MFP M234sdwe und Xerox B225. Zum Vergleich kam das Tintenmodell Epson EcoTank ET-M2120 hinzu. Der Epson-Drucker ist besonders klein und druckt dank eines nachfüllbaren Tintentanks extrem günstig.

Toner oder Tinte?

Wegen des Homeoffice-Booms wünschen sich viele c't-Leser einen Test kleiner und günstiger Schwarz-Weiß-Lasergeräte, aber bitte als Multifunktionsdrucker mit Scan-

ner und Kopierfunktion. Wer nur einen kleinen Schreibtischdrucker sucht, findet mehrere Modelle für wenig Geld, die nicht viel Stellfläche brauchen. Mit integriertem Flachbettscanner und Vorlageneinzug (Automatic Document Feeder, ADF), zusätzlichen Bedienelementen – etwa für die Kopierfunktion – sowie einem Faxmodem werden gerade Lasergeräte nicht nur größer, sondern auch deutlich teurer.

Beim Druck von Text unterstreichen die meisten Laserdrucker ihren Ruf: Sie drucken in einem gleichbleibend hohen Tempo und die Buchstaben sehen unter der Lupe aus wie mit Lineal und Zirkel gezogen. Das liegt an der Drucktechnik: Laserdrucker bearbeiten immer eine komplette Seite. Sie übertragen das berechnete Raster per Laser auf die rotierende Fototrommel, die danach sofort mit Toner beschichtet wird, den Toner auf das Papier überträgt und elektrostatisch für die nächste Seite neu

geladen wird. Je nach Trommeldurchmesser brauchen Laserdrucker für eine Seite nur wenige Umdrehungen. Die Druckqualität wird also nicht vom Druckvorgang selbst, sondern vom Raster bestimmt.

Im nächsten Arbeitsschritt verschmilzt eine auf rund 200 Grad aufgeheizte Walze das Tonerpulver mit dem Papier. Da der Toner dabei nicht in die Papierfasern eindringt, ergibt das bei sauberem Raster perfekt gezogene Buchstabenkanten.

Tintendrucker wie unser Epson-Testmodell ET-M2120 müssen eine Druckseite zeilenweise aufbauen und für saubere Buchstabenkanten die abgegebenen Tintentröpfchen hochgenau positionieren. Gerade kleine Schreibtischgeräte brauchen dazu viel Zeit und können es daher nicht mit der Druckgeschwindigkeit von Laserdruckern aufnehmen.

Die Papierfasern saugen außerdem immer etwas von den flüssigen Tintenbestandteilen auf, wodurch Buchstabenkanten unter der Lupe etwas ausgefranst aussehen als bei einem guten Laserdruck. Die Tinte des Epson-Druckers ist allerdings stark pigmentiert, enthält also viele feste Farbpartikel, die wie Toner auf der Papieroberfläche bleiben und für eine gute Deckung sorgen. Die schnelltrocknende Tinte erwies sich im Test 30 Sekunden nach Druck als sehr wischfest und verschmierte beim Überstreichen mit einem Textmarker ebenso wenig wie ein Text von einem Laserdrucker. Die Lichtbeständigkeit der Epson-Tinte konnte sich mit der von Toner messen: Auch nach 200 Stunden im Tageslichtsimulator, was zwei Jahren im Sonnenlicht hinter Fensterglas entspricht, zeigten sich keine Unterschiede zum unbelichteten Vergleichsdruck oder einem testweise mitbelichteten Laserdruck.

Enthalten die Drucksachen für die Schwarz-Weiß-Geräte auch Geschäftsgrafiken wie Balkendiagramme oder sogar Fotos, macht der Tintendrucker in puncto Qualität Boden gut: Grauf Flächen erscheinen gleichmäßiger, feine Strukturen auf Fotos sind besser erkennbar. Das liegt an der hohen Auflösung und der fein abgestuften Tröpfchenverteilung, womit der Tintendrucker auch minimale Grauabstufungen gut wiedergeben kann. Die Laserdrucker erzeugen etwa für Hintergründe ein gröberes, gleichmäßiges Raster, das bei den Druckern von Brother und Xerox unter der Lupe wie ein feines Sieb aussieht; das HP-Modell schraffiert. Liegen kleine Buchstaben wie ein X auf Grauhintergrund über

den Schraffurlinien oder dem Siebraster, ist es auf dem Druck kaum noch zu sehen.

Kosten

Der größte Vorteil, den der Epson ET-2120 mit wiederbefüllbarem Tank gegenüber der Laser-Konkurrenz anbietet, liegt in den sensationell geringen Tintenkosten: Eine ISO-Normseite (nach ISO/IEC 19752) kostet bei ihm nur 0,25 Cent an Tinte. Abgesehen von Papier und Energiebedarf fallen keine weiteren Verbrauchskosten an.

Anders sieht es bei den Laserdruckern aus: Der Toner kommt aus wechselbaren Kartuschen, von denen es für alle drei Lasergeräte im Test eine Normal- und eine XL- oder Jumbo-Version mit mehr Inhalt und damit höherer Seitenreichweite gibt. Dazu kommen bei den Druckern von Brother und Xerox alle 12.000 Seiten eine neue Fototrommel. HP hat diese fest mit der Kartusche verbunden und damit eingepreist. Mit den XL-Kartuschen kostet eine ISO-Seite zwischen 3,4 Cent (Xerox) und 3,8 Cent (Brother), also mindestens dreizehn Mal so viel wie eine Druckseite des ET-2120.

Dazu kommen noch die Energiekosten, die aber nur während des Druckvorgangs ins Gewicht fallen und daher schwer zu kalkulieren sind: Die Lasergeräte brauchen beim Drucken zwischen 430 und

500 Watt – sie müssen damit unter anderem die Fixierwalze beheizen –, während der Tintendrucker von Epson sich mit etwas über 14 Watt begnügt. Im Energiesparbetrieb begnügen sich alle Testgeräte mit lediglich 0,8 bis 1,2 Watt.

Kundenfessel

Eine Besonderheit betrifft das HP-Modell LaserJet MFP M234sdwe: Das kleine „e“ kennzeichnet es als Drucker, der ausschließlich mit einem Konto des HP-Clouddienstes HP+ funktioniert. Der Hersteller versucht, seinen Kunden diesen Onlinezwang mit einigen Vergünstigungen schmackhaft zu machen. So gibt es nach Anmeldung ein Jahr Garantie mehr – also zwei Jahre statt einem – und per Instant Ink sechs Monate Toner gratis.

Mit dem Tinten- oder Toner-Abo Instant Ink zahlen die Kunden nicht mehr für Ersatzpatronen und -Kartuschen. Die bekommen sie automatisch zugeschickt, wenn der Drucker dem HP-Server knappe Vorräte meldet. HP berechnet stattdessen die gedruckten Seiten; es gibt verschiedene Abo-Stufen für Monatskontingente etwa für 50, 100 oder 400 Seiten. Für Nutzer mit Tintendruckern, speziell den kleineren Heim- und Familienmodellen, lohnt sich dies, denn es ist egal, wie viel Tinte für eine Seite verbraucht wird. Auch

Verbrauchskosten Toner/Tinte

[Cent / ISO-Seite]	Kartusche / Flasche	XL-Kartusche	Inkl. Verbrauchsmaterial
	◀ besser	◀ besser	◀ besser
Brother MFC-L2730DW	4,33	3,08	3,83
Epson Ecotank ET-M2120	0,25	–	0,25
HP LaserJet MFP M234sdwe	4,63	3,5	3,5
Xerox B225	4,11	2,82	3,39

Druckzeit erste Seite

[Sekunden]	Bereitschaft	Sleep	Aus
	◀ besser	◀ besser	◀ besser
Brother MFC-L2730DW	12	15	27
Epson Ecotank ET-M2120	9	10	45
HP LaserJet MFP M234sdwe	7	7	49
Xerox B225	17	18	115

Kopierzeiten

[Minuten:Sekunden]	20 Kopien	ADF 20 Blatt	A4-Foto
	◀ besser	◀ besser	◀ besser
Brother MFC-L2730DW	0:47	1:02	0:22
Epson Ecotank ET-M2120	1:26	–	0:45
HP LaserJet MFP M234sdwe	1:32	1:38	0:12
Xerox B225	0:50	0:56	0:17



Brother MFC-L2730DW

Der robuste Laserdrucker hat mit Touchscreen und Faxmodem die beste Ausstattung im Test. Die Scannereinheit lässt sich hochklappen, um besser an die Papierablage zu kommen. Der Deckel des Flachbettscanners hat in den Scharnieren drei Zentimeter Spiel, was Scans aus dicken Büchern erleichtert.

Die Bedienung fällt dank übersichtlicher Menüs leicht. Das umfangreiche Web-Frontend erleichtert mit übersichtlich nach Funktion geordneten Einstellungen die Administration. Ab Werk wechselt der Drucker nach einer Minute in den Stromsparmodus. Gut so, denn in Bereitschaft brauchte er über 20 Watt.

Der L2730DW druckt flott mit sehr guter Textqualität, der Tonersparmodus wirkt sich nur auf Farbflächen aus. Der defekte Duplexer unseres Testgeräts verursachte Papierstaus. Daher müssen wir die Duplex-Druckzeiten schuldig bleiben; sie dürften auf dem Niveau des sehr ähnlichen Xerox B225 liegen. Umschläge bedruckte der L2730DW korrekt, verknickte sie aber.

Grafikseiten sahen für einen Laserdrucker gut aus, nur im Graukeil fielen Stufen auf. Komplexe Grafiken werden komplett auf dem PC gerendert, so lag der Ausdruck unseres 100-Seiten-PDFs schon nach gut 3 Minuten in der Ablage. Fotos gerieten auch in der Einstellung HQ 1200 zu dunkel, grob gerastert und streifig.

Der Brother-Drucker kopierte Text sehr schnell und in guter Qualität. Der Tonersparmodus ist auch für Kopien aktivierbar. Der flotte Vorlageneinzug bremst den Drucker nicht aus und kommt auch mit geknickten Vorlagen gut klar. Wenn wir Dichte und Kontrast minimierten, lieferte der L2730DW von Text auf Farbhintergrund lesbaren Schwarz-auf-Weiß-Text ab. Bei Grafikvorlagen gerieten Graufächen zu hell oder verschwanden. Fotos kopierte das Gerät extrem streifig und viel zu dunkel.

Beim Scannen von Fotos sofften dunkle Details im Schwarz ab, außerdem störte ein Blaustich. Grafiken gelangen besser, körnige Graufächen lassen sich auf Kosten der Schärfe mit dem Rauschfilter verbessern. Die OCR erkannte zwar übergroße Titel nicht, aber hatte mit Initialen und schwachen Kontrasten (Weiß auf Grau) keine Probleme. Die Faxfunktion liefert Sendeberichte mit Kopie der ersten Faxseite und leitet Faxe per Clouddienst als Mail oder zu Cloudspeichern weiter.

- ↑ schneller Druck
- ↑ Touchscreen-Bedienung
- ↓ schlechte Foto- und Grafikkopien



Epson EcoTank ET-M2120

Der kleine EcoTank-Drucker ist mager ausgestattet: Das nicht staubgeschützte Papierfach fasst nur 150 Blatt Normalpapier, der Scanner hat keinen Vorlageneinzug. Immerhin gibt es ein kleines Farbdisplay und ein Steuerkreuz. Das Besondere am EcoTank sind die extrem geringen Tintenkosten: Originaltinte für 6000 ISO-Seiten kostet 15 Euro, pro Seite sind das 0,25 Cent. Nach der Erstbefüllung bleibt noch genug Tinte in der Flasche, um den halbleeren Tank erneut zu füllen.

Zum Verbinden mit dem Netzwerk gibt es nur WLAN, das einfache Web-Frontend enthält Geräte- und Netzeinstellungen und die Registrierung bei Epson Connect. Drucken vom Smartphone klappt über die Standards (AirPrint, Mopria) gut, als Druck-App empfiehlt sich Epson iPrint.

Der kleine Tintendrucker schafft respektable 17 Seiten pro Minute. Der blasse Entwurfsdruck spart sichtbar Tinte, bleibt aber lesbar. Mit bloßem Auge betrachtet, reicht die gute Standardqualität; mit sehr langsamem unidirektionalem Starkdruck kommt der Tintendrucker auch unter der Lupe fast an Laserqualität heran. Die Tintendrucke waren im Test bei Lichtbeständigkeit und Wischfestigkeit ebenso gut wie die Laserdrucke.

Ärgerlich ist, dass der ET-M2120 keinen automatischen Duplexdruck kennt. Grafiken druckte er sauber und fein gerendert. Das galt auch für Fotos, denen es nur an Detailauflösung in dunklen Bildbereichen mangelte. Die Ablage hielt im Test problemlos 100 Blatt. Zum Bedrucken von DL-Umschlägen sollte man im Treiber „Ränder minimieren“ aktivieren, im Test entstanden trotz Druckwegreinigung Schmierstellen.

Textkopien erstellte der ET-M2120 sogar schneller als der HP LaserJet, allerdings gibt es mangels ADF und Duplexdruck nicht viele Optionen. Kopien von Grafiken und Fotos lieferte er in vergleichsweise bester Qualität ab; auf der Grafikseite störten nur fein umrandete Grauschriften.

Für 600-dpi-Scans von Fotos brauchte das Epson-Gerät sehr lange, produzierte aber bis auf eine leichte Unschärfe die beste Qualität. Die in Epson Scan 2 integrierte OCR taugt nicht viel, machte schon bei Standardtext Fehler und erkannte unsere Tabelle gar nicht.

- ↑ sehr geringe Tintenkosten
- ↓ kein automatischer Duplexdruck
- ↓ kein Vorlageneinzug



HP LaserJet MFP M234sdwe

Der LaserJet braucht viel Stellfläche, auch wegen des um 14 Zentimeter aus dem Gerät herausragenden 150-Blatt-Papierfachs. Auf dessen Klappe sitzen ein LC-Display mit festen Symbolen und einige Sensortasten. Rückseitig gibt es eine Ethernet-Buchse und einen überklebten USB-Port – man soll zum Einrichten das Netzwerk, möglichst WLAN nutzen.

Ohne HP-Smart-App, Internetzugang und HP+-Registrierung stellte der Drucker nach 20 gedruckten Seiten den Dienst ein. Erst nach Registrierung funktionierte er wieder. Danach kann man via USB den Drucker auch direkt mit dem PC verbinden.

Am Gerät selbst gibt es kaum Einstelloptionen. Dazu braucht man HP Smart oder das umfangreiche Web-Frontend als zentrale Konfigurationsstelle. Vom Mobilgerät klappte der Druck per HP Smart und AirPrint. Die Android-Dienste HP Print Service und Mopria erkannten den Drucker zwar, druckten aber nicht.

Der LaserJet druckt im tonersparenden „EconoMode“ oder „Normal“. Das Normal-Schriftbild ist lasertypisch sauber, unter der Lupe fielen aber feine, über das Blatt verstreute Tonerpartikel auf. Grafiken druckte der LaserJet dunkel, aber mit sauberen Details; Fotos gerieten dunkel, fleckig und streifig. Der Duplexer arbeitet zügig. Für Umschläge muss man das Papierfach leeren, diese werden sauber und ohne Verknittern beschriftet. Für unser gemischtes 100-Seiten-PDF brauchte das HP-Gerät mit über 10 Minuten am längsten.

Beim Kopieren lässt sich der LaserJet Zeit. Für 20 Kopien muss man zwanzigmal auf die Kopiertaste drücken – nervig. Textkopien sahen mit bloßem Auge noch gut aus, bei Grafiken störten fleckige Grauf Flächen und schlechte Detailwiedergabe. Kopien von Fotos waren zu dunkel, detailarm und zudem unscharf. Der Vorlageneinzug zog normale wie geknickte Vorlagen meist schräg ein, wodurch Schrift auf den Kopien verzerrt oder am oberen Rand beschnitten wurde.

Zum Scannen gibt es nur den einfachen WIA-Treiber von Windows bis 300 dpi und HP Smart. Doch funktionierte trotz Registrierung das Scannen über die App nicht. Per WIA gescannte Fotos und Grafiken waren detailarm und so stark nachgeschärft, dass Kanten einen weißen Rand zeigten.

- 🔴 Online- und Registrierungszwang
- 🔴 katastrophale Bedienung
- 🔴 Schrägeinzug von Vorlagen



Xerox B225

Der B225 ähnelt ausstattungsmäßig dem Brother-Modell, hat aber kein Faxmodem und statt Touchscreen nur ein zweizeiliges Textdisplay auf einem anklappbaren Panel mit kleinen Gummiknöpfen. Die Scannerklappe lässt sich in den Scharnieren nur 0,5 Zentimeter anheben – wenig Raum für Bücher.

Die Bedienung ist wegen des kleinen Displays und vieler Menüs umständlich, für Einstellungen eignet sich das Web-Frontend besser. Beim ersten Einschalten fragt der Drucker nach einer PIN, über die man sich dann am Frontend authentifiziert. Der kostenpflichtige Clouddienst Xerox Workflow Central ist optional; Scans sendet das Gerät wahlweise via SMTP und FTP an Mailadressen und FTP-Server. Das Android-Plug-in Xerox Print Service unterstützt das Modell nicht, Mobildruck über Mopria und AirPrint klappten dagegen gut.

Der B225 druckt flott, die Treibereinstellung „Entwurfsmodus“ hat augenscheinlich keinen Einfluss auf die Druckqualität. Nur im Web-Frontend kann man zwischen Auflösungen und Qualitäten wechseln. Beim Drucken störte ein penetranter Geruch. Texte druckte das Xerox-Gerät sehr sauber, bei Grafiken missfielen streifige Grauf Flächen. Beim Duplexdruck war er kaum schneller als der sonst langsamere HP-Drucker. Fotodrucke sind unabhängig von der Qualitätseinstellung heftig gestreift und detailarm. Umschläge beschriftete der B225 ordnungsgemäß, verknickte sie aber. Für die wechselnden Inhalte unseres 100-Seiten-PDFs brauchte er lange.

Als Kopierer gefiel der Xerox-Drucker abgesehen von der Bedienung gut: Text kopierte er vom Flachbett oder vom Vorlageneinzug zügig und in guter Qualität. Letzterer arbeitet schnell und hatte mit geknickten Vorlagen keine Probleme. Weniger gefielen die Kopien von Grafikvorlagen und Fotos: Beide waren streifig und detailarm. Minimiert man die Dichte und erhöht den Wert für „Hintergrund entfernen“ erhält man von Textvorlagen auf Farbhintergrund gut lesbare Kopien.

Zum Scannen gibt es nur einen Twain-Treiber, bei Netzbetrieb braucht man das „Scanner Management Utility“. Fotoscans waren bläustichig und sichtbar nachgeschärft, auf den Scans von Grafiken fielen nur zu helle Farben und eine leichte Unschärfe auf. Eine Texterkennung liefert Xerox nicht mit.

- 🟢 gute Textqualität
- 🟢 gute Kopierfunktionen
- 🔴 unübersichtliches Display

die zur Düsenreinigung verbrauchte Tinte zahlt HP (nicht aber die automatisch gedruckte Testseite). Außerdem kostet eine Instant-Ink-Seite deutlich weniger als eine ISO-Farbseite bei gekaufter Patrone.

Bei Schwarz-Weiß-Laserdruckern sieht die Kosten-Nutzen-Rechnung anders aus: Bei den kleineren Abo-Stufen zu 50 und 100 Seiten im Monat kostet eine Druckseite 4 Cent, eine ISO-Seite mit der XL-Kartusche HP 135X nur 3,5 Cent. Zwar spielt auch hier der Tonauftrag pro Seite keine Rolle, doch mit solchen Druckern druckt man nun einmal Textseiten, und die verbrauchen in der Regel nicht mehr Toner als die ISO-19752-Normseite (Brief mit Logo und einer kleinen Balkengrafik). Unter dem Strich zahlt man bei diesem Angebot wahrscheinlich drauf. Immerhin gibt es den kostenfreien Lieferdienst und eine monatliche Kündigungsfrist. Wer sich auf ein „e“-Modell und HP+ einlässt, kann auch die sechs Monate Instant Ink mitnehmen und ein oder zwei Ersatzkartuschen ergattern. Doch Obacht: Die gelieferten Instant-Ink-Kartuschen funktionieren nur bei laufendem Abo. Nach Kündigung sollte daher eine selbstgekaufte Kartusche bereitliegen!

Ausstattung

Einen USB-Host-Port zum direkten Scannen auf Speichersticks und erweiterbare Papierfächer hat keines der Testgeräte, aber sonst gibt es große Unterschiede bei der Ausstattung. Der Epson-Drucker ET-M2120 ist das günstigste Tintentank-Multifunktionsgerät im Portfolio des Herstellers und offensichtlich für die private Büroecke gedacht: Es gibt nur ein halboffenes Papierfach für 150 Blatt, keinen Vorlageneinzug und als großen Minuspunkt keinen automatischen Duplexdruck. Wenigstens zeigt der Druckertreiber bei manuellem Duplexdruck anschaulich, wie die einseitig bedruckten Blätter richtig herum ins Papierfach gelegt werden sollen.

Auch der HP LaserJet M234sdwe hat nur ein 150-Blatt-Fach, das immerhin rundherum staubgeschützt ist. Er druckt automatisch beidseitig und hat einen Vorlageneinzug für 40 Blatt. Beidseitig scannt er nicht, ebenso wenig wie die Einzüge der Geräte von Brother und Xerox. Mangelhaft ist die sehr beschränkte Bedienung am Gerät. Es gibt nur ein monochromes LC-Display mit festen Symbolen und lediglich Tasten für Standard- und Ausweiskopien. Wer 20 Kopien erstellen will, muss zwanzigmal auf die Kopiertaste drücken. Für weitere Einstellungen braucht man

einen PC mit Browser oder ein Smartphone – zum Kopieren?

Nur die Lasergeräte von Brother und Xerox eignen sich mit 250-Blatt-Kassette, Einzelblatteinzug, 50-Blatt-Vorlageneinzug und vernünftigem Bedienpanel ausstattungsmäßig auch für kleine Büros. Mit brauchbarem Touchscreen und integriertem Faxmodem ist der Brother MFC-L2730DW am besten ausgestattet aber auch am teuersten.

Einen Cloudzwang gibt es nur bei HPs LaserJet M234sdwe. Xerox bietet ebenfalls einen kostenpflichtigen Clouddienst an, doch funktioniert der B225 auch ohne und zu den Vorteilen des 10 Euro im Monat teuren Workflow Central gehören Profidienste wie Übersetzungen. Möchte man dem Epson EcoTank eine Mailadresse zuweisen und die dorthin gesendeten Mails und Dokumente automatisch drucken, richtet man beim Dienst Epson Connect einen Account ein und registriert dort seinen Drucker – aber man muss nicht. Brothers Clouddienst kommt ohne Nutzerkonto aus und schickt Scans auf Wunsch gratis als durchsuchbares PDF an eine am Gerät eingegebene Mailadresse – eine Funktion, die bei HP+ nach zwei Jahren kostenpflichtig werden soll.

Fazit

Grundvoraussetzungen für einen ordentlichen Bürodrucker erfüllen nur der Brother MFC-L2730DW und der etwas schlechter ausgestattete, aber günstigere Xerox B225. Vom HP LaserJet MFP M234sdwe können wir nur abraten: Abgesehen von Zwang zum HP+-Dienst und zum Kauf originaler Kartuschen bekommt man für das Geld besser ausgestattete Drucker. Das HP-Modell gibt es auch ohne „e“, doch kostet er dann rund 100 Euro mehr und ist für seine Ausstattung völlig überbeuert.

Der Epson EcoTank M2120 druckt mit großem Abstand am günstigsten, eignet sich mit seiner mageren Ausstattung aber nur für den Homeoffice-Arbeitsplatz mit wenig Stellfläche. Besser ausgestattet und mit 250 Euro noch erschwinglich ist der Epson ET-M2170, der zwar auch keinen Vorlageneinzug hat, aber eine geschlossene 250-Blatt-Kassette, ein schnelleres Duplexdruckwerk und Tinte für 11.000 Seiten.

(rop@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Rudolf Opitz, Schwarzpulver fürs Büro?, Schwarz-weiß-Multifunktionsdrucker für den Schreibtisch, c't 4/2019, S. 104

Druckleistung (ISO-Seite)

[Seiten / Minute]	Entwurf	normal	normal Leise	normal, Duplex
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶
Brother MFC-L2730DW	25	31,8	11,3	— ¹
Epson Ecotank ET-M2120	19,7	17,3	7	—
HP LaserJet MFP M234sdwe	24	28,3	—	17,9
Xerox B225	23,5	33	—	19

¹ Duplexer defekt

Leistungsaufnahme

	Aus [W]	Sleep [W]	Bereitschaft [W]	Drucken [W]
	◀ besser	◀ besser	◀ besser	◀ besser
Brother MFC-L2730DW	<0,1	1,2	20,7	508
Epson Ecotank ET-M2120	0,2	0,8	4,1	14,1
HP LaserJet MFP M234sdwe	0,1	1	4,7	435
Xerox B225	<0,1	1,1	11,5	455

Geräuschentwicklung

	Scannen [sone]	Drucken [sone]	Druck Leise-Modus [sone]	Nachlauf / Lüfter [sone]
	◀ besser	◀ besser	◀ besser	◀ besser
Brother MFC-L2730DW	4,7	12,2	7,5	4
Epson Ecotank ET-M2120	1 ¹	10,2	5,2	—
HP LaserJet MFP M234sdwe	8	11,5	—	—
Xerox B225	5,9	11,9	—	3,6

¹ nur Flachbettscanner!

Günstige Schwarz-Weiß-Multifunktionsdrucker für den Arbeitsplatz

Gerät	MFC-L2730DW	EcoTank ET-M2120	LaserJet MFP M234sdwe	B225
Hersteller, URL	Brother, brother.de	Epson, epson.de	HP, hp.com/de	Xerox, xerox.de
Druckverfahren / Kartuschen	Laser / 1	Tinte, Piezo / 1 Tintentank	Laser / 1	Laser / 1
Druckauflösung ¹	1200 dpi × 1200 dpi	1440 dpi × 720 dpi	600 dpi × 600 dpi	600 dpi × 600 dpi
ISO-Geschwindigkeit ¹	34 S./min	15 S./min	29 S./min	34 S./min
Papiergewichte ¹	60 g/m² ... 230 g/m²	64 g/m² ... 90 g/m²	60 g/m² ... 163 g/m²	60 g/m² ... 200 g/m²
Papierzufuhr	250-Blatt-Kassette, Einzelblatteinzug	150-Blatt-Fach	150-Blatt-Fach	250-Blatt-Kassette, Einzelblatteinzug
Papierablage ¹	120 Blatt	30 Blatt (100 Blatt im Test)	100 Blatt	150 Blatt
automatischer Duplexdruck	✓	—	✓	✓
monatl. Druckvolumen (empf. / max.)	2000 S. / 15.000 S.	1600 S. / 15.000 S.	2000 S. / 20.000 S.	2500 S. / 30.000 S.
Blauer Engel (DE-UZ 219)	✓	—	✓	—
Scannen / Netzwerk- / Cloud-Funktionen				
Scannertyp / Farbtiefe Farbe, Graustufen ¹	CIS / 24 Bit, 8 Bit	CIS / 24 Bit, 8 Bit	CIS / 24 Bit, 8 Bit	CIS / 24 Bit, 8 Bit
Auflösung physikalisch ¹	1200 dpi × 1200 dpi, ADF: 600 dpi × 600 dpi	2400 dpi × 1200 dpi	600 dpi × 600 dpi	1200 dpi × 1200 dpi
Vorlageneinzug / Duplex	50 Blatt / —	— / —	40 Blatt / —	50 Blatt / —
Twain-Treiber / OCR-Software	✓ / ✓ (integriert oder Clouddienst)	✓ / ✓ (integriert)	— / HP+ (Clouddienst)	✓ / —
Scan to E-Mail / FTP / SMB-Freigabe	✓ (Clouddienst) / ✓ / —	— / — / —	✓ (Clouddienst) / — / —	✓ / ✓ / —
Scan to USB-Stick / Cloudspeicher	— / ✓	— / —	— / —	— / —
Druck-App (Android, iOS)	Brother iPrint&Scan	Epson iPrint	HP Smart	Xerox Workflow Central
NFC / Wi-Fi Direct	— / ✓	— / ✓	— / ✓	— / ✓
AirPrint / Android Print / Mopria	✓ / ✓ Brother Print Service / ✓	✓ / ✓ (Epson Print Enabler) / ✓	✓ / ✓² (HP Print Service) / ✓²	✓ / — / ✓
Clouddienst des Herstellers	Brother Web Connect	Epson Connect	HP Smart / HP+	Xerox Workflow Central
Kopieren und Faxen				
Skalierung	25 % ... 400 % (1%-Schritte)	25 % ... 400 %	25 % ... 200 %	25 % ... 400 %
autom. Duplex-Kopie	—	—	—	—
Fax-Modem	✓	—	—	—
Kurzwahladressen / Fax-Speicher ¹	200 / 500 Seiten	— / —	— / —	— / —
Sendebericht mit Faxkopie	✓	—	—	—
Sonstiges				
Schnittstellen	USB 2.0, Ethernet, WLAN (IEEE802.11n 2,4 GHz), RJ-11 (Fax, Telefon)	USB 2.0, WLAN (IEEE802.11n 2,4 GHz)	USB 2.0, Ethernet, WLAN (IEEE802.11n 2,4 u. 5 GHz)	USB 2.0, Ethernet, WLAN (IEEE802.11n 2,4 GHz)
Betriebsabmessungen (B × T × H)	51 cm × 44,5 cm × 32 cm	37,5 cm × 51,5 cm × 20 cm	44 cm × 45 cm × 32,5 cm	43,5 cm × 40 cm × 35 cm
Gewicht	11,8 kg	5 kg	9,5 kg	10 kg
Speicher intern	128 MByte	k. A.	64 MByte	512 MByte
Display	6,8-cm-Touchscreen	3,7-cm-Farbdisplay	Monochrom-Display, feste Symbole	Monochrom-Textdisplay (LCD, 2-Zeilig)
Treiber für Windows	ab Windows 7, ab Server 2008	ab Windows XP SP2, ab Server 2003 SP2	ab Windows 10	ab Windows XP SP3, ab Server 2003 R2 x64
Treiber für Mac / Sonstige	ab macOS 10.10.5 / Linux (CUPS, LPD/LPRng, SANE)	ab macOS 10.6.8 / Linux	ab macOS 10.14 / Linux (HPLip)	ab macOS 10.7 / — (PostScript)
Software	Brother iPrint&Scan, Brother Utilities (mit ControlCenter 4) und PaperPort 14 SE	Epson Scan 2, ScanSmart, Event Manager, Connection Checker	HP Smart	nur Treiber
Sicherheit	Secure Print, IPPS, SSL/TLS, IP-Filter	SSL/TLS	Secure Print, SSL/TLS, IP- und MAC-Filter, IPPs	Secure Print, SSL für SMTP, TCP- und Port-Filter
Druckersprachen	PCL 6, PS3, PDF 1.7	GDI (Host based)	PCLmS, URF, PWG	PCL 5/6, PS3
Besonderheiten	Leise-Modus	Leise-Modus	HP+-Registrierung zwingend erforderlich, 6 Monate Instant Ink inklusive	—
Toner / Tinte				
mitgeliefert (Reichweite ¹)	1200 S.	5000 S.	700 S.	1200 S.
Schwarz (Reichweite ¹)	TN-2410 (1200 S.), TN-2420 (3000 S.)	Epson 111 (6000 S.)	HP 135A (1100 S.), HP 135X (2400 S.)	006R04399 (1200 S.), 006R04400 (3000 S.)
Toner-/Tintenkosten pro ISO-Seite (XL-Kartusche)	3,08 ct	0,25 ct	3,5 ct	2,82 ct
sonst. Verbrauchsmaterial (Reichweite)	Fototrommel DR-2400 (12.000 S.)	—	— (Fototrommel in Kartusche integriert)	Fototrommel 013R00691 (12.000 S.)
Verbrauchskosten pro ISO-Seite (XL-Kartusche)	3,83 ct	0,25 ct	3,5 ct	3,39 ct
Messergebnisse und Bewertungen				
Scheinleistungsaufnahme Drucken	710 VA	32 VA	540 VA	670 VA
Druckzeiten [Min:Sek]	100-Seiten-PDF: 3:04, A4-Foto: 0:14	100-Seiten-PDF: 8:26, A4-Foto: 1:07	100-Seiten-PDF: 10:30, A4-Foto: 0:26	100-Seiten-PDF: 7:19, A4-Foto: 0:13
Scanzeiten	Vorschau: 12 s, 300 dpi: 13 s, 600 dpi: 36 s	Vorschau: 10 s, 300 dpi: 24 s, 600 dpi: 95 s	Vorschau: 6 s, 300 dpi: 22 s, 600 dpi: —	Vorschau: 10 s, 300 dpi: 13 s, 600 dpi: 45 s
Bedienung / Netzwerkfunktionen	⊕ / ⊕	○ / ○	⊖ / ⊕	○ / ⊕
Textdruck	⊕⊕	⊕	⊕	⊕⊕
Grafik- / Fotodruck	⊕ / ⊖⊖	⊕ / ○	⊕ / ⊖	○ / ⊖⊖
Kopierqualität Text / Grafik / Foto	⊕ / ○ / ⊖⊖	⊕ / ⊕ / ○	⊕ / ⊖ / ⊖⊖	⊕ / ⊖ / ⊖⊖
Scanqualität Foto / Grafik / Text (OCR)	○ / ⊕ / ⊕	⊕ / ⊕ / ⊖⊖	⊖⊖ / ⊖ / —	⊖ / ○ / —
Herstellergarantie	3 Jahre Vor-Ort	1 Jahr oder 100.000 Seiten Bring-in	2 Jahre Bring-in	1 Jahr Vor-Ort
Gerätepreis (UVP / Straße)	381 € / 323 €	309 € / 216 €	270 € / 215 €	273 € / 220 €
¹ Herstellerangabe ² Fehler	⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht	✓ vorhanden — nicht vorhanden	k. A. keine Angabe	



Lange Bindung

Jahres- und Halbjahrestarife mit Vorkasse für den Mobilfunk

Einige Provider haben ein neues Tarifmodell etabliert: Prepaid mit einer Laufzeit von sechs oder zwölf Monaten. Der Kunde zahlt im Voraus und muss sich derweil um nichts mehr kümmern. Das hat Vor- und Nachteile.

Von Urs Mansmann

Prepaid-Verträge laufen üblicherweise nur kurz. Der Kunde zahlt für vier Wochen und kann in diesem Zeitraum das erworbene Volumen- und Einheitenkontingent oder die Flatrate nutzen. Läuft der Vertrag ab, verlängert sich der gebuchte Tarif nur, wenn das Konto gedeckt ist. Anderenfalls fällt er in einen Basistarif zurück. Die Provider weisen üblicherweise per SMS darauf hin, wenn eine neue Abbuchung ansteht oder wenn das Guthaben unter eine kritische Marke fällt.

Das hört sich anstrengend an. Viele Kunden meiden Prepaid-Tarife, weil sie dadurch gezwungen sind, sich ständig um

den Mobilfunkvertrag zu kümmern, den Kontostand zu checken und Guthaben aufzuladen. Andere aktivieren die Komfortaufladung, die bei niedrigem Guthabenstand vom Bankkonto nachlädt – und hebeln damit die Kostenkontrolle aus, die so nur Prepaid-Verträge liefern.

Ein möglicher Ausweg aus diesem Dilemma sind Halbjahres- oder Jahrestarife. Diese bezahlt man nicht nur vier Wochen im Voraus, sondern ganze sechs oder zwölf Monate. In dieser Zeit kann man den Vertrag im bezahlten Umfang nutzen und muss sich erst am Ende der Laufzeit um das Aufbuchen von neuem Guthaben

kümmern. Mit dem Wechsel zu einem anderen Anbieter muss man allerdings auch bis zum Laufzeitende warten.

Der Vertrag bleibt dennoch ein Prepaid-Vertrag mit allen Vor- und Nachteilen. Auf der Habenseite steht vor allem die Kostenkontrolle, mit der solche Verträge auch für unerfahrene Nutzer wie Kinder und Senioren ohne Risiko nutzbar sind. Mehr als das zuvor aufgeladene Guthaben kann nicht weg sein, egal, welchen Fehler man macht. Allerdings bekommt man für solche Prepaid-Verträge keine Rechnung, die man von der Steuer absetzen kann. Eine Bestätigung bekommt man nur für den Kauf des Guthabens, nicht aber für dessen Verwendung. Da Prepaid-Guthaben grundsätzlich erstattbar sind, reicht dem Finanzamt der Nachweis der Einzahlung nicht aus.

Um die Preise besser untereinander und mit den Monatsverträgen vergleichen zu können, führen wir in unserer Tabelle auf Seite 106 den monatlichen Preis auf. Zusätzlich geben wir den Preis pro Gigabyte an, der zu zahlen ist, wenn das Freivolumen vollständig aufgebraucht ist. Mit Ausnahme der Tarife von Congstar, Jamobil und Pennymobil, die nur für sechs Monate gelten, laufen alle hier vorgestellten Tarife ab dem Abschluss des Vertrags ein komplettes Jahr.

Wartungsfreie Tarife

Jahrestarife sind über einen längeren Zeitraum gewissermaßen wartungsfrei. Wenn man Tante Erna ein Prepaid-Handy zum Chatten mit Kindern und Enkeln zu Weihnachten geschenkt hat, muss man sich erst am nächsten Weihnachten wieder darum kümmern – bis dahin ist alles bezahlt und das Handy funktioniert, ohne dass man Guthaben aufbuchen muss.

Theoretisch ist das ein Risiko für die Kunden: Stellt der Anbieter den Betrieb ein, müsste man seinem vorausbezahlten Geld hinterherlaufen. In der Praxis steht derlei aber nicht zu erwarten, außerdem ist die Summe, mit der man in Vorleistung geht, durchaus überschaubar. Im schlimmsten Fall wären rund 100 Euro weg. Die Preise im Prepaid-Markt sind seit Jahren stabil. Dass diese nun plötzlich ins Rutschen kommen und man dadurch zu viel gezahlt hat, steht ebenfalls nicht zu erwarten. Ganz im Gegenteil: Mit der hohen Inflation könnten auch die Mobilfunkpreise steigen, aber für einen einmal bezahlten Jahrestarif sind Nachforderungen nicht möglich.

Grundsätzlich ist ein solcher Jahrestarif ganz praktisch, allerdings muss das Nutzungsprofil passen. Denn anders als bei herkömmlichen Prepaid-Tarifen mit zahlreichen, fein abgestuften Optionen haben viele Anbieter nur einen Jahrestarif im Angebot. Tchibo und O2 haben immerhin je drei, Edeka zwei verschiedene Tarife zur Auswahl. Das Angebot von Aldi ist ausgelaufen, aktuell gibt es dort keine Jahrespakete mehr.

Halbjahres- und Jahrestarife gibt es bislang nur im Netz der Telekom und von O2. Prepaid-Angebote im Vodafone-Netz sind bislang nur im branchenüblichen Vier-Wochen-Turnus erhältlich. Der Preis hängt auch mit der Qualität der Funknetze zusammen: Die Tarife im O2-Netz sind deutlich günstiger als im Telekom-Netz, letzteres ist dafür besser ausgebaut. O2 hat aber offenbar einiges in den Netzausbau investiert. In Vergleichstests hat das Unternehmen in letzter Zeit deutlich aufgeholt.

Die hier vorgestellten Jahrestarife erlauben nur Zugriff aufs LTE-Netz (4G). Lediglich der ausdrücklich so benannte 5G-Jahrestarif der Telekom erlaubt die Nutzung von 5G. Eine bessere Abdeckung darf man damit aber nicht erwarten. Da vorerst weiterhin eine 4G-Versorgung als sogenanntes Ankernetz erforderlich ist, kann 5G nur dort funktionieren, wo bereits eine 4G-Abdeckung besteht. Das wird sich so bald auch nicht ändern, auch wenn 5G Standalone (5G SA), das eine Nutzung ohne Ankernetz ermöglicht, kurz vor der Einführung steht. Mit der Nutzung von 5G kann man in funktechnisch gut erschlossenen Gebieten mit einer höheren Datenübertragungsrate rechnen. Aber der Netzausbau geht natürlich weiter, die Vorteile

c't kompakt





- Die lang laufenden Tarife sind quasi wartungsfrei.
- Wie andere Prepaid-Tarife bieten sie volle Kostenkontrolle.
- Bei einigen gibt es optional Tagesflatrates für den vorübergehenden Bedarf.

für 5G-Nutzer werden künftig deutlicher zu spüren sein.

Reduzierte Datenrate

In vielen Tarifen ist die Datenrate auf 25 Mbit/s reduziert. In der Praxis merkt man davon wenig. Für das Streamen von Videos reicht diese Datenrate vollkommen aus und die üblicherweise auf Datensparsamkeit getrimmten mobilen Apps kommen mit relativ wenig Daten gut aus. Eine höhere Datenrate erhöht lediglich den Komfort, etwa indem bestimmte Apps zügiger laden oder wenn ein großer Upload in die Cloud ansteht. Die maximale Datenrate nutzt ohnehin kaum jemand aus, weil dabei das verfügbare Monatsvolumen innerhalb von Minuten erschöpft wäre. Die maximale Datenrate wird ohnehin fast nie erreicht, weil die Aktivität anderer Nutzer im Netz dieses bremst.

Die Jahresangebote richten sich mit 1 bis 3 Gigabyte pro Monat eher an Wenignutzer. Das größte Angebot mit 6 Gigabyte pro Monat kommt von Tchibo. Wer regelmäßig mehr Volumen braucht, muss ein konventionelles Prepaid-Paket mit vier-

START	PREMIUM
Einmalig für 365 Tage flexibel nutzbar	1 Jahr lang jeden Monat
12GB	2GB
 Highspeed Internet LTE max mit bis zu 300 Mbit/s	 Highspeed Internet LTE max mit bis zu 300 Mbit/s
 1200 Freiminuten + 1200 SMS in alle dt. Netze	 200 Freiminuten in alle dt. Netze

Bei Edeka hat man die Wahl zwischen einem Tarif mit monatlichem und einem mit jährlichem Volumen.

MagentaMobil
Prepaid 5G-Jahrestarif

IM 5G-NETZ

2 GB/Monat

Highspeed-Datenvolumen im
LTE- und 5G-Netz

Tarifdetails
Produktinformationsblatt (PDF)

99,95 €
für 12 Monate

99,95 € einm. Kartenpreis

Tarif auswählen

Das einzige Jahresangebot mit 5G stammt von der Telekom.

hingegen in Kalendermonaten berechnet, damit man mit glatten 12 Abrechnungsperioden pro Jahr hinkommt. Unterm Strich macht das die Jahrespakete noch einmal einen kleinen Tacken günstiger als die Prepaid-Angebote mit kurzer Laufzeit.

Bei der Volumenberechnung muss man genau hinschauen. Zunächst einmal kauft man ein bestimmtes Volumen für einen bestimmten Zeitraum, also beispielsweise 12 Gigabyte für 12 Monate. Rechnerisch ist das ein Gigabyte pro Monat. Abgerechnet wird allerdings komplett unterschiedlich. Der eine Teil der Anbieter sieht die Laufzeit als einheitlichen Block an. Der Kunde bekommt ein bestimmtes Volumen und kann das innerhalb der Laufzeit verbrauchen. Wer im Frühjahr sparsam ist, kann das gesparte Volumen also in den Sommerferien verballern.

Andere Anbieter teilen das Volumen auf die Monate auf. In solchen Tarifen muss man es einigermaßen gleichmäßig verbrauchen. Es nützt nichts zu sparen, denn unverbrauchtes Volumen verfällt am

Monatsende. Zusätzliches Volumen in einem Monat muss man extra bezahlen.

Telefonie- und SMS-Flat

Bei fast allen Jahrestarifen ist eine Telefonie- und SMS-Flat im Preis enthalten. Man kann also innerhalb Deutschlands in alle Netze unbegrenzt telefonieren. Lediglich bei den Angeboten von Edeka und der Telekom gibt es nur ein Minutenkontingent. 200 Freiminuten im Monat ist recht wenig, pro Tag sind das im Schnitt weniger als sieben Minuten. SMS spielen kaum mehr eine Rolle, weil die meisten Anwender schon lange auf Instant-Messenger-Dienste umgestiegen sind.

Die meisten Tarife sind im Monat etwa so teuer wie ihre vergleichbaren Gegenstücke mit kurzer Laufzeit. Viel Geld lässt sich damit nicht sparen. Allerdings gibt es auch Ausnahmen: Der Datentarif von O2, bei dem Telefonate und SMS nicht möglich sind, kostet lediglich 1,83 Euro pro Gigabyte. Zudem ist das Gesamtvolumen von 30 Gigabyte ein Jahr lang gültig. Hat man das Volumen aufgebraucht, kann man das Jahrespaket neu

Smartphone-Tarife mit voller Kostenkontrolle

Anbieter	Congstar	Edeka	Edeka	Jamobil / Pennymobil	Nettokom
Tarif	Prepaid Halbjahres-Paket	Jahrespaket Start	Jahrespaket Premium	Prepaid 6-Monats-Paket	Jahrespaket
URL	congarstar.de	edeka-smart.de	edeka-smart.de	jamobil.de / pennymobil.de	nettokom.de
Netz	Telekom	Telekom	Telekom	Telekom	O2
Grundkonditionen					
max. Datenrate Download / Upload, beste Zugangstechnik	25 / 10 Mbit/s, LTE	300 / 50 Mbit/s, LTE	300 / 50 Mbit/s, LTE	25 / 10 Mbit/s, LTE	25 / 10 Mbit/s, LTE
Datenrate gedrosselt Download / Upload	64 / 16 kbit/s	32 / 16 kbit/s	32 / 16 kbit/s	64 / 16 kbit/s	64 / 64 kbit/s
Preis Telefonminute / SMS	Flatrate / Flatrate	1200 Minuten/SMS, danach je 9 Cent	200 Minuten/SMS pro Monat, danach je 9 Cent	Flatrate / Flatrate	Flatrate / Flatrate
Preis Telefonminute / SMS anbieterintern	Flatrate / Flatrate	Flatrate / Flatrate	Flatrate / Flatrate	Flatrate / Flatrate	Flatrate / Flatrate
Grundpreis Abfrage Mailbox	kostenlos	kostenlos	kostenlos	kostenlos	kostenlos
Optionen und Erweiterungen					
Datenvolumen / Gültigkeitsdauer	3 GByte / 1 Monat	12 GByte / 12 Monate	2 GByte / 1 Monat	6 GByte / 6 Monate	12 GByte / 12 Monate
rechnerisches Datenvolumen pro Monat	3 GByte	1 GByte	2 GByte	1 GByte	1 GByte
optionale Nachbuchung bei verbrauchtem Datenvolumen	1 / 2 GByte bis Laufzeitende 6 / 10 €	0,5 GByte, 4,95 €/7 Tage 0,5 / 1,5 / 2,5 GByte, 7,95 / 14,95 / 19,95 €/28 Tage	0,5 GByte, 4,95 €/7 Tage 0,5 / 1,5 / 2,5 GByte, 7,95 / 14,95 / 19,95 €/28 Tage	1 / 2 / 5 GByte bis Laufzeitende 4,99 / 7,99 / 14,99 €	1 GByte bis Laufzeitende 5,99 €
Kurzzeit-Optionen	10 GByte, 5 €/24 Stunden 15 GByte, 5 €/48 Stunden 20 GByte, 5 €/7 Tage	Flatrate, 5,95 €/24 Stunden	Flatrate, 5,95 €/24 Stunden	—	1 GByte, 1,99 €/24 Stunden
Schweiz im Roaming zum EU-Tarif abgerechnet	✓ (nur Datennutzung)	✓ (nur Datennutzung)	✓ (nur Datennutzung)	✓ (nur Datennutzung)	—
Preise nach Auslaufen der Tarifoption	9 Cent für Telefonminute/SMS, 25 MByte für 1 €/Tag	9 Cent für Telefonminute/SMS, 50 MByte für 1,49 €/Tag	9 Cent für Telefonminute/SMS, 50 MByte für 1,49 €/Tag	9 Cent für Telefonminute/SMS, 25 MByte für 1 €/Tag	9 Cent für Telefonminute/SMS, 24 Cent pro MByte
Besonderheiten	—	Hotspot-Flat für Telekom	Hotspot-Flat für Telekom	—	—
Kosten					
einmalige Gebühren bei Online-Bestellung	50 €	59,95 €	94,95 €	29,95 €	59,99 €
Laufzeit des Tarifs	6 Monate	12 Monate	12 Monate	6 Monate	12 Monate
rechnerische Kosten pro Monat	8,33 €	5 €	7,91 €	4,99 €	5 €
rechnerische Kosten pro GByte im Grundtarif	2,78 €	5 €	3,96 €	4,99 €	5 €
mögliche Zahlungsmittel bei Online-Bestellung	SEPA-Lastschriftmandat erforderlich	Visa, Mastercard, Amex, Google Pay, Apple Pay	Visa, Mastercard, Amex, Google Pay, Apple Pay	Vorkasse, Visa, Mastercard, Amex, Google Pay, Apple Pay	SEPA-Lastschriftmandat erforderlich
✓ vorhanden — nicht vorhanden					

Zusatz-Datenvolumen:[Zubuchbar über den Mein O2 Bereich oder die Mein O2 App](#)

- Data Pack S (400 MB) für 2,99 € / 4 Wochen
- Data Pack M (1,5 GB) für 5,99 € / 4 Wochen
- Data Pack L (4 GB) für 9,99 € / 4 Wochen
- Data Pack XL (13 GB) für 19,99 € / 4 Wochen

kündigen, dann läuft der Jahrestarif am Ende der Laufzeit aus.

Wenn am Ende des Jahres nicht genügend Guthaben auf dem Konto vorhanden ist, fallen alle hier vorgestellten Angebote auf einen Basistarif mit 9 Cent pro Minute oder SMS und 24 Cent pro Megabyte oder einen Tagestarif für 1 bis 1,50 Euro und sehr eingeschränktem Volumen zurück. Lediglich das Internet-Jahrespaket von O2 stellt seinen Dienst komplett ein, bis das Konto wieder aufgefüllt ist und die Jahresgebühr abgebucht werden kann.

Fazit

Jahrestarife sind eine günstige und bequeme Alternative zu herkömmlichen Prepaid-Tarifen. Allerdings passen sie nur für Kunden mit einem mittleren Bedarf von typischerweise 1 bis 3 Gigabyte pro Monat. Sowohl für Wenig- als auch für Vielnutzer werden Jahrestarife teurer als ein auf den Bedarf passender konventioneller Prepaid-Tarif. Tages-Flatrates, die einen kurzzeitig erhöhten Bedarf decken können, sind nur in einem Teil der hier vorgestellten Tarife verfügbar. (uma@ct.de) **ct**

Wenn das Volumen nicht ausreicht, kann man nachbuchen. Das ist allerdings oft vergleichsweise teuer.

buchen und hat dann erneut 30 Gigabyte zur Verfügung. Das ist optimal flexibel. Beim Smartphone-Tarif von O2 kann man hingegen Volumen nachbuchen; mit 20 Euro für 13 Gigabyte ist das vergleichbar günstig.

Bei den anderen Tarifen wird es teuer, wenn das Volumen nicht ausreicht. Mit 3 bis 10 Euro pro Gigabyte muss man rechnen. Tendenziell wird es günstiger, wenn man eine Option mit mehr Volumen nachbucht. Achten muss man dabei auf die Guthabengültigkeit: Diese kann 7 oder 28 Tage betragen oder bis zum Laufzeitende des Tarifs gelten.

Eine weitere Möglichkeit, das Volumen aufzupeppen, sind Kurzzeit-Optio-

nen. Damit kann man für 24 Stunden zusätzliches Volumen kaufen, beispielsweise eine Flatrate für einen Streamingabend im Hotelzimmer oder der Ferienwohnung. Diese Möglichkeit sehen aber nur die Hälfte der hier vorgestellten Tarife vor. Bei allen anderen muss man reguläres und damit vergleichsweise teures Volumen kaufen.

Auch bei den Jahrestarifen gibt es Anbieter, die den Kunden zur Angabe seiner Bankverbindung zwingen. Wenn Sie darauf eingehen wollen, sollten Sie darauf achten, ob der Anbieter die wiederkehrende Gebühr direkt vom Bankkonto abbuchen will. Falls Sie das nicht möchten, müssen Sie die Tarifoption rechtzeitig

O2	O2	Tchibo	Tchibo	Tchibo	Telekom
Internet-to-Go Jahrespaket 30 GB	Prepaid Smartphone Jahrespaket	Jahrespaket S	Jahrespaket M	Jahrespaket L	Prepaid 5G Jahrestarif
o2-freikarte.de	o2-freikarte.de	www.tchibo.de	www.tchibo.de	www.tchibo.de	www.telekom.de
O2	O2	O2	O2	O2	Telekom
225 / 50 Mbit/s, LTE	225 / 50 Mbit/s, LTE	25 / 10 Mbit/s, LTE	25 / 10 Mbit/s, LTE	25 / 10 Mbit/s, LTE	300 / 50 Mbit/s, 5G
0 / 0 kbit/s	0 / 0 kbit/s	64 / 64 kbit/s	64 / 64 kbit/s	64 / 64 kbit/s	32 / 16 kbit/s
– / –	Flatrate / Flatrate	Flatrate / Flatrate	Flatrate / Flatrate	Flatrate / Flatrate	200 Minuten/SMS pro Monat, danach je 9 Cent
– / –	Flatrate / Flatrate	Flatrate / Flatrate	Flatrate / Flatrate	Flatrate / Flatrate	Flatrate / Flatrate
–	kostenlos	kostenlos	kostenlos	kostenlos	kostenlos
30 GByte / 12 Monate	12 GByte / 12 Monate	1 GByte / 1 Monat	3,5 GByte / 1 Monat	6 GByte / 1 Monat	2 GByte / 1 Monat
2,5 GByte	1 GByte	1 GByte	3,5 GByte	6 GByte	2 GByte
Paket neu buchbar	0,4 / 1,5 / 4 / 13 GByte, 2,99 / 5,99 / 9,99 / 19,99 €/28 Tage	1 / 4 / 7 / 12 GByte, 4,99 / 9,99 / 14,99 / 19,99 €/28 Tage	1 / 4 / 7 / 12 GByte, 4,99 / 9,99 / 14,99 / 19,99 €/28 Tage	1 / 4 / 7 / 12 GByte, 4,99 / 9,99 / 14,99 / 19,99 €/28 Tage	0,5 GByte, 4,95 €/7 Tage 0,5 / 1,5 / 2,5 GByte, 7,95 / 14,95 / 19,95 €/28 Tage
–	–	–	–	–	Flatrate, 5,95 €/24 Stunden
–	–	–	–	–	✓ (nur Datennutzung)
–	9 Cent für Telefonminute/SMS, 30 MByte für 0,99 €/Tag	9 Cent für Telefonminute/SMS, 24 Cent pro MByte	9 Cent für Telefonminute/SMS, 24 Cent pro MByte	9 Cent für Telefonminute/SMS, 24 Cent pro MByte	9 Cent für Telefonminute/SMS, 50 MByte für 1,49 €/Tag
–	–	–	–	–	Hotspot-Flat
54,98 €	74,98 €	69 €	99 €	129 €	99,95 €
12 Monate	12 Monate	12 Monate	12 Monate	12 Monate	12 Monate
4,58 €	6,25 €	5,75 €	8,25 €	10,75 €	8,33 €
1,83 €	6,25 €	5,75 €	2,36 €	1,79 €	4,16 €
Vorkasse, Visa, Mastercard, Amex, PayPal, Nachnahme	Vorkasse, Visa, Mastercard, Amex, PayPal, Nachnahme	Vorkasse, Visa, Mastercard, PayPal	Vorkasse, Visa, Mastercard, PayPal	Vorkasse, Visa, Mastercard, PayPal	PayPal, Visa, Mastercard, Amex, Nachnahme



Tanke schön!

Sechs Apps für den günstigsten Spritpreis im Test

Seit im März dieses Jahres die Spritpreise durch die Decke gingen, stehen Apps zum Vergleich der Tankstellenpreise hoch im Kurs. Sechs davon haben wir getestet und festgestellt, dass man damit durchaus sparen kann – aber nicht immer.

Von Stefan Wischner

Seit 2013 sind die meisten Tankstellenbetreiber in Deutschland dazu verpflichtet, Spritpreisänderungen innerhalb von fünf Minuten an die Markttransparenzstelle für Kraftstoffe (MTS-K) zu melden. Diese dem Bundeskartellamt angeschlossene Institution hat eine Schnittstelle eingerichtet, über die Apps oder Webdienste die aktuellen Preise aller angeschlossenen Tankstellen abrufen können.

Damit entstand ein florierendes Ökosystem an Smartphone-Apps und Webseiten, die eine Übersicht der Spritpreise an Tankstellen um die eigene Position oder einer bestimmten Adresse liefern. Allein der Google Play Store wirft auf den Such-

begriff „Tanken“ dutzende von Ergebnissen aus. Hinzu kommen viele Webseiten, die einen ähnlichen Service bieten. Eine umfangreiche – beileibe aber noch nicht vollständige – Liste hat das Bundeskartellamt unter ct.de/ye7z veröffentlicht.

Wir haben uns sechs Tankpreis-Apps näher angesehen: 1-2-3 Tanken, ADAC Spritpreise, Bertha, Clever Tanken, Mehr Tanken und Tankschwein. Die Auswahl stützt sich auf die Popularität anhand der Downloadzahlen, Nutzerempfehlungen in einschlägigen Foren und persönlichen Empfehlungen.

Ein Hinweis vorab: Im März dieses Jahres hagelte es in den App-Store-Kom-

mentaren bei vielen Tankpreis-Apps schlechte Bewertungen und Beschwerden. Aufgrund der explodierenden Preise boomten die Apps offenbar derart, dass die MTS-K-Serveranfragen nur schleppend liefen oder wegen Timeouts komplett abbrechen. Während unseres Tests gab es keine derartigen Ausfälle.

Grundsätzliche Sinnfrage

Über den Nutzen von Tank-Apps lässt sich durchaus streiten. Vordergründig scheint es sinnvoll, vor dem Tanken nach der günstigsten Spritquelle in der Umgebung zu suchen. Ob man bei der dann aber wirklich spart, hängt vom nötigen Umweg ab.

Ein Beispiel: Muss man einen Umweg von nur 5 Kilometern fahren, um 40 Liter um 2 Cent günstiger zu tanken, spart man gar nichts mehr, weil die Kosten pro Kilometer die Ersparnis auffressen – vorausgesetzt, das Auto schluckt 8 Liter auf 100 Kilometer und ein Liter kostet 2 Euro. Auf dem Land sind Umwege in diesen Größenordnungen durchaus üblich. Dabei haben wir die sonstigen Kilometer-Kosten des Fahrzeugs noch gar nicht berücksichtigt, von der zusätzlichen Umweltbelastung ganz zu schweigen.

Nur eine App im Testfeld versucht, die reale Ersparnis zu ermitteln: Tankschwein weist anhand der vorzugebenden geplanten Tankmenge und den zuvor festgelegten Kilometer-Kosten des eigenen Fahrzeugs darauf hin, wenn sich ein Umweg zu einer günstigeren Tankstelle nicht lohnt.

Auch die Frequenz und Unvorhersehbarkeit der Preisänderungen können Sparfüchsen einen Strich durch die Rechnung machen. Im Testzeitraum änderten sich die Tarife bis zu fünfmal pro Stunde. Wegen des vorgeschriebenen fünfminütigen Meldefensters plus der Aktualisierungsfrequenz der Apps findet man vor Ort schon mal einen anderen als den versprochenen Preis vor.

Verlässlich nur bei Standard-Sprit

Die Tankstellen müssen an die MTS-K lediglich die Preise der drei gängigsten Spritsorten melden: Super E5, Super E10 und Diesel. Weder Gas (CNG/LPG) noch „Premium“-Spritsorten wie Shell V-Power oder Aral Ultimate unterliegen der Meldepflicht und lassen sich somit auch nicht abrufen.

Einige Tank-Apps versuchen sich dennoch an Preisinformationen zu diesen Sorten. Die Daten kommen aus eigener

Recherche der App-Hersteller oder werden von Nutzern gemeldet. Somit sind sie nicht sehr zuverlässig; unser Test ergab so viele Abweichungen, dass ein korrekter Preis fast als Zufallstreffer gelten darf. Es bedeutet also keinen echten Nachteil, wenn eine App nur die Preise der drei Standardspritsorten auflistet (ADAC Spritpreise, Bertha, Tankschwein).

Clever Tanken und Mehr Tanken zeigen für E-Auto-Besitzer auch öffentliche Ladesäulen der Umgebung an und enthalten Infos zu verwendeten Steckernormen sowie Ladeleistungen. Wer elektrisch fährt, nutzt aber eher eine komplett darauf spezialisierte App.

Verpatzter Boxenstopp

Die Suche nach einer günstigen Tankstelle in der Umgebung der eigenen Position oder einer bestimmten Adresse beherrschen alle Apps im Test in etwa gleich gut. Damit können sie zum Beispiel bei der Entscheidung helfen, ob man auf dem Weg zur oder von der Arbeitsstelle tankt.

Dann gibt es aber noch die Situation auf längeren Fahrstrecken, dass die Tankanzeige im Auto zu einem baldigen Stopp rät. Zwei der getesteten Apps (ADAC Spritpreise und Tankschwein) enthalten zwar einen Routenplaner, erlauben die Tankstopp-Planung aber nur vor der Fahrt. Die ADAC-App zeigt in einer eigenen Kartenansicht sämtliche Tankstellen entlang der Route an – ungeachtet von Preis und Fahrt-

richtung. Während der Live-Navigation erscheinen diese Infos nicht mehr.

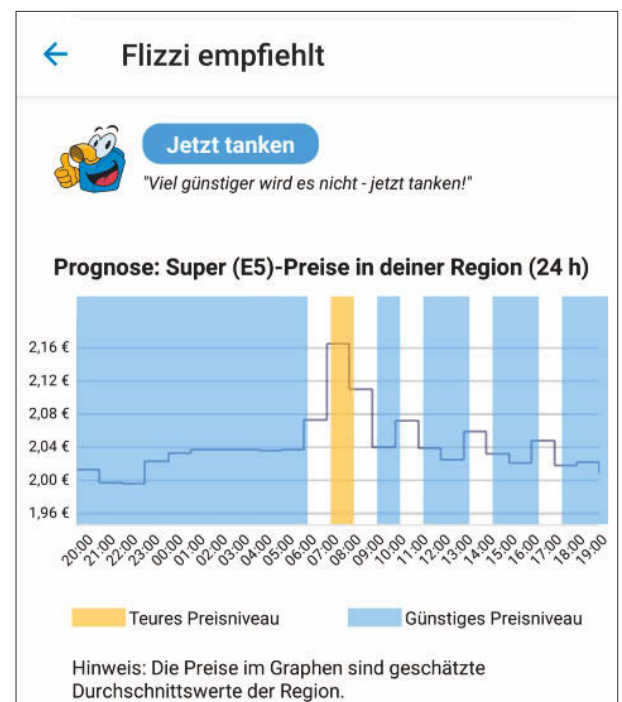
Tankschwein sucht ebenfalls nur im Voraus nach Tankstellen auf der Route und fragt zunächst die Spritsorte, den erlaubten Umweg, die geplante Tankmenge und die voraussichtliche Restreichweite ab. Gerade Letzteres ergibt vor der Fahrt wenig Sinn und ist zudem auf 300 Kilometer gedeckelt.

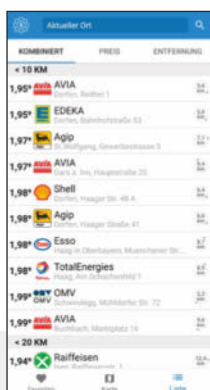
In der Praxis sieht es also immer so aus, dass man auf dem nächsten Parkplatz anhält, mit der App nach einer Tankstelle in der Umgebung sucht und sich entweder per integriertem oder externem Routenplaner hinführen lässt – das geht mit allen sechs Apps gleichermaßen. Für eine Tankstellensuche während der Fahrt direkt im Smartphone-Halter eignet sich keine der Apps – dazu ist die Bedienung zu umständlich und die Ablenkung zu groß.

Zu neugierig

Verglichen mit manch anderer App-Kategorie geben sich die meisten Testkandidaten mit nachvollziehbaren Systemberechtigungen zufrieden. Dass sie auf die Positionsdaten zugreifen müssen, um Tankstellen in der Nähe des eigenen Standorts zu finden oder eine Navi-App zu integrieren, liegt in der Natur der Sache. Warum „Mehr Tanken“ Zugriff auf die Kamera fordert und „Clever Tanken“ ins Telefonbuch gucken möchte, erschließt sich uns jedoch nicht.

Manche Tank-Apps liefern eine historische Preisverlaufsübersicht der ausgewählten Tankstelle. „Mehr Tanken“ analysiert auch regionsbezogen, wagt Preisprognosen und spricht Empfehlungen („jetzt tanken“, „warten“) aus.





1-2-3 Tanken

Die App gefällt durch eine übersichtliche Darstellung, wahlweise als Liste oder in einer Karte. Die Bedienung gibt keinerlei Rätsel auf. Tankstellen lassen sich nicht nur nach den drei Standard-Spritsorten, Gas und etlichen Premium-Kraftstoffen (mit weniger akkuraten Preisen) filtern, sondern auch nach der Marke.

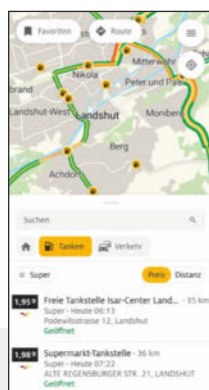
1-2-3 Tanken enthält zwar eine Art Routenplaner. Der eignet sich jedoch nicht zur Live-Navigation, sondern listet nur die günstigsten Tankstellen entlang einer errechneten Route zwischen einem Start- und einem Zielpunkt auf; Alternativrouten, Zwischenstopps und andere Anpassungen sind nicht möglich. Eine aus der Liste, Karte oder dem Routenplan gewählte Tankstelle lässt sich aber an Google Maps übergeben, das dann die Navigation übernimmt.

Die Listenansicht sortiert man wahlweise nach Preisen, der Entfernung oder – und das ist eine Besonderheit – nach einer Kombination aus beidem, gruppiert nach Entfernungsbereichen. Die kostenlose Version durchsetzt die Listenansicht jedoch mit mehreren aufdringlichen Werbeanimationen. Die wird man nur durch Kauf des Abos los, wobei man dann auch Zugriff auf Preisalarme und -historie ausgewählter Tankstellen erhält.

Was uns gar nicht gefällt, ist die ausgeprägte Neugier der App. Nicht weniger als 14 Tracker stecken darin; dazu fordert sie nicht nachvollziehbare Berechtigungen ein, wie zum Beispiel den Zugriff auf Telefondaten.

- ↑ übersichtlich und einfach
- ↑ übersichtliche Liste
- ↓ zu neugierig

Preis: kostenlos / 4,99 Euro pro Jahr



ADAC Spritpreise

Der ADAC kombiniert eine Spritpreis-App mit einer soliden Navigationslösung, die sogar Verkehrsflussdaten enthält. Allerdings setzt sie eine ständige Internet-Verbindung voraus; Offlinekarten gibt es nicht.

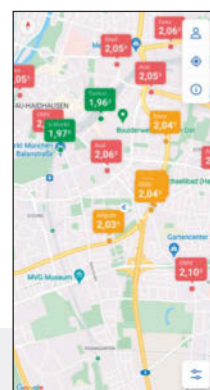
Der Funktionsumfang ist nicht üppig, aber sinnvoll. Im Zentrum steht die sehr flüssig scrollende und zoomende Kartenansicht, die sogar 3D-Gebäude darstellt. Alle im aktuell gewählten Kartenausschnitt sichtbaren Tankstellen landen in einer Liste, die sich von unten über die Karte schieben lässt. Neben den drei Standardspritsorten liefert die App auch Preisinformationen zu Gas (LPG, CNG), die sie laut Hersteller von gibgas.de bezieht. Diese sind leider nicht besonders aktuell und wichen bei Stichproben stark von den aktuellen Preisen ab.

Leider hat es der ADAC versäumt, die ehemals getrennten Apps für Spritpreise und Navigation besser miteinander zu verzahnen. So gelingt es dem Routenplaner nicht, eine Tour für einen Tankstopp zu unterbrechen und dabei auf die Preisdaten zurückzugreifen. Während der Navigation blendet die Karte nicht einmal Tankstelleninformationen entlang der Strecke ein.

Wenn man damit leben kann und vor allem günstige Tankstellen um die aktuelle Position oder eine eingegebene Adresse herum sucht, erhält man mit der App ein schnickschnackfreies und einfach zu bedienendes und übersichtliches Tool, das zudem kostenlos, werbe- und sogar fast trackerfrei ist.

- ↑ sehr bedienfreundlich
- ↑ kostenlos und werbefrei
- ↓ Navi schlecht integriert

Preis: kostenlos



Bertha

Die App mit dem freundlichen Namen stammt von Mercedes-Benz, wird dem Ruf der Premium-Automarke aber nicht gerecht. Es gibt keine Listenansicht, sondern lediglich eine dank Preisfähnchen in Ampelfarben sehr übersichtliche Kartenanzeige der Umgebung. Jedoch schaffte es Bertha als einzige App im Test nicht, während der Osterfeiertage aktuelle Preise anzuzeigen. Die Preise der drei Standard-Spritsorten stammten aus einem drei Tage alten Datenabruf, ließen sich nicht aktualisieren und waren natürlich vollkommen falsch. Erst nach den Feiertagen stimmten die Informationen wieder.

Eine eigene Navigationsfunktion enthält Bertha nicht, sondern übergibt die Position der gewählten Tankstelle an Google Maps. Läuft dort schon eine Routenplanung, muss man die abbrechen, um zur Tankstelle zu navigieren.

Tankstellen lassen sich in den Einstellungen optional nach Marke und akzeptierten Tankkarten wie Aral Card Plus oder UTA filtern und die Anzeige auf gerade geöffnete Stationen begrenzen. Hilfreich ist, dass man in den Detailinfos einer Tankstelle den Datenabruf manuell aktualisieren kann. Das reduziert das Fehlerzeitfenster auf maximal fünf Minuten – die Meldefrist für die Tankstelle an die MTS-K.

Positiv fällt auf, dass Bertha kostenlos ist und trotzdem komplett ohne Werbung auskommt. Allerdings enthält die App sieben Tracker; darunter einen von CleverTap, der auch Standortdaten übermittelt.

- ↑ einfache Bedienung
- ↑ kostenlos und werbefrei
- ↓ Aktualitätsprobleme im Test

Preis: kostenlos

FRISCHE REZEPTE FÜR IHREN RASPBERRY PI

c't RASPI Die Toolbox für Nerds

Hard- und Software ausreizen

GPIO-Pins in Python programmieren
Messen und steuern mit dem Raspi
Raspberry Pi OS und Updates im Griff

Raspi im Wohnzimmer

Spotify und AirPlay abspielen
4K-Filme in HDR gucken

Verstehen und loslegen

Wieso Millionen Menschen Raspis kaufen
Blitzschnell einrichten durch Vorkonfiguration
Betriebssystem aus dem Internet booten

Cooler Projekte mit dem Raspi

PC und Smartphone automatisch sichern
Passwörter auf dem Raspi-Speicher synchronisieren

c't RASPI Die Toolbox für Nerds

Hard- und Software ausreizen

GPIO-Pins in Python programmieren
Messen und steuern mit dem Raspi
Raspberry Pi OS und Updates im Griff

Raspi im Wohnzimmer

Spotify und AirPlay abspielen
4K-Filme in HDR gucken

Verstehen und loslegen

Wieso Millionen Menschen Raspis kaufen
Blitzschnell einrichten durch Vorkonfiguration
Betriebssystem aus dem Internet booten

Cooler Projekte mit dem Raspi

PC und Smartphone automatisch sichern, WLAN-Angriffe erkennen,
Passwörter auf dem Raspi-Speicher synchronisieren

EBOOK
ZUM
SONDERHEFT

**Heft + PDF
mit 29 % Rabatt**



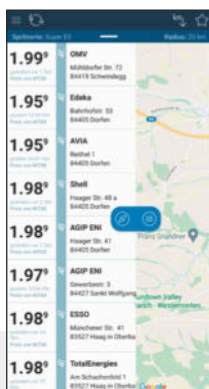
Die Fangemeinde des günstigen Bastelrechners Raspberry Pi wächst Jahr für Jahr. Gehören Sie auch zu den Raspi-Fans oder wollen es werden? Dann finden Sie in diesem c't-Sonderheft einen schnellen Einstieg und jede Menge alltagstaugliche Projekte:

- Das Raspi-Universum verstehen
- Mit Raspi-Projekten mehr Sicherheit
- GPIO-Pins mit Python programmieren
- Raspi hilft bei der Unterhaltung

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



shop.heise.de/ct-raspi22



Clever Tanken

Die Downloadzahlen im Google Play Store weisen Clever Tanken als eine der beliebtesten Tank-Apps aus. Das dürfte vor allem an der sehr übersichtlichen Tankstellenliste inklusive letztem Aktualisierungszeitpunkt sowie der einfachen Bedienung liegen. Neben den Standard-Spritsorten und einigen Sonderkraftstoffen mit den prinzipbedingt weniger aktuellen Preisen lässt sich auch nach E-Ladestationen suchen.

In unserem Test kam es vor, dass nahegelegene Tankstellen in der nach Entfernung sortierten Liste unterschlagen wurden und erst auftauchten, nachdem wir die Zahl der angezeigten Tankstellen auf „Alle“ umgestellt hatten.

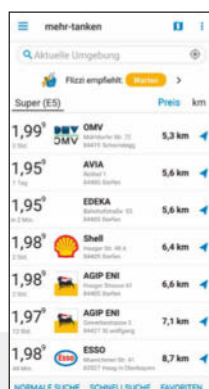
Eine Übersichtskarte wischt man vom rechten Bildschirmrand herein. Eine integrierte Navigation gibt es nicht; Die Adresse einer gewählten Tankstelle lässt sich aber auf Fingertipp an Google Maps oder einige andere unterstützte Navigationsapps schicken.

Eine Besonderheit ist die Zusammenarbeit des Herstellers mit der Tankstellenkette HEM. Weist man mit der App an einer HEM-Tankstelle einen günstigeren Preis der Konkurrenz im Umkreis von fünf Kilometern nach, bekommt man denselben Preis.

Etwas sauer stoßen die recht hohe Zahl enthaltener Werbe- und Analysetracker und die nicht nachvollziehbare Forderung nach einem Zugriff auf Telefonfunktionen auf. Das recht günstige Abo entfernt die lästige Werbung; den vollen Funktionsumfang bietet schon die Gratisversion.

- ↑ übersichtlich und einfach
- ↑ Navi-App-Anbindung
- ↓ zu neugierig

Preis: kostenlos / 1,99 Euro pro Jahr



Mehr Tanken

Von den Downloadzahlen her spielt Mehr Tanken in derselben Liga wie Clever Tanken, bietet aber deutlich mehr Zusatzfunktionen. So lassen sich Profile mit einer vorgegebenen Route – zum Beispiel dem Weg zur Arbeit – anlegen oder mithilfe des integrierten Rechners nach Eingabe von Kilometer -Stand und Tankmenge die Verbrauchswerte ermitteln. Tankstellen filtert man optional nach Marken und Bezahlmethoden oder schließt Autobahntankstellen aus der Anzeige aus. Es gibt eine sehr detaillierte Preishistorie und -prognose. Zudem erteilt die App einen Ratschlag, ob man gleich tanken oder lieber noch warten sollte.

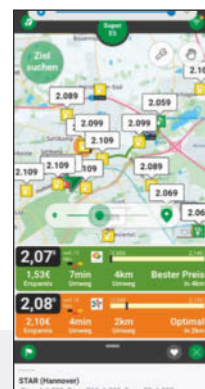
Mehr Tanken enthält kein eigenes Navigationsprogramm, sendet die Positionsdaten einer gewählten Tankstelle aber an eine Vielzahl von Navi-Apps.

Etwas weniger gefallen hat uns die integrierte Kartenanzeige, bei der der Zusammenhang zwischen Zoomstufe und Gruppierung, Einzeldarstellung oder Ausblenden von Tankstellen recht willkürlich erscheint.

Alle Funktionen stehen zwar auch in der kostenlosen Version zur Verfügung. Deren überreichliche, penetrante und teils verzögert mitten in den Listen aufpoppende Werbung macht sie aber nahezu unbenutzbar. Zu den acht Trackern, die in der App stecken, gesellt sich die nicht näher begründete Forderung nach dem Zugriff auf die Smartphone-Kamera. Wir konnten allerdings keine Funktionseinschränkungen feststellen, nachdem wir diesen verweigert hatten.

- ↑ viele Funktionen
- ↑ Navi-App-Unterstützung
- ↓ Nerv-Werbung (Gratisversion)

Preis: kostenlos / 4,99 Euro pro Jahr



Tankschwein

Die ausschließlich für Android erhältliche App sticht nicht nur durch ihren auffälligen Namen aus dem Testfeld hervor. Sie bietet auch einige einzigartige Funktionen. So enthält sie einen vollwertigen Routenplaner inklusive Kartenmaterial von HERE, das Abo-Zahlern sogar Offlinekarten erlaubt. Ad-hoc-Tankstopps während der geführten Fahrt sind damit allerdings nur umständlich möglich.

Als einzige App im Test ermittelt Tankschwein auch die reale Ersparnis beziehungsweise eventuelle Mehrkosten anhand des Umwegs zu einer günstigeren Tankstelle.

Ebenfalls bemerkenswert: Die Kaufversion unterstützt Android Auto und lässt sich auf dem fahrzeugeigenen Mediadisplay darstellen und bedienen.

Die bei den meisten Tank-Apps übliche Listenansicht fehlt; Tankstellen sucht man entweder aus der Karte oder bemüht die etwas umständliche Suchfunktion. Die fragt jedes Mal zuerst einige Daten (Spritsorte, Suchradius, geplante Tankmenge) ab. Anschließend zeigt sie statt einer sortierten Liste nur ausgewählte Tankstellen an, meistens die nächstgelegene und gegebenenfalls eine entferntere günstigere mit Einschätzung der Realersparnis. Die Oberfläche ist bunt und unaufgeräumt, die Bedienung gewöhnungsbedürftig.

Bemerkenswert ist, dass die App auch in der kostenlosen Version auf Werbung verzichtet; das Abo schaltet außer Offlinekarten einige Funktionen frei. Außerdem kommt Tankschwein ohne Tracker aus.

- ↑ vollwertiges Navi
- ↑ berechnet Realersparnis
- ↑ werbe- und trackerfrei

Preis: kostenlos / 4,99 Euro pro Jahr

Ein sicherlich nicht auf Tank-Apps beschränktes Problem werfen die installierten Tracker auf, die allerhand Daten sammeln und pezen. Unsere Tabelle kann lediglich einen Eindruck vom Ausmaß des potenziellen Datenabflusses vermitteln. Art und Zweck der laut Exodus-Datenbank (reports.exodus-privacy.eu.org/de) in den getesteten Apps enthaltenen Tracker haben wir nicht näher differenziert. Die meisten sind Werbetreiber, die vermutlich nur in den kostenlosen Versionen der werbefinanzierten Apps aktiv sind. Ihr Code bleibt aber sehr wahrscheinlich auch dann erhalten, wenn man die App bezahlt und damit die Werbung ausschaltet – in keinem Fall wurde dabei eine neue App-Version installiert. Positiv stechen im Testfeld nur ADAC Spritpreise (nur Google Firebase Analytics) und Tankschwein (kein Tracker gefunden) hervor.

Fazit

Zunächst einmal: Halbwegs aktuelle Spritpreise der Tankstellen in der Umgebung der eigenen Position oder einer bestimmten Adresse finden alle Apps. Beschränkt man sich auf die drei bei der MTS-K geführten Standard-Spritsorten, kann man sich auf die Preisangaben meist verlassen. Abweichungen durch Melde- und Aktualisierungsverzögerungen kommen vor, sind den Apps aber nicht anzulasten.

Verbrauchsrechner	
116	
Verbrauchsinformationen	
Start-Datum	20.04.2022
Start-km-Stand	118745.0 km
Letzter km-Stand	119325.0 km
Ø-Verbrauch	6,90 l/100 km
Kostenstatistik	
Gesamt	82,00 €
Durchschnitt	2,05 €/l
Minimum	2,05 €/l
Maximum	2,05 €/l
Tankvorgänge +	
Tankvorgang #1	20.04.2022
Anzahl Liter	40,00
km-Trip	580,00
km-Stand	119325,00
Verbrauch	6,90 l/100km
Spritsorte	Super (E5)

Manche Apps heben sich durch Zusatzfunktionen hervor. Mehr Tanken enthält beispielsweise einen Verbrauchsrechner.

Hauptsächlich unterscheiden sich unsere Testkandidaten im Bedienkomfort und diversen Zusatzfunktionen. Legt man Wert auf eine eingebaute Navigationshilfe, bieten sich ADAC Spritpreise und Tankschwein an. Um sich zu einer bestimmten

Tankstelle lotsen zu lassen, reicht aber auch die Übergabe der Adresse an eine externe Navi-App, was alle beherrschen.

Die meisten Zusatzfunktionen wie Benzinpreisrechner oder gespeicherte Suchprofile bringt Mehr Tanken mit – aber auch eine bedenklich hohe Zahl an Trackern. Android-Nutzer, die besonderen Wert auf Privatsphäre legen, sind mit dem trackerlosen Tankschwein am besten beraten, müssen aber mit dessen überladener Oberfläche und sperriger Bedienung leben. Auch die ADAC-App zeigt sich wenig neugierig und ist auch für iOS verfügbar.

Wer es mit dem Sparen ernst meint und keine Lust auf Kopfrechnen hat, greift zum Tankschwein, das die reale Ersparnis unter Berücksichtigung des Umwegs angibt. Besonders nützlich ist das auf dem Land, wo die Tankstellen weiter auseinander liegen.

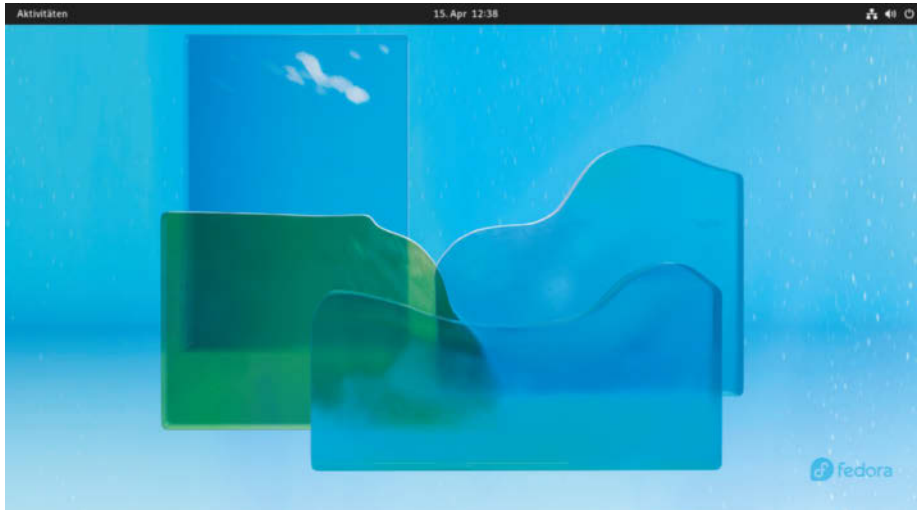
Vernünftig eingesetzt helfen alle Apps im Test dabei, ein wenig beim Tanken zu sparen. Unsere ideale Tankpreis-App ist aber gar keine: Es wird Zeit, dass die Hersteller gängiger Navi-Lösungen – sowohl auf dem Smartphone als auch im Auto-Navi mit Netzanbindung – die Preise und Infos der MTS-K direkt in ihre Navigationsanwendung integrieren.

(swi@ct.de) **ct**

Weitere Tank-Apps und Webseiten:
ct.de/ye7z

Tankpreis-Apps für Smartphones

Name	1-2-3 Tanken	ADAC Spritpreise	Bertha	Clever tanken	Mehr tanken	Tankschwein
Hersteller	Bottled Software	ADAC	Mercedes-Benz	infoRoad GmbH	Motorpresse Stuttgart (ams)	Pocketnavigation.de GmbH
Systeme	Android ab 4.1, iOS ab 14.2	Android ab 8.0, iOS ab 13.0	Android ab 7.0, iOS ab 13.0	Android ab 4.4, iOS ab 13.0	Android ab 6.0, iOS ab 12.0	Android ab 4.4
E5/E10/Diesel	✓/✓/✓	✓/✓/✓	✓/✓/✓	✓/✓/✓	✓/✓/✓	✓/✓/✓
Weitere Spritsorten	Gas, 7 weitere	Gas	–	Gas, Wasserstoff, 6 weitere	Gas, Wasserstoff, 20 weitere	–
E-Ladestationen	–	–	–	✓	✓	–
Kartenanzeige	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Routenplaner int./ext.	–/✓	✓/–	–/✓	–/✓	–/✓	✓/✓
Umkreissuche aktuell/Ort	✓/✓	✓/✓	✓/–	✓/–	✓/✓	✓/✓
Suche entlang Route	✓ ¹	✓	–	–	✓	✓
Preisverlauf / Prognose	✓ ¹ /–	–/–	–/–	✓/✓	✓/–	–/–
Preisalarm	✓ ¹	–	–	✓	✓	–
Favoriten	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Android Auto / CarPlay	–/–	–/–	–/–	–/–	–/–	✓ ¹ /–
Systemberechtigungen	Position, Tel.-Nr., Tel-ID	Position	Position	Position, Telefonbuch, Tel.-Nr., Tel-ID	Position, Kamera	Position
Tracker	14	1	7	9	8	0
Bewertung						
Bedienung	⊕	⊕	○	⊕⊕	⊕	⊖
Funktionsumfang	○	○	⊖	○	⊕	⊕
Privatsphäre	⊖⊖	⊕	○	⊖	⊖	⊕⊕
Preis	kostenlos / 4,99€ pro Jahr	kostenlos	kostenlos	kostenlos / 1,99€ pro Jahr	kostenlos / 4,99€ pro Jahr	kostenlos / 4,99€ pro Jahr
¹ nicht in kostenloser Version ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe						



Stabil in Bewegung

Fedora 36 im Test: Wayland jetzt auch mit Nvidia-Treibern

Das neue Fedora-Release besticht mit einem frischeren Look und globalem Dark Mode. Die Linux-Distribution wird ihrem Ruf als Vorreiter bei Innovationen gerecht und verlangt Nutzern dabei weniger Sattelfestigkeit ab als früher.

Von Thorsten Leemhuis

Zu den Highlights von Fedora Linux 36 zählt die jüngst freigegebene Desktop-Umgebung Gnome 42, die ein komfortableres Screenshot- und Screencast-Werkzeug mitbringt. Das für Anfang Mai erwartete Fedora nutzt standardmäßig den einfachen Editor, der bei dieser Gnome-Version hinzustieß, und löst damit Gedit ab. Als Standard-Terminal dient indes weiter Gnome-Terminal und nicht das ebenfalls neue, ziemlich simple „Console“. Fedora 36 eignet sich für Nutzer, die Wert auf ein zuverlässiges System legen und häufige Updates nicht scheuen.

Der Desktop und seine Anwendungen wirken aufpoliert und frischer. Das liegt

vor allem an Stilanpassungen, die mit dem Umstieg auf die von vielen Gnome-Anwendungen verwendete Bibliothek libadwaita einhergehen. Dieser Gnome-spezifische Überbau für GTK4 verhilft zu einem konsistenteren Look, schneidet zugleich aber alte Zöpfe ab, weil libadwaita das Adwaita-Design fest vorschreibt; dadurch entfällt die Möglichkeit, das Aussehen jenseits von Farben und Schriftarten über Themes anzupassen. Angedacht ist, das wieder zu ermöglichen, dennoch hat die Entscheidung zu allerlei Kritik geführt – vor allem von Machern einiger auf Gnome aufbauenden Desktop-Umgebungen. Der Umbau gestattet den Gnome-Entwicklern aber zugleich, ein lange gewünschtes Feature endlich sauber zu implementieren: einen globalen Dark Mode, der viele Gnome-Apps und selbst Firefox in einen dunkleren Oberflächenstil schaltet.

Spielarten

Gnome ist wie üblich der Standard-Desktop bei der „Fedora Workstation“ genannten Hauptausgabe der Distributionsfamilie. Die „Fedora KDE Plasma Desktop Edition“ nutzt die aktuelle Version 5.24 von Plasma. Die ist Nutzern der vorherigen Fedora-Releases bereits bekannt, denn die Entwickler des Fedora-Projekts

reichen neue Plasma-Versionen über die Systemaktualisierung nach.

Die Variante „Fedora LXQt Desktop“ verwendet jetzt die im Herbst veröffentlichte Version 1.0 der Bedienoberfläche, die aus LXDE und Razer-QT hervorging. Neben diesen drei Varianten gibt es noch zahlreiche weitere Ausführungen von Fedora Linux 36, etwa mit Cinnamon, Mate, Xfce oder dem i3 Tiling Window Manager.

Nvidia mit Wayland

Die meisten Fedora-Varianten bringen die Bedienoberfläche mithilfe von X11-Protokoll und dem X-Server Xorg auf den Schirm, denn anders können sie es gar nicht [1]. Gnome und KDE Plasma beherrschen diesen traditionellen Ansatz auch, erledigen das aber standardmäßig mit Wayland. Diese Betriebsart aktiviert Gnome nun auch beim Einsatz des neuesten proprietären Nvidia-Treibers, anders als bei Ubuntu Desktop 22.04 (siehe S. 114). Im Test fielen dabei keine Probleme auf, aber bei solchen Technikwechseln treten hier und da oft welche hervor. In dem Fall können Nutzer am Anmeldemanager schnell zum gewohnten X11-Modus zurückschalten.

Nvidias Treiber gelangen bei Fedora Workstation wie gewohnt leicht über die grafische Software-Verwaltung auf die Platte, sofern man die Verwendung von „Drittanbieter-Softwarequellen“ während der Ersteinrichtung oder nachträglich über die Software-Verwaltung aktiviert. Damit Fedora den Treiber auch nutzt, muss man Secure Boot allerdings via BIOS-Setup oder mit dem Befehl `mokutil --disable-validation` lahmlegen.

Wer die externen Paketquellen einschaltet, kann darüber auch leicht Steam nachinstallieren. Sogar eine Handvoll Flathub-Anwendungen sind dann schnell nachrüstbar, darunter Skype, Teams und Zoom. Für Zugriff auf das volle Flathub-Angebot muss man das Depot jedoch regulär einrichten, denn Fedora filtert das Angebot. Dann stehen dort auch Anwendungen wie VLC zur Verfügung, die durch Patente geschützte und daher von Fedora nicht unterstützte Audio- und Video-Formate wiedergeben; wer diese lieber als klassisches Paket möchte, sollte RPM Fusion einbinden. Durch derlei ist Fedora ein wenig komplizierter als Ubuntu, außerdem ist es etwas schwerer, bei Problemen Hilfe im Netz zu finden. Insgesamt ist Fedora aber fast so einsteigerfreundlich wie Ubuntu.

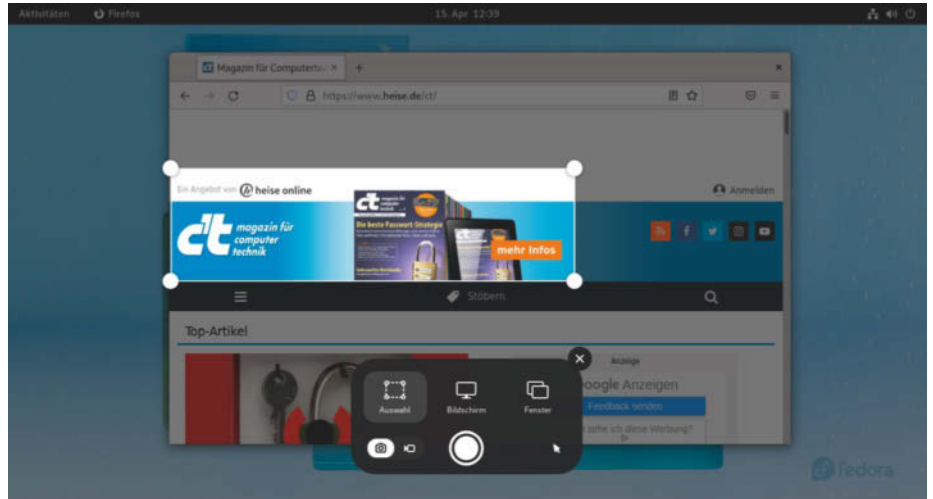
Neue Standardschriftart ist Googles Noto, das diese Position beim KDE-Projekt schon viele Jahre innehat. Der Wechsel zeigt sich bei Fedora Workstation aber nur bei genauerem Hinsehen, etwa in Thunderbird und Firefox, wenn Webseiten keinen Font vorgeben. Gnome selbst schert sich kein bisschen um den Wechsel, denn es greift zu eigenen Default-Schriften.

Ganz ohne Desktop arbeitet „Fedora Server“, das auch zu einer Hauptausgabe von Fedora zählt. Zur einfachen Einrichtung und Wartung ist Cockpit vorinstalliert: Das per Webbrowser bedienbare Administrationstool dient zur grafischen Konfiguration und erleichtert Dateifreigabe via NFS oder Samba. Das Fedora-Projekt versorgt diese und alle andere Varianten voraussichtlich 13 Monate lang mit Aktualisierungen.

Update-Strategie

Fedora ist keine Rolling-Release-Distribution, daher bleiben Gnome, LibreOffice 7.3 und viele andere mitgelieferte Software auf dem jetzigen Versionsniveau. Wie das KDE-Plasma-Beispiel schon andeutet, hebt Fedora manche Komponenten trotzdem regelmäßig auf einen frischen Stand – bevor das passiert, lässt Fedora neue Versionen aber länger Abhängen als etwa Arch Linux. Diese moderate Update-Politik fährt Fedora sogar beim zentralen Bauteil der Distribution: dem Kernel, der Linux-Distributionen mit dem Gros der Treiber versorgt. Er fußt auf dem erst Mitte März freigegebenen Linux 5.17. Schon jetzt ist Fedora 36 damit Ubuntu 22.04 rund 20 Wochen voraus, denn Ubuntu setzt noch auf 5.15. Dort fehlen daher einige größere und Tausende kleinere zwischenzeitlich vorgenommene Änderungen, die die Hardware-Kompatibilität verbessern, beispielsweise zahlreiche Anpassungen, die Suspend-Probleme bei Ryzen-Notebooks beseitigen oder Zusammenarbeit und Performance von Systemen mit Intel-Alder-Lake-Prozessoren optimieren. Einige ausgewählte Anpassungen werden zwar von Ubuntu rückportiert, aber längst nicht alle.

Fedora 36 wird ähnlich wie Arch Linux oder openSUSE Tumbleweed ungefähr alle zwei Monate frischere Linux-Versionen wie 5.18, 5.19 und 6.0 als reguläres Update nachlegen. Dadurch lernt die Distribution nach und nach, bislang nicht oder nur düftig unterstützte Hardware ordentlich anzusprechen. Gerade bei jetzt brandneuen oder erst in den kommenden Mo-



Fedora setzt durch und durch auf Gnome 42 mitsamt dessen neuen Screenshot-Tool.

naten erscheinenden PCs, Notebooks und Bauteilen macht das schnell den Unterschied zwischen „geht einfach“ und „stundenlanges Fummeln“.

Ähnlich verhält es sich mit der für Spiele-tauglichkeit und 3D-Performance wichtigen Grafikkbibliothek und -Treiber-sammlung Mesa, die unter anderem die 3D-Treiber für AMD- und Intel-GPUs stellt. Fürs Erste verwenden Fedora und Ubuntu beide Mesa 22.0. Fedora dürfte im Jahresverlauf jedoch ein paar Mal nachlegen und so bei der Systemaktualisierung wahrscheinlich die für das zweite und dritte Quartal geplanten Mesa-Versionen erhalten. Bei Fedora verbessert sich so mit der Zeit das Zusammenspiel gerade mit modernsten Grafikchips, denn bei jedem Quartals-Release lernen die 3D- und Video-Treiber, weitere GPUs anzusprechen. Jede dieser Versionen beseitigt zudem Dutzende bekannter Probleme mit Spielen und steigert ihre 3D-Performance. Insbesondere aktuelle Games profitieren davon oft enorm.

Werkzeugkasten

Zum schnellen Auffinden von Dateien und Verzeichnissen auf der Kommandozeile installiert Fedora statt mlocate jetzt das modernere plocate. Die beiden ähneln sich, aber plocate erzeugt den Index deutlich zügiger und legt diesen zugleich erheblich platzsparender ab.

Der Standard-C-Compiler GCC macht einen Sprung von GCC 11 auf Version 12, die Sicherheitsverbesserungen im Gepäck hat und ungefähr zeitgleich zum neuen Fedora erscheinen sollte. Mit LLVM 14, Glibc 2.35, Python 3.10, Go 1.18, Ruby 3.1 hält die Distribution auch Entwick-

lungswerkzeuge aktuell. Die Standard-Laufzeitumgebung für Java macht einen Satz von OpenJDK 11 auf 17. Zum Container-Betrieb liegt das jüngst veröffentlichte Podman 4.0 bei, das mit einem zweiten Netzwerkstack neue Ansätze zur Container-Vernetzung offeriert.

Fazit

Fedora dient als zuverlässiges Arbeitspferd, das durch die moderate Update-Strategie zugleich ziemlich auf der Höhe der Zeit ist. Dadurch stemmt Fedora neue Hardware und Games deutlich besser als Ubuntu, bewegt sich zugleich aber nicht so schnell und viel wie Rolling-Release-Distributionen. Fedora trennt quelloffene und proprietäre Software klar, ohne es dem Nutzer zu schwer zu machen – dadurch ist es fast so einsteigerfreundlich wie Ubuntu und verlangt Nutzern viel weniger ab als noch vor einigen Jahren. Fedora verheiratet Aktualität mit Stabilität und bietet so einen attraktiven Mix.

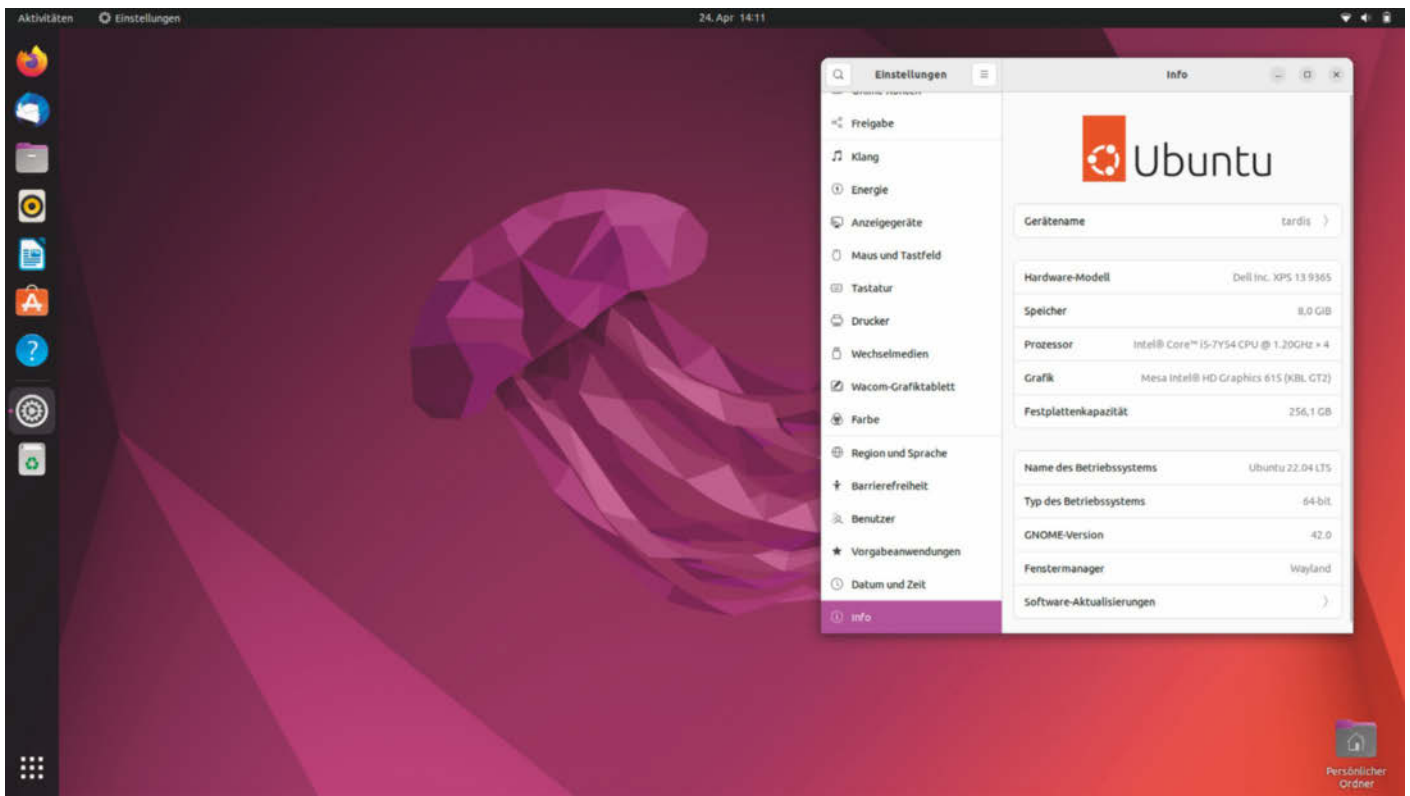
(ndi@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Thorsten Leemhuis, Generationswechsel, Linux-Grafikarchitektur: Wayland etabliert sich, aber X-Server bleiben, c't 11/2021, S. 122

Fedora Linux 36

Linux-Distribution	
Hersteller, URL	Fedora-Projekt, www.getfedora.org
System-voraussetzungen	Workstation-Variante (64-Bit-x86): 64-Bit-x86-Prozessor, 20 GByte Festplattenspeicher, 2 GByte Arbeitsspeicher, 2 GByte USB-Stick
Supportzeitraum	circa bis Mai 2023
Preis	kostenlos



Ü40-Desktop

Ubuntu Desktop 22.04 LTS profitiert von Gnome

Die Linux-Distribution Ubuntu Desktop 22.04 LTS präsentiert sich mit einer aufpolierten Desktop-Umgebung. Die startet jetzt im modernen Wayland-Modus – wider Erwarten aber nicht auf Systemen mit Nvidia-Grafik. Im Test überzeugt die Integration von Gnome 4x in Ubuntu neuer LTS-Version.

Von Keywan Tonekaboni

Liest man Canonicals Pressemitteilung zur Veröffentlichung von Ubuntu 22.04 LTS, bekommt man schnell den Eindruck, der Desktop sei inzwischen Nebensache. Die Firma hinter Ubuntu hebt vor allem Neuerungen bei Server, Cloud und IoT hervor. Selbst Ubuntu WSL, die Ubuntu-Variante für Microsofts Linux-Virtualisierung, bekommt im Ankündigungstext

mehr Raum als Ubuntu Desktop. Kein Wunder, denn mit Lösungen für Unternehmenskunden kann Canonical Geld verdienen, wohingegen der Desktop mehr eine Pflichtübung zu sein scheint. Ubuntu Desktop 22.04 LTS richtet sich an Anwender, die ein langlebiges System gegenüber häufigen Updates bevorzugen.

Trotzdem hat sich auch beim Desktop einiges getan, insbesondere im Vergleich zu Ubuntu 20.04 LTS. Wie dieses ist das jüngste Release mit dem Codenamen „Jammy Jellyfish“ (Glückliche Qualle) ein Ubuntu-Release mit Langzeitunterstützung, daher der Zusatz LTS (Long Term Support). Die LTS-Versionen erscheinen nur alle zwei Jahre, deswegen gibt es mehr Neuerungen als bei den Zwischenversionen oder Distributionen mit kürzeren Veröffentlichungszyklen wie Fedora (siehe S. 112). Ubuntu profitiert vor allem von den Fortschritten, die der Linux-Desktop Gnome in den vergangenen zwei Jahren mit den 40er-Versionen gemacht hat. Das hauseigene Paketformat Snap, das Canonical in Ubuntu Desk-

top immer mehr forciert, spaltet indes weiter die Linux-Desktop-Szene.

Ubuntu's Gnome-Auslese

Ubuntu nutzt zwar Gnome als Desktop und arbeitet auch an dessen Entwicklung mit, setzt an einigen Stellen aber eigene Akzente. Die stechen weniger hervor als in früheren Zeiten, führen aber dazu, dass Ubuntu es nicht mehr schafft, neue Gnome-Versionen rechtzeitig in die eigenen Releases zu integrieren. Wie schon in Ubuntu 21.04 und 21.10 – und anders als bei Fedora 36 – enthält Jammy Jellyfish nicht alle aktuellen Gnome-Bestandteile. Die Bedienoberfläche Gnome-Shell steht auf der aktuellen Version 42, aber viele Apps bleiben auf dem Stand von Gnome 41, also von vor einem halben Jahr. Der Grund: Die Gnome-Entwickler haben viele ihrer Anwendungen auf die Grafikbibliotheken GTK4 und libadwaita portiert [1]. Da diese Umstellung für ein LTS-Release zu groß und kurzfristig war, verwendet Ubuntu weiter die GTK3-Versionen. Das führt zu einem Mix aus Gnome

41 und 42. Manche Gnome-42-Programme lassen sich nachinstallieren, beispielsweise der neue minimalistische Terminal-Client „Console“ (gnome-console).

Somit ist Ubuntu 22.04 LTS das erste Langzeitrelease mit Gnome 4x und enthält dessen wesentliche Neuerungen. Dazu zählt die neue Gnome-Shell, mit horizontal angeordneten Arbeitsflächen, einer aufgeräumten Aktivitäten-Übersicht sowie flinken Animationen. Letztere führen zu weichen Übergängen, wenn man die Ansichten wechselt oder das Raster der installierten Apps öffnet.

Auch die neue praktische Screenshot-Funktion von Gnome 42, mit der sich auch Screencasts aufnehmen lassen, ist bei Ubuntu 22.04 mit an Bord. Dazu kommen Details wie dezentere On-Screen-Displays für Lautstärke oder Helligkeit, sowie die überarbeiteten Menüs in der Leiste am oberen Bildschirmrand. Termine sind nun übersichtlich unterhalb des Kalenders aufgelistet und im Systemmenü kann man Energieprofile wechseln.

Das Protokoll der Bildschirmfreigabe wurde auf RDP umgestellt, aber Ubuntu bietet VNC weiter optional an. Skurril: Nutzer können nicht zwischen RDP und VNC wählen, sondern nur, ob der VNC-Port zusätzlich zu RDP geöffnet wird. Bei unseren Tests haperte es sowohl bei Verbindungen über RDP als auch mit VNC. Eingehende Verbindungen wurden abgelehnt, obwohl die Bildschirmfreigabe in den Einstellungen aktiviert war. Erst nach mehrfachem Deaktivieren und wieder Anschalten konnten RDP- oder VNC-Clients auf den Bildschirm zugreifen.

Eine große Änderung bei Gnome 42 ist der neue systemweite dunkle Modus. Den gab es zwar schon im letzten Ubuntu LTS, aber nur über den Trick, das GTK-Theme zu wechseln, was mitunter Darstellungsprobleme nach sich zog. Die Gnome-Entwickler haben daher auf Basis von Vorarbeiten aus Elementary OS 6 eine Schnittstelle in libadwaita eingebaut, mit der App-Entwickler vorgeben können, wie ihre Anwendungen in Gnome aussehen. Dafür müssen Entwickler aber ihre Apps anpassen, indem sie beispielsweise libadwaita (GTK4) oder libhandy (GTK3) einbinden. Ubuntu unterstützt nun einerseits die neue Schnittstelle, versucht aber im Unterschied zu Fedora zusätzlich nicht-kompatible Anwendungen das dunkle Yaru-Theme überzustülpen. Während LibreOffice oder Inkscape in Fedora 36 den dunklen Modus ignorieren, erschei-

Mit der in Ubuntu 22.04 LTS neuen Screenshot-Funktion knipst man bequem Bildschirmfotos.



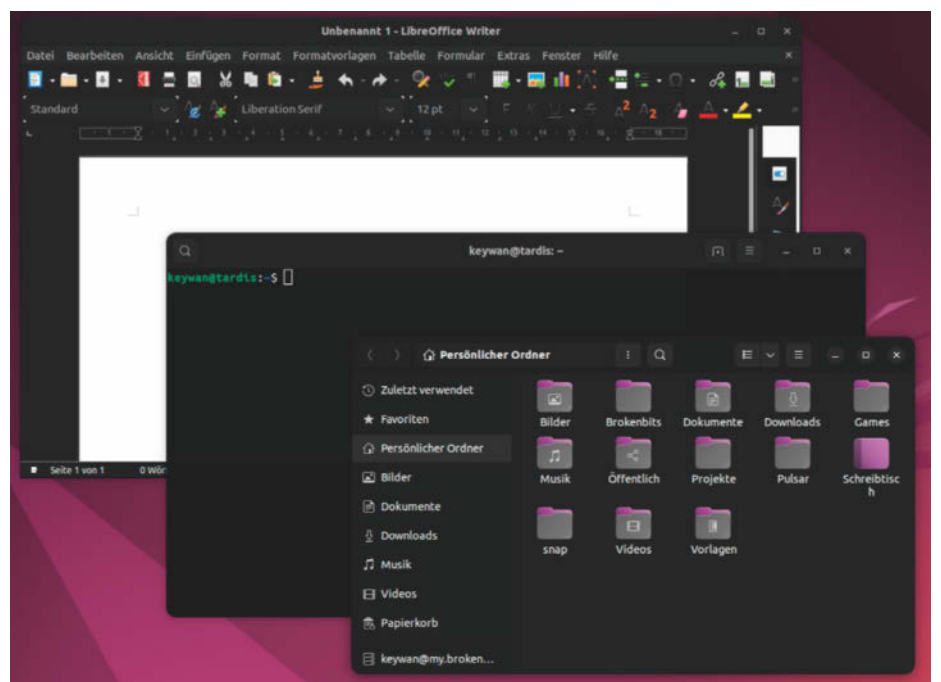
nen sie in Ubuntu wie gewünscht. Wie man den dunklen Modus künftig implementiert, will das Ubuntu-Team bis zum nächsten Release im Herbst ausloten. Dafür bietet Ubuntu bereits jetzt an, die Akzentfarbe, mit der hervorgehobene Elemente wie markierter Text eingefärbt werden, zu verändern. Mint, Elementary und KDE Plasma erlauben das schon seit einiger Zeit. Gnome will in Kürze nachziehen.

Typisch für Ubuntu-Desktop ist das Dock mit den Programmstartern am linken Bildschirmrand. Dessen Verhalten lässt sich nun bequem über die Einstellungen anpassen: Um eingehängte Datenträger,

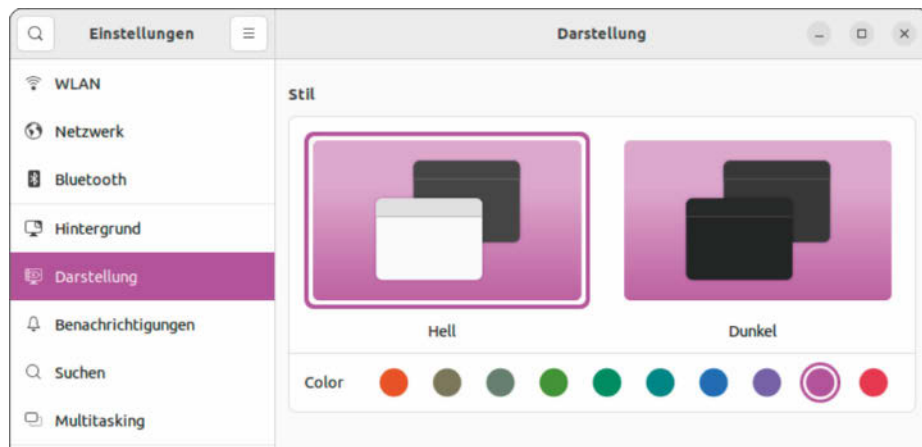
Netzlaufwerke und den Papierkorb auszu-blenden, sind keine Umwege über das Terminal mehr nötig, und auch der Gnome-typische Look eines schwebenden Docks steht zur Auswahl. Icons und Dateien auf dem Desktop positioniert Ubuntu nun standardmäßig in der rechten, unteren Ecke.

Snap-Zwang für Firefox

Bereits in Ubuntu 21.10 war Firefox per Vorgabe als Snap-Paket installiert, das direkt von Mozilla gepflegt wird. In Ubuntu 22.04 LTS erzwingt es Canonical aber, Firefox als Snap zu benutzen. Das Deb-Paket ist nur ein Dummy, das die Installa-

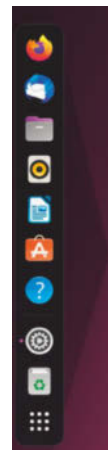


Ubuntu zeigt sowohl aktuelle Gnome-Apps als auch nicht angepasste Anwendungen wie LibreOffice korrekt im dunklen Modus an.



Ein Klick in den Einstellungen verwandelt die randfüllende Seitenleiste zu einem mittigen Dock.

Neben dem dunklen Modus stehen auch zehn Akzentfarben zur Auswahl, um hervorgehobene Elemente einzufärben.



tion von Firefox aus den Snap-Store anstößt. Fortgeschrittene Anwender, die ein klassisches Paket bevorzugen, können lediglich Fremdquellen wie Mozillas PPA-Repository einbinden (siehe ct.de/yvey).

Snap ist prinzipiell eine gute Idee: Die Anwendungen sind in einer Sandbox eingesperrt und Nutzer erhalten schneller Updates, selbst wenn sie eine ältere LTS-Variante verwenden. Ubuntu 22.04 LTS enthält so bereits zum Release Firefox 99, obwohl diese Version erst nach der Beta von Jammy erschien. Sowohl Canonical als auch Mozilla versprechen sich von Snap weniger Wartungsaufwand, wie Canonical gegenüber c't bestätigte. Es muss nur ein Snap-Paket gepflegt werden, statt für jede Ubuntu-Version ein eigenes spezifisches Paket zu bauen.

Doch Firefox als Snap hat auch Nachteile. Der erste Start des Browsers dauert deutlich länger als bisher: Auf unseren Testsystemen waren es zwischen 5 und 15 Sekunden; und das nach jedem Start des Computers. Zudem schränkt die Sandbox von Snap den Zugriff auf einige Schnittstellen zu stark ein. Das betrifft das PKCS#11-Interface für Smartcards und das Native Messaging API. Letzteres braucht unter anderem die Browser-Erweiterung des Passwortmanagers KeePassXC, um zwischen Browser und externer Anwendung zu vermitteln. Für Smartcards ist bereits ein Fix absehbar: In Snap wurde eine PKCS#11-Schnittstelle eingebaut, die demnächst per Update verfügbar sein soll. Für das Native Messaging API arbeitet Canonical an einem XDG-Portal, das aus der Sandbox eine Verbindung zwischen Anwendungen erlaubt. Davon profitieren neben Snap dann auch als Flatpak installierte Anwendungen. Der Patch werde derzeit von Mozilla begutachtet,

erklärte Canonical auf unsere Nachfrage. Man erwarte, dass ein Update in den nächsten Wochen bereitsteht.

Die Kritik aus der Linux-Desktop-Szene an Snap ist auch grundsätzlicher Natur: Canonical gehe hier wieder stur seinen Sonderweg und wolle seinen proprietären Snap Store zentral platzieren. Denn nur von dort bezieht Snap Pakete und Updates. Fast alle anderen wichtigen Distributionen und Linux-Desktops bevorzugen Flatpak, wo kein bestimmter Server als Paketquelle vorgeschrieben ist.

Abseits von Firefox und Ubuntu Software (snap-store) sind keine Anwendungen als Snap vorinstalliert. LibreOffice 7.3.2 und Thunderbird 91.8 sind aktuell, wobei Mozillas Mailprogramm bereits in Ubuntu 20.04 LTS zwischenzeitlich auf Version 91 gehoben wurde.

Unter der Haube

Auch die Grafikbibliothek und -Treibersammlung Mesa liegt mit Version 22 in der aktuellen Fassung vor. Nicht ganz so frisch ist der Kernel: Linux 5.15 war bereits im Oktober 2021 erschienen. Laut Release Notes nutzt Ubuntu Desktop für ausgewählte, zertifizierte Geräte bereits Linux

5.17 über das OEM-Kernel-Paket (linux-oem-22.04). Ansonsten ist das Paket „linux-hwe-22.04“ vorinstalliert, das den Kernel regelmäßig und automatisch auf neuere Versionen aktualisiert. HWE steht für „Hardware Enablement“ und soll LTS-Versionen für neuere Hardware fit machen. Das für August erwartete Ubuntu 22.04.1 soll darüber den Linux-Kernel 5.17 nachreichen.

Ubuntu 22.04 startet den Desktop standardmäßig im Wayland-Modus. Die Vorteile der modernen Grafikarchitektur Wayland sind vor allem konzeptioneller Natur [2], sie sind aber auch praktisch sichtbar: Mit einer Multitouch-Geste wechselt man zum Beispiel geschmeidig zwischen Desktop, Arbeitsflächen-Übersicht und App-Auswahl. Mehr Privatsphäre stellt die Funktion zum Teilen von Bildschirmhalten sicher, etwa bei einer Videokonferenz. Über einen einheitlichen Dialog, den der Desktop bereitstellt, wählt man das zu teilende Fenster oder den Monitor aus. Das klappt auch im Multi-Monitorbetrieb zuverlässig. Im Systemmenü in der oberen linken Ecke zeigt ein auffälliges Symbol an, dass Bildschirm-inhalte geteilt werden.

Zu teilende Bildschirm-inhalte wählt man über einen neuen Dialog aus, den der Desktop selbst bereitstellt.



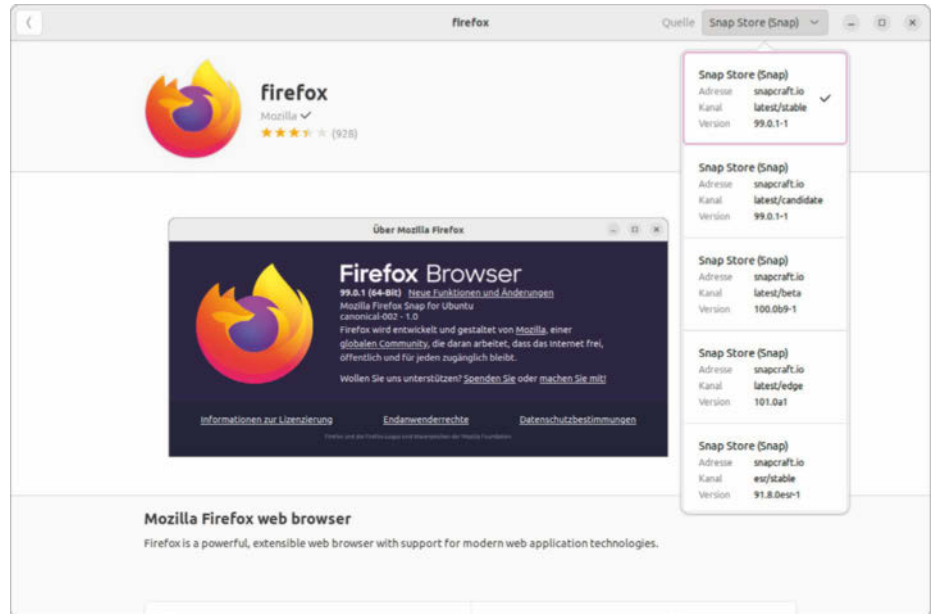
Doch wer gehofft hatte, dass Wayland nun endlich unkompliziert mit Nvidia-GPUs funktioniert, wird enttäuscht. Zwar hat Nvidia seinen proprietären Treiber so überarbeitet, dass auf X11 angewiesene Anwendungen unter Wayland-Desktops nicht mehr ausgebremst werden. Und auch mit der Beta-Version von Ubuntu Desktop 22.04 LTS konnten wir auf unserem mit Nvidia-Grafik bestückten Testrechner 3D-Programme, die XWayland nutzen, performant ausführen. Aber mit dem finalen Release startet Ubuntu bei vorhandener Nvidia-Grafik den Desktop nur im angestaubten X11-Modus, laut Bugtracker auf Bitten von Nvidia. Wayland steht nicht einmal im Anmeldebildschirm zur Auswahl. Durch Anpassen der Udev-Regeln für GDM3 konnten wir dies ändern, aber diese Notlösung ist nicht sonderlich eingängig. Ein Fix, der diesen Fehler behebt, sollte bald erscheinen.

Liegen geblieben

Eigentlich hatte Canonical geplant, mit Ubuntu 22.04 LTS den neuen „Ubuntu Desktop Installer“ einzuführen, aber der wurde nicht rechtzeitig fertig. So schaufelt immer noch der altbekannte Installer das System auf die Platte. Als Nutzer verpasst man nicht viel. Der Ubuntu Desktop Installer ist nur eine mit Flutter erstellte Oberfläche für Subiquity, dem von Ubuntu Server bekannten Installer. Während openSUSE mit dem D-Installer neue Bedienkonzepte testet, liegt Canonicals Interesse vor allem darin, den Aufwand zur Pflege der Installer zu verringern.

Apropos Installation: Ubuntu fügt dem Grub-Bootmenü andere bereits installierte Betriebssysteme nur noch während der Installation hinzu. Beim späteren Aufrufen von `update-grub`, etwa nach einem Kernel-Update, ruft Grub das Tool `os-prober` nicht mehr auf. Da das Tool mit Root-Rechten alle Partitionen abklappert, befürchten die Grub-Entwickler eine Angriffsmöglichkeit. Ein Angreifer könnte Schwachstellen im Dateisystem-Code nutzen, um Root-Rechte zu erlangen. Das Grub-Menü ist sowieso ein Anachronismus. Auf modernen Computern mit UEFI-BIOS ist es bequemer, das gewünschte Betriebssystem über das BIOS-Bootmenü zu starten. Um trotzdem `os-prober` nutzen zu können, muss man `GRUB_DISABLE_OS_PROBER=false` in die Datei `/etc/default/grub` eintragen und dann `update-grub` aufrufen – beides mit Root-Rechten.

Still geworden ist es um das ZFS-Dateisystem mit dem dazugehörigen Verwal-



In Ubuntu-Software findet man Firefox nur als Snap-Paket, darf dafür aber zwischen verschiedenen Versionen auswählen.

tungstool ZSys. Canonical hatte ZFS unter großer Aufmerksamkeit in Ubuntu 19.10 und 20.04 LTS integriert, zunächst als „experimentell“ markierte Option. Im Installer steht ZFS weiter zur Auswahl, aber die Entwicklung von ZSys ist derzeit eingeschlafen, was Canonical gegenüber c't bestätigte. Unsere Nachfragen, wie es um die Zukunft von ZFS in Ubuntu steht, ließ man unbeantwortet. ZSys-Entwickler und Canonical-Mitarbeiter Didier Roche deutete auf GitHub an, dass sich die Prioritäten im Team geändert hätten.

Die Anbindung von Ubuntu Desktop 22.04 LTS an eine Active-Directory-Domäne geht inzwischen über die Authentifizierung hinaus. Über Gruppenrichtlinien und in der AD-Domäne hinterlegte Skripte, sollen Administratoren mit Windows-Servern Ubuntu-Arbeitsplatzrechner verwalten können. Wie gut das gelingt, testen wir zu einem späteren Zeitpunkt. Canonical hat Entwickler-Teams in großen Unternehmen im Blick, die für ihre tägliche Arbeit einen Linux-Desktop bevorzugen.

Fazit

Auch wenn Canonical seinen Fokus auf Unternehmenskunden legt, fallen für den heimischen Privatanwender genügend Desktop-Krümel ab. Die Änderungen in Ubuntu Desktop 22.04 LTS sind nicht revolutionär, aber erfrischend. Die Benutzeroberfläche ist immer durchdachter und benutzerfreundlicher. Ubuntu profitiert von den Modernisierungen, die GNOME

40 und aufwärts mitbringen, zum Beispiel das neue Screenshot-Tool oder die Bildschirmfreigabe in Videochats. Da Canonical im Vergleich zu früher nur moderate Änderungen am originalen („Vanilla-“) GNOME-Desktop vornimmt, sind die Inkonsistenzen minimal. Während andere Distributionen Flatpaks den Vorzug geben, bleibt Canonical in Sachen Snap stur und hat mit Mozilla einen wichtigen Partner mit an Bord. Für die Anwender ist letztlich egal, woher die Apps kommen, solange sie zahlreich und aktuell sind. Durch die erzwungene Umstellung von Firefox auf Snap muss Ubuntu aber auch die damit verbundenen Probleme, etwa blockierte Schnittstellen, lösen. (ktn@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Keywan Tonekaboni, Gnomes dunkle Seite, Linux-Desktop GNOME 42 im Test, c't 10/2022, S. 98
- [2] Thorsten Leemhuis, Generationswechsel, Linux-Grafikarchitektur: Wayland etabliert sich, aber X-Server bleiben, c't 11/2021, S. 122

Download-Links und Veröffentlichungshinweise: ct.de/yvey

Ubuntu Desktop 22.04 LTS

Linux-Distribution	
Hersteller, URL	Canonical/Ubuntu-Projekt, ubuntu.com
Systemvoraussetzungen	2 GHz Dualcore 64-Bit-x86-Prozessor, 4 GByte RAM, 25 GByte Festplattenplatz, 4 GByte USB-Stick oder DVD-Laufwerk / Raspberry Pi 4, 2 GByte RAM, 9 GByte microSD-Karte (16 GByte empfohlen)
Supportzeitraum	bis April 2027 (optional bis 2032)
Preis	kostenlos

Zahlen, Daten, Fakten

Google

Google ist jedem ein Begriff, die Konzernmutter Alphabet hingegen ist weniger bekannt. Doch der Konzern hat auch sehr viele andere Firmen gekauft, gegründet und übernommen. Die Suchmaschine sammelt derartig viele Daten, dass Behörden sie als eine der wichtigsten Quellen für Nutzerdatenabfragen

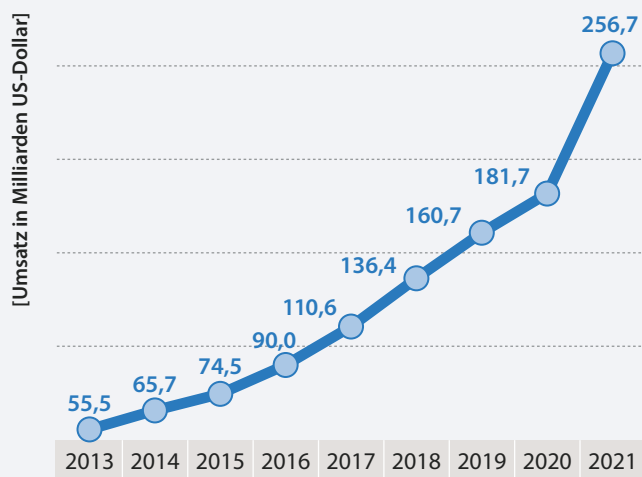
einsetzen, und sie spielt Umsätze ein, die so hoch wie Steuereinnahmen ganzer Staaten sind – hauptsächlich durch Werbung. Für einen Klick auf eine in den Suchergebnissen platzierte Anzeige lassen Versicherungskonzerne im Schnitt 3 US-Dollar springen; wer aber beispielsweise für Schönheitspflege wirbt, muss

viel weniger berappen. Seit 2020 schaltet Google häufiger Spots im herkömmlichen Fernsehen, um Werbekunden zu gewinnen. Das Publikum auf YouTube als Bewegtbild-Portal konsumiert überwiegend Inhalte, die im traditionellen TV-Programm nicht zu finden sind.

(mil@ct.de) **ct**

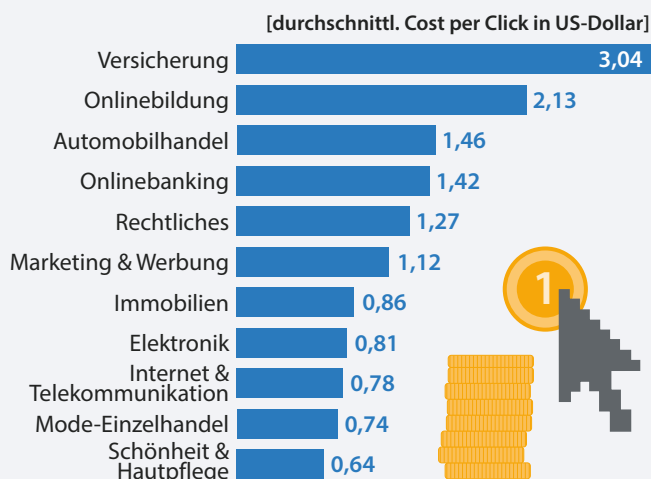
► Umsatz

Der Google-Jahresumsatz entspricht 2021 etwa dem, was etwa Indien als Staatseinnahmen angibt.¹



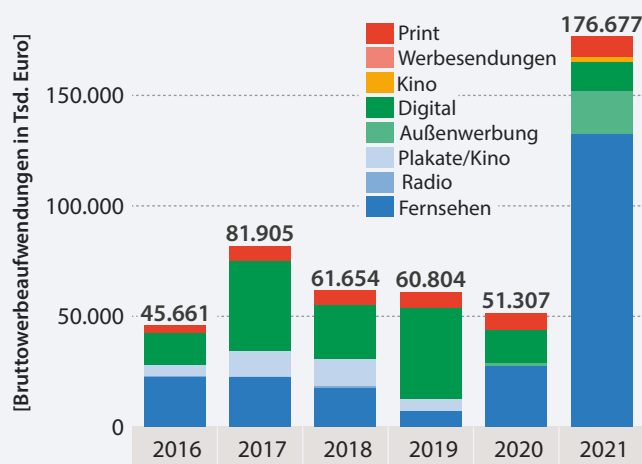
► Geld pro Klick

Versicherungen zahlen für jeden Klick auf eine Google-Anzeige im Schnitt gut 3 US-Dollar, Autohersteller dagegen weniger als halb so viel.²



► Google wirbt selbst

Google verkauft nicht nur Werbung, sondern wirbt auch selbst. Besonders die TV-Werbung stieg im vergangenen Jahr sprunghaft.³



► Top-Suchanfragen

Viele Suchbegriffe – der häufigste mit Indexwert 100 – lassen vermuten, dass Nutzer die Suchzeile als Bookmark-Ersatz verwenden.⁴



Suchbegriffe			
Begriff	Indexwert	Begriff	Indexwert
wetter	100	kleinanzeigen	20
corona	90	news	19
amazon	38	ebay kleinanzeigen	19
google	36	bundesliga	14
youtube	33	maps	14
bild	33	em	14
ebay	30	ikea	13
test	29	nachrichten	13
übersetzer	24	gmx	12
facebook	22	apotheke	11

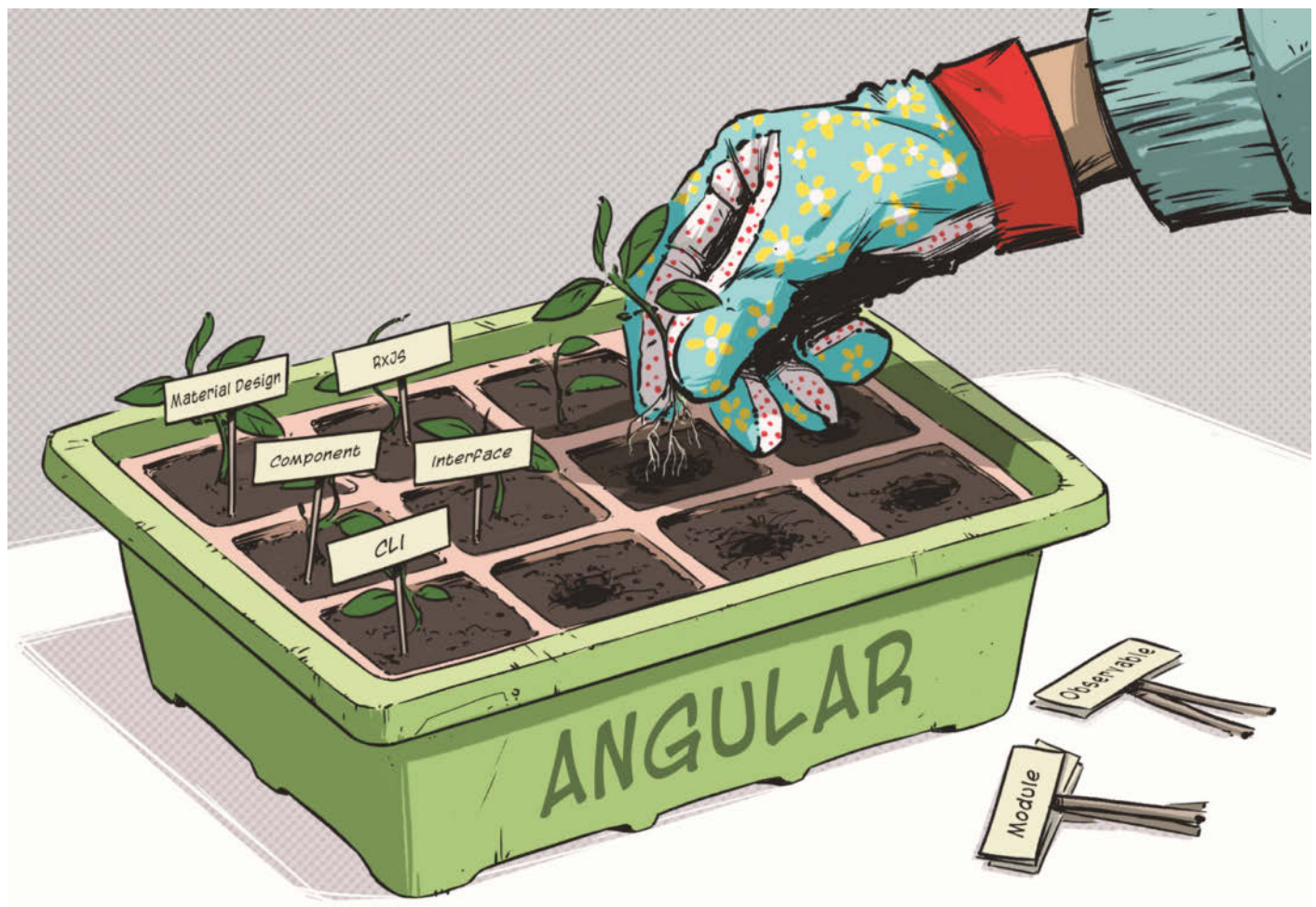


Bild: Albert Huim

Erwachsene Webentwicklung

Web-Frontend mit Angular erstellen

Mit dem Framework Angular wächst aus wenigen Zeilen Code eine übersichtliche und ansprechende Oberfläche für eine Webanwendung. Mit diesem Artikel legen Sie den Grundstein für eine grafische Oberfläche zu unserer Beispielanwendung, einer Aufgabenliste.

Von Christian Helmbold

Browser sind von Programmen, die nur HTML anzeigen, zu Plattformen gewachsen, die komplexe Anwendungen ausführen. Sie leben von HTML, CSS und JavaScript, die als Ökosystem zusammenwirken. Das Web-Framework Angular kapselt raffiniert die Teile dieses Systems, die Entwickler für moderne Single-Page-Applikationen brauchen. Mit Angular tippen Sie weniger Zeilen und programmieren fast automatisch nach den Konventionen moderner Browseranwendungen.

Dieser Artikel knüpft direkt an die Spring-Boot-Reihe aus den Ausgaben

9/2022 [1] und 10/2022 [2] an. In diesen haben wir das Backend für eine To-do-Liste mit Spring und Kotlin gebastelt. Das Ganze soll schön aussehen, daher fehlt noch eine Oberfläche, die die Liste schick darstellt. Hier rückt das mächtige Angular-Framework ins Rampenlicht, denn aufgrund seines skalierbaren und gut lesbaren Codes eignet sich das Framework für vielbesuchte Webseiten. Kein Wunder, dass Tech-Giganten wie Google, IBM oder Microsoft gerne auf Angular zurückgreifen. Das Backend plus Frontend finden Sie als komplettes Projekt im GitHub-Repository unter [ct.de/y5c2](https://github.com/ctde/y5c2).

Warum Angular?

Angular (damals Version 2) entstand 2016 als Nachfolger von Angular.js. Außer grundlegenden Ideen und der Namensähnlichkeit verbindet beide Frameworks jedoch wenig, denn Google hat Angular von Grund auf in TypeScript neu entwickelt. Im Unterschied zu JavaScript ist TypeScript statisch typisiert, das vermeidet Programmierfehler, ermöglicht eine bessere Unterstützung für Entwicklungsumgebungen und dokumentiert den Code.

TypeScript hilft besonders bei der Beherrschung größerer Projekte.

Anders als etwa React [3] konzentriert sich Angular nicht nur auf die Darstellung. Neben der Template Engine gibt es zum Beispiel einen Router, der URLs auf Komponenten abbildet, einen HTTP-Client, Validierung von Formularen, Dependency Injection, Internationalisierung und das ziemlich mächtige Kommandozeilenwerkzeug Angular CLI (Command Line Interface). Das meiste davon lernen Sie im Folgenden anhand der aktuellen Version Angular 13 kennen.

Eine Besonderheit von Angular ist der durchgängige Einsatz von Functional Reactive Programming (FRP) auf Basis der Bibliothek RxJS. Die Grundprinzipien dabei sind zum einen die funktionale Programmierung, bei der man Funktionen wie `map`, `reduce` oder `filter` auf Eingabedaten anwendet. Zum anderen verarbeitet es Ereignisse asynchron. Mausklicks, Tastatureingaben oder auch die Antwort eines HTTP-Servers lassen sich so sehr gut handhaben. „Rx“ steht übrigens für „Reactive Extensions“. Ursprünglich entwickelte Microsoft das Programmiermodell für das .NET Framework.

Einhegen

In der JavaScript-Welt hat sich die Laufzeitumgebung Node.js zur Ausführung von Entwicklungswerkzeugen wie dem Angular CLI etabliert. Node.js bringt zusätzlich den Paketmanager `npm` mit, der benötigte Bibliotheken aus dem Netz lädt. Sofern Node.js noch nicht auf Ihrem Rechner installiert ist, laden Sie die aktuelle (LTS-)Version von <https://nodejs.org> herunter und folgen Sie den Installationsschritten (siehe ct.de/y5c2).

Das grundlegende Werkzeug zur Entwicklung von Angular-Projekten ist das Angular CLI. Dessen Installation ist auch gleich der erste Anwendungsfall für `npm`. Öffnen Sie ein Terminal und geben Sie folgenden Befehl ein:

```
npm install -g @angular/cli
```

Der Parameter `-g` sorgt dafür, dass `npm` das Paket global auf Ihrem Rechner verfügbar macht. Dadurch können Sie die Angular-Befehle von jedem Verzeichnis aus aufrufen. Unter macOS kann es passieren, dass die Dateiverwaltung Ihnen bei der Installation einen Riegel vorschiebt. Das können Sie umgehen, indem Sie sich als Eigentümer der Datei `/usr/local/lib/node_modules` eintragen.

Wechseln Sie nun im Terminal in das Verzeichnis, in dem Sie die To-do-App erzeugen möchten, und tippen Sie folgenden Befehl ein:

```
ng new todo --defaults --routing ↵
--strict
```

Hinter dem Kürzel `ng` verbrigt sich das gerade heruntergeladene Angular CLI. `--defaults` übernimmt automatisch die Vorgaben von Angular. Das spart Zeit, denn ohne diesen Parameter fragt Angular die Einstellungen Schritt für Schritt ab. `--routing` bindet den Router ein und `--strict` sorgt für strenge Prüfungen durch den Compiler, wodurch Fehler vermieden und zusätzliche Optimierungen möglich werden.

Falls Sie unter Windows mit der PowerShell arbeiten und die Fehlermeldung bekommen, dass die PowerShell die Datei „`ng.ps1`“ nicht laden will, dann starten Sie sie als Administrator und geben den Befehl `Set-ExecutionPolicy RemoteSigned` ein. Beantworten Sie danach die Frage, ob Sie die Ausführungsrichtlinie ändern möchten, mit A (Ja, alle). Mehr dazu steht in der PowerShell-Dokumentation (siehe ct.de/y5c2). Eine andere Lösung ist, die Datei `C:\Users\<user>\AppData\Roaming\npm\ng.ps1` einfach zu löschen – dann verwendet `ng` die daneben liegende `.cmd`-Datei.

So schnell haben Sie ein komplettes Angular-Projekt aufgesetzt! Wechseln Sie jetzt mit `cd todo` in das Verzeichnis der To-do-App und starten Sie die Anwendung mit:

```
ng serve --open
```

Wenn alles geklappt hat, dann begrüßt Sie Angular mit einer Startseite im Browser. Den Entwicklungsserver können Sie im Terminal später wieder mit `Strg+C` beenden.

Zum produktiven Arbeiten empfiehlt sich jetzt noch die Installation einer Entwicklungsumgebung. Neben dem kostenpflichtigen Programm WebStorm (bzw. IntelliJ IDEA Ultimate) ist das kostenlose Visual Studio Code (VS Code) eine gute Wahl – wir nutzen im Folgenden VS Code. Das Programm können Sie auf der Herstellerseite herunterladen (siehe ct.de/y5c2). Bevor Sie aber loslegen, lohnt es sich, VS Code noch mit ein paar Plug-ins auszustatten – besonders flott geht das mit dem Angular Extension Pack, welches

ct kompakt

- Das Angular-Framework modularisiert Webanwendungen, damit Sie mit logischen Komponenten in TypeScript programmieren, statt HTML und JavaScript per Hand zusammenzuschustern.
- Angular Material bietet einen Baukasten aus UI-Komponenten für Apps in Googles Material Design.
- Wir zeigen in zwei Teilen, wie Sie mit Angular eine Aufgabenverwaltung für unser To-do-Backend mit Spring Boot entwickeln.

gleich eine ganze Reihe von Plug-ins bündelt. Klicken Sie dafür links bei der Leiste auf das Symbol „Extension“. Suchen Sie nach „Angular Extension Pack“ und installieren Sie das Paket mit „install“. VS Code spuckt Ihnen viele gleichnamige Pakete aus, das von uns verwendete haben wir Ihnen unter ct.de/y5c2 verlinkt.

Schöner Schein

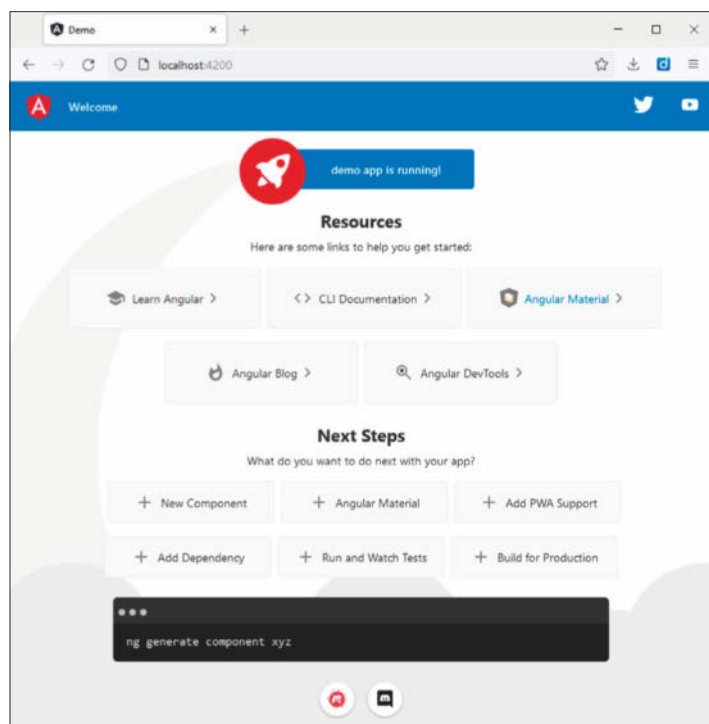
Im Prinzip können Sie mit Angular jede beliebige Bedienoberfläche programmieren. Googles Material Design nutzt ein stringentes Konzept, das viele Nutzer schon von Android kennen. Ein Baukasten mit Komponenten in diesem Design holen Sie mit einer UI-Komponenten-Bibliothek wie Angular Material ins Projekt. Diese Bibliothek entwickelt Google parallel zu Angular, sodass sie immer sehr aktuell ist. Beliebte Alternativen sind Clarity Design oder NG-ZORRO.

Die To-do-App soll durch Angular Material glänzen, welches Sie mit folgendem Befehl zum Projekt hinzufügen (Befehl mit Y bestätigen):

```
ng add @angular/material
```

Wie bei allen Befehlen, außer `ng new`, müssen Sie sich dafür im Projektverzeichnis befinden. Der Installer fragt Sie während der Installation nach dem bevorzugten Farbschema, das Sie nach eigenem Geschmack auswählen können – wir haben uns für Indigo-Pink entschieden. Bei den übrigen Fragen können Sie bei der Vorgabe bleiben.

Angular listet die frisch hinzugefügte Bibliothek in der Datei `package.json` auf.



Projekt gestartet: Die Begrüßungsseite eines leeren Projekts präsentiert einige Features von Angular.

die Komponente befindet. Auch hier können Sie stattdessen mit dem Parameter `styles` direkt einen CSS-String angeben. Die Styles wirken übrigens nur auf diese eine Komponente, denn Angular isoliert sie für jede Komponente durch einen eigenen Namensraum.

Um die Navigation ein- und ausklappen zu können, benötigt die Klasse `NavigationComponent` eine Eigenschaft, die genau diesen Zustand speichert. Passen Sie die Klasse in der Datei `navigation.component.ts` dazu folgendermaßen an:

```
export class NavigationComponent {
  isVisible = true;

  toggle(): void {
    this.isVisible = !this.isVisible;
  }
}
```

Damit es in der Navigation gleich etwas zu sehen gibt, legen Sie (vorübergehend) ein paar Testeinträge an. Die anzuzeigenden Daten müssen einer bestimmten Schnittstelle entsprechen. Dafür brauchen Sie ein Interface, das legen Sie in VS Code so an: Rechtsklick auf das Verzeichnis `navigation`, im Menü auf „generate Interface“ klicken und als Namen „ListOverview“ eingetippen.

Definieren Sie die Schnittstelle in der neuen Datei `ListOverview.ts` mit diesen Feldern:

```
export interface ListOverview {
  readonly id: number;
  readonly title: string;
}
```

Sparen Sie nicht mit `readonly` in Ihrem Code, denn je weniger veränderliche Daten es gibt, desto schneller verstehen andere Entwickler, was in einem Abschnitt des Codes vor sich geht. Es gibt dann weniger schwer zu überblickende Änderungen an verschiedenen Stellen. Außerdem helfen unveränderliche Daten die Performance beim Zeichnen der grafischen Elemente zu erhöhen – aber dazu später mehr.

Testdaten

Gehen Sie zurück zur Komponentenkategorie in der Datei `navigation.component.ts` und importieren Sie zunächst die Funktion `of` zur Erzeugung von `Observables` aus dem Paket `rxjs` und das gerade erstellte Interface `ListOverview`:

Wenn Sie ein Versionsverwaltungssystem wie Git verwenden, sollten Sie auch stets die Datei `package-lock.json` unter Versionskontrolle stellen. Diese hält die exakten Versionen von Bibliotheken und deren Abhängigkeiten fest, sodass andere Entwickler oder ein Build-Server den gleichen Stand reproduzieren können.

An dieser Stelle sind wir zu VS Code gewechselt. Laden Sie die To-do-App in das Programm, indem Sie im Hauptfenster auf „open Folder“ klicken, das To-do-Verzeichnis auswählen und anschließend „öffnen“. Den Einwand vom Programm, ob Sie dem Autor vertrauen, können Sie getrost bejahen. Wenn Sie noch das Terminal geöffnet und in VS Code einen `PATH`-Eintrag gesetzt haben, dann können Sie das Projekt mit dem Befehl `code .` in VS Code laden.

Sprössling

Als Nächstes spendieren Sie der Anwendung eine einklappbare Navigation am linken Rand, die Zugriff auf die gespeicherten To-do-Listen bietet. Legen Sie dafür eine neue Komponente an, indem Sie mit Rechtsklick auf das Verzeichnis „app“ das Kontextmenü öffnen und „generate Component“ auswählen. Als Namen wählen Sie treffenderweise `navigation`.

VS Code generiert dann für Sie im Verzeichnis `src/app/` ein neues Unterverzeichnis und füllt es mit vier Dateien: eine CSS-Datei zur Formatierung der Komponente

(.css), ein HTML-Template (.html), eine Datei für die Tests (.spec.ts) und die eigentliche Komponentenkategorie (.ts). Letztere enthält folgenden Decorator:

```
@Component({
  selector: 'app-navigation',
  templateUrl: './navigation.component.html',
  styleUrls: ['./navigation.component.css']
})
```

Der `selector` verbindet ein Element im HTML-Template mit der Komponentenkategorie. Wenn im Template `<app-navigation>` steht, dann verwendet Angular diese Kategorie. Neben dem Namen des Tags kann die Verbindung auch über eine CSS-Kategorie oder den Namen eines Attributs hergestellt werden. Das Präfix `app` ist übrigens nur die Standardvorgabe und dient dazu, Namenskonflikte zu vermeiden. Sinnvoll ist es, einen Bereich der App (zum Beispiel `checkout-...`) oder einen Firmennamen zu verwenden. Den Standardwert für den `prefix` können Sie in der Datei `angular.json` anpassen.

Der Parameter `templateUrl` gibt den Pfad zu der Datei mit dem HTML-Template an. Alternativ können Sie an dieser Stelle mit dem Parameter `template` direkt ein Template-String angeben, was besonders bei sehr kleinen Templates übersichtlicher sein kann.

Der Parameter `styleUrls` teilt Angular schließlich mit, wo sich die CSS-Datei für

```
import { of as observableOf } from 'rxjs';
import { ListOverview } from './ListOverview';
```

Sie können sich ein Observable wie ein Rohr vorstellen, durch das etwas strömen kann – oder eben auch nicht. Wenn ein Observable einen neuen Wert liefert, können Sie diesen mit diversen RxJS-Operatoren verarbeiten.

Fügen Sie der Klasse außerdem ein Property namens `lists$` hinzu, das die To-do-Listen für die Navigation als Observable zurückgibt:

```
readonly lists$ = observableOf<ListOverview[]>([
  { id: 1, title: 'Baumhaus bauen' },
  { id: 2, title: 'Renovieren' },
  { id: 3, title: 'Urlaub' },
]);
```

Bei der Programmierung mit Angular ist es eine verbreitete Konvention, Namen von Observables ein „\$“-Zeichen anzuhängen. Das ist besonders dann praktisch, wenn Sie im gleichen Kontext denselben Namen noch einmal verwenden, nur eben nicht als Observable. Ansonsten hat das Dollarzeichen keine besondere Bedeutung in TypeScript.

Die Komponente Sidenav stellt einen ein- und ausklappbaren Bereich dar, in dem Einträge aus dem Modul `MatListModule` stehen. Beide stammen aus der Bibliothek

Angular Material. Damit die Komponenten verfügbar sind, müssen Sie diese zunächst in der Datei `app.module.ts` importieren:

```
import { MatSidenavModule } from '@angular/material/sidenav';
import { MatListModule } from '@angular/material/list';
```

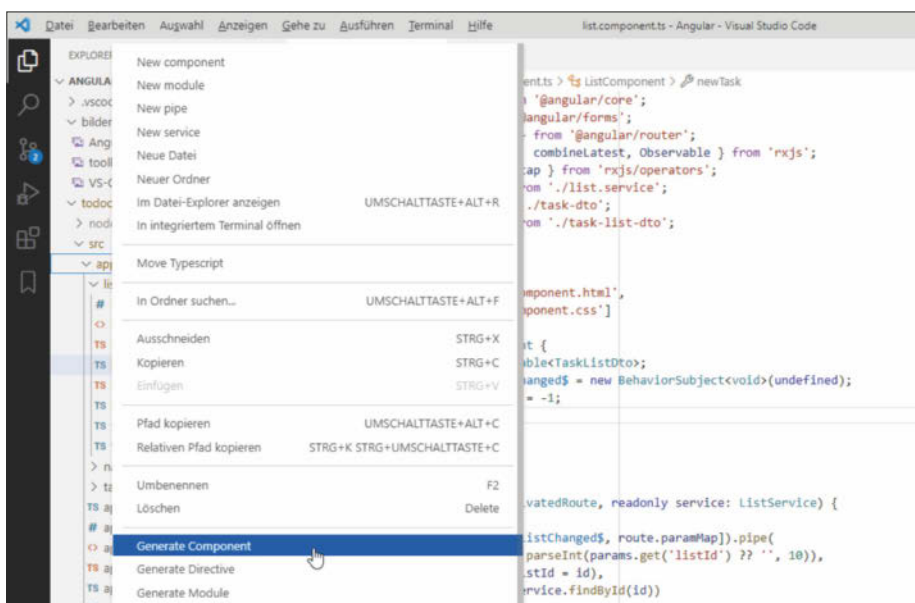
Anschließend fügen Sie `MatSidenavModule` und `MatListModule` weiter unten bei den „imports“ hinzu, das sieht dann so aus:

```
imports: [
  BrowserModule,
  AppRoutingModule,
  BrowserModule,
  MatSidenavModule,
  MatListModule
],
```

Merken Sie sich den Vorgang, denn im Laufe der beiden Artikel gesellen sich noch viele weitere Einträge in die `app.module.ts`.

Blüten treiben

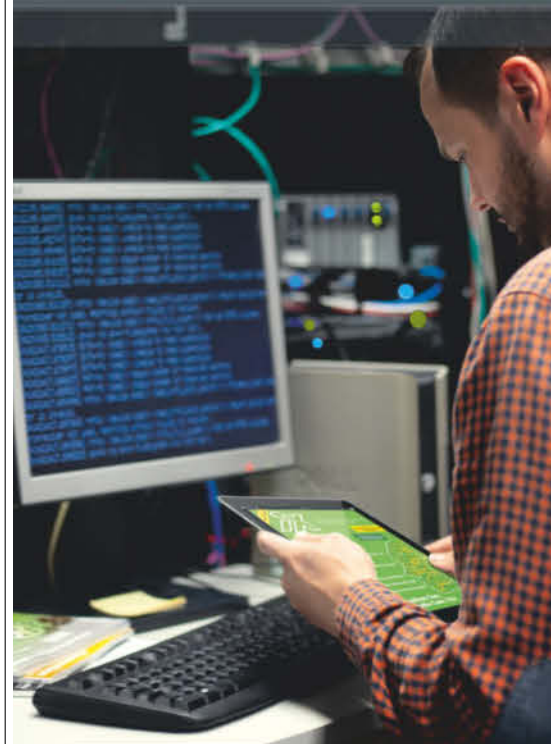
Damit die Oberfläche am Ende übersichtlich aussieht, trennen Sie die Seite in zwei Bereiche auf: `<mat-sidenav>` nimmt das Menü auf und `<mat-sidenav-content>` den eigentlichen Inhalt. Als Klammer für beides dient ein `<mat-sidenav-container>`. Ersetzen Sie den Inhalt der Datei `navigation.component.html` durch diese Elemente:



Kein mühsames Wiederholen: Mit einem Klick auf „generate Component“ legen Sie alle Dateien für eine Komponente gleichzeitig an.

Es gibt 10 Arten von Menschen.

iX-Leser und die anderen.



3x testen

Jetzt Mini-Abo testen:

3 digitale Ausgaben +
Bluetooth-Tastatur
nur 19,35 €

www.iX.de/digital-testen



www.iX.de/digital-testen

leserservice@heise.de

49 (0)541 800 09 120

```

<mat-sidenav-container>
  <mat-sidenav [opened]="isVisible">
    <mat-nav-list>
      <a mat-list-item *ngFor="
        ↵let list of lists$ | async"
        routerLink="lists/{{list.id}}"
        >{{ list.title }}</a>
    </mat-nav-list>
  </mat-sidenav>
  <mat-sidenav-content>
    Hauptbereich
  </mat-sidenav-content>
</mat-sidenav-container>

```

Das in eckigen Klammern geschriebene Attribut `[opened]` stellt die Verbindung zu der oben erstellten Eigenschaft „`isVisible`“ der Komponentenkasse her.

`<mat-nav-list>` enthält gewöhnliche `<a>`-Tags, die die Direktive `mat-list-item` modifiziert. Der Stern bei `*ngFor` signalisiert, dass es eine sogenannte strukturelle Direktive ist. „Strukturell“ bedeutet, dass sie die Struktur des HTML-Komponentenbaums (DOM) verändert. Bei `let list of lists$` handelt es sich nicht um TypeScript, sondern um eine eigene kleine Sprache der Template-Engine. Konkret weisen Sie Angular damit an, die Elemente aus `lists$` der Reihe nach auf die Variable `list` zu legen. Diese Variable können Sie innerhalb der Schleife einfach mit doppelt geschweiften Klammern nutzen: `{{ list.title }}`. Mit dem Schlüsselwort `async` abonniert die Direktive die Ereignisse des Observables `lists$`. Und das Abonnement wird automatisch gekündigt, wenn die Komponente nicht länger dargestellt wird. Der senkrechte Strich vor `async` ist eine Pipe und dient der Verkettung von Funktionen. Das Prinzip kennen Sie vielleicht schon von Shells.

Standardmäßig nimmt der `mat-sidenav-container` nur die für `mat-sidenav-content` minimal nötige Höhe ein. Das kann zu einer unschön abgeschnittenen Navigation führen. Setzen Sie daher in der Datei `navigation.component.css` die Größe auf die volle Browser-Höhe fest, minus 64 Pixel für die Toolbar:

```

mat-sidenav-container {
  height: calc(100% - 64px);
  width: 100%;
}

```

Nun können Sie die neue Komponente in der Datei `app.component.html` einbinden. Ersetzen Sie dazu sämtlichen Code in der Datei durch folgende Zeile:

```

<app-navigation #navigation>
</app-navigation>

```

`#navigation` ist eine Template-Variable, die Sie gleich noch benötigen, um die Navigation beim Ein- und Ausblenden zu referenzieren.

Toolbar

Fügen Sie gleich noch eine Toolbar am oberen Rand der Seite ein. Wie schon zuvor, wenn Sie neue Elemente brauchen, wechseln Sie in die Datei `app.module.ts`, um die nötigen Importe zu tätigen. Abgesehen von der Toolbar `MatToolbarModule`, müssen Sie noch ein Hamburger-Menü (`=`) hinzufügen, damit Sie das Menü öffnen und schließen können. Dafür benötigen Sie die zusätzlichen Module `MatButtonModule` und `MatIconModule`:

```

import { MatToolbarModule } from ↵
  '@angular/material/toolbar';
import { MatButtonModule } from ↵
  '@angular/material/button';
import { MatIconModule } from ↵
  '@angular/material/icon';

```

Ergänzen Sie außerdem noch die drei Module unter „imports“:

```

imports: [
  (...)
  MatToolbarModule,
  MatButtonModule,
  MatIconModule
],

```

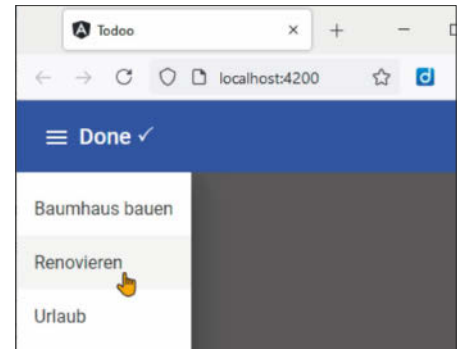
Anschließend können Sie die Toolbar oberhalb von `#navigation` in der Datei `app.component.html` einfügen:

```

<mat-toolbar color="primary"
  class="mat-elevation-z4">
  <button mat-icon-button
    (click)="navigation.toggle()">
    <mat-icon>menu</mat-icon>
  </button>
  <span>Done</span>
</mat-toolbar>
<app-navigation #navigation>
</app-navigation>

```

Material definiert verschiedene Höhen, die durch Schatten visualisiert werden. Die normale Höhe für Toolbars liegt bei `4 dp` (density independent pixels). Für die Toolbar bei der To-do-Liste kümmert sich die CSS-Klasse `mat-elevation-z4` darum.



Mit den Testdaten bekommen Sie einen ersten Überblick davon, wie das fertige Projekt später aussehen wird.

Auf Klicks reagiert der Button für das Hamburger-Menü mit dem Event-Handler `(click)="navigation.toggle()"` – für diese Stelle haben wir vorher die Variable `#navigation` vergeben.

Wenn Sie die Anwendung im Terminal mit dem Befehl `ng serve --open` starten, sehen Sie im Browser am oberen Rand die Toolbar und am linken Rand das Menü mit den drei fiktiven To-do-Listen. Dieses Menü blenden Sie mit einem Klick in den Inhaltsbereich oder auf das Hamburger-Symbol aus.

Halbzeit

Sie haben jetzt Ihr erstes Frontend mit Angular erstellt und konnten einen Entwurf der To-do-Liste mit Testdaten im Browser ansehen. Da das Ganze noch etwas langweilig und statisch aussieht, pflanzen Sie beim nächsten Mal dem Code mehr Klassen und Komponenten ein und legen Services für die Kommunikation an. Am Ende der vier Artikel verbinden Sie endlich das Frontend mit dem Backend und erhalten eine funktionierende To-do-Liste. Falls Sie nicht mehr warten wollen, dann können Sie das gesamte Projekt schon jetzt im Repository unter [ct.de/y5c2](https://github.com/ctde/y5c2) begutachten, herunterladen und damit herumspielen.

(wid@ct.de) 

Literatur

- [1] Christian Helmbold, Springtime für Kotlin, Webentwicklung mit Kotlin und Spring: Datenmodelle, c't 9/2022, S. 144
- [2] Christian Helmbold, API aus der Springform, Webentwicklung mit Kotlin und Spring: HTTP-Antworten, c't 10/2022, S. 164
- [3] Herbert Braun, Praktisch nativ, Apps für Android und iOS entwickeln mit React Native, c't 21/2017, S. 168

Repository und weitere Informationen:
[ct.de/y5c2](https://github.com/ctde/y5c2)

Die Webinar-Serie von Heise

Projektmanagement mit Jira und Confluence

In drei Online-Trainings Ihr Projektmanagement meistern

Gutes Projektmanagement ist der Erfolgsfaktor für gelungene IT-Projekte – aber welches genau und nach welcher Methode? In drei Online-Trainings lernen Sie, wie sie agile, klassische und hybride Projekte mit den Atlassian-Werkzeugen Jira und Confluence konkret umsetzen und worauf es dabei ankommt.

17. Mai 2022

Klassisches Projektmanagement
mit Jira und Confluence

21. Juni 2022

Agiles Projektmanagement
mit Jira und Confluence

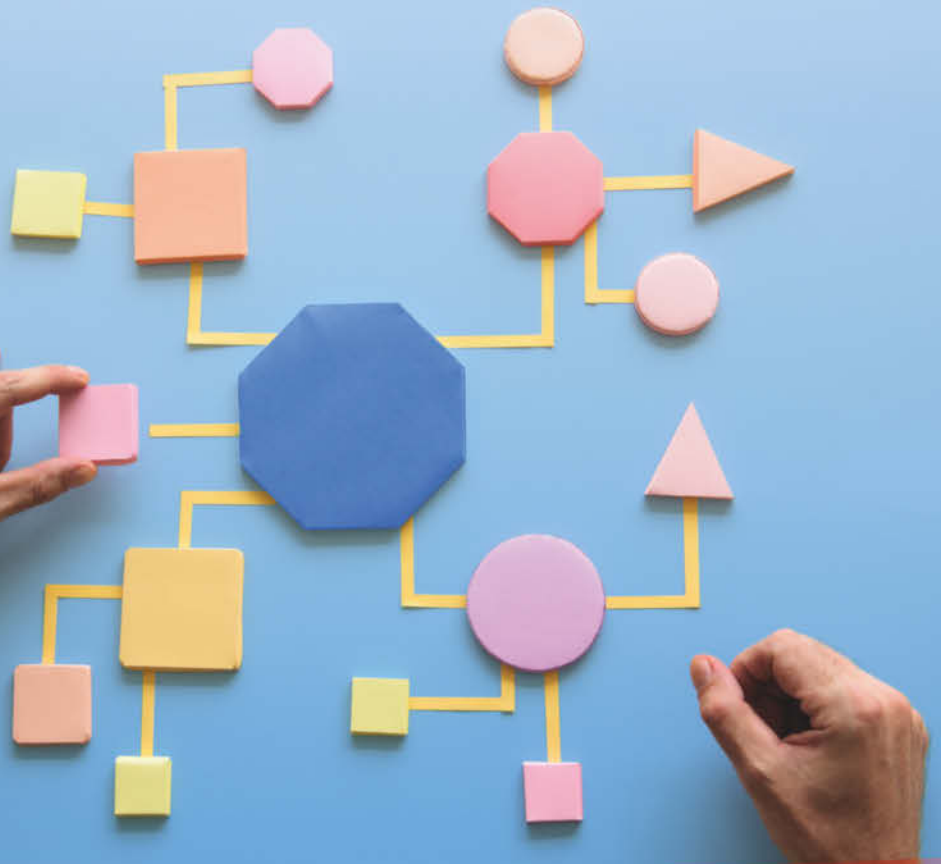
28. Juni 2022

Hybrides Projektmanagement
mit Jira und Confluence

Exklusiver Kombi-Preis:

395,-

Einzelpreis pro Webinar: 169,-



Jetzt Kombi-Rabatt sichern und über 100,- sparen!

webinare.heise.de/projektmanagement





Weiter in der Schwebe

Einführung der Drohnenklassifizierung abermals verschoben

Drohnen werden künftig in neue Risikoklassen eingeteilt, doch die Umsetzung der zugrundeliegenden EU-Verordnungen verzögert sich. So kommen weiter Modelle ohne Einteilung in diese neuen sogenannten „CE-Klassen“ auf den Markt, was für einige Verunsicherungen sorgt. c't gibt einen Überblick über die neuen Regeln und erklärt, was aus Bestandsdrohnen wird.

Von Nico Juran

Wer überlegt, sich eine Drohne zu kaufen, dürfte beim Lesen von Berichten zu neuen Modellen aktuell zweifeln: Einerseits heißt es, dass nach

EU-Recht künftig alle Modelle einer sogenannten „CE-Klasse“ (für „certified“) zugeordnet werden, die bestimmt, wo und wie man fliegen darf. Andererseits liest man in Testberichten immer nur, dass das betreffende Gerät noch keine Klassifizierung besitze. Die Hersteller zucken auf Nachfrage ebenfalls mit den Schultern und verweisen auf fehlende Regelungen – wie jüngst DJI beim Test seiner Mavic 3 in c't 5/2022 auf Seite 88.

Kein Wunder, dass viele mittlerweile verunsichert sind und sich fragen, ob sie mit bereits erworbenen Drohnen beziehungsweise den Modellen, die aktuell ohne Klassifizierung verkauft werden, in Zukunft überhaupt noch fliegen dürfen. Auch zur Frage, ob Bestandsdrohnen nachträglich in die neuen CE-Klassen eingeteilt werden können oder nicht, findet man widersprüchliche Angaben. Dieser Artikel klärt daher einmal über die Regelungen und die darin enthaltenen Fallstricke auf.

Hintergrund

Angestoßen wurden die aktuellen Entwicklungen von der Drohnenverordnung der Europäischen Union vom 24. Mai 2019 (Durchführungsverordnung (EU) 2019/947). Als EU-Verordnung wurde sie im Unterschied zu einer Richtlinie in jedem Land der Union sofort wirksam. Festgelegt ist darin, dass innerhalb Europas künftig eine Einteilung von unbemannten Fluggeräten in die sieben Drohnen-Klassen C0 bis C6 vorgenommen werden soll. Die Klassen spiegeln wider, dass nicht von jeder Drohne bei einem Zusammenstoß die gleiche Gefahr für schwere Schäden an Menschen, Tieren und Sachwerten ausgeht.

Das Hauptkriterium für die Einteilung ist das Abfluggewicht des Modells beziehungsweise dessen Bewegungsenergie. Vereinfacht lässt sich sagen: Je massiver die Drohne ist, desto höher sind die Anforderungen an das Gerät, das Unfallrisiko durch eingebaute Sicherheitsfunktionen

c't kompakt

- Die Einführung der von der EU beschlossenen CE-Klassen für Drohnen verzögert sich weiter – bis mindestens 1. Januar 2024.
- Bestandsdrohnen lassen sich nachklassifizieren, aber das Upgrade wird es wohl nicht für alle Modelle geben – und nur gegen Bezahlung.
- Mit Drohnen ab 250 Gramm darf man ohne Klassifizierung ab dem 1. Januar 2024 praktisch nur noch außerhalb von Städten fliegen.

zu minimieren. Passend dazu steigen mit der Kategorie die Anforderungen an die Pflichten des Fernpiloten beziehungsweise Besitzers – etwa sich beim Luftfahrtbundesamt (LBA) registrieren zu lassen, bestimmte Kenntnissnachweise zu erbringen und seine Drohne zu kennzeichnen. Eine Auflistung der wichtigsten Punkte finden Sie in der Tabelle „Die neuen CE-Klassen“.

Für Privatanwender ist die sogenannte „offene Kategorie“ für Flüge mit geringem Risiko in einer Höhe von maximal 120 Metern über Grund und innerhalb der Sichtweite von Bedeutung – und die darin enthaltenen Risikoklassen C0 bis C4, die alles von der Spielzeugdrohne bis zu Modellen mit einem Gewicht unter 25 Kilogramm abdecken.

Die Mühlen mahlen langsam

Für die Umsetzung der neuen Modellklassen räumte die EU-Drohnenverordnung Herstellern und Betreibern seinerzeit eine Frist ein – nicht zuletzt, weil es die für die Klassifizierung der Drohnen nötigen offiziellen Stellen noch gar nicht gab. So sollte die Kennzeichnung von neuen unbemannten Fluggeräten in der EU erst ab dem 1. Juli 2022 verbindlich sein. Bis dahin in den Verkehr gebrachte Drohnen, die nicht über die geforderte CE-Klassifizierung zur Bezifferung des von ihr ausgehenden Betriebsrisikos verfügen, sollten bis zu dem Stichtag nach Artikel 20 der Verordnung gemäß den dortigen Unterkategorien A1 bis A3 (dazu gleich mehr) eingesetzt werden dürfen.

Allerdings ließ sich der ursprüngliche Zeitplan wohl auch wegen der Covid-19-Pandemie nicht halten. Mit der Durch-

führungsverordnung 2020/746 verlängerte die Europäische Kommission deshalb die Frist für „Bestandsdrohnen“ bis zum 1. Januar 2023. Tatsächlich wurde auch erst Anfang 2022 mit dem zur TÜV Nord Group gehörenden Unternehmen Alter Technology das erste Unternehmen als „Benannte Stelle für die Konformitätsbewertung von Drohnen“ überhaupt akkreditiert.

Doch später zeichnete sich ab, dass selbst diese Fristverlängerung nicht ausreichen würde. So werden nach Einschätzungen der EU-Kommission einige Normen, nach denen die Hersteller ihre Drohnen ausstatten und klassifizieren lassen müssen, vor Mitte 2023 gar nicht vorliegen. Deshalb folgte Mitte März mit der Durchführungsverordnung 2022/425 eine erneute Fristverlängerung – und zwar gleich um ein Jahr. Nun soll es mit den Einteilungen in die CE-Klassen am 1. Januar 2024 losgehen.

Aus der Ferne

Nach Expertenansicht hakt es derzeit hauptsächlich noch an den Vorgaben zur sogenannten „direkten Fernidentifizierung“ (Direct Remote Identification, kurz DRI oder Remote ID). Diese fordern, dass die Drohne der meisten CE-Klassen nicht nur eine Plakette mit der sogenannten „UAS-Betreiber-ID“ (eID) des registrierten Fernpiloten beziehungsweise Betreibers tragen, sondern im Betrieb (Flug) auch permanent in Echtzeit die Kennung elektronisch aussenden muss – sowie ihre individuelle Seriennummer.

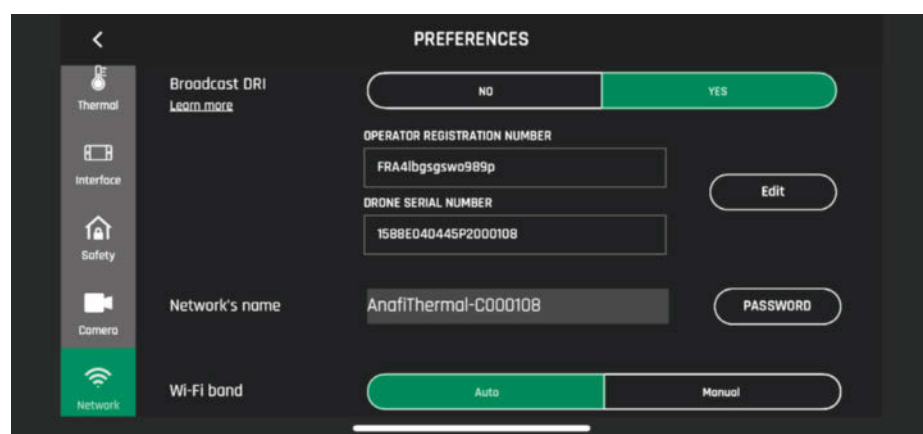
Zusätzlich ist vorgeschrieben, dass die Drohne ihre geografische Position, den Streckenverlauf, ihre Geschwindigkeit und die aktuelle geografische Position des Fern-

piloten oder – falls dieser nicht verfügbar ist – zumindest ihren ursprünglichen Startpunkt übermittelt. So will man bei Verstößen die Täter auf frischer Tat erwischen.

Da es für Drohnen bislang an internationalen Standards in diesem Bereich mangelt, entwickelten viele Hersteller eigenen Lösungen. DJI (mit „Direct Drone-to-Phone“) und Parrot setzen dabei auf WLAN ohne Aufbau einer Zweizeig-Verbindung, wie man dies von WLAN-Beacons kennt. Jedes Smartphone am Boden könnte solche Signale der Drohne empfangen und mit einer passenden App sichtbar machen. Die Drohne würde dafür mit einer neuen Software ausgestattet und die vorgeschriebenen Informationen im Flug permanent auf einem WLAN-Kanal aussenden. Die Ansätze von DJI und Parrot sind folglich Broadcast-Systeme: Sie senden immer, egal ob es einen Empfänger gibt oder nicht.

Teure Lösung

Dem steht das System „Network Remote ID“ gegenüber, bei dem die Drohne üblicherweise per Mobilfunk mit dem Internet verbunden wird – direkt oder über die Fernsteuerung. So wären die Daten über deutlich größere Distanzen einsehbar. Das hat den Nachteil, dass man als Nutzer in Gegenden ohne Netzabdeckung dann wohl aufgeschmissen ist, da die Drohne ohne Internetzugang komplett den Dienst verweigern dürfte. Zudem fallen Gebühren für die mobile Datenübertragung und die Nutzung des Dienstes an. Die Systeme von DJI und Parrot sind hingegen nicht auf eine Internetverbindung angewiesen, funktionieren folglich überall und kosten nichts extra.



Der Drohnenhersteller Parrot hat mit dem Update seiner „FreeFlight“-App auf Version 6.7.4 die Remote-ID-Funktion (DRI) eingeführt, mit der sich Drohnen aus der Ferne identifizieren lassen.

Bild: Parrot

Die US-Luftfahrtbehörde FAA (Federal Aviation Administration) hatte für die in den Staaten ebenfalls anstehende Neuregelung zunächst Network Remote ID verpflichtend vorgesehen, erntete dafür jedoch massiv Kritik. Unter anderem bezifferte eine von DJI in Auftrag gegebene Studie die durch Network Remote ID für die Nutzer anfallenden Kosten auf monatlich durchschnittlich 9,83 Dollar – nachdem die FAA selbst von 2,50 Dollar gesprochen hatte. Die FAA rückte mittlerweile von ihrer Position ab, die endgültige Fassung der amerikanischen Remote-ID-Regelung sieht nicht mehr vor, dass sich Drohnen mit einem Mobilfunknetz verbinden müssen. Auch in Europa dürfte Network Remote ID für Consumer-Drohnen keine Pflicht werden.

Zu finden ist in den europäischen Regelungen für Drohnen ab Klasse C1 aber

eine „Geo-Sensibilisierungsfunktion“: Die Drohne muss danach automatisch Informationen zu eventuellen Luftraumbeschränkungen entgegennehmen und diese mit ihrer aktuellen Position abgleichen. Bei einer möglichen Verletzung von Luftraumbeschränkungen muss sie eine Warnung ausgeben – ebenso, wenn das System nicht ordnungsgemäß funktioniert, also etwa die Position der Drohne nicht ermitteln kann. Bei der Geo-Sensibilisierung sind auch die EU-Mitgliedstaaten in der Pflicht, da diese ihrerseits die geographischen Daten den Drohnenherstellern in einem einheitlichen digitalen Format bereitstellen müssen.

Blick in die Zukunft

Die große Mehrheit der Consumer-Drohnen, die nach dem 1. Januar 2024 auf den

Markt kommen, werden in die Klassen C0 bis C2 fallen, die Modelle mit einem Startgewicht von unter 4 Kilogramm erfassen. Die Klassen C3 und C4 umfassen neben schweren Drohnen auch alle Selbstbau-drohnen mit mehr als 249 Gramm Startgewicht, die Klasse C4 betrifft in erster Linie Modellflieger. Unabhängig von der Klasse gilt weiterhin, dass für jede Drohne eine Haftpflichtversicherung abgeschlossen werden muss – egal, ob sie privat oder zu gewerblichen Zwecken genutzt wird. Ausführliche Informationen zu diesem Thema finden Sie in c't 12/2018 auf Seite 138.

Für die meisten Nutzer dürfte der wichtigste Punkt sein, dass man Drohnen der Klassen C0 (unter 250 Gramm Startgewicht) und C1 (unter 900 Gramm Startgewicht beziehungsweise unter 80 Joule Bewegungsenergie) wie in der aktuellen

Drohnenkategorien aktuell und in Zukunft

Damit Sie sich besser vorstellen können, welche Arten von Drohnen ab dem 1. Januar 2024 unter den Kategorien C0 bis C3 fallen, haben wir nachfolgend einmal einige Modelle herausgesucht, die in die jeweilige Gewichtsklasse fallen. Modelle, die nach dem Stichtag in der jeweiligen Gewichtsklasse erscheinen, würde folglich in die genannte neue Klasse fallen – sofern sie die übrigen technischen Voraussetzungen der EU-Drohnenverordnung erfüllen.

Zur Klarstellung: Die nachfolgend genannten Drohnen sind (wie alle aktuell erhältlichen Modelle) ohne Klassifizierung auf den Markt gekommen und fallen daher – mit Ausnahme der Modelle unter 250 Gramm Startgewicht – nach dem 1. Januar 2024 erst einmal in die Klasse C3. Diesem Schicksal könnten sie nur durch eine nachträgliche Einteilung in eine andere CE-Klasse entgehen, worauf wir nachfolgend eingehen. Ob sich eine der genannten Drohnen nachklassifizieren lassen wird, steht aber noch nicht fest.

Eine komplette Aufstellung der Testberichte aller genannten Drohnen finden Sie unter [ct.de/y3rq](https://www.ct.de/y3rq)

Startgewicht unter 250 g

Die zusammenklappbare DJI Mavic Mini mit einem Startgewicht von unter 250 Gramm ist das Muster einer Jacken-



Mit sehr leichten Drohnen wie DJIs Mini-Reihe (hier die Mini 2) darf man auch ohne Nachklassifizierung weiter unbekümmert fliegen.

taschen-Drohne. Nach Auffassung des Gesetzgebers geht von diesen Modellen ein so geringes Risiko aus, dass sie aktuell in der Unterkategorie A1 ohne weitere Kenntnisnachweise in der Nähe und über die Köpfe von Unbeteiligten (nicht Menschenansammlungen) hinweg geflogen werden dürfen.



Die Parrot Anafi ist klein und zusammenklappbar, wiegt aber über 249 Gramm – und wird daher von der EU-Drohnenverordnung wie eine große Drohne behandelt.

Dieser Einschätzung folgt die Europäische Union auch in der neuen Drohnenverordnung, sodass die Bestandsdrohnen mit einem Startgewicht unter 250 Gramm am 1. Januar 2024 automatisch der Klasse C0 zugeordnet werden, womit Unterkategorie A1 entsprechend gilt. Auch neue Drohnen dieser Art werden in die Klasse C0 eingeteilt. Dies schließt Eigenbauten unter 250 Gramm mit ein.

Startgewicht unter 500 g (Kategorie läuft aus)

Die Parrot Anafi fällt mit einem Startgewicht von rund 320 Gramm aktuell noch in die Unterkategorie A1 und darf somit unter denselben Voraussetzungen wie die DJI Mini geflogen werden. Ohne Nachklassifizierung droht ihr aber ein anderes Schicksal als dem Konkurrenzmodell, da die Klasse C0 die obere Grenze beim Startgewicht nicht mehr bei 500, sondern bereits bei 250 Gramm zieht.

Dies bedeutet, man darf die Anfi ohne Nachklassifizierung wie eine große Drohne ab dem 1. Januar 2024 in der Klasse C3 nur noch mit einem Mindestabstand von 150 Metern zu Wohn-, Gewerbe-, Industrie- und Erholungsgebieten fliegen. Zu hoffen bleibt, dass eine Nachklassifizierung in C1 (unter 900 Gramm) möglich sein wird. Dann könnte man sie weiter in A1 fliegen und müsste nur einen Kenntnisnachweis erbringen.

Unterkategorie A1 weiterhin in Städten und Wohngebieten (unter Beachtung der dort geltenden gesetzlichen Beschränkungen) fliegen darf – auch in der Nähe von Menschen beziehungsweise über einzelne unbeteiligte Personen (aber weiterhin nicht über Menschenansammlungen).

Allerdings fällt bei genauerer Betrachtung doch ein Unterschied zwischen der bisherigen und der neuen Regelung auf. So reicht das Maximalgewicht bei der niedrigsten Risikoklasse (jetzt also C0) nur bis 249 und nicht mehr bis 499 Gramm. Die Folge: Nur noch superleichte Jackentaschen-Drohnen dürfen komplett ohne Kenntnissnachweis geflogen werden. Will man Drohnen mit einem Startgewicht von 250 Gramm oder mehr fliegen, muss man hingegen einen solchen nun stets (online) erbringen. Ein Beispiel für eine Drohne,

die als Neuerscheinung künftig anders bewertet werden würde, finden Sie im Kasten „Drohnenkategorien aktuell und in Zukunft“ mit der Parrot Anafi.

In der Klasse C2 (unter 4 Kilogramm Startgewicht) darf entsprechend der aktuellen Unterkategorie A2 in einer sicheren Entfernung zu Menschen geflogen werden – wobei es darauf ankommt, ob die Drohnen einen „Low Speed“-Modus hat oder nicht: Im Langsamflug darf sich eine Drohne bis auf 5 Meter Menschen nähern, andernfalls hat der Pilot 30 Meter Abstand zu halten. Dafür steigen im Gegenzug die Vorgaben an den Fernpiloten, der in A2 fliegen möchte: Er muss nicht nur online einen Kenntnissnachweis erbringen, sondern einen EU-Drohnenführerschein erwerben.

Die neuen Regelungen sind nicht zuletzt auch deshalb interessant, weil die

Klasse C2 nun Drohnen bis zu einem Startgewicht unter 4 Kilogramm umfasst, während aktuell bereits bei 2 Kilogramm die Grenze überschritten ist. Im Ergebnis wird man somit mit schwereren Drohnen als heute in die Nähe von Menschen fliegen dürfen, wenn diese in der Klasse C2 eingeteilt wurden. Auch darauf gehen wir im eben genannten Kasten noch einmal detaillierter ein.

Einen radikalen Schnitt macht der Gesetzgeber mit den Klassen C3 und C4 (jeweils unter 25 Kilogramm Startgewicht): Hier ist ein Mindestabstand von 150 Metern zu Wohn-, Gewerbe-, Industrie- und Erholungsgebieten vorgeschrieben. Der Begriff Erholungsgebiete ist in der EU-Verordnung nicht definiert. Laut Schweizer Bundesamt für Zivilluftfahrt beschreibt dies Orte, „an denen sich zahlreiche Perso-

Startgewicht ab 250 und unter 900 g

Modelle wie DJI Mavic- und Mavic-Air-Reihen dürfen mit einem Startgewicht von unter 900 Gramm aktuell in der Unterkategorie A2 mit einem EU-Drohnenführerschein noch in der Nähe unbeteiligter Personen geflogen werden. Als Bestandsdrohnen würden sie ohne Nachklassifizierung aber ab 2024 in die Klasse C3 und damit praktisch aus den Städten verbannt.

Drohnen dieser Art mit einem Startgewicht ab 250 und unter 900 Gramm, die nach dem 1. Januar 2024 neu auf den Markt kommen, würden in die Klasse C1 fallen und ließen sich folglich unter den Bedingungen der Unterkategorie A1 fliegen. Würden sie nachträglich in C1 klassifiziert, entfiel für die Mavic-/Mavic-Air-Reihe demnach die Notwendigkeit des A2-Führerscheins.

Startgewicht ab 900 g und unter 4 kg

Mit einem Startgewicht von über 2 Kilogramm darf man die DJI Inspire 2 und die Yuneec Typhon H Pro aktuell nur in der Unterkategorie A3 und damit praktisch außerhalb von Städten fliegen. Ohne Nachklassifizierung wandern sie in die Klasse C3, wodurch sich daran erst einmal nichts ändert.

Da sich mit der neuen EU-Drohnenverordnung die Gewichtsgrenzen verschieben, werden neue Drohnen mit



Nachfolger der Mavic Air-Reihe (im Bild die Air 2S) würden künftig wohl in der Klasse C1 fliegen, womit man den aktuell noch nötigen EU-Drohnenführerschein nicht mehr bräuchte.

einem Startgewicht unter 4 Kilogramm ab dem 1. Januar 2024 in die Klasse C2 eingestuft. Diese ließe sich dann in der Unterkategorie A2 mit einem EU-Drohnenführerschein auch in der Nähe zu Menschen

(mit sicherem Abstand) fliegen. Insofern hoffen mache Besitzer der DJI Inspire 2 und der Yuneec Typhon H Pro, dass es bei diesen Modellen die Möglichkeit einer Nachklassifizierung in C2 geben wird.



Die DJI Inspire richtet sich an Profis, darf aktuell aber nur mit Sondergenehmigung in Städten geflogen werden. Das ändert sich ab 2024 für neue Drohnen mit einem Startgewicht unter vier Kilogramm.

nen gerne entspannen oder erholen“. Namentlich genannte Beispiele sind Seeufer, Sportplätze und Parks. In vielen Städten dürfte man mit dieser Auslegung wohl kaum einen Fleck finden, an dem eine C3/C4-Drohne noch fliegen darf.

Keine Klasse

Doch was passiert nach dem Stichtag mit den Bestandsdrohnen, die noch nicht klassifiziert sind? Die gute Nachricht: Auch sie dürfen weiter geflogen werden. Allerdings gelten für diese Drohnen dann teilweise andere Regeln als heute.

Gut steht man weiter mit einer Drohne unter 250 Gramm da – wie die DJI Mini 2 (SE), die Autel Evo Nano (Plus) oder die Xiaomi Fimi X8 Mini, aber auch mit derartigen leichten Eigenbauten. Diese Modelle dürfen weiter nach den Regeln der Unterkategorie A1 geflogen werden. Dies bedeutet, dass die Drohnen zwar wie zuvor haftpflichtversichert sein müssen, man als Fernpilot aber weiterhin nicht einmal einen Kompetenznachweis A1/A3 benötigt, geschweige denn einen EU-Drohnenführerschein. Modelle mit Kamera müs-

sen zudem registriert sein und eine entsprechende Plakette tragen. Vor allem aber ist es weiterhin generell erlaubt, mit diesen Modellen in der Stadt und über unbeteiligte Menschen (nicht Menschenansammlungen) zu fliegen.

Sämtliche Bestandsdrohnen ohne CE-Klassifizierung mit einem Startgewicht jenseits 249 Gramm rutschen hingegen in die Unterkategorie A3 – mit der Folge, dass wie in der Klasse C3/C4 während des gesamten Drohnenflugs ein Mindestabstand von 150 Metern zu Wohn-, Gewerbe-, Industrie- oder Erholungsgebieten einzuhalten ist. Sprich, Bestandsdrohnen mit einem Startgewicht ab 250 Gramm und unter 2 Kilogramm, die man aktuell in den Unterkategorien A1 und A2 noch in der Nähe von Menschen fliegen darf, werden ab 2024 aus den Städten verbannt.

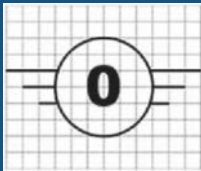
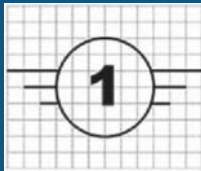
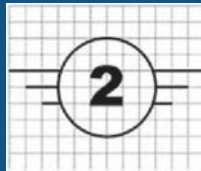
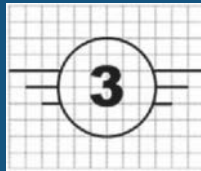
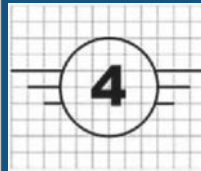
Bestandsdrohnen

Für alle, die mit ihrem bereits gekauften Modell nicht nur außerhalb der Stadt fliegen möchten, stellt sich somit die Frage, ob ihre Drohne nachträglich klassifiziert werden kann. Auf einigen Websites heißt

es dazu, dies sei rechtlich gar nicht möglich. Dieser Aussage widerspricht das Luftfahrtbundesamt (LBA) jedoch auf Nachfrage von c't: "Die EU-Kommission sieht tatsächlich einen Weg, Drohnen, die seitens der Hardware bereits in Übereinstimmung mit der Verordnung (EU) 2019/945 und entsprechend anwendbaren Normen sind, ein entsprechendes Upgrade per Software-Update zu genehmigen."

Das Update würde nach einem c't vorliegenden Entwurf dann so laufen, dass der Nutzer dem Hersteller die Seriennummer seiner Drohne mitteilt und daraufhin die neue Firmware erhält und aufspielt. Nachdem sich der Hersteller von der Installation überzeugt hat, schickt er dem Nutzer eine neue EU-Konformitätserklärung (einschließlich der Drohnen-SN) und den entsprechenden CE-Klassen-Aufkleber für die Drohne. Schon diesen Aufwand dürften sich die Hersteller beziehungsweise deren Service-Partner von Nutzern bezahlen lassen. Sollten Hardware-Modifikationen nötig werden, für die man die Drohne einschicken muss, dürfte die Nachklassifizierung richtig ins Geld gehen.

Die neuen CE-Klassen

CE-Klasse					
Ausstattungsvarianten	ohne / mit Kamera		ohne / mit Langsamflug-Modus		auch Modellflugzeuge
Startgewicht	< 250g	< 900 g (oder < 80 J Bewegungsenergie)	< 4 kg	< 25 kg	< 25 kg
Maximalgeschwindigkeit	< 19 ms (68,4 km/h)	< 19 ms (68,4 km/h)	keine Einschränkung	keine Einschränkung	keine Einschränkung
Abmessungen	nicht festgelegt	nicht festgelegt	nicht festgelegt	< 3 m	nicht festgelegt
Technische Hauptanforderungen					
Betriebsanleitung	✓	✓	✓	✓	✓
keine scharfen Kanten	✓	✓	✓	–	–
Notfallsystem bei Signalverlust	–	✓	✓	✓	–
Notfallsystem bei niedrigem Akku	–	✓	✓	✓	–
Identifizierung Flugkontrolle					
Kennzeichnung (Plakette) notw.	nur bei Drohne mit Kamera	✓	✓	✓	✓
Fernidentifizierung (Remote-ID)	–	✓	✓	✓	–
Geo-Sensibilisierung	–	✓	✓	✓	–
Flugbeschränkung					
maximale Flughöhe über Grund	120 m	120 m	120 m	120 m	120 m
Abstandsregeln	Flug über Menschen (keine Ansammlungen) erlaubt	Flug über Menschen (keine Ansammlungen) erlaubt	im Langsamflug 5 m zu Menschen, sonst 30 m	150 m von Wohn-, Gewerbe-, Industrie und Erholungsgeb.	150 m von Wohn-, Gewerbe-, Industrie und Erholungsgeb.
autonomer Flug der Drohne erlaubt	✓ (Follow Me bis 50 m Entf.)	✓ (Follow Me bis 50 m Entf.)	✓	✓	–
Vorgaben für Fernpilot					
Lesen Bedienungsanleitung	✓	✓	✓	✓	✓
Registrierung beim LBA	nur bei Drohne mit Kamera	✓	✓	✓	✓
EU-Kompetenznachweis	–	✓	✓	✓	✓
EU-Fernpilotenzeugnis	–	–	✓	–	–
Unterkategorie	A1	A1	A2	A3	A3
✓ vorhanden – nicht vorhanden					

Eventuell bieten die Hersteller die nachträgliche Klassifizierung aber erst gar nicht an. Vor allem bei Consumer-Drohnen mit ihren kurzen Produktzyklen und weniger zahlungsbereiten Nutzern stehen die Chancen nicht gut. Besser sieht es bei professionellen Drohnen aus, bei denen die Kundschaft die Kosten im Zweifel als Betriebsausgaben verbuchen. DJI erklärte auf Nachfrage von c't lediglich, man könne aktuell nicht sagen, welche Modelle im Nachhinein klassifiziert werden können.

Fazit

Soll man nun mit dem Kauf einer Drohne warten, bis Modelle mit Klassifizierung erhältlich sind? Fakt ist, dass man aktuell ein Risiko eingeht, wenn man eine Drohne mit einem Gewicht von 250 Gramm und mehr ohne Klassifizierung kauft und über 2024 hinaus weiter in der Stadt fliegen will. Nicht nur, dass die Kosten für eine Nachklassifizierung unklar sind, es ist nicht einmal sicher, dass eine solche überhaupt angeboten wird. Man kann daher

Die Yuneec Typhoon H lässt sich in der über 2 Kilogramm schweren Pro-Ausführung aktuell nur in der Unterkategorie A3 und damit außerhalb von Städten fliegen. Ließe sie sich in C2 nachklassifizieren, würde sie in die bessere Unterkategorie A2 wechseln.



eigentlich nur raten, auf Modelle mit CE-Klassen-Einstufung zu warten.

Risikolos ist hingegen der Kauf von Modellen mit einem Startgewicht unter 250 Gramm, da man mit ihnen auch nach dem 1. Januar 2024 ohne Nachklassifizierung wie bisher weiterfliegen darf. Und ebenso unproblematisch sind die neuen Regelungen für diejenigen, die ihrem Drohnen-Hobby

sowieso nur auf der grünen Wiese frönen oder bereits Drohnen mit einem Gewicht von über 4 Kilogramm fliegen. Die fehlende Möglichkeit der Nachklassifizierung könnte sich hier allenfalls auf den Wiederverkaufswert auswirken. (nij@ct.de) **ct**

Übersicht Drohnen-Testberichte:
[ct.de/y3rq](https://www.heise.de/ct/y3rq)

Hilfreiche Tool-Tipps für Ihren Job!



Steigern Sie Ihre Effizienz im Homeoffice, unterwegs oder im Büro. Das **Sonderheft c't @work** zeigt Ihnen, welche nützlichen Tools Ihnen einen echten Mehrwert im Job bringen:

- Abhilfe für zähe **Videokonferenzen** schaffen
- Mit **Threadit** kurze Video-Tutorials erstellen
- **Online-Interaktionsplattformen** beruflich nutzen
- Rechtssicher **digital unterzeichnen**

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

 shop.heise.de/ct-work22

**Heft + PDF
mit 29 % Rabatt**



Bildquellen: Amnesty International, Human Rights Watch, Mimikama, Bellingcat, Composing, c't

Mosaik der Wahrheit

Open Source Intelligence: Wie OSINT-Experten Kriegsverbrechen aufdecken und Propaganda widerlegen

Wenn Regierungen lügen, halten Organisationen wie Bellingcat und Human Rights Watch dagegen: Mit Recherchen in sozialen Netzwerken und der Analyse von Fotos und Videos sammeln sie Beweise. Hier sind die Methoden der OSINT-Profis sowie Tools, die allen zur Verfügung stehen.

Von Christian Wölbert

Als am 8. April eine Tochka-U-Rakete am Bahnhof der ukrainischen Stadt Kramatorsk explodierte und Dutzende Zivilisten tötete, wies Moskau die Verant-

wortung schnell von sich. Raketen des Typs Tochka-U würden „ausschließlich von den ukrainischen Streitkräften eingesetzt“, schrieb das russische Verteidigungsministerium zwei Stunden nach dem Angriff auf Facebook.

Eine Woche später veröffentlichte das Recherchekollektiv Bellingcat eine Sammlung von Fotos und Videos aus sozialen Netzwerken und russischen Medien, die Tochka-U-Raketenwerfer der russischen Armee zeigen, zum Beispiel bei einer Parade im Februar 2021 und bei Transporten durch Belarus im März 2022 (siehe [ct.de/y1xa](https://www.ct.de/y1xa)). Die Fundstücke klären zwar nicht die Frage, wer den Bahnhof in Kramatorsk angegriffen hat, erschüttern jedoch das zentrale Argument des russischen Dementis.

Die Tochka-U-Recherche von Bellingcat ist ein Beispiel für eine Methode, die

meist als „Open Source Intelligence“ oder „OSINT“ bezeichnet wird. Gemeint ist das Auffinden und Auswerten von Informationen aus öffentlichen Quellen – und die Präsentation der Funde im Netz, damit jeder das Material selbst überprüfen und seine eigenen Schlüsse daraus ziehen kann.

Transparenz statt Geheimniskrämerei

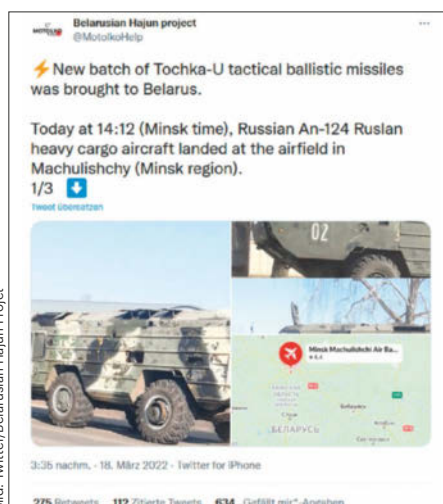
Wichtig ist dabei vor allem die transparente Arbeitsweise. Das Sichten allgemein verfügbarer Informationen an sich ist nichts Neues: Geheimdienste nutzen neben verdeckten schon immer auch offene Quellen wie Medienberichte. Doch anders als die OSINT-Community behalten sie ihre Erkenntnisse in der Regel für sich. Der Gründer von Bellingcat, der Brite Eliot Higgins, beschreibt seine Arbeits-

weise deshalb ungern als „Open Source Intelligence“, er spricht lieber von „Online Open Source Investigation“.

Wie wichtig die Methode ist, zeigte sich schon ab 2010 während des Arabischen Frühlings und später während der Bürgerkriege in Syrien und Libyen. Aufgrund der Gefahren vor Ort haben nur wenige unabhängige Reporter aus den Krisengebieten berichtet. Doch über Facebook, YouTube und Twitter konnte jeder fast in Echtzeit Gefechte, Bombenangriffe und Gräueltaten verfolgen.

Außer Journalisten und Menschenrechtsaktivisten taten das auch Menschen wie Higgins, die beruflich nichts mit den Konflikten zu tun hatten, sich aber für das Zeitgeschehen interessierten und sich gut im Netz auskannten. Higgins arbeitete damals noch als IT-Administrator und verfolgte den Arabischen Frühling in jeder freien Minute.

Mehrfach entdeckte er auf Plattformen wie YouTube Belege für Kriegsverbrechen – zum Beispiel 2013 für Giftgasangriffe des Assad-Regimes in Syrien. Seine Erkenntnisse wurden von traditionellen Medien aufgegriffen, was wiederum weitere Menschen dazu brachte, online auf Spurensuche zu gehen. 2014 gründete Higgins dann Bellingcat, um sich mit anderen Online-Rechercheuren zu vernetzen und Analysen zu veröffentlichen. Inzwischen beschäftigt allein Bellingcat 18 Angestellte und arbeitet mit Dutzenden OSINT-Experten zusammen.



Nach dem Angriff auf den Bahnhof von Kramatorsk behauptete die russische Regierung, keine Raketen vom Typ Tochka-U einzusetzen. Doch Recherchen in sozialen Netzwerken widerlegten diese Aussage.

Aber auch Menschenrechtsorganisationen setzen OSINT ein: Human Rights Watch (HRW) gründete 2020 ein „Digital Investigation Lab“, in dem sechs Spezialisten arbeiten. „Außerdem bilden wir ständig weitere Mitarbeiter in Open-Source-Techniken aus“, erklärt Gabriela Ivens, OSINT-Expertin bei HRW, gegenüber c’t. Amnesty International gründete 2016 das „Digital Verification Corps“, in dem rund 100 Studenten den Menschenrechtlern bei der Recherche helfen. Nach OSINT-Methoden arbeiten zudem viele Faktenchecker in Redaktionen und bei gemeinnützigen Organisationen wie Correctiv und Mimikama.

Angesichts des Kriegs in der Ukraine ist OSINT heute wichtiger denn je. Schließlich treibt kaum eine Regierung auf der Welt das Spiel mit Desinformation und Zensur so weit wie die russische. „Für Russland sind Informationen Teil des Schlachtfeldes, und man muss in der Lage sein, sich zu wehren“, sagte Eliot Higgins vor Kurzem in einem Interview mit der Zeitung The Telegraph.

Die Nadel im Instagram-Haufen

Viele OSINT-Experten haben Spezialwissen, etwa im Bereich Waffensysteme, was ihnen bei der Recherche hilft. Wichtig ist auch, die richtigen Social-Media-Accounts anzupapern und relevante Posts schnell aus der Masse herauszufiltern. Einige von Higgins’ ersten Rechercheerfolgen beruhten darauf, dass er jene Handvoll „Medienzentren“ in den syrischen Rebellengebieten identifiziert hatte, die überhaupt über eine Internetverbindung verfügten und Videos hochladen konnten.

Manchmal ist auch Ausdauer gefragt: Nach dem Abschuss des Fluges MH17 über der Ostukraine im Juli 2014 fanden Rechercheure von Bellingcat schnell Fotos und Videos eines Buk-Luftabwehrsystems. Doch woher war dieses Fahrzeug gekommen? Hatte die russische Armee es den Separatisten übergeben? Um das herauszufinden, klickte sich ein Bellingcat-Mitglied vier Tage lang durch belanglose Posts russischer Instagram- und Vkontakte-Nutzer, bis er ein Foto der Buk mit der gesuchten Kennnummer beim Transport durch Russland entdeckte – so schreibt es Higgins in seinem 2021 erschienenen Buch „We are Bellingcat“.

OSINT-Tricks

Das Auffinden solcher Informationen ist bei OSINT allerdings nur der erste Schritt.

c’t kompakt

- „Open Source Intelligence“ beziehungsweise „OSINT“ bezeichnet das Auswerten öffentlicher Quellen und die Veröffentlichung der Funde und Recherchewege.
- Zu den wichtigsten OSINT-Methoden gehören die zeitliche und örtliche Einordnung von Fotos und Videos (Geolokalisierung, Chronologisierung).
- Mit ihren Analysen decken OSINT-Experten unbekannte Vorgänge auf und entlarven Fake News.
- Organisationen wie Bellingcat und Amnesty International veröffentlichen Recherchetipps und bieten OSINT-Webinare an.

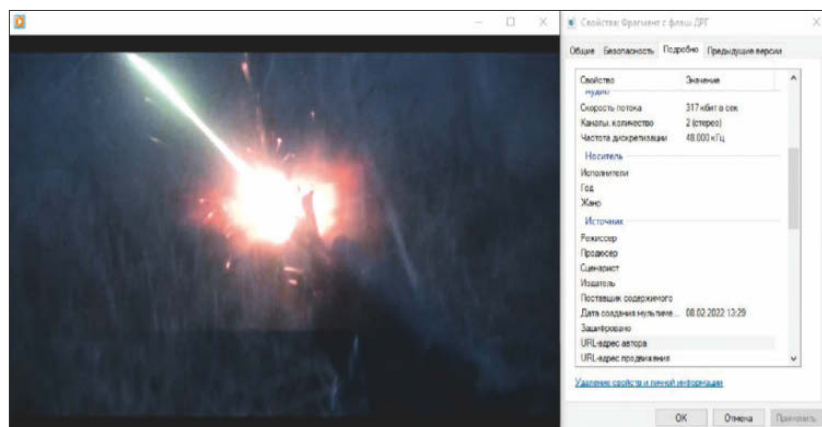
Dann beginnt die eigentliche Arbeit: Wo und wann wurden die Fotos und Videos tatsächlich aufgenommen? Und was ist auf ihnen wirklich zu sehen? Bei der Beantwortung dieser Fragen kommen immer wieder vier Methoden zum Einsatz: die Rückwärtssuche nach Bildern, die Analyse von Metadaten, die Geolokalisierung mithilfe von Karten und Satellitenaufnahmen sowie die tageszeitliche Einordnung durch die Analyse von Schatten.

Die Rückwärtssuche nach Bildern kann verraten, ob ein Foto wirklich das zeigt, was in der Beschreibung behauptet wird. Lädt man eine Bilddatei etwa bei Google hoch, sucht der Anbieter nach identischen und ähnlichen Aufnahmen. Manchmal reicht das schon aus, um festzustellen, dass ein Bild älter ist als angegeben und an einem anderen Ort aufgenommen wurde.

Die Rückwärtssuche kann aber auch dabei helfen, bislang unbekannte Personen, Objekte oder gar Landschaften zu identifizieren, die auf einem Foto zu sehen sind. In OSINT-Kreisen beliebt ist das Chrome-Plug-in „Fake news debunker by InVID & WeVerify“, das mit einem Klick Rückwärtsuchen bei diversen Suchmaschinen wie Google, Bing, Baidu und Yandex startet.

Verräterische Metadaten

Manchmal stecken auch in den Metadaten von Fotos und Videos interessante Erkenntnisse: Wenige Tage vor dem Überfall Russlands auf die Ukraine veröffentlichte die Miliz der separatistischen „Donezker



Dieses Video ostukrainischer Separatisten zeigt angeblich eine Sabotageaktion. Die Metadaten verraten jedoch, dass die Datei schon Tage vor dem angeblichen Datum erstellt wurde und mit der Tonspur eines YouTube-Videos kombiniert wurde.

Bit Depth	24
Matrix Structure	1 0 0 0 1 0 0 1
Media Header Version	0
Media Create Date	2022-02-08 10:29:30
Media Modify Date	2022-02-08 10:29:30
Media Time Scale	48000
Media Duration	0:01:25
Media Language Code	eng
Balance	0
Handler Type	Alias Data
Handler Description	Alias Data Handler
Audio Format	mp4a
Audio Channels	2
Audio Bits Per Sample	16
Start Timecode	00:01:01:09
Xmp Toolkit	Adobe XMP Core 5.6-c145 79.162860, 2018/04/19-01:08:43
Create Date	2022-02-08 13:29:29+03:00
Modify Date	2022-02-08 13:30:22+03:00

Pantry Ingredients From Part	time:28236418560000f25401600000d11379-91680000f2540160000000
Pantry Ingredients To Part	time:18787023360000f25401600000d11379-91680000f2540160000000
Pantry Ingredients File Path	M72AS LAW and APILAS live fire.mp4
Pantry Ingredients Mask Markers	None
Pantry Windows Atom Extension	.prproj

Bild: Twitter/@goldentach

Volksrepublik“ ein Video, das angeblich eine Sabotageaktion polnischsprachiger Söldner zeigte. Man habe die Aktion verteilt und das Video bei einem der Angreifer gefunden, behauptete die Miliz.

OSINT-Experten fanden jedoch schnell heraus, dass das Video schon einige Tage vor dem angeblichen Angriff erstellt worden war. Dafür genügte ein Blick in die Metadaten, die zum Beispiel von Videoschnittprogrammen und von Webdiensten wie Metadata2go.com angezeigt werden. Außerdem zeigten die Metadaten, dass die Separatisten das Video mit der Tonspur eines YouTube-Videos unterlegt hatten, das eine finnischen Militärübung im Jahr 2010 zeigt (siehe ct.de/y1xa). Die Miliz hatte also stümperhaft versucht, einen Vorwand für die russische Invasion zu fabrizieren.

Zugute kam den Rechercheuren, dass das Video auf Telegram veröffentlicht worden war: Die Plattform tilgt nicht immer alle Metadaten von Fotos und Videos. „Das ist ein Datenschutzrisiko für Nutzer, aber ein Segen für Rechercheure“, schreibt Bellingcat in einem aktuellen Blogeintrag. Außerdem lassen sich Telegram-Inhalte leicht archivieren, für den Fall, dass die Plattform oder der Urheber sie löscht – in der Telegram-Desktop-Anwendung genügen dafür zwei Klicks. Wer Videos etwa von YouTube herunterladen will, benötigt hingegen Tools wie youtube-dl.

Wo ...

Bei vielen Recherchen spielt Geolokalisierung eine zentrale Rolle, also die Feststellung, wo eine Aufnahme entstanden ist.

Dabei suchen OSINT-Experten nach markanten Merkmalen, etwa Gebäuden, Schildern oder Straßenverläufen, die sich mit anderen Quellen abgleichen lassen – etwa mit Karten, anderen Fotos und Satellitenaufnahmen.

Eine wichtige Rolle spielte die Geolokalisierung zum Beispiel bei der Aufklärung des schon erwähnten Abschusses von MH17 im Jahr 2014. Durch den Abgleich von Fotos mit älteren Google-Street-View-Aufnahmen konnten Bellingcat-Rechercheure den Weg des Buk-Raketenabwehrsystems von Russland bis zur Nähe der Abschussstelle engmaschig belegen.

Anfang 2021 geolokalisierten Rechercheure von Amnesty International ein Video eines Massakers an unbewaffneten Gefangenen in Äthiopien, obwohl darin keinerlei Gebäude zu sehen waren. Amnesty gelang es, unscheinbare Geländeformationen in 3D-Daten aus Google Earth und Satellitenaufnahmen wiederzufinden. So konnte die Organisation ihre Vorwürfe gegen äthiopische Regierungstruppen untermauern (siehe ct.de/y1xa).

... und wann?

Ähnlich wichtig ist die Chronologisierung, also die Feststellung, wann ein Foto oder Video aufgenommen wurde. Auch dabei helfen mit etwas Glück Satellitenbilder: In Google Earth Pro vergleicht man mit einem Schieberegler bequem Aufnahmen von verschiedenen Tagen und sieht, wie Umgebungen sich über die Zeit verändern. So konnte Bellingcat zum Beispiel nachweisen, dass ukrainische Buk-Systeme sich im Juli 2014 nicht an einem bestimmten Ort nahe der MH17-Absturzstelle auf-

gehalten hatten, wie das russische Verteidigungsministerium behauptet hatte – sondern einen Monat vorher.

Um die Uhrzeit einer Aufnahme zu bestimmen, erfassen OSINT-Experten die Länge eines darin sichtbaren Schattens im Vergleich zum zugehörigen Objekt. Die Webanwendung SunCalc (suncalc.org) berechnet anhand dieser Daten, zu welcher Uhrzeit dieses Objekt-Schatten-Verhältnis passt – vorausgesetzt, Ort und Datum sind bekannt. Ende 2021 wies Human Rights Watch unter anderem mithilfe von SunCalc den zeitlichen Ablauf der Ereignisse bei einem Massaker an Demonstranten

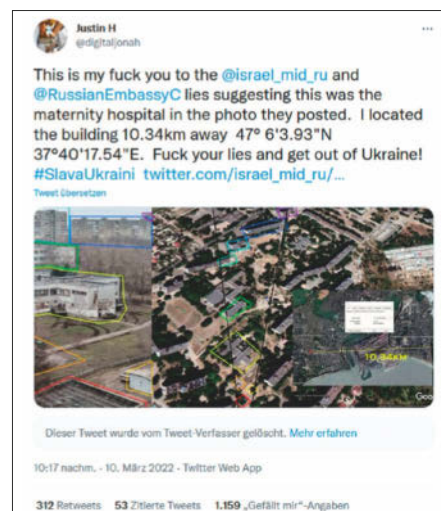


Bild: Twitter/@digitaljonah

Nach dem Bombenangriff auf eine Entbindungsklinik in Mariupol postete die russische Botschaft in Israel ein Foto, das angeblich ukrainisches Militär vor der Klinik zeigte. Durch Geolokalisierung ließ sich das schnell widerlegen.

mit mindestens 65 Toten in Myanmar nach (siehe ct.de/y1xa).

Halböffentliche Quellen

In manchen Fällen geben OSINT-Rechercheure sich nicht mit öffentlichen Quellen zufrieden. „Wir haben Verträge mit mehreren Anbietern von Satellitendaten, zum Beispiel Planet Labs, und kaufen nötigenfalls Bildmaterial ein“, sagt Gabriela Ivens von Human Rights Watch.

Auch Bellingcat ist Kunde bei Planet Labs und ließ im Herbst Follower darüber abstimmen, zu welchem Ort man ein Foto einkaufen sollte – die Mehrheit entschied sich für einen Flughafen in Libyen. Die Auflösung der Planet-Labs-Bilder liegt bei 50 Zentimetern. „Noch vor wenigen Jahren waren Satellitenbilder dieser Qualität für gemeinnützige Organisationen und unabhängige Rechercheure kaum verfügbar“, schreibt Bellingcat.

Da Firmen wie Planet Labs als vertrauenswürdig gelten und das Material meist gut überprüft werden kann, führt der Einkauf solcher Bilder in der OSINT-Community selten zu Diskussionen. Heikler ist der Einkauf aus anonymen Quellen: Bellingcat hat mehrfach über dubiose Mittelsmänner die Datenbanken russischer Fluglinien und Behörden angezapft, etwa zur Enttarnung der Spione, die Alexei Nawalny sowie Sergei Skripal und seine Tochter vergifteten. Auf Telegram gibt es sogar Bots, über die man Daten russischer Behörden kaufen kann.

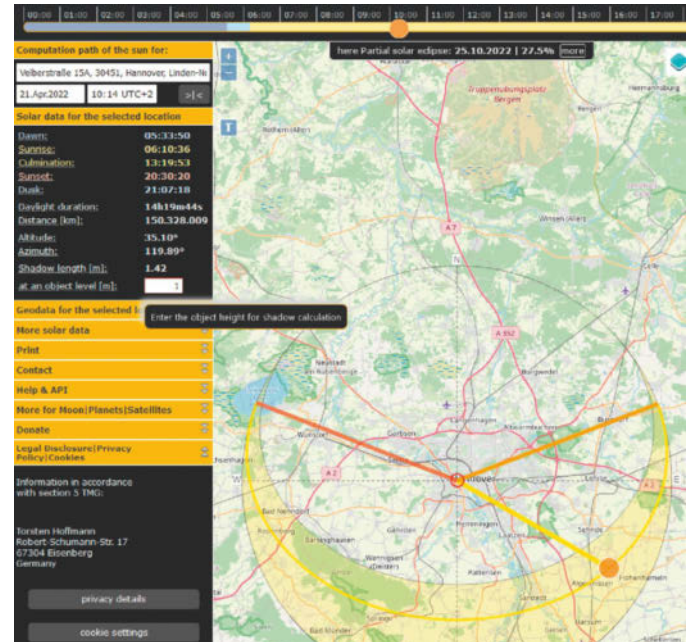
Bei Bellingcat wurden diese Datenbeschaffungen heftig debattiert, schreibt Higgins in seinem Buch. Alle Untersuchungen sollten auf offenen Quellen beruhen, aber in „sorgfältig beurteilten Einzelfällen“ gehe man darüber hinaus. Wichtig sei, das Material aus verdeckten Quellen besonders kritisch zu hinterfragen.

Mitmachen erwünscht

Die OSINT-Community legt viel Wert darauf, Anfänger in Recherchetechniken und beim Umgang mit Tools auszubilden – schließlich haben die meisten Experten von heute selbst erst vor ein paar Jahren als Quereinsteiger angefangen.

Bellingcat veröffentlicht nicht nur Recherchen, sondern auch Anleitungen. In einer gigantischen Google-Tabelle listet die Organisation außerdem Software-Tools und Webdienste auf, die für OSINT nützlich sein können (siehe ct.de/y1xa). Bellingcat bietet auch Online-Workshops an, die in der Regel allerdings über 800

Aus dem Verhältnis der Länge eines Schattens zum zugehörigen Objekt berechnet SunCalc die Uhrzeit. So lässt sich oft feststellen, wann ein Foto aufgenommen wurde.



Euro kosten. Ein kostenloses OSINT-Webinar für Einsteiger gibt es von Amnes-ty International (siehe ct.de/y1xa).

Außer um Tools und Tricks geht es in solchen Kursen auch um die Frage, wie man sich davor schützt, von brutalen Fotos und Videos aus Kriegsgebieten traumatisiert zu werden. Auch Standards im Umgang mit personenbezogenen Daten spielen eine wichtige Rolle. Was schiefgehen kann, wenn OSINT-Anfänger ihre Fähigkeiten überschätzen und Standards missachten, zeigten Reddit-Nutzer nach dem Anschlag auf den Bostoner Marathon 2013: Sie beschuldigten öffentlich zwei unbeteiligte Männer, das Attentat verübt zu haben.

Doch wer gründlich recherchiert, minutiös dokumentiert und jede Veröffentlichung sorgfältig abwägt, kann mit etwas Glück kleinere oder größere Mosaiksteine zur Wahrheitsfindung beitragen. Bellingcat bindet manchmal gezielt die Öffentlichkeit ein und lagert Aufgaben wie die Ortsbestimmung von Fotos an Twitter-Follower aus. Und jedermann kann komplette Recherchen bei der Plattform einreichen und zur Veröffentlichung vorschlagen. Zu tun gibt es – leider – mehr als genug.

(cwo@ct.de) **ct**

Beispiel-Recherchen, Tools: ct.de/y1xa

Wie unabhängig ist Bellingcat?

Russische Propagandisten werfen Bellingcat immer wieder vor, für die US- oder die britische Regierung zu arbeiten, weil sich ein Großteil der Recherchen um Verbrechen der russischen und der syrischen Regierung dreht. Eliot Higgins verteidigt diesen inhaltlichen Schwerpunkt in seinem Buch „We are Bellingcat“ mit der Aussage, dass die Regierungen in Syrien und Russland zu den „unehrlichsten und gewalttätigsten“ auf der Welt zählten. Er verweist darauf, dass Bellingcat auch den rechtswidrigen Einsatz von US-Waffen im Jemen und einen Bombenangriff der

US-Luftwaffe auf eine Moschee in Syrien aufgedeckt hat.

Betrieben wird die Rechercheplattform von einer niederländischen Stiftung. Diese nimmt laut eigener Aussage grundsätzlich keine Spenden von einzelnen Staaten an, aber von zwischenstaatlichen Organisationen wie der EU und den UN. Aktuell stamme ein Drittel der Bellingcat-Einnahmen aus Workshops, der Rest komme von Spendern. Zu den Geldgebern gehören demnach die EU und diverse private Stiftungen. In den Anfangstagen wurde Bellingcat laut Higgins auch von Google gefördert.

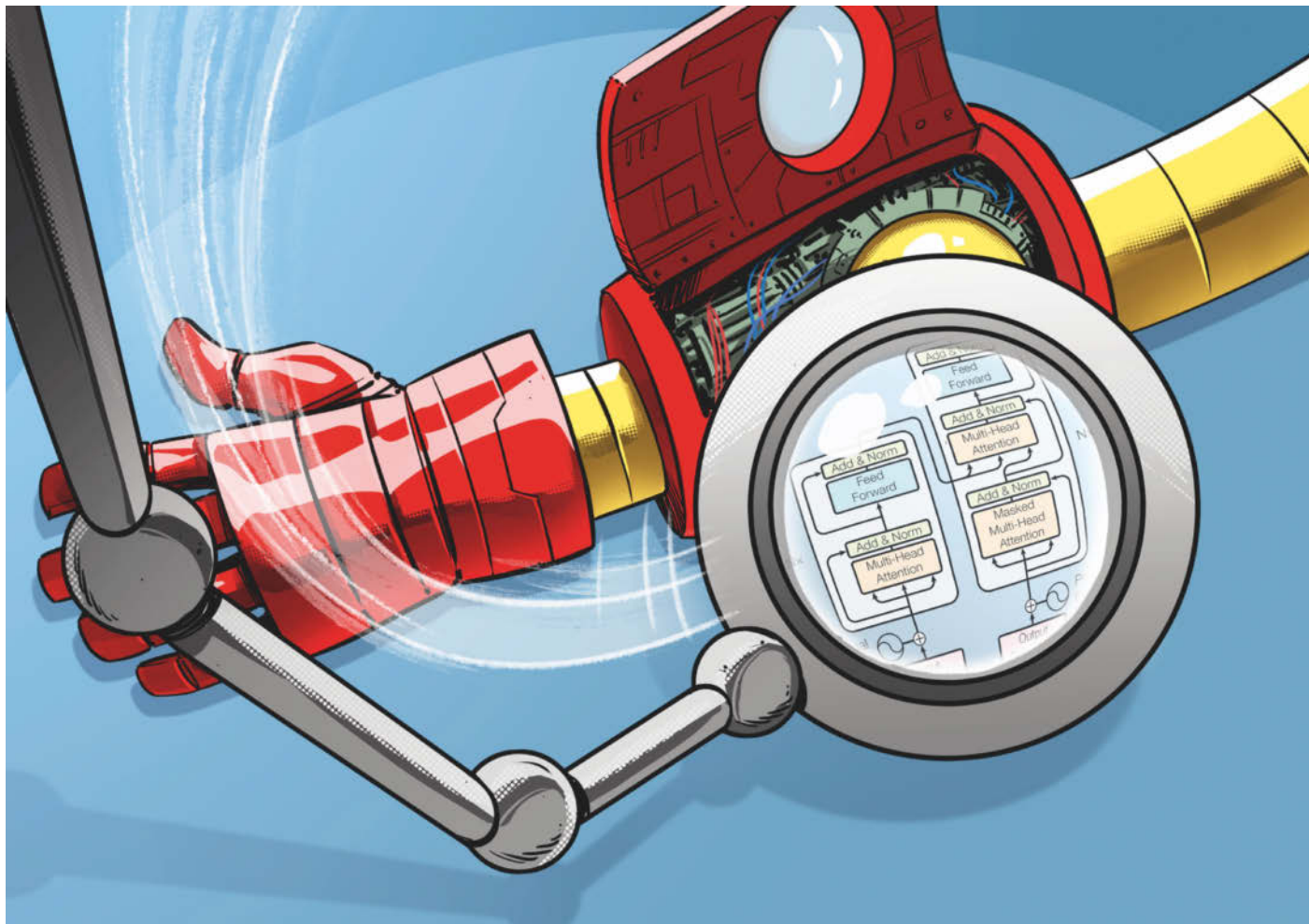


Bild: Albert Huim

Aufmerksamkeit reicht

So funktionieren Sprach-KIs vom Typ „Transformer“

Nicht jede KI wird schlauer, wenn man sie auf gigantische Ausmaße aufbläst – der Text-generator GPT-3 hingegen schon. Wir zeigen, wie die dahinter liegende Transformer-Technik funktioniert.

Von Pina Merkert

Transformieren meint ganz allgemein das Umwandeln von einem in etwas anderes. Im Kontext von KI bedeutet „Transformer“ eine ganz bestimmte Architektur für neuronale Netze, die in den letzten Jahren ganz groß herauskam, sowohl bezogen auf den Umfang als auch auf die Verbreitung der Sprachmodelle. Diese neuronalen Netze transformieren Sätze in Bedeutungssequenzen. Aus denen können Netze mit der

gleichen Struktur auch wieder Sätze berechnen.

Die 2017 von Google-Forschern vorgestellten Transformer lernen in ihrer

Trainingsphase nicht nur, wie sie die Daten verarbeiten, sondern auch, worauf sie ihre Aufmerksamkeit richten müs-

sen. Aufmerksamkeit und Datenverarbeitung stecken zusammen in Blöcken, die sich leicht zu tiefen Netzen stapeln lassen. Deswegen gelingt es, Transformer massiv

ct Hardcore

zu skalieren, beispielsweise zu riesigen Sprachmodellen wie GPT-3 von OpenAI mit 175 Milliarden Parametern. Den Konkurrenten BERT mit 110 Millionen Parametern kann man noch daheim auf einer dicken Grafikkarte trainieren, für GPT-3 braucht man ein Rechenzentrum und gute Nerven, wenn die Stromrechnung kommt.

Was GPT-3 kann und wie Sie es selbst nutzen, haben wir in [1] und [2] beschrieben. Dieser Artikel beleuchtet die Details, die Transformer zu so raffinierten Schreibern machen. Machen Sie sich allerdings auf einen wilden Ritt gefasst, denn Transformer nutzen nicht nur alle Tricks bekannter neuronaler Netze [3], sondern satteln noch mehrschichtig und mehrköpfig Aufmerksamkeit drauf. Wir versuchen dabei alle mathematischen Tricks zu nennen, um es Ihnen leichter zu machen, wenn Sie das Forschungspaper mit allen Formeln lesen wollen. Für die Einordnung am Ende des Artikels müssen Sie aber nicht jedes Detail komplett durchschaut haben, es reicht, wenn Sie hie und da ein Gefühl dafür bekommen, wie das System funktioniert. Denn auch die Erfinder der Transformer wissen nicht genau, welche Parameter an welcher Stelle was genau bewirken.

Sequenzen

Sätze bestehen aus Wörtern, Wortteilen oder Satzzeichen, die aneinandergereiht eine Kette bilden. Behördendeutsch zeigt, dass diese Ketten ganz schön lang werden können. Alle Sprachmodelle müssen solche Ketten mit variabler Länge einlesen. Wenn die KIs schreiben sollen, müssen sie auch Ketten erzeugen.

Die Bedeutung von Wörtern ist aber kontextabhängig. Je nachdem, ob der Satz „Ich möchte die Bank“ mit „streichen“ oder mit „überfallen“ endet, hat er eine komplett andere Bedeutung. Sprach-KIs verarbeiten daher schon seit vielen Jahren die komplette Sequenz an Eingaben, stellen sie intern als sogenannten „Latent Vector“ dar und berechnen aus diesem Vektor wieder die Ausgaben. OpenAI nennt diesen Vektor bei GPT-3 „Embedding“.

Embedding-Vektoren

Statt mit ganzen Wörtern arbeiten Sprach-KIs meist mit „Tokens“. Die repräsentieren ganze Wörter oder auch nur Wortteile, Satzzeichen sowie die Spezialsymbole „Ende“ und „Auslassung“. Jede Sprach-KI nutzt ihre eigene Liste aus einigen Tausend Tokens und bringt sie in ein einheit-

c't kompakt

- KIs mit Transformer-Architektur wie GPT-3 schreiben so gut, dass ihre Texte nur selten von den Werken echter Menschen zu unterscheiden sind.
- Transformer lernen, ihre eigene Aufmerksamkeit auf bestimmte Aspekte zu lenken. Dabei nutzen sie parallele Hardware effizient aus.
- GPT-3 wird mit beliebigen Texten aus den Weiten des Internets vor-trainiert, weshalb das Netz fast alles schon einmal gelesen hat.

liches Format. Damit muss sich die KI schon mal nicht mehr mit Buchstaben herumschlagen.

Neuronale Netze funktionieren am besten mit Eingabevektoren, wenn deren Werte zwischen 0 und 1 liegen. Zu solchen Vektoren kommt man mit einer Tabelle, die sich effizient als Matrix darstellen lässt. Die Werte in der Matrix initialisieren die Forscher mit Zufallszahlen, sodass

Vektoren zwischen Neuronenschichten

Neuronale Netze speichern die Aktivierungen einer Schicht Neuronen stets als Vektoren, bestehend aus Gleitkommazahlen. Feuert ein Neuron stärker, steht auch eine größere Zahl im Vektor.

Ein Neuron speichert in den Gewichten seiner Synapsen ein Muster. Je besser die Eingabedaten zu diesem Muster passen und je größer die absoluten Werte, desto stärker feuert das Neuron. Beliebige logische Zusammenhänge können die Neuronen nur dann berechnen, wenn eine nicht-lineare Aktivierungsfunktion wie $\max(0, x)$ (ReLU) auf das Ergebnis angewendet wird. In einem Programm berechnet man immer eine ganze Schicht Neuronen parallel, weil das darauf hinausläuft, einen Vektor mit einer Matrix zu multiplizieren – eine Rechenoperation mit guter Hardwarebeschleunigung.

Sieht man von der nachgeschalteten Aktivierungsfunktion ab, ist das eine lineare Transformation eines Eingabe-

vektors. Deswegen kann eine einzelne Neuronenschicht immer von einem Vektorraum in einen anderen übersetzen. Es geht dabei um mathematische Vektorräume, allerdings gehen KI-Forscher davon aus, dass diese eine bedeutungstragende Struktur haben, also ähnliche Vektoren auch etwas Ähnliches bedeuten. Informationen können in jedem der Vektorräume an anderer Stelle kodiert sein (die Bedeutung ist wegen der Initialisierung mit Zufallszahlen eigentlich immer unterschiedlich strukturiert). Das Netzwerk muss lernen, richtig zuzuordnen.

Latent Spaces

Das Training schreibt neuronalen Netzen fast nie vor, wo es zwischen seinen Schichten welche Information kodieren soll. Da die Synapsengewichte mit Zufallszahlen initialisiert werden, ergibt sich aus jeder Initialisierung jeweils irgendeine

neue Struktur der Latent-Spaces. Die Vektoren zwischen den Schichten desselben neuronalen Netzes lassen sich daher nicht miteinander vergleichen und ihre Bedeutung ist für Menschen nur schwer durchschaubar.

Ein Latent Space bezeichnet den Raum aller möglichen Vektoren. Diese Vektorräume bekommen bei erfolgreichem Training eine sinnvolle Struktur. Ähnliche Eingaben berechnet die Neuronenschicht dann beispielsweise zu Vektoren, die im Latent Space nah beieinander liegen.

Zwingt man Latent Spaces eine gemeinsame Struktur auf, werden neuronale Netze kompatibel zueinander. Ein Trick, den Deep Fakes ausnutzen, um Gesichter in Bildern auszutauschen [8]. Der Zwang erschwert das Training aber zumindest ein bisschen, weshalb KI-Forscher nur ungern eine Struktur für die Latent Spaces vorgeben.

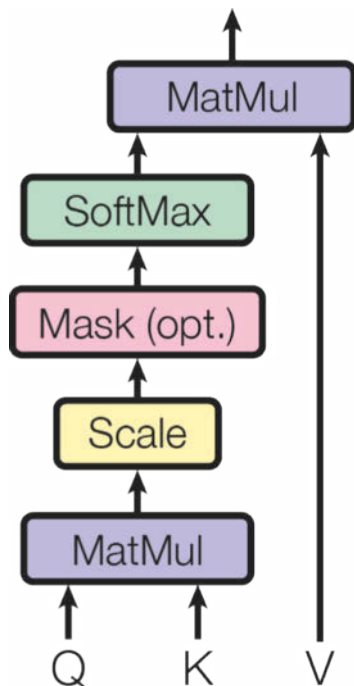


Bild: Ashish Vaswani et al. [7]

Der „Scaled-Dot-Product“-Aufmerksamkeitsmechanismus lernt eine Matrix K , die er mit den Eingabevektoren Q multipliziert (MatMul) und danach mit der Softmax-Funktion ins Format einer Wahrscheinlichkeitsverteilung bringt. Heraus kommt je ein Wert zwischen 0 (ignorieren) und 1 (volle Aufmerksamkeit), mit dem das Netz jeden Eingabevektor V aus der Sequenz multipliziert.

jedes Wort einen anderen Vektor bekommt. Zufällige Vektoren sind aber nicht gut darin, die Bedeutung von Wörtern darzustellen. Deswegen lassen die Forscher die Werte in kleinen Schritten mit dem gleichen Gradientenabstiegsalgorithmus anpassen, der auch die Parameter der neuronalen Netze trainiert. In vielen Trainingsschritten bilden sich dann bedeutungsvolle Vektoren heraus. Man kann Embedding-Vektoren und die Synapsengewichte (auch „Parameter“ genannt, siehe [3]) des neuronalen Netzes sogar gemeinsam trainieren.

Die gelernten Vektoren für jedes Wort bezeichnet man normalerweise als „Word Embeddings“. Achtung, es besteht Verwechslungsgefahr mit OpenAIs „Embedding“ zwischen Encoder und Decoder (dazu später mehr). Das sind zwar auch Vektoren, aber an anderer Stelle im Netzwerk. Word Embeddings können Sie selbst recht schnell trainieren (siehe [4]) und sie kodieren schon einen guten Teil der Bedeutung der Wörter.

Nach dem Multiplizieren der Tokens mit der großen Embedding-Matrix besteht die Herausforderung für Sprachmodelle also darin, die Bedeutung der Wörter an den Kontext des Satzes anzupassen und im Latent-Vektor so zu kodieren, dass sich aus dem wieder ein sinnvoller Satz erzeugen lässt.

Langes Kurzzeitgedächtnis

Über viele Jahre waren rekurrente neuronale Netze das Mittel der Wahl, um Sequenzdaten zu verarbeiten. Diese Netze verarbeiten jedes Token einzeln, heben sich aber Informationen zum Kontext auf, die sie beim nächsten Token benutzen können.

Implementiert man das genau so wie im vorherigen Absatz beschrieben, bekommt man das Vanishing-Gradient-Problem, das verhindert, dass simple rekurrente Netze Informationen verarbeiten können, die mehr als drei oder vier Tokens zurückliegen. Abhilfe schafft das Long-Short-Term-Memory (LSTM), ein Netz, das für jedes Neuron entscheiden kann, ob es Kontextinformationen behält oder überschreibt. Mit dieser Architektur lassen sich schon nützliche Sprachmodelle trainieren [5]; die Technik steckt bis heute in Google Translate.

LSTMs haben aber zwei Probleme: Zum einen vergessen sie immer noch zu oft Informationen, die sie gebraucht hätten. Beispielsweise haben sie typische Probleme mit deutschen Sätzen, bei denen Subjekt und Verb weit auseinanderliegen. Zum anderen bauen die Berechnungen aufeinander auf, weshalb sich die Netze nur schlecht parallelisieren lassen. Wegen des großen Erfolgs von Convolutional Networks bei der Bilderkennung gibt es zwar jede Menge hochparallele KI-Chips und GPU-Architekturen, doch LSTMs nutzen diese nur ungenügend aus.

Convolutional Networks

Stapelt man Convolutional Layer raffiniert übereinander, lassen sich damit auch Sprachsequenzen mit fester Länge verarbeiten. Die Convolutional Networks nutzen hochparallele Hardware viel besser aus, weshalb sie sich leichter skalieren lassen. Und da viele simulierte Neuronen meist helfen, bessere Ergebnisse zu erzielen, konnten die Netze teilweise bessere Ergebnisse als LSTMs liefern. Die Übersetzungs-KI von DeepL [6] nutzt diese Technik.

Wie weit Informationen in so einem Convolutional Network fließen müssen, um zwei Wörter zueinander in einen Kontext zu setzen, ist aber stark von der Architektur abhängig. Ist der Abstand zweier Wörter im Satz größer, ist meist auch der Informationsfluss im Netzwerk länger. Deswegen tut sich das Netzwerk bei manchen Sätzen im Training viel schwerer als bei Sätzen mit kurzen Wortabständen. Das verlängert nicht nur die Trainingszeit, es kann auch dazu führen, dass mehrere Neuronen an unterschiedlichen Stellen die gleiche Aufgabe übernehmen müssen.

Aufmerksamkeit

Für die 2017 entwickelten Transformer [7] kombinierten Google-Forscher die beiden Ideen: Damit das Netz parallel rechnen kann, nutzten sie eine feste Länge der Token-Sequenz. Statt die Beziehung der Wörter zueinander mehr oder weniger fest in die Struktur des Netzwerks zu gießen, ließen sie dem Netz aber ähnlich wie beim LSTM die Wahl, welche Informationen zu anderen Wörtern im Satz es nutzen möchte.

Das Zauberwort lautet bei Transformern „Attention“, also Aufmerksamkeit. Die Idee ist, dass das Netz für jedes Token entscheiden kann, wie stark es sich durch alle anderen Tokens beeinflussen lässt. Beeinflussen heißt hier, dass der Transformer für jedes andere Token einen Faktor zwischen 0 und 1 berechnet. Den Vektor des Tokens multipliziert er mit diesem Faktor und addiert das Ergebnis zum bisherigen Wert. Zu Beginn des Trainings liegt die Aufmerksamkeit ein bisschen auf allen Tokens, allerdings mit zufälligen Unterschieden an verschiedenen Stellen im Netz. Mit fortschreitendem Training lernt das Netz seine Aufmerksamkeit gezielter auszurichten.

Dabei kommen Vektoren heraus, die gegenüber den Word-Embedding-Vektoren in Richtung der Bedeutung der restlichen Tokens verschoben sind. Diese Vektoren lassen sich nicht direkt mit den ursprünglichen Word-Embedding-Vektoren vergleichen, weshalb jede Transformer-Schicht ein kleines neuronales Netz aus einer simplen, voll verbundenen Schicht enthält. Die übersetzt die verschobenen Vektoren in neue Vektoren, wie sie hinter der Transformer-Schicht gebraucht werden.

Mehrköpfige Aufmerksamkeit

Googles Transformer-Erfinder beschreiben die skalierte Vektorprodukt-Aufmerk-

samkeit („Scaled Dot-Product Attention“) der Transformer als ein Verfahren, um für eine Suchanfrage (Query) und einen Schlüssel (Key) einen Aufmerksamkeitsfaktor in einer Tabelle nachzuschauen. Da die Tabelle aus gelernten Faktoren besteht, kann man sich den Mechanismus aber auch als einschichtiges neuronales Netz ohne Aktivierungsfunktion vorstellen. Danach werden die Aktivierungen von K aber mit den Aktivierungen von Q multipliziert, sodass ein Wert pro Token herauskommt und nicht nur eine Summe (für die Details siehe [6]).

Genau wie einzelne Neuronen in neuronalen Netzen einzelne Aufgaben übernehmen, lenkt eine Attention-Matrix die Aufmerksamkeit einer Scaled Dot-Product Attention auf einen einzelnen Aspekt. Um gleichzeitig mehrere Aspekte berücksichtigen zu können, haben die Google-Forscher den Aufmerksamkeitsblock mehrfach kopiert (acht Mal laut Original-Paper) und die Ausgaben zu einem langen Vektor hintereinander gehängt. Da hinter diesem mehrköpfigen Aufmerksamkeitsblock ohnehin noch ein einlagiges neuronales Netz hängt, kann das die verschiedenen Aspekte in einen Vektor mit der gleichen Breite wie die Eingaben zusammenfassen.

Stapelbare Transformer-Schichten

Durch die Kombination aus mehrköpfigem Aufmerksamkeitssystem („Attention Heads“) und einem Mininetz zur Zusammenfassung entstehen Blöcke, die gleich breite Vektoren für Ein- und Ausgabe benutzen. Solche Blöcke lassen sich wie die Schichten eines ganz normalen neuronalen Netzes übereinanderstapeln. Die Idee solcher Stapel ist immer, dass jede Schicht die Informationen ein bisschen mehr abstrahiert. In Bezug auf Sprache würden die Vektoren hinter den Schichten immer weniger die Worte und immer mehr die Bedeutung im Zusammenhang des Satzes wiedergeben.

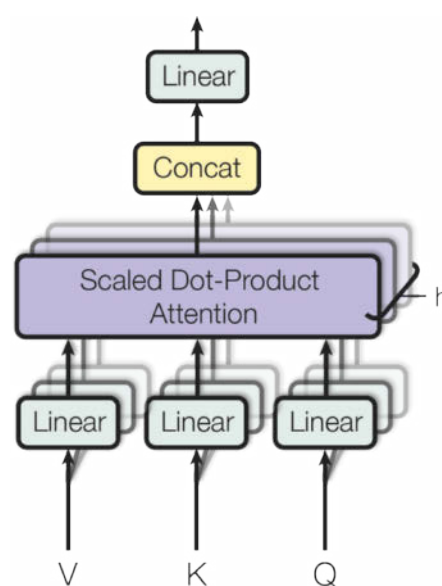
Auch wenn die Vektoren vor und hinter einer Transformer-Schicht gleich breit sind, lassen sie sich nicht direkt vergleichen. Jede Schicht nutzt gewissermaßen ihre eigene „Sprache“, eine eigene Struktur, welche Regionen ähnlicher Vektoren für eine ähnliche Bedeutung stehen. Der Vektorraum der Ausgaben einer Schicht wird oft als „Latent Space“ bezeichnet und er folgt jeweils eigenen Regeln, die sich während des Trainings ergeben. In erster

Linie übersetzt eine Schicht von einem Latent Space in einen anderen. Dabei kann die Schicht im Idealfall auch Bedeutung abstrahieren, ob das wirklich passiert, erkennt man aber erst daran, wie gut das Netz insgesamt funktioniert.

Der Original-Transformer nutzt sechs Schichten, um die Bedeutung des Eingabesatzes zu kodieren. Hinter der sechsten Schicht fällt ein Latent Vector für jedes Wort aus dem Netz. Der Transformer-Stapel modifiziert und übersetzt also die Embedding-Vektoren, es kommt dabei aber eine gleich große Matrix heraus. Es gibt weiter einen Vektor pro Token.

Schreiben lernen

Zum Schreiben nutzen Transformer im Prinzip die gleichen Bausteine, das Aufmerksamkeitssystem wird aber zweimal hintereinander benutzt. Zuerst wenden die Transformer-Blöcke im Decoder die Aufmerksamkeit auf die bereits geschriebenen Tokens an. Dabei sorgt eine hard-kodierte Maske (ohne lernbare Parameter) dafür, dass sich die Aufmerksamkeit nur auf schon existierende Tokens richten kann. Zu Beginn kommt automatisch ein Vektor aus Nullen heraus. Danach benutzen die schreibenden Transformer-Blöcke das Aufmerksamkeitssystem ein zweites Mal, um die Latent-Vektoren aus dem Encoder gewichtet zu addieren. Wie



Eine Scaled-Dot-Product-Attention lenkt ihre Aufmerksamkeit nur auf einen Aspekt. Transformer nutzen daher mehrere Aufmerksamkeits-„Köpfe“ parallel, die je auf einen Aspekt achten.

bei den Encoder-Blöcken übersetzt ein Mininetz die Ausgaben der Attention Heads in Vektoren für den nächsten Latent Space.

Beim Original-Transformer-Netz stapeln sich wieder sechs Schichten aus Ausgabe-Transformern. Die Vektoren im allerletzten Latent Space dienen dann einer einzelnen, voll verbundenen Neuronenschicht als Eingabe. Diese Schicht hat ein Neuron für jedes mögliche Token, das trainiert wird, und die Aufgabe umso stärker zu feuern, je besser das Token an diese Stelle passt. Dahinter normalisiert nur noch ein Softmax-Layer die Aktivierungen, damit sich mit dem Ergebnis wie mit einer Wahrscheinlichkeitsverteilung rechnen lässt.

Zum Schreiben wählt man entweder das wahrscheinlichste Wort aus der Verteilung oder man sampelt anhand der Wahrscheinlichkeiten – gern auch modifiziert um einen Temperatur-Wert –, um die unwahrscheinlichen Tokens besonders selten zu wählen.

Warum so und nicht anders?

Diese Transformer-Struktur erweist sich bei Sprachmodellen, aber auch bei anderen sequenziellen Datensätzen und für die Kombination zwischen Bilderkennung und Sprachverarbeitung als sehr erfolgreich. Der Erfolg bei der Sprachverarbeitung ist vermutlich vor allem auf die Flexibilität des Aufmerksamkeitssystems zurückzuführen. LSTMs und Convolutional Networks hatten Probleme mit dem Informationsfluss zwischen den Wörtern, weshalb sie die Bedeutung des Kontexts nicht so direkt erlernen konnten wie die Transformer.

Transformer wenden auch mit jeder Schicht den Aufmerksamkeitsmechanismus auf sich selbst an. Dabei können sie auf jeder Schicht einen eigenen Satz an Kriterien erlernen, die die Attention Heads herauspicken. Wenn das Training funktioniert, steht jeweils ein Bereich in den Vektorräumen für eine Bedeutung und die Aufmerksamkeit stellt nur die relevanten Verbindungen dazwischen her. Das macht die Architektur sehr wandlungsfähig. Da Transformer Ende-zu-Ende-trainiert werden, können sie diese Wandlungsfähigkeit auch nutzen, um sich ganz an den Datensatz anzupassen. Ob sie funktionieren, entscheidet sich aber auch erst beim Training. Beispielsweise sind sie wie viele andere Architekturen anfällig für Overfitting, weshalb schon das Original-Paper auf

Bild: Ashish Vaswani et al. [7]

große Datensätze und Dropout (Nullen eines Teils der Daten und Neuronenaktivierungen während des Trainings) setzen musste.

Aufmerksamkeit und besonders „Self Attention“ (interne Aufmerksamkeit) scheinen sehr effektive Strategien zu sein, um den Informationsfluss im Netz so zu steuern, dass er zum Problem passt. Es

sind aber durchaus andere Architekturen denkbar, die ihre Aufmerksamkeit vergleichbar effektiv ausrichten. Aufmerksamkeit gleich mehrköpfig auszurichten, ähnelt auch Ideen aus neuronalen Netzen, die Objekte separieren. Möglicherweise ist der in Transformern umgesetzte Ansatz also nur der erste, bereits nützliche Schritt in Richtung eines noch umfassenderen

Systems für intelligente Informationsverarbeitung [9].

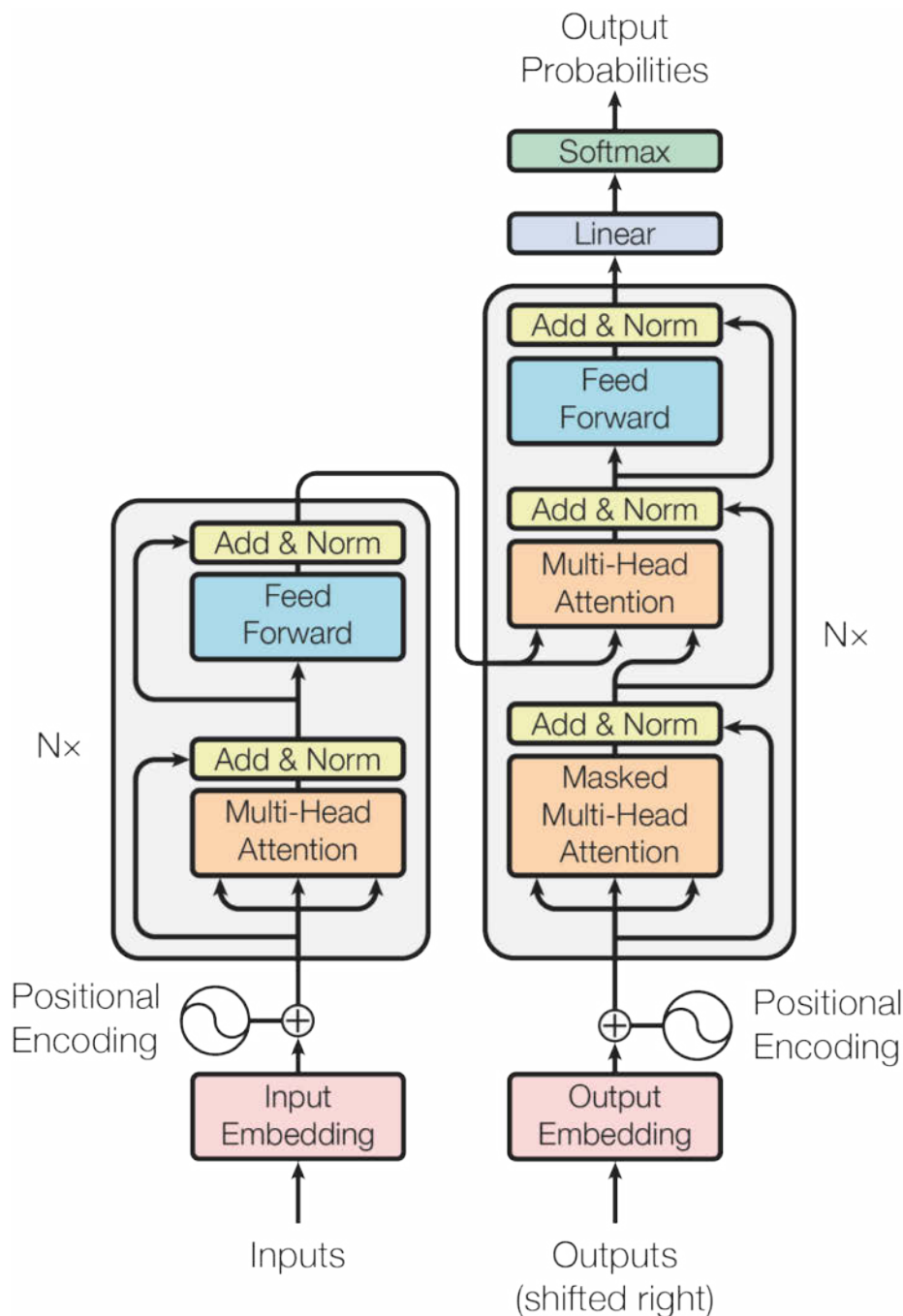
Die Architektur von GPT-3

Die Idee hinter Generative Pretrained Transformer (GPT) ist, dass sich Transformer auch mit der einfachen Aufgabe trainieren lassen, beliebige Texte weiter zu schreiben. Für diese Aufgabe kann man die Netze nämlich einfach mit beliebigen Texten aus dem Internet trainieren. Es steht also ein gigantischer Datensatz zur Verfügung, dessen schiere Größe gegen Overfitting hilft. Außerdem ist die Wahrscheinlichkeit gering, dass ein Eingabetext keinem Text aus den Trainingsdaten ähnelt. Ein Netzwerk, das alles schon einmal gesehen hat, muss nicht von sich aus verallgemeinern können.

Das Training auf beliebigen Texten ist das Pretraining, also das P aus dem Namen. Das so vortrainierte Netz wird nämlich danach noch einmal für kurze Zeit mit einem kuratierten Datensatz nachtrainiert. Dafür reichen meist drei Epochen an Training, eine Sparsamkeit, die angesichts der Größe der Netze bitter nötig ist. Beim Nachtrainieren werden die Netze zu Spezialisten für ein bestimmtes Problem wie Übersetzung, Beantworten von Fragen, Hate-Speech-Erkennung et cetera.

An der Architektur der Original-Transformer hat OpenAI nur wenig geändert. Die Gaussian Error Linear Unit GELU ersetzt die Rectified Linear Unit ReLU als Aktivierungsfunktion (eine unwesentliche Änderung, die vermutlich das Training mit sehr kleinen Gradienten erleichtert, wie sie bei seltenen Beispielen in den Trainingsdaten vorkommen). Ursprünglich haben die Entwickler in ihr erstes Modell GPT-1 einen Decoder aus zwölf Schichten eingebaut, die Latent-Vektoren haben 3072 Dimensionen, die Sequenzen bestehen aus maximal 512 Tokens. GPT-2 skaliert auf maximal 48 Schichten und Sequenzen aus 1024 Tokens. GPT-3 schließlich hat insgesamt 96 Schichten, 12.288-dimensionale Latent-Vektoren, 96 Attention Heads mit je 128 Dimensionen und verarbeitet Sequenzen aus 2048 Tokens. Das läuft auf ein Netzwerk mit insgesamt 175 Milliarden Parameter hinaus. Im Prinzip hat OpenAI Transformer nur mit minimalen Anpassungen skaliert, in der Hoffnung, allein durch Größe bessere Ergebnisse zu erzielen.

Seine enorme Größe kann GPT-3 nur durch den gigantischen Datensatz beim



Transformer stapeln mehrere gleichartige Schichten mit jeweils eigener Aufmerksamkeit übereinander. Im Original 6 zum Lesen (Encoder) und 6 zum Schreiben (Decoder). Die Schichten zum Schreiben nutzen die Multi-Head-Attention zweimal hintereinander, einmal für den schon geschriebenen Text (mit Maske) und einmal für die Vektoren im Latent-Space zwischen Encoder und Decoder.

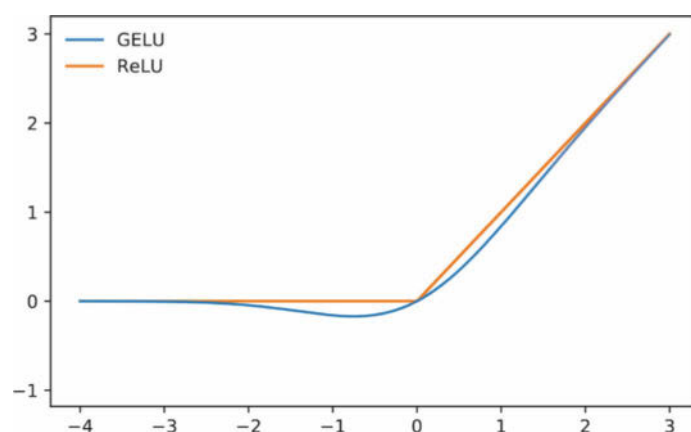
Bild: Ashish Vaswani et al. [7]

Pretraining ausnutzen. Wäre der Datensatz normal groß, käme es zu Overfitting und der größte Teil des Netzes würde keinen positiven Beitrag mehr leisten. Ein Datensatz dieser Größe lässt sich aber nicht mehr auf Biases prüfen. Deswegen finden sich bestehende gesellschaftliche Vorurteile in den von GPT-3 geschriebenen Texten wieder, die sich auch leicht herauskitzeln lassen. Beginnt man einen Text im passenden Stil, lässt sich GPT-3 zu Hassrede gegen Muslime hinreißen, es ergänzt sexistische Aussagen und wiederholt Verschwörungsmythen. Diese Effekte lassen sich nicht allein durchs Nachtrainieren mit einem ausgewogenen Datensatz ausgleichen.

Was versteht GPT-3?

GPT-3 und andere Transformer haben keinen Mechanismus, der ein Verständnis von Text im menschlichen Sinne sicherstellen würde. Die vielen Schichten und trainierten Aufmerksamkeitsköpfe lassen aber zu, dass sich etwas Ähnliches wie Ver-

Die Aktivierungsfunktion ReLU ist zwar einfach und schnell, der Knick am Nullpunkt kann den Trainingsalgorithmus aber in die Irre führen. Die GELU vermeidet den Knick, was beim Training mit sehr kleinen Gradienten helfen kann.



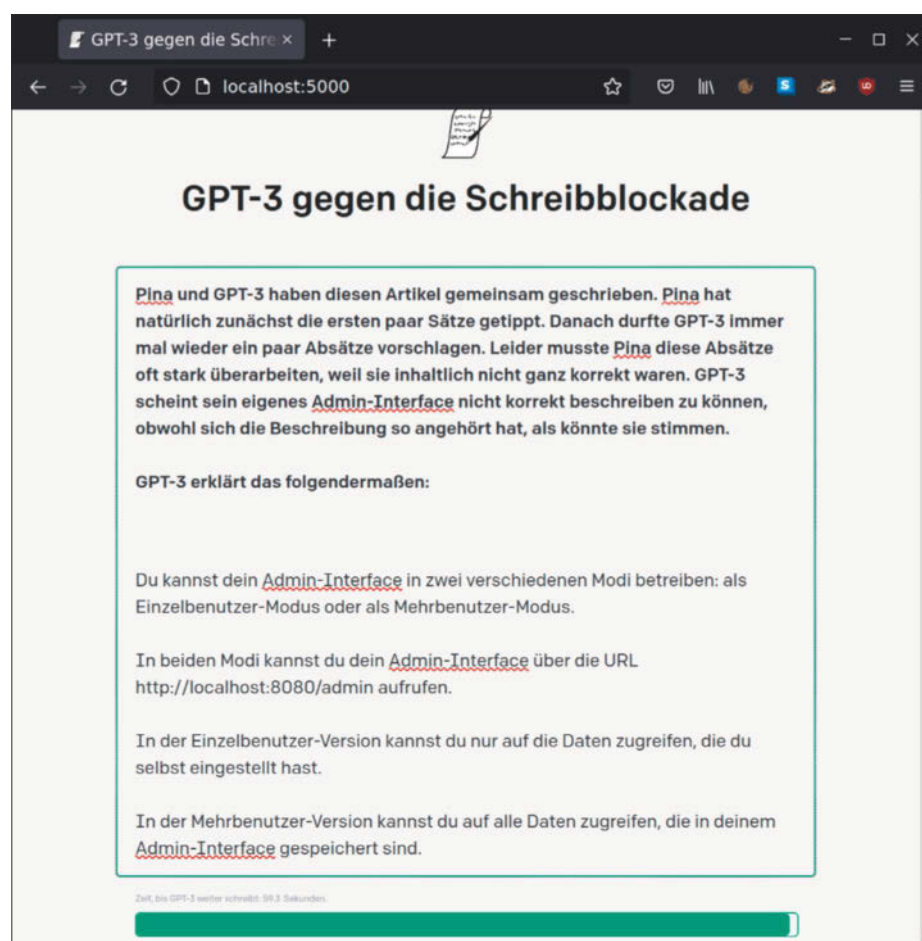
ständnis während des Trainings ergibt. Ob das bei GPT-3 geklappt hat, ist Gegenstand hitziger Diskussionen unter KI-Forschern.

Transformer lernen eindeutig syntaktische Strukturen menschlicher Sprache, da sie ab einer gewissen Größe grammatikalisch einwandfreie Sätze produzieren. Thematisch ähnliche Texte haben auch im

Latent Space zwischen Encoder und Decoder nah beieinanderliegende Vektoren. Das zeigt, dass Transformer auch den Satzinhalt kodieren können.

Zum Teil lassen sich die guten Ergebnisse aber auch auf den umfassenden Datensatz zurückführen. Mit oberflächlich statistischem Zuordnen zwischen kodierten Beispielen aus den Daten lassen sich viele scheinbar intelligente Transformer-Schriften erklären.

Letztlich berührt die Diskussion ein philosophisches Thema: Bei der Kritik, dass neuronale Netze statt zu denken nur automatische Statistiken berechnen, stellt sich nämlich die Frage, ob das, was Menschen als „Denken“ bezeichnen, wirklich fundamental anders ist. (pmk@ct.de)



GPT-3 schreibt grammatikalisch einwandfrei. Der Inhalt ist manchmal sinnvoll, manchmal dreist gelogen und oft eher absurd als nützlich.

Literatur

- [1] Dirk Hecker und Gerhard Paaß, Sprachversteh, GPT-3 & Co. texten überzeugend, aber nicht faktenreu, c't 9/2022, S. 64
- [2] Pina Merkert und GPT-3, KI-Co-Autor, So nutzen Sie GPT-3 in eigenen Programmen, c't 9/2022, S. 68
- [3] Andrea Trinkwalder, Netzgespinste, Die Mathematik neuronaler Netze: einfache Mechanismen, komplexe Konstruktion, c't 6/2016, S. 130
- [4] Sebastian Stabinger, Putin – KGB + NSA = Obama, Word2Vec berechnet Bedeutung, c't 15/2018, S. 182
- [5] Sebastian Stabinger, Langes Kurzzeitgedächtnis, Mit rekurrenten neuronalen Netzen Texte verschlagworten, c't 19/2017, S. 170
- [6] Gerald Himmelein, Die smarte Wortfabrik, Online-Dolmetscher im Vergleich: Wo DeepL punktet, c't 25/2019, S. 138
- [7] Ashish Vaswani et al., Attention Is All You Need, NIPS 2017: <https://arxiv.org/pdf/1706.03762.pdf>
- [8] Pina Merkert, Gesichtertausch, Wie man Video-Fakes erkennt und selbst berechnet, c't 8/2018, S. 104
- [9] Pina Merkert, Statistik ist nicht Denken, Wie sich künstliche Intelligenz von menschlicher unterscheidet, c't 24/2018, S. 134

Paper und Blogs mit mehr Details:
ct.de/yxbt

Schnelle SD-Karten

Die Technik hinter SD Express

Speicherkarten nach dem SD-Express-Standard sind rasend schnell, sehen aber aus wie übliche SD-Karten und funktionieren auch in älteren Kartenlesern. Wir erklären die Besonderheiten und zeigen, woran man sie erkennt.

Von Lutz Labs

Wer den Speicher seines Smartphones erweitern will, greift zu einer MicroSD-Karte – genauso wie die Millionen Menschen, die einen Raspberry Pi betreiben oder eine Action-Kamera. Fotografen nutzen meistens die größere Version, die „normalgroße“ SD-Karte. SD – die Abkürzung steht für Secure Digital – hat sich zum Standard im Massenmarkt entwickelt, andere Speicherkartenformate wie CF sind praktisch ausgestorben.

Schnelle SD-Karten liefern mittlerweile Datentransferraten von mehr als 300 MByte/s, doch für einige Anwendungen reicht das nicht aus. Daher setzen die Hüter des SD-Standards bei den nun SD Express genannten Karten auf PCI Express (PCIe) zur Verbindung zwischen Host und Karte und steigern die Geschwindigkeit auf zunächst maximal 985 MByte/s.

SD Express

SD Express wurde bereits 2019 mit der Version 7.0 des SD-Standards verabschiedet, kurz darauf folgte Version 7.1, welche die Anbindung per PCIe auf die kleineren MicroSD-Karten übertrug. Doch erst Anfang 2022 konnten wir die erste SD-Express-Karte testen [1], MicroSD-Karten mit PCIe sind noch nicht verfügbar.

Zur Übertragung nutzen die Express-Karten eine zweite Anschlussreihe auf der Unterseite. Die ursprüngliche Kontaktreihe dient der Kompatibilität zu älteren

Kartenlesern; darüber kommt jedoch nur eine Verbindung nach dem UHS-I-Standard mit maximal 104 MByte/s zustande.

Die zweite Reihe mag einigen bekannt vorkommen: Sie kam bereits bei der UHS-II-Schnittstelle zum Einsatz, und zwar sowohl bei SD- als auch bei MicroSD-Karten. UHS-II arbeitet mit einer Schnittstellengeschwindigkeit von 312 MByte/s, dem Dreifachen von UHS-I, ist jedoch nur in wenigen hochwertigen Kameras und Camcordern verbreitet.

Obwohl die Erweiterungen für UHS-II und SD Express einander ähneln, arbeiten sie elektrisch völlig unterschiedlich. Eine SD-Express-Karte liefert in einem UHS-II-Kartenleser deshalb nur UHS-I-Geschwindigkeit, genauso wie andersherum. Sollte der Kartenleser nicht einmal UHS-I beherrschen, sondern bloß „Normal Speed“ oder „High Speed“, sinkt die Übertragungsgeschwindigkeit auf maximal 12,5 beziehungsweise 25 MByte/s – aber solche Kartenleser dürften mittlerweile selten sein.

Noch sind SD-Express-Karten nur von Adata und Delock auf dem Markt, beide wahlweise mit 256 und 512 GByte Speicherplatz. Ebenso klein ist die Anzahl der verfügbaren USB-Kartenleser; bislang haben wir nur ein sehr wackelig funktionierendes Modell von Maiwo [2] sowie ein in ein MSI-Notebook integriertes Modell gefunden.

Verdoppelt und vervierfacht

Version 8.0 der SD-Spezifikation steigert die Schnittstellengeschwindigkeit noch einmal kräftig. Dazu sieht die SD Association drei Möglichkeiten vor: Knapp 2 GByte/s sollen mit einer PCIe-4.0-Lane oder zwei PCIe-3.0-Lanes drin sein, für knapp 4 GByte/s braucht man dann zwei PCIe-4.0-Lanes. SD-Karten, die zwei PCIe-Lanes nutzen, sind an einer dritten Pin-Reihe auf der Unterseite zu erkennen. MicroSD-Karten werden in der Version 8.0 bislang nicht erwähnt.

Zur Kennzeichnung der schnellen Karten dient das Kürzel EX, auch der Auf-

druck EXPRESS ist erlaubt. Für die kommenden unterschiedlichen Geschwindigkeitsklassen der PCIe-Anbindung gibt es jedoch keine gesonderten Logos.

DDR208

Die SD Association hatte auch die Version UHS-III verabschiedet, die die Schnittstellengeschwindigkeit auf 624 MByte/s steigert. Doch mit dem Umschwung auf PCIe verfolgt man dort UHS-III nicht mehr weiter, auf der Website der Organisation ist kaum noch etwas darüber zu erfahren.

Noch weniger erfährt man bei der SD Association über den Standard DDR208. Dieser wurde vor einigen Jahren von SanDisk definiert und offengelegt. Einige andere Hersteller haben ihn übernommen, nicht aber die SD Association.

DDR208 verdoppelt die Schnittstellengeschwindigkeit von UHS-I, indem es pro Takt 2 statt 1 Bit überträgt. In der Praxis erreichen solche Karten dann fast 180 MByte/s [3]. Dazu benötigen sie ebenfalls spezielle Kartenleser – und da es hier keinen Standard gibt, sondern jeder Hersteller sein eigenes Süppchen kocht, harmonisiert nicht jede Karte mit einem Kartenleser eines anderen Herstellers. In solchen Fällen schalten die Karten den schnellen DDR208-Modus nicht ein und verbinden sich mit maximal 104 MByte/s mit dem Host-PC.

Mehr Kapazität

Mit Version 7.0 führte die SD Association auch eine neue Kapazitätsklasse ein: SDUC, SD Ultra Capacity. Die zuvor höchste Kapazitätsklasse SDXC, eXtended Capacity, endet mit 2 TByte – SDUC ist bis zu 128 TByte spezifiziert. Dennoch gilt: Aktuell ist jede SD- oder MicroSD-Karte mit angeblich mehr als 1 TByte eine Fälschung; eine 1-TByte-MicroSD-Karte kostet mindestens 140 Euro, eine SD-Karte sogar mehr als 200 Euro. Vertrauen Sie beim Kauf also dem gesunden Menschenverstand, denn vor allem im Onlinehandel wimmelt es von Fälschungen.

(ll@ct.de) 

Literatur

- [1] Lutz Labs, SD auf Speed, Adata Premier Extreme: Erste SD-Express-Speicherkarte ist flotter als SATA, c't 6/2022, S. 76
- [2] Lutz Labs, Dock-Sammlung, c't 7/2022, S. 76
- [3] Lutz Labs, Klein, aber oho, Schnelle MicroSD-Karten für Kameras und Smartphones, c't 5/2022, S. 100

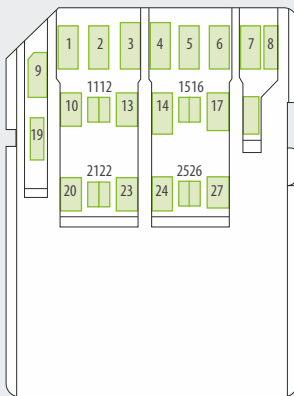
SD-Spezifikationen: [ct.de/y6q7](https://www.sdcard.org/specifications/)

SD- und MicroSD-Karten in einfacher Größe (100%)

SD- und MicroSD-Karten ähneln sich wie ein Ei dem anderen, standardisiert sind aber nicht nur die Abmessungen. Wer die Logos auf der Vorderseite kennt, erhält auf den ersten Blick eine Einschätzung zur Geschwindigkeit der Speicherkarte. Eine zweite Kontaktreihe auf der Rückseite deutet ebenfalls auf ein schnelleres Modell hin.



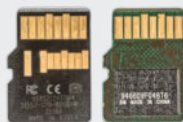
Auch die Unterseite der SD-Karten gibt Hinweise auf deren Geschwindigkeit: Die linke Karte arbeitet maximal mit UHS-I, also 104 MByte/s. Die beiden rechten Karten sind schneller, ob sie aber mit UHS-II oder SD Express angesteuert werden, lässt sich hier nicht erkennen.



SD-Express-Karten der nächsten Generation haben drei Kontaktreihen auf der Unterseite. Während die erste nur der Kompatibilität mit dem alten UHS-I-Standard dient, sind die beiden anderen für die PCIe-Anbindung zuständig. Zudem liegt an Pin 19 eine zusätzliche 3,3-Volt-Versorgungsspannung an. (vergrößerte Ansicht)



Schnelle SD-Karten erkennen Sie an aufgedruckten Symbolen auf der Vorderseite: Die römische 2 (II, links) deutet auf die Schnittstelle UHS-II hin, das EX auf der rechten Karte auf das schnellere PCI Express. Die Beschriftung SD7.0 ist hier nicht unbedingt notwendig, daraus lässt sich jedoch ablesen, dass die Karte nur eine PCIe-3.0-Lane nutzt.



Bei MicroSD-Karten ist es bislang noch recht einfach: Modelle mit einer zweiten Kontaktreihe auf der Unterseite arbeiten mit UHS-II und übertragen bis zu 300 MByte/s. Die kommenden MicroSD-Express-Karten aber sehen von der Unterseite exakt genauso aus.



Die Kapazität dieser beiden Karten ist gleich, dennoch gibt es große Unterschiede: Während die Lexar-Karte besonders schnell ist, eignet sich die SanDisk-Karte aufgrund der hohen Ausdauer beispielsweise für den Einsatz in einer Überwachungskamera oder einem Raspi.

Kapazitätsklassen von SD- und MicroSD-Karten

	SD	SDHC	SDXC	SDUC
Bezeichnung	—	High Capacity	eXtreme Capacity	Ultra Capacity
Logo				
maximale Kapazität	2 GByte	32 GByte	2 TByte	128 TByte
typisches Dateisystem	FAT16 / FAT32	FAT32	exFAT	exFAT

Schnittstellen-geschwindigkeiten

Geschwindigkeit	Bezeichnung	Bus-Logo
12,5 MByte/s	Normal Speed	—
25 MByte/s	High Speed	—
104 MByte/s	UHS-I	I
180 MByte/s	DDR208 ¹	—
312 MByte/s	UHS-II	II
985 MByte/s	SD Express	EX / EXPRESS
1969 MByte/s	SD Express	EX / EXPRESS
3938 MByte/s	SD Express	EX / EXPRESS

¹ kein offizieller Standard der SD Association

Zipknacker

Auflösung des c't-Osterrätsels

Im c't-Ostergewinnspiel stellten wir Ihnen elf Aufgaben, die Sie hoffentlich knacken konnten. Heute zeigen wir Ihnen die Lösungswege.

Von Alexander Königstein und Oliver Lau



Für das Gewinnspiel waren eine Reihe von Rätseln zu lösen, die in ineinander verschachtelten Zip-Dateien steckten. Die Lösung eines Rätsels war das Passwort zum Entschlüsseln der nächsten Zip-Datei. Alle Passwörter hatten das Format „ct(hierstehtirgendwas)“. Falls Sie die Rätsel noch nicht kennen, können Sie sie auf der Rätsel-Webseite ct.de/zipknacker herunterladen und sollten hier erst einmal nicht weiterlesen.

Über 900 Leser haben uns ihre Lösungsworte eingeschickt, etwa 350 schafften auch den besonders schwierigen Bonuslevel. Wir haben außer den Lösungsworten auch die Passwörter als richtige Antwort gewertet, die zum jeweiligen Lösungswort geführt haben.

Metadaten, CSS, MP3s

Die erste Zip-Datei, die natürlich unverschlüsselt ist, enthält ein Bild mit dem c't-Logo. Ein Blick in die EXIF-Informationen verrät das Passwort für die zweite Aufgabe: `ct(834892343279535CT213232142477)`. Das war noch einfach, oder?

Bei Aufgabe zwei handelt es sich um eine HTML-Datei, aber das Passwort für den nächsten Level ist nicht direkt sichtbar. Im HTML-Code verbirgt sich ein Hinweis: `ct()`. Den CSS-Selektor `#huchhierstehtgarnichts` finden Sie in der CSS-Datei wieder. Er fügt eine Zeichenfolge zwischen die Klammern ein, womit das Passwort `ct(82968275938575018375827848693)` auf der Webseite erscheint. Na ja, nicht wirklich, denn es steht dort mit weißer Schrift auf weißem Hintergrund, weshalb man es nicht sieht. Und da es per CSS eingefügt wurde, lässt sich das Passwort im Browser auch nicht markieren. Aber egal, Sie haben es ja jetzt.

Aufgabe drei präsentiert sich als MP3-Datei. Spielen Sie sie ab, hören Sie das c't-Hörspiel „Eternity AG“ rückwärts. Mit einem Programm wie Audacity können Sie die MP3-Datei importieren und rückwärts abspielen lassen. Nach dem Intro spricht eine Stimme das Passwort für die nächste Zip-Datei: `ct(123456789445566)`.

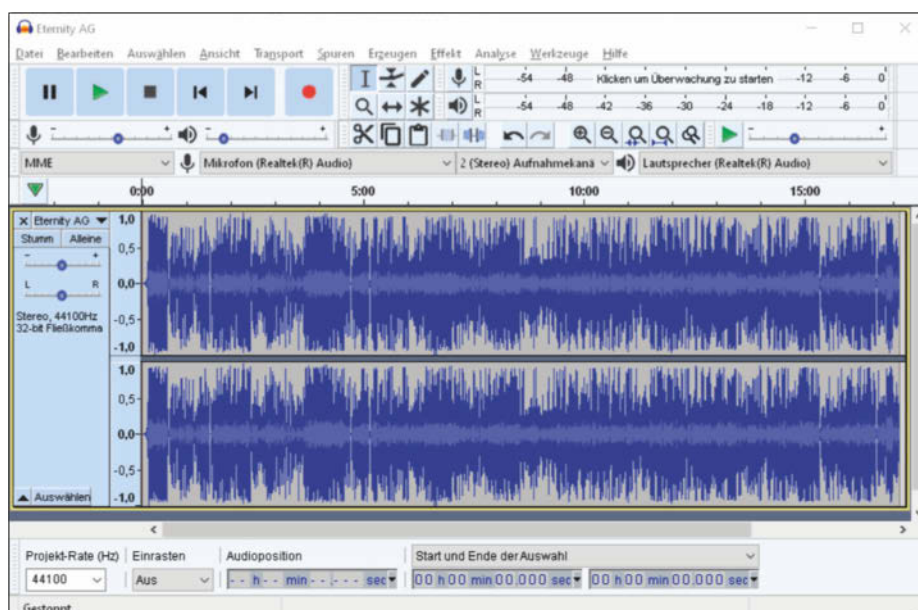
QR-Codes, Bleiwüsten, geheime Botschaften

Level vier ist ein QR-Code als PNG-Datei. Die Punkte um den Code herum können Sie ignorieren. Wenn Sie genau hinschauen, werden Sie bemerken, dass eine Zeile kaputt aussieht. Diese Zeile müssen Sie nach rechts verschieben. Danach ist der QR-Code gültig und lässt sich scannen. Dabei erhalten Sie das nächste Passwort `ct(DieserQRCodeist1Passwort)`. Viele Le-

ser haben uns geschrieben, dass diese Aufgabe am schwersten war – abgesehen vom Bonuslevel.

Bei Aufgabe fünf müssen Sie eine Textdatei untersuchen, die ganz viel Text enthält. Um das Passwort darin zu finden, suchen Sie einfach nach „CT(“. Zwischen dem Zeichenmüll steht irgendwo `CT(ISE NOISE NOISE NOISE NOISE NOIS)`. Dass in diesem Rätsel anders als bei den vorigen „CT“ großgeschrieben wurde, verwirrte einige Leser, das Passwort musste aber genau so eingegeben werden, damit sich der nächste Level öffnete.

In Level sechs müssen Sie eine schwache Verschlüsselung knacken: ROT13. Der Algorithmus verschiebt jedes Zeichen um 13 Stellen im Alphabet. Es gibt Online-Tools wie den CyberChef, die beim Entschlüsseln helfen. Achten Sie darauf, dass Sie nur die



Mit dem Open-Source-Tool Audacity spielt man die MP3-Datei aus dem Rätsel rückwärts ab und erhält so das Passwort für den nächsten Level.

Zeichen von A bis Z entschlüsseln, die Ziffern bleiben, wie sie sind. Das Passwort für den nächsten Level lautet damit ct(324324324rot13rot13rot1356262).

GIFs, Morse, Python

In Aufgabe sieben bekommen Sie ein animiertes GIF vorgesetzt. Wenn Sie die Datei mit einem Bildbearbeitungsprogramm wie Gimp öffnen oder mit der Vorschau-App von macOS, sehen Sie im letzten Frame das Passwort für den nächsten Level: ct(HierMussManLeiderEtwasAbtippen123).

Level acht präsentiert Ihnen einen Base64-kodierten Text. Sie können ihn wieder mit CyberChef dekodieren. Als Ergebnis erhalten Sie Hex-Werte. Wenn Sie diese per CyberChef in Text umwandeln, erhalten Sie das Passwort: ct(HEXAbaseHEXAbaseHEXAbaseHEY).

Bei Aufgabe neun handelt es sich wieder um eine Textdatei mit einer Reihenfolge aus „BEEP“ und „BEEEEEEP“. Könnten damit Morsetöne gemeint sein? CyberChef wandelt auch Morsecodes um, allerdings benötigt es „-“ und „.“ als Eingabe. Suchen und ersetzen Sie in einem Texteditor also alle BEEP mit Punkten und alle BEEEEEEP mit Strichen. Achten Sie darauf, dass die doppelten Leerzeichen als Morsecode-Trenner erhalten bleiben. Nach der Umwandlung in Zeichen kommt das Passwort für Level zehn heraus: CT(MIMAMORSECODELALALALALA4).

Jetzt wirds knifflig. Sie stehen vor einem verschlüsselten Text, der mithilfe eines Python-Skripts entschlüsselt werden soll. Leider fehlt die Datei zippasswords.txt, die zum Generieren des Passworts erforderlich ist. In dem Python-Skript finden sich allerhand Hinweise.

Da wir Ihnen nahegelegt hatten, die bisher gefundenen Passwörter gut aufzubewahren, könnte es sein, dass die Datei zippasswords.txt genau diese Zeile für Zeile enthalten muss. Dafür spricht auch, dass das Skript das erste Passwort explizit überspringt. Speichern Sie also die bisherigen Passwörter in der richtigen Reihenfolge in einer Textdatei ab und nennen Sie sie zippasswords.txt.

Allerdings ist noch ein weiterer Schritt danach notwendig: Der Key selbst ist zu kurz, er müsste doppelt so lang sein, wie ein Kommentar im Quellcode verrät. Um das Problem zu lösen, duplizieren Sie die Zeile `key += line[index]`. Nun wird jedes Zeichen für das Passwort doppelt generiert. Wenn Sie das Skript starten, erhalten Sie im nächsten Schritt das Lösungswort

ct(7991.2022.gewinnspiel.9192.ako) und das Passwort für den finalen Bonuslevel: ct(46593Bonus23sd43434Level656564435).

Bonuslevel: Modemgeräusche

Das Bonuslevel enthält eine Audiodatei mit dem Dateinamen 1200hz.wav. Wenn Sie die Datei abspielen, hören Sie ein kurzes Geräusch. Klingt das nicht wie ...? Genau, wie wenn ein Modem etwas überträgt. Zum Dekodieren benötigen Sie das Kommandozeilenutility `minimodem`. Unter Ubuntu installieren Sie es mit `sudo apt install minimodem`. Wer unter Windows 10 oder 11 unterwegs ist, installiert das „Ubuntu Subsystem“ aus dem Windows-Store und bekommt das Tool danach ebenso mit `apt` auf den Rechner. Mac-User müssen es aus dem Quellcode (siehe dazu ct.de/ymst) selbst kompilieren. Folgende Zeile dekodiert die Datei:

```
minimodem -r -f 1200hz.wav 1200
```

Es erscheint „x=1337{collatzproblem}1->ct(x)“. Einige Leser haben uns diese Zeile als Rätsellösung eingeschickt, tatsächlich handelt es sich aber um einen Zwischenschritt. Nun muss man wie ein Mathematiker denken, um zu verstehen, dass da offenbar eine Berechnung durchgeführt werden soll.

Das Collatz-Problem beschreibt nämlich eine Zahlenreihe: Ungerade Zahlen sind mit 3 zu multiplizieren, dann ist eine 1 zu addieren, gerade Zahlen sind durch 2 zu teilen, und so weiter und so fort. Um das Passwort zu ermitteln, soll diese Reihe offenbar mit der Zahl 1337 beginnen und mit der 1 enden (die Theorie besagt, dass diese

Folge irgendwann immer bei der 1 landet). Diese Zahlenreihe, umhüllt von „ct(“ und „)“ dürfte damit das Passwort sein.

Ein kleines Python-Skript produziert das gewünschte Resultat:

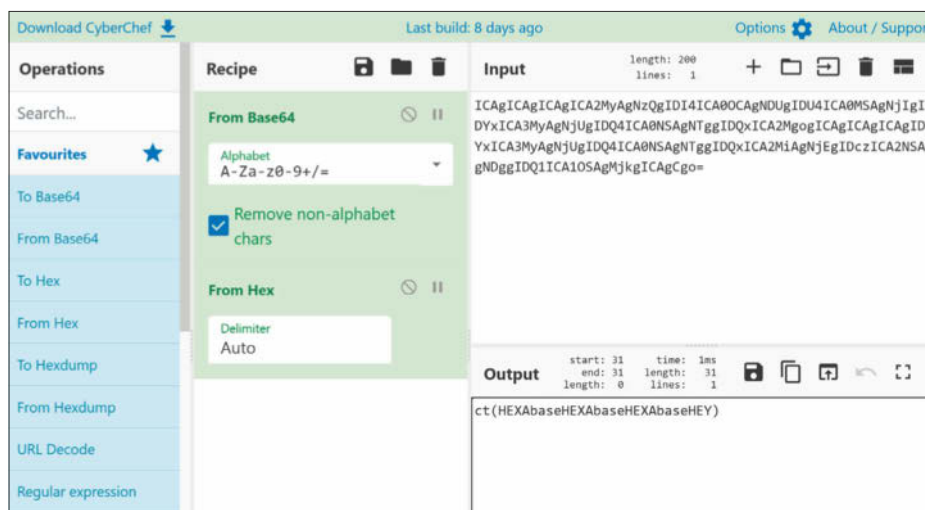
```
n = 1337
password = ""
while n != 1:
    password += str(n)
    if n % 2 == 0:
        n //= 2
    else:
        n = 3 * n + 1
print(f"ct({password})")
```

Heraus kommt ct(133740122006100330101505451622581129338816948472542127138141907572228618584429221461073322016108052416120860430215145422768234110245122561286432168421). Mit einem so langen Passwort hat allerdings das im Windows Explorer integrierte Zip-Tool Probleme, weshalb man unter Windows mit 7-Zip oder anderen Packprogrammen arbeiten muss. Die damit entschlüsselte Datei `ende.zip` enthält das Lösungswort zur Teilnahme am Gewinnspiel:

ct(gewinnspiel.7497.923918.CT.2022.ako).

Doch zur Teilnahme ist es jetzt leider zu spät. Aber vielleicht hatten Sie ja trotzdem Spaß am Knobeln. Wie haben Ihnen die Rätsel gefallen? Sollen wir solche häufiger in c't veröffentlichen? Welches war zu leicht, welches zu schwer? Wir freuen uns auf Ihr Feedback. (acb@ct.de) **ct**

CyberChef, Skript, Minimodem, Ubuntu:
ct.de/ymst



Nützliches Helferlein für viele der Rätsel ist das Online-Tool CyberChef, das unter anderem Base64 dekodiert.



Bild: Andreas Martini

Vertraut im Neuen

Xubuntu auf dem Mac, Teil 2: Desktop wie von macOS gewohnt einstellen

Der Umzug vom alten macOS ins frische Xubuntu ist vollbracht, nun zeigen wir Ihnen, wie Sie die Bedienoberfläche konfigurieren, damit sie so wie ein originaler macOS-Desktop aussieht. Das gilt für Fenster, Menüs und Tastenkürzel ebenso wie für Exposé, Spotlight und das Dock.

Von Immo Junghärtchen

Wir haben in einem ersten Artikel beschrieben, wie man einen von Apple nicht mehr mit Updates versorgten Mac mit der Linux-Distribution Xubuntu sicher

weiterbetreiben kann [1]. Nun folgen die nötigen Handgriffe, damit sich Xubuntu wie macOS verhält. Das erleichtert den Umstieg und vermeidet, dass Sie sich ständig umstellen müssen, wenn Sie weiterhin an einem anderen Mac unter macOS arbeiten. Wir haben die Schritte mit dem bei Redaktionsschluss noch aktuellen Xubuntu 21.10 durchgespielt; auch mit der Beta von 22.04 funktionierte alles wie beschrieben.

Achtung: Alle Anpassungen gelten nicht systemweit, sondern werden nur auf das gerade angemeldete Benutzerkonto angewendet. Sie müssen die Schritte also für jeden Benutzer einmalig durchgehen.

Im ersten Schritt passen Sie Verhalten und Aussehen der Programmfenster an. In der oberen linken Ecke finden Sie ein Maus-Symbol, das Wappentier von Xu-

buntu. Klicken Sie darauf und dann im sogenannten Whisker-Menü auf das Schalter-Icon in der Ecke unten rechts. Dieser „Einstellungen“ genannte Bereich erinnert stark an die vom Mac gewohnten Systemeinstellungen.

Beginnen Sie mit „Schreibtisch“. Nachdem Sie ein Hintergrundbild ausgewählt haben, öffnen Sie den Reiter „Symbole“. Darin wählen Sie „Oben rechts senkrecht“ als Symbolorientierung; sollen USB-Medien beim Anstecken automatisch angezeigt werden, aktivieren Sie „Entfernbarer Datenträger“ unter „Standardsymbole“. Mittels „Alle Einstellungen“ kehren Sie in die Übersicht zurück.

Weiter geht es bei „Maus und Touchpad“, wo Sie unter „Geräte/Tasten und Rückmeldung/Mausradrollrichtung umdrehen“ die Scrollrichtung ändern kön-

c't kompakt

- Mit Xubuntu laufen auch alte Intel-Macs mit einem modernen Betriebssystem.
- Der Xfce-Desktop sieht nach wenigen Anpassungen macOS sehr ähnlich.
- Die Open-Source-Programme Plank und Synapse ersetzen das Dock und Spotlight.

nen. Bei Macs mit Trackpad erscheint zudem der Reiter „Touchpad“. Entfernen Sie den Haken bei „Mausklicks per Touchpad ermöglichen“ – diese Funktion ist mit Mac-Trackpads nahezu unbrauchbar, weil überempfindlich. Nun aktivieren Sie noch „Horizontalen Bildlauf einschalten“ und wechseln in den Reiter „Mausthema“, wo Sie „DMZ (Schwarz)“ wählen.

Nach der Rückkehr zur Übersicht gilt der nächste Schritt den Programmfenstern in der Fensterverwaltung: Verpflanzen Sie die drei Symbole für Schließen, Minimieren und Zoomen Mac-typisch in die obere linke Ecke, indem Sie in der Leiste „Aktiv“ die Symbole fürs Schließen, Verkleinern und Vergrößern mit der Maus von rechts nach links bewegen. Rechts davon lassen Sie nur den Eintrag „Titelleiste“ stehen, die übrigen ziehen Sie nach unten in die Leiste „Versteckt“. Im Reiter „Erweitert“ deaktivieren Sie „Einrasten der Fenster an den Bildschirmrändern“.

Aus der Einstellungsübersicht geht es weiter bei „Feineinstellungen der Fensterverwaltung“. Im Reiter „Fensterwechsel“ entfernen Sie den Haken bei „Während des Fensterwechsels einen Rahmen um das ausgewählte Fenster zeichnen“, wechseln in den (holprig eingedeutschten) Reiter „Zugreifbarkeit“ und entfernen den Haken bei „Fenster hervorheben, wenn eine beliebige Maustaste gedrückt wird“ – dann können Sie auch den Inhalt von Fenstern scrollen, die sich im Hintergrund befinden.

Xfce platziert Programmfenster standardmäßig auf eine Bildschirmhälfte oder ein Viertel, sobald man sie an einen der Bildschirmränder oder in eine Ecke bewegt. Dieses für Mac-Anwender unge wohnte Verhalten unterbinden Sie, indem Sie den Haken bei „Fenster automatisch

kacheln, wenn sie sich in Richtung des Bildschirmrandes bewegen“ entfernen.

Als Nächstes öffnen Sie die Einstellungen zum Erscheinungsbild und schalten unter „Oberfläche“ auf das Theme „Adwaita“ um, im Symbole-Reiter wählen Sie das Theme „elementary XFCE“. So ähneln die Programmfenster mehr denen des Finders.

Menüleiste à la Mac

Xubuntu zeigt Menübefehle in der Kopfleiste des jeweiligen Programmfensters. Mac-Anwender vermissen daher schnell das globale Menü am oberen Fensterrand, das die zum aktiven Programm gehörenden Befehle bereithält. Abhilfe schafft das „Vala Panel AppMenu“, das Sie mit wenigen Befehlen über die Kommandozeile nachrüsten. Bei der Gelegenheit kann man auch gleich weitere Tools für zusätzliche Mac-Besonderheiten einspielen. Öffnen Sie über „Anwendungsmenü/Zubehör“ ein Terminalfenster und geben Sie folgende Befehle ein:

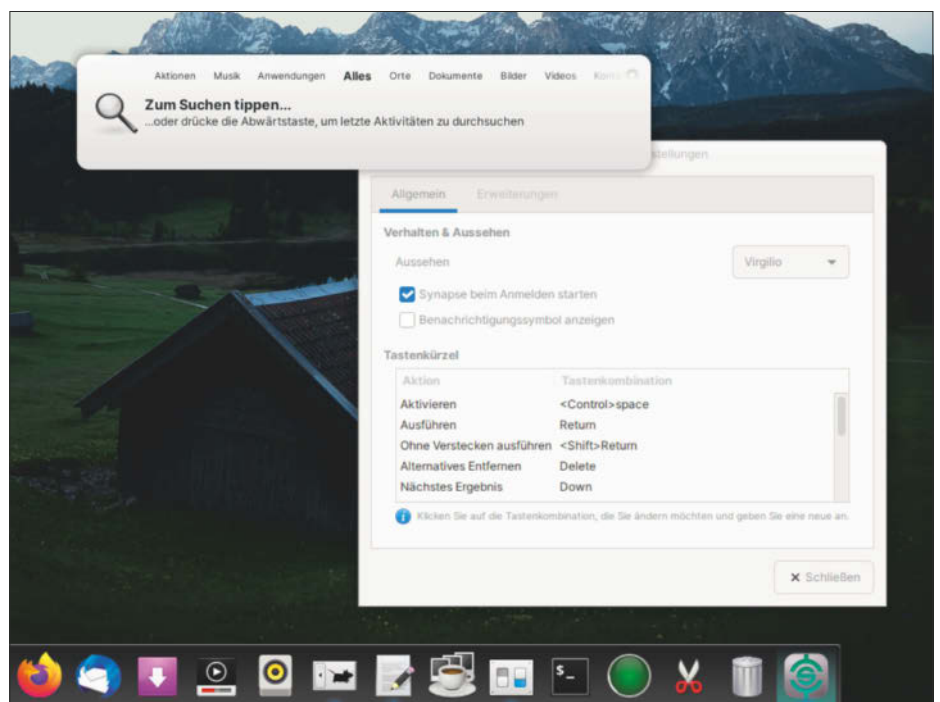
```
sudo apt update
sudo apt install vala-panel-appmenu
xfce4-appmenu-plugin -y
sudo apt install
unity-gtk-module-common
unity-gtk2-module unity-gtk3-module
-y
```

Das Paket „vala-panel-appmenu“ bringt das Mac-artige globale Menü ins System, das man mittels xfce4-appmenu-Plug-in in die Leiste am oberen Bildschirmrand integriert. Die mit „unity-“ beginnenden Pakete rüsten den nötigen Unterbau dafür nach. Im Zuge der Installation kommt gleich der „bamfdaemon“ mit, der Desktopdateien den Anwendungsfenstern zuordnet. Für ihn sollten Sie unter „Einstellungen/Sitzung und Startverhalten/Automatisch gestartete Anwendungen“ einen neuen Eintrag hinzufügen, der bei der Anmeldung (on login) startet und den Befehl bamfdaemon trägt.

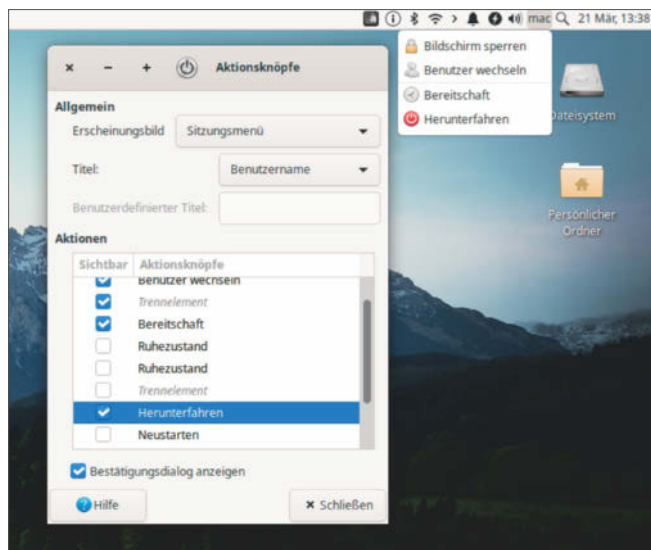
Sind alle Pakete installiert, aktivieren Sie die neue Menüoption mit den folgenden zwei Kommandozeilenbefehlen, die Sie jeweils im Terminal eingeben und mit der Eingabetaste bestätigen:

```
xfconf-query -c xsettings -p /Gtk/ShellShowsMenubar -n -t bool -s true
xfconf-query -c xsettings -p /Gtk/ShellShowsAppMenu -n -t bool -s true
```

Um nun das Menü zu aktivieren, öffnen Sie „Einstellungen/Leiste“ und fügen im Reiter „Objekte“ über den Hinzufügen-Button unten ein neues Element hinzu. Wählen Sie „AppMenu Plugin“ und bewe-



Fast wie zu Hause: Synapse bringt auf Xubuntu eine systemweite Suche, die Apples Spotlight ähnelt, Plank rüstet eine Mac-ähnliche Dock-Leiste nach. Beide sind mit wenigen Handgriffen installiert.



Mithilfe der Aktionsknöpfe entsteht ein nachgebautes Benutzermenü.

gen Sie es mit den Pfeil-Buttons rechts von der Liste an die zweite Stelle zwischen die beiden Trenner. Wenn Sie jetzt den Chromium-Browser, eine LibreOffice-Komponente oder die Xubuntu-Dateiverwaltung Thunar öffnen, erscheint deren Programmennamen wie am Mac oben am Bildschirmrand. Andere Anwendungen wie Firefox und Thunderbird nutzen das dauerhafte Menü nicht.

Jetzt sollen weitere Mac-Analoga in den rechten Teil der Menüleiste wandern: Nachdem Sie via „Hinzufügen“ die „Aktionsknöpfe“ per Doppelklick der Liste hinzugefügt haben, wird der Eintrag zum Benutzermenü. Öffnen Sie die Konfiguration per Doppelklick und stellen sicher, dass als Erscheinungsbild „Sitzungsmenü“ ausgewählt ist, dann reduzieren Sie die „Aktionen“ auf die gewünschte Auswahl. In der Objektliste bewegen Sie die Aktionsknöpfe nun an vorletzte Stelle, also vor die Uhr.

Wer oft mit Sonderzeichen arbeitet, wird die Zeichentabelle zu schätzen wissen: Fügen Sie mit dem Hinzufügen-Button ein neues Objekt vom Typ „Starter“ hinzu und öffnen Sie dessen Konfiguration per Doppelklick. In ihm erstellen Sie mit der seitlichen Plus-Taste ein neues Element, geben im Suchfeld „zeich“ ein, wählen dann die Zeichentabelle und schließen das Fenster dieses Starters. Zusätzlich können Sie über die Einstellungen oder per Sekundärklick auf die Menüleiste die Leisteneinstellungen anpassen, beispielsweise um die Reihenfolge zu ändern.

Fast-Apple-Menü

Als nächstes ver-Appeln Sie das Whisker-Menü oben links, indem Sie in „Einstel-

lungen/Leiste/Objekte“ via Hinzufügen-Button und anschließendem Doppelklick in die Liste neuer Elemente das „Anwendungsmenü“ einklinken. Anschließend löschen Sie den Eintrag „Whisker-Menü“ und bewegen das Anwendungsmenü mit den Pfeil-Buttons an der Fensterseite nach ganz oben; das entspricht eher dem Apfel-Menü. Durch Doppelklick auf sein Symbol unter „Objekte“ rufen Sie die Konfiguration des Anwendungsmenüs auf und deaktivieren zunächst „Titel im Knopf anzeigen“, um es auf das Icon zu beschränken. Der Button „Menü bearbeiten“ öffnet ein weiteres Fenster.

Darin arrangieren Sie mithilfe der Auf- und Ab-Pfeile unter der Liste die Position der einzelnen Einträge. Sie können jedes Menüobjekt mit einem neuen Icon versehen und umbenennen, indem Sie auf den Text klicken. Vergessen Sie nicht, jede Zeile mit Enter zu bestätigen oder auf den grünen Haken am Zeilenende zu klicken. Bevor Sie zum nächsten Menüeintrag wechseln, müssen Sie auf „Sichern“ klicken (das weiße Rechteck mit dem blauen Abwärtspfeil), sonst meckert die Menübearbeitung.

Sie können noch weitere Elemente an das Mac-Aussehen angleichen: Schieben Sie beispielsweise „Über XFCE“ nach ganz oben und benennen es in „Über diesen Rechner“ um. Nach einem Trennstrich folgen „Einstellungen“ und das in „App Store“ umbenannte „Software“. Den Eintrag „Dateiverwaltung“ bewegen Sie nach oben hinter den nächsten Trennstrich. Um ihn zu einem Ersatz für die Liste benutzter Dokumente von macOS zu machen, ändern Sie deren Befehl am Ende, ersetzen „%u“ durch „recent:/“ und be-

nennen das Objekt noch in „Benutzte Dokumente“ um.

„Abmelden“ gehört nach macOS-Art nach ganz unten. Da es in einem separaten Fenster die Optionen zum Neustart, Ruhezustand und abmelden vereint, ergänzen Sie den Namen des Menüeintrags nach Apple-Manier mit drei Punkten, um den Folgedialog anzudeuten. Die anderen Einträge versammeln größtenteils die installierten Apps in verschiedenen Kategorien. Da Mac-unüblich, deaktivieren Sie alle. Ein Tipp: Löschen Sie nichts, sondern blenden Sie unerwünschte Elemente aus; dafür gibt es in jedem Element den Schieberegler „Im Menü verstecken“.

Als einzige Konzession an die gelegentlich notwendigen Kommandozeilen-Befehle lassen Sie den Eintrag „Terminal“ bestehen. Nun können Sie das Fenster schließen – Sie finden es über „Einstellungen/Menübearbeitung“ wieder.

Dock und Suchen

Zwei wichtige Mac-Merkmale fehlen noch: Die systemweite Suche, die Apple Spotlight nennt, und das Dock am unteren Bildschirmrand. Beide sind schnell nachgerüstet. Den ersten Baustein finden Sie über das Anwendungsmenü via „Software“ (oder „App Store“, wenn Sie den Eintrag umbenannt haben). Hier lohnt sich ein Blick in den Bereich „Aktualisieren“. Wahrscheinlich warten dort schon einige Updates aufs Herunterladen und einen Neustart, um sie zu aktivieren. Danach geht es in der Software-App weiter: Im Reiter „Erkunden“ suchen Sie über das Lupensymbol „Synapse“, ein Launcher mit Spotlight-ähnlichen Fähigkeiten.

Nach einem Klick auf „Installieren“ sollen Sie Ihr Passwort eingeben, danach können Sie Synapse über den Button „Starten“ aufrufen, um dessen Suchfenster einzublenden. Über den Puck in dessen rechter oberer Ecke öffnen Sie die Einstellungen. Aktivieren Sie darin, dass Synapse beim Anmelden gestartet wird. Das Aussehen können Sie im Ausklappmenü anpassen; am Mac-ähnlichsten ist der Look „Virgilio“.

Damit Synapse in der Menüleiste erscheint, fügen Sie via Anwendungsmenü über „Einstellungen/Leiste/Objekte“ einen weiteren Starter hinzu, klicken doppelt auf den neuen Eintrag und fügen ihm per Plus-Symbol ein einzelnes Element hinzu: Geben Sie den Namen „Synapse“ ein und akzeptieren Sie den Vorschlag. Das voreingestellte Logo wirkt unpassend, ist aber



IIoT Conference

Die Heise-Konferenz für Industrial IoT
in Kooperation mit der automatica

23. Juni 2022 · Messe München

Jetzt
Tickets
sichern!

**Brücke zwischen Automatisierung
und Softwareentwicklung**

- ✓ W3C-Standard Web of Things
- ✓ Open Source im IIoT
- ✓ Deep Dive MQTT 5
- ✓ Digitaler Zwilling
- ✓ Robot Operating System (ROS)

www.iiot-conference.de

Zusätzlicher Workshop am 22. Juni zu MQTT 5

Veranstalter



 heise **Developer**

 **dpunkt.verlag**

auch schnell geändert: Klicken Sie darauf, um die systemweite Symbolsuche zu öffnen und geben „find“ ein. Nun können Sie ein dezentes Lupensymbol für die Menüleiste einrichten. Öffnen Sie danach die Einstellungen des Menüleistenobjekts „Status Tray-Erweiterung“ und setzen im Reiter „SysTray Icons“ neben „Synapse“ den Haken „versteckt“. In der Objektliste der Leiste schieben Sie den Synapse-Starters nun noch an die letzte Stelle vor der Uhr, damit das Lupensymbol an der von Spotlight gewohnten Stelle erscheint.

Als Dock-Ersatz empfiehlt sich Plank; dieses Tool installieren Sie über die Kommandozeile. Öffnen Sie dazu das Terminal, das Sie nun bequem über das Lupensymbol der Synapse-Suche finden können. Im Kommandozeilenfenster geben Sie `sudo apt install plank -y` ein.

Starten Sie Plank via Synapse, erscheint es am unteren Bildschirmrand. Um es an Ihre Wünsche anzupassen, klicken Sie entweder ganz außen an einem der Ränder mit der rechten Maustaste oder bei gedrückter Ctrl-Taste mit der linken Maustaste und öffnen über das Kontextmenü die Einstellungen. Darin wählen Sie die Darstellung und Vergrößerung, die Sie am Mac bevorzugen. Im Reiter „Verhalten“ bestimmen Sie, ob und wie das Dock ausgeblendet wird, im Abschnitt „Dock-

lets“ finden Sie hilfreiche Ergänzungen wie den Papierkorb, der nach einem Doppelklick wie am Mac am rechten Plankenrand erscheint. In dieser Ansicht finden Sie weitere kleine Werkzeuge, die das Icon-Brett aufwerten, etwa eine Batterieanzeige, einen CPU-Monitor oder eine Zwischenablagen-Historie. Nun sieht die Plank-Leiste weitgehend wie das macOS-Dock aus.

Um wie vom Mac gewohnt direkt aus Plank auf die Dateiverwaltung, also das Finder-Äquivalent, zugreifen zu können, öffnen Sie vom Desktop aus „Persönlicher Ordner“. Das Ordnersymbol erscheint rechts im Ersatz-Dock. Rufen Sie sein Kontextmenü per Sekundärklick auf und wählen Sie „Im Dock behalten“. Dann ziehen Sie das Icon auf der Planke ganz nach links, um den gewohnten Ort des Finder-Icons einnehmen zu lassen. Diese Prozedur wiederholen Sie mit Ihren Lieblingsprogrammen, die Sie per Klick starten wollen. Das Platzieren von Ordnern à la macOS erlaubt Plank leider nicht.

Noch startet Plank aber nicht von selbst. Um das zu ändern, öffnen Sie erneut die Einstellungsverwaltung, wählen weit unten „Sitzung und Startverhalten“, wechseln in den Reiter „Automatisch gestartete Anwendungen“ und klicken unten links auf das Plus-Symbol. Im Dialog

geben Sie in den ersten beiden Feldern eine Beschreibung ein, um später wiedererkennen zu können, wozu dieser Eintrag dient. Bei „Befehl“ schreiben Sie `plank`, der Auslöser bleibt „on login“.

Korrekte Tasten

Inzwischen sieht Xubuntu zwar schon sehr nach macOS aus, verhält sich aber nicht überall so: Die gewohnten Tastenkürzel fürs Auswählen, Kopieren und Einsetzen beispielsweise reagieren nicht oder anders als erwartet. Denn wo am Mac die Cmd-Taste zum Einsatz kommt, verwendet Linux die Ctrl-Taste. Obendrein unterscheiden sich unter Linux die beiden Alt-Tasten. Um Sonderzeichen wie @ oder € zu produzieren, muss die rechts der Leertaste gedrückt werden (auf PC-Tastaturen mit AltGr beschriftet).

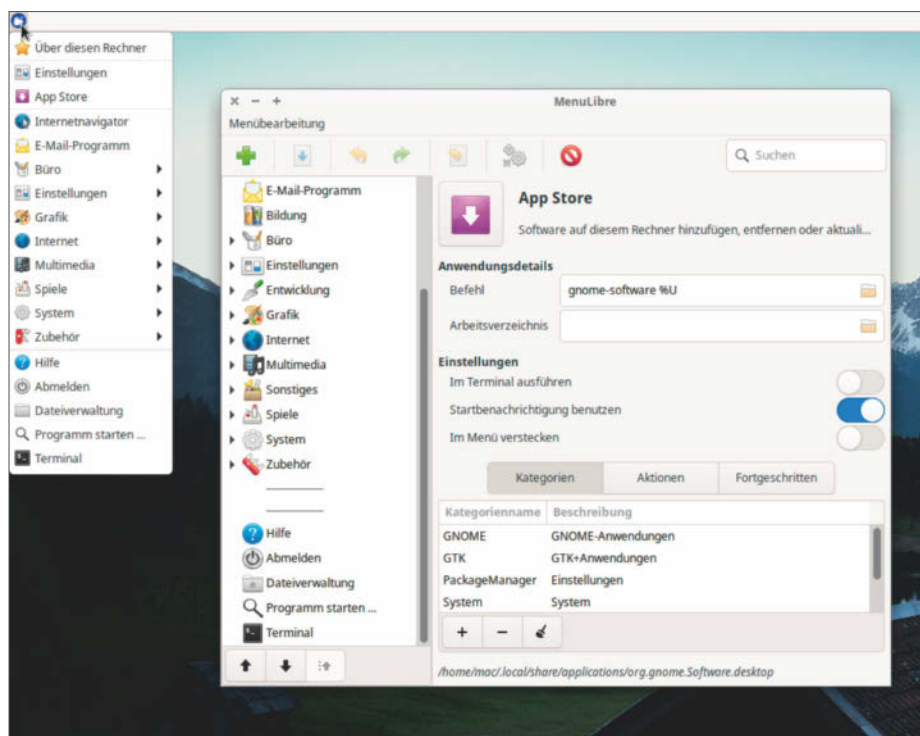
Für eine Aluminium-Tastatur mit deutscher Belegung tauschen Sie Ctrl- und Cmd- auf beiden Tastaturseiten mit dem Befehl `localectl set-x11-keymap de appleau_iso "" ctrl:swap_lwin_lctl,ctrl:swap_rwin_rctl`.

Für ein MacBook ersetzen Sie `appleau_iso` durch `macbook79`. Bevorzugen Sie die linke Alt-Taste für Sonderzeichen, ergänzen Sie den Befehl um `,lv3:la1t_switch,lv3:ra1t_alt` – ohne zusätzliches Leerzeichen vor dem Komma.

Öffnen Sie „Einstellungen/Tastatur/Tastaturbelegung“ und stellen Sie sicher, dass die Funktion „Systemvorgaben verwenden“ aktiviert ist. Nur dann wird nach dem nun notwendigen Neustart die eingestellte Konfiguration geladen. Nun funktionieren die Standard-Kürzel wie `Cmd+X` und auch der Spotlight-Ersatz Synapse reagiert auf `Cmd+Leertaste`. Außerdem arbeiten die Funktions- und Sondertasten (Lautstärke, Helligkeit et cetera) wie unter macOS. Achtung: Dafür weicht nun die interne Bezeichnung der Kürzel durch Xubuntu von der eigentlichen Tastenbelegung ab.

Fenster sortieren

Xubuntu fehlen wie den meisten anderen Linux-Distributionen einige typische Komfort-Features von macOS. So hat es weder einen zentralen Programme-Ordner, noch ein mit dem Launchpad vergleichbares bildschirmfüllendes Overlay aller Programmsymbole oder ein Exposé-Analogon, das alle geöffneten Fenster und virtuellen Desktops in Miniaturansicht zeigt. Um trotzdem einen Überblick zu erhalten, installieren Sie das Xfdashboard – es ist ein



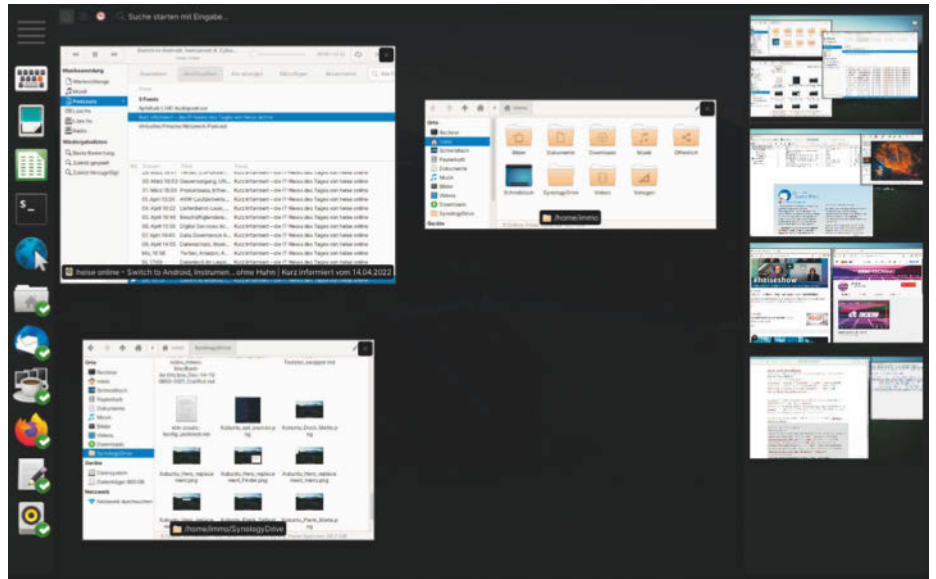
Das Anwendungsmenü und seine Einträge lassen sich detailliert den eigenen Vorstellungen anpassen, ergänzen und umsordern.

optionaler Bestandteil des Xfce-Desktops, das als kombinierter Ersatz für Launchpad und Exposé erhält.

Im Software-Center finden Sie mit der Suche nach „Xfdashboard“ zwei Einträge. Installieren Sie beide, um dann via Anwendungsmenü die Einstellungen zu öffnen. Hier finden Sie nun den neuen Eintrag zu Xfdashboard, den Sie vor dem ersten Aktivieren öffnen.

Damit sich das Programm so Mac-ähnlich wie möglich verhält, entfernen Sie den Haken bei „Immer eine neue Instanz für die Anwendung starten“ sowie „Animationen aktivieren“. Im Reiter „Themen“ wählen Sie ein Thema nach Ihrem Geschmack, zum Beispiel „Xfdashboard-dark“.

Kehren Sie anschließend via „Alle Einstellungen“ unten rechts zur Übersicht der Einstellungen zurück. Dort wählen Sie „Arbeitsflächen“ und erhöhen deren Zahl auf vier. In „Sitzung und Startverhalten/Automatisch gestartete Anwendungen“ fügen Sie einen neuen Eintrag mit dem Namen „Xfdashboard“, der Beschreibung „Ersatz für Exposé und Launchpad“ und dem Befehl `xfdashboard --daemon` hinzu. Die Auslöser-Einstellung belassen Sie auf „on login“. Nun noch ein letzter Einstellungsdialog: In „Tastatur/Tastenkürzel für Anwendungen“, fügen Sie einen neuen Eintrag hinzu. Als Befehl geben Sie `xfdashboard --view builtin.windows` ein, und für das Tastenkürzel tippen Sie „F3“



Beinahe wie Exposé: Mit Xfdashboard behalten Sie die Kontrolle über Fenster auf mehreren virtuellen Desktops.

an – auf der Mac-Tastatur liegt dort das Mission-Control-Symbol. Für den Launchpad-Nachbau wiederholen Sie die Prozedur für die F4-Taste mit dem Befehl `xfdashboard --view builtin.applications`.

Fazit

Jetzt läuft das System rund und entspricht in Optik und Verhalten größtenteils den Erwartungen von Mac-Nutzern. Wer noch an der Optik feilen möchte, kann mit Desktop-Themes experimentieren – im

Netz finden Sie zahlreiche Projekte, die unter anderem Mac-artige Programmsymbole und die typischen Ampelfensterknöpfe nachbilden. (bkr@ct.de)

Literatur

- [1] Immo Junghärtchen, Im Alter Frische, Intel-Macs mit Xubuntu sicher weiterbetreiben, c't 10/2022, S. 152

macOS-Installer: ct.de/yu2p

Xubuntu deinstallieren

Soll Xubuntu wieder vom System verschwinden, reicht es nicht, die Linux-Partition zu löschen. Zunächst müssen Sie seinen Eintrag in der versteckten EFI-Boot-Partition entfernen. Dafür booten Sie macOS, indem Sie beim nächsten Start die Alt-Taste gedrückt halten. Stellen Sie vorsichtshalber sicher, dass Sie Ihr System aus einem Time-Machine-Backup wiederherstellen können. Melden Sie sich mit Administratorrechten an, öffnen Sie das Programm „Terminal“ und geben nacheinander die Befehle `mkdir mnt` und `sudo mount -t msdos /dev/disk0s1 mnt` ein, die Sie jeweils mit Enter bestätigen.

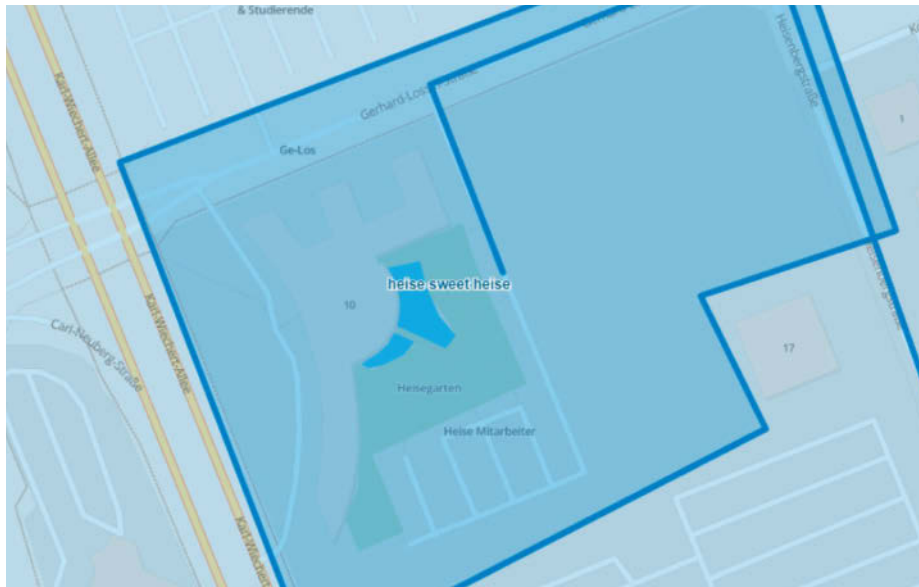
Öffnen Sie nun in einem Finder-Fenster unter „Orte“ im Ordner „EFI“ den „Efi“ genannten Unterordner. Darin löschen Sie alle Verzeichnisse, die nicht APPLE hei-

ßen, beispielsweise „ubuntu“ und „boot“. Achtung: Befindet sich noch ein Windows auf dem Laufwerk, müssen Sie den Ordner „Microsoft“ verschonen. Anschließend können Sie die EFI-Partition per Finder auswerfen und das für diesen Vorgang im Benutzerordner angelegte Verzeichnis „mnt“ löschen.

Nun können Sie die Xubuntu-Partition löschen. Falls Sie dafür ein externes Laufwerk genutzt haben, öffnen Sie das Festplattendienstprogramm und formatieren die externe SSD oder Festplatte. Haben Sie ein eingebautes Laufwerk verwendet, booten Sie vom Xubuntu-Stick im Ausprobiermodus, geben in der Suchzeile des Whisker-Menüs in der oberen linken Bildecke „gparted“ ein und starten dieses Programm. In der Liste der Parti-

tionen klicken Sie rechts auf die Linux-Partition mit ext4-Dateisystem, weisen das Programm an, sie mit FAT32 zu formatieren und bestätigen den Vorgang über das grüne Häkchen in der Symbolleiste. Zurück in macOS starten Sie das Festplattendienstprogramm und entfernen via „Partitionieren“-Button die nun leere FAT32-Partition mit dem kleinen Minuszeichen. macOS schlägt den freigewordenen Platz dann wieder der Systempartition zu.

Manchmal geht dabei die Recovery-Partition von macOS verloren. Die bekommen Sie wieder, indem Sie dieselbe Version von macOS über das bestehende System installieren. Dabei gehen keine Daten verloren. Den richtigen Installer finden Sie bei Apple über ct.de/yu2p.



Smart-Home-Zaun

Node-Red & Traccar: Mit Geofences Energie sparen

„Alle weg? Gut, dann fahre ich jetzt die Heizung runter und schalte das Licht aus.“ So kann das Smart Home denken, wenn Sie Geofences eingerichtet haben. Wir zeigen, wie das mit Node-Red und dem Tracker-server Traccar geht.

Von Andrijan Möcker

Wenn man Haus oder Wohnung verlässt, muss die Heizung nicht unnötig viel feuern und das vergessene smarte Licht darf auch ausgehen – insbesondere jetzt, wo unabhängig vom Energieträger jede verschwendete Kilowattstunde den Geldbeutel stärker als je zuvor belastet.

Die Magie zur Automatisierung der Energiesparmaßnahmen heißt Geofencing. Dafür zieht man virtuelle Zäune auf Landkarten und nutzt dann den Standort eines oder mehrerer Geräte, um festzu-

stellen, ob und in welche Richtung die Zäune überschritten wurden. Daraus leitet man dann Entscheidungen über das Verhalten des Smart Home ab. Verlässt ein Gerät und damit auch der Nutzer etwa den Heimbereich, befiehlt man das Smart Home beispielsweise dazu, die Temperatur zu senken und die Medienwelt im Wohnzimmer abzuschalten. Manche Hersteller bieten die Funktion aber gar nicht erst an oder verlangen Geld dafür und unterstützen dann nur Smartphones – hinzu kommt eine App pro Hersteller, die ständig den Standort abfragt und in die große weite Wolke schickt.

Schlauer gehts mit dem Trackerserver „Traccar“ und einer Smart-Home-Zentrale wie Node-Red. Traccar kennt über 100 Protokolle unterschiedlicher GNSS-Tracker (umgangssprachlich GPS-Tracker), wie sie etwa in Autos verwendet werden. Er läuft sparsam auf Minirechnern wie dem Raspberry Pi, speichert die Daten lokal und bietet ein komfortables Webinterface, auf dem man Geofences leicht einrichten kann. Dank Web-Weiterleitung kann Traccar Betreten und Verlas-

sen der Zäune an beliebige andere Webschnittstellen weitermelden. So wird etwa der GPS-Tracker im Auto oder im Rucksack in Node-Red oder anderen Smart-Home-Zentralen zum Aktionsauslöser. Auch Smartphones können Sie mit dem Traccar Client als Tracker einsetzen (ct.de/yjeb).

Konfiguration

Wenn Sie Traccar noch nicht kennen, finden Sie in c't 6/2018 eine Einführung ins Thema [1]. Bitte beachten Sie, dass dieser Artikel nicht das Installieren per Docker und das Einrichten einer TLS-geschützten Verbindung abdeckt; Links zu entsprechenden Dokumentationen haben wir unter ct.de/yjeb zusammengetragen. Wie Sie mit Node-Red loslegen, lesen Sie in c't 15/2018 [2].

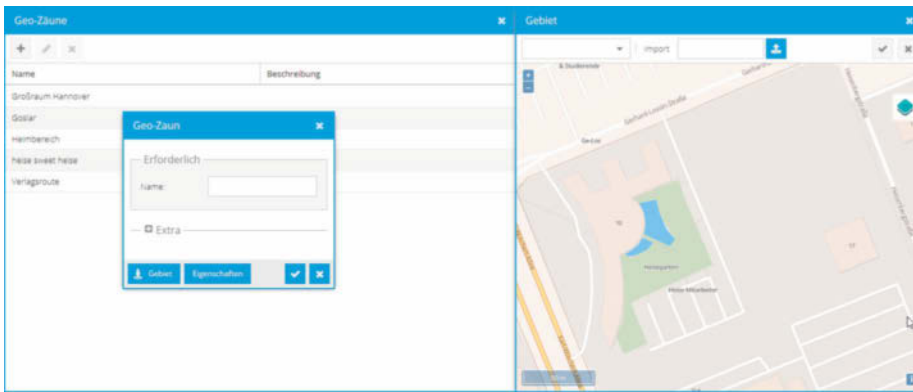
Die für Traccar-Meldungen notwendige Webschnittstelle erstellen Sie in Node-Red mit wenigen Klicks: Suchen Sie in der Node-Liste nach „HTTP“ und ziehen Sie einen „http in“- und ein „http response“-Node in den Flow – ob in einen neuen oder einen existierenden spielt keine Rolle. Öffnen Sie die Einstellungen des HTTP-In-Nodes (Doppelklick) und vergeben Sie eine URL, etwa „/traccar-events“; die Methode ist „POST“; einen sprechenden Namen können Sie selbst vergeben. Damit Traccar auch eine Antwort erhält, verbinden Sie das HTTP-In-Node mit dem HTTP-Response-Node und setzen in dessen Einstellungen den Status-Code „200“, stellvertretend für „OK“. Zuletzt ziehen Sie ein neues Debug-Node in den Flow und verbinden es mit dem HTTP-In-Node. Bestätigen Sie mit „Deploy“.

Anschließend hinterlegen Sie die Webschnittstelle in Traccar: Öffnen Sie die Konfigurationsdatei `traccar.xml` – Sie finden sie entweder unter `/opt/traccar/conf` oder im Mountpoint des Docker-Containers – und ergänzen Sie die folgenden Zeilen:

```
<entry key='event.forward.enable'>
  true</entry>
<entry key='event.forward.url'>
  http://Node-Red-IP:1880/
  &traccar-events</entry>
```

Node-Red-IP ersetzen Sie durch die IP-Adresse Ihres Node-Red-Hosts. Wenn beides auf demselben System läuft, lautet sie 127.0.0.1. Dann starten Sie den Dienst/Container neu.

Da Traccar alle Ereignisse weiterleitet, also auch Statusänderungen, reicht es schon, dass einer Ihrer Tracker online



Geofences legt man mit wenigen Klicks in Traccar an. Einmal einem Gerät zugewiesen, meldet der Server auch per Webschnittstelle, wenn ein Gerät ihn betritt oder verlässt.

geht, um die Schnittstelle zu testen. Schalten Sie ein Gerät ein oder starten Sie den Traccar-Client auf Ihrem Smartphone. Nach wenigen Sekunden taucht die erste Nachricht im Debug-Tab auf.

Zäune bauen

Geofences können Sie in Traccar über ein komfortables Menü anlegen: Wählen Sie dazu im Einstellungsmenü (Zahnrad oben rechts) den Menüpunkt „Geo-Zäune“. Über das Plus oben links erstellen Sie einen neuen Zaun; vergeben Sie zunächst einen Namen, dann klicken Sie auf „Gebiet“, ein Untermenü mit Karte erscheint. Oben links können Sie über das Ausklappmenü drei Geofence-Typen wählen: Der Kreis erklärt sich selbst; mit den Polygonen können Sie ein Areal frei definieren und die Polylinie markiert etwa eine Route, die nicht verlassen werden darf. Sie können das Kartenfeld wie gewohnt durch Scrollen sowie Klicken und Halten justieren, die Polygone setzen Sie per Klick. Wenn Sie fertig sind, bestätigen Sie über den Haken oben rechts.

Zurück im Hauptmenü des Geofences können Sie über „Eigenschaften“ noch optional die „Polyliniendistanz“ als Parameter hinzufügen. Sie beschreibt, wann Traccar das Gerät als „auf der Route“ beziehungsweise „von der Route abgekommen“ wertet und ein Ereignis auslöst. Der Parameter wird zwar in Kilometern eingetragen, Traccar akzeptiert aber auch Bruchteile – also etwa 0,05 Kilometer für 50 Meter.

Wenn Sie alle Parameter gesetzt haben, bestätigen Sie den Geofence mit dem Haken und schließen das Menü. Danach weisen Sie Ihren Geräten den Zaun zu: Klicken Sie auf das Gerät, dem Sie den Zaun zuweisen möchten, links in der Ge-

rätliste und öffnen Sie dann über das Zahnrad direkt darüber das „Geo-Zäune“-Menü. Hier setzen Sie für einen oder mehrere Zäune den Haken.

Logik erstellen

In Node-Red liefert das HTTP-In-Node ein fertiges JavaScript-Objekt ab, das Sie direkt in einer Logik verwenden: Der Name des Geofence steht in `msg.payload.geofence.name`, ob er betreten oder verlassen wurde, steht als „`geofenceExit`“ oder „`geofenceEnter`“ in `msg.payload.event.type` und welches Gerät beteiligt war, finden Sie in `msg.payload.device.name`.


Möchten Sie Programmcode ganz vermeiden, können Sie die Logik komplett mit Switch-Nodes bauen (siehe Screenshot): Ziehen Sie einen neuen Switch-Node in den Flow und verbinden Sie ihn mit dem HTTP-In-Node. Öffnen Sie Einstellungen und setzen Sie die zu überprüfende „Eigenschaft“ auf `msg.payload.device.name` und fügen so viele Prüffregeln mit Namenseintrag hinzu, wie Sie Geräte verarbeiten wollen – tragen Sie den Namen so ein, wie er in Traccar in der Liste steht. Anschließend hängen Sie an diesen Switch-Node einen weiteren, mit dem Sie `msg.payload.geofence.name` überprüfen;

auch hier entspricht der Name dem, den Sie in Traccar vergeben haben. Zuletzt überprüfen Sie mit einem weiteren Switch-Node in `msg.payload.event.type`, ob der Geofence verlassen (`geofenceExit`) oder betreten wurde (`geofenceEnter`).

Hinter diesem Node können Sie jetzt beliebige Anwendungen andocken. Wie im Screenshot zu sehen, haben wir etwa die Heizungssteuerung Tado verbunden. Während man vom Hersteller aus nur Smartphones für das Geofencing benutzen kann, setzen wir auf diesem Weg den LoRaWAN-GPS-Tracker LGT-92 von Dragino dafür ein, der über einen Kniff mit Traccar verheiratet ist [3, 4, 5]. Wie das geht, lesen Sie in c't 21/2021 [6].

Skalierung

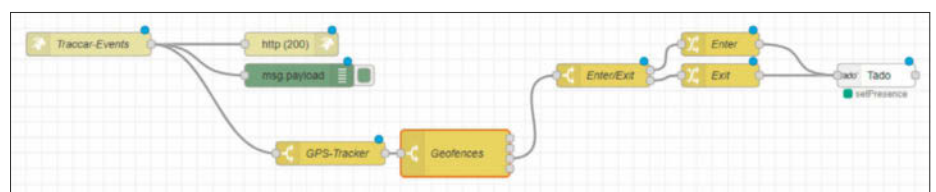
Mit zunehmender Anzahl an Geofences und Trackern kann es in Node-Red sehr unübersichtlich werden. Mithilfe von Function-Nodes können Sie mehrere Schritte in JavaScript-Code unterbringen und so die Anzahl der Nodes reduzieren.

Traccar bietet außerdem eine große Anwendungsschnittstelle (API), mit der Sie den Dienst auch aus anderen Anwendungen heraus vollumfänglich nutzen können. Einen Link zur Dokumentation finden Sie unter ct.de/yjeb. (amo@ct.de) 

Literatur

- [1] Andrijan Möcker, Privatkartierung, GPS-Tracker-Daten sicher zu Hause speichern, c't 6/2018, S. 112
- [2] Jan Mahn, Reaktionsmaschine, Einstieg in Heimautomation mit Node-Red, c't 15/2018, S. 142
- [3] Jan Mahn, Langstreckenfunk, IoT-Funk LoRaWAN: für kleine Datenmengen und hohe Reichweiten, c't 10/2019, S. 140
- [4] Andrijan Möcker, Plug & Funk, LoRaWAN für IoT-Projekte: Einfach einsteigen mit TTN und Node-Red, c't 14/2021, S. 148
- [5] Andrijan Möcker, GNSS-Notfallknopf, LoRaWAN-Tracker mit Notrufunktion, c't 5/2021, S. 64
- [6] Andrijan Möcker, Positionsübersetzer, LoRaWAN-GPS-Tracker mit Traccar verbinden, c't 21/2021, S. 162

Dokumentationen: ct.de/yjeb



Die Flowchart-Programmierschnittstelle Node-Red macht das Erstellen von Logiken besonders einfach. Dank der Erweiterungen findet man leicht Anschluss an allerhand weitere Smart-Home-Dienste, zum Beispiel an Tado.

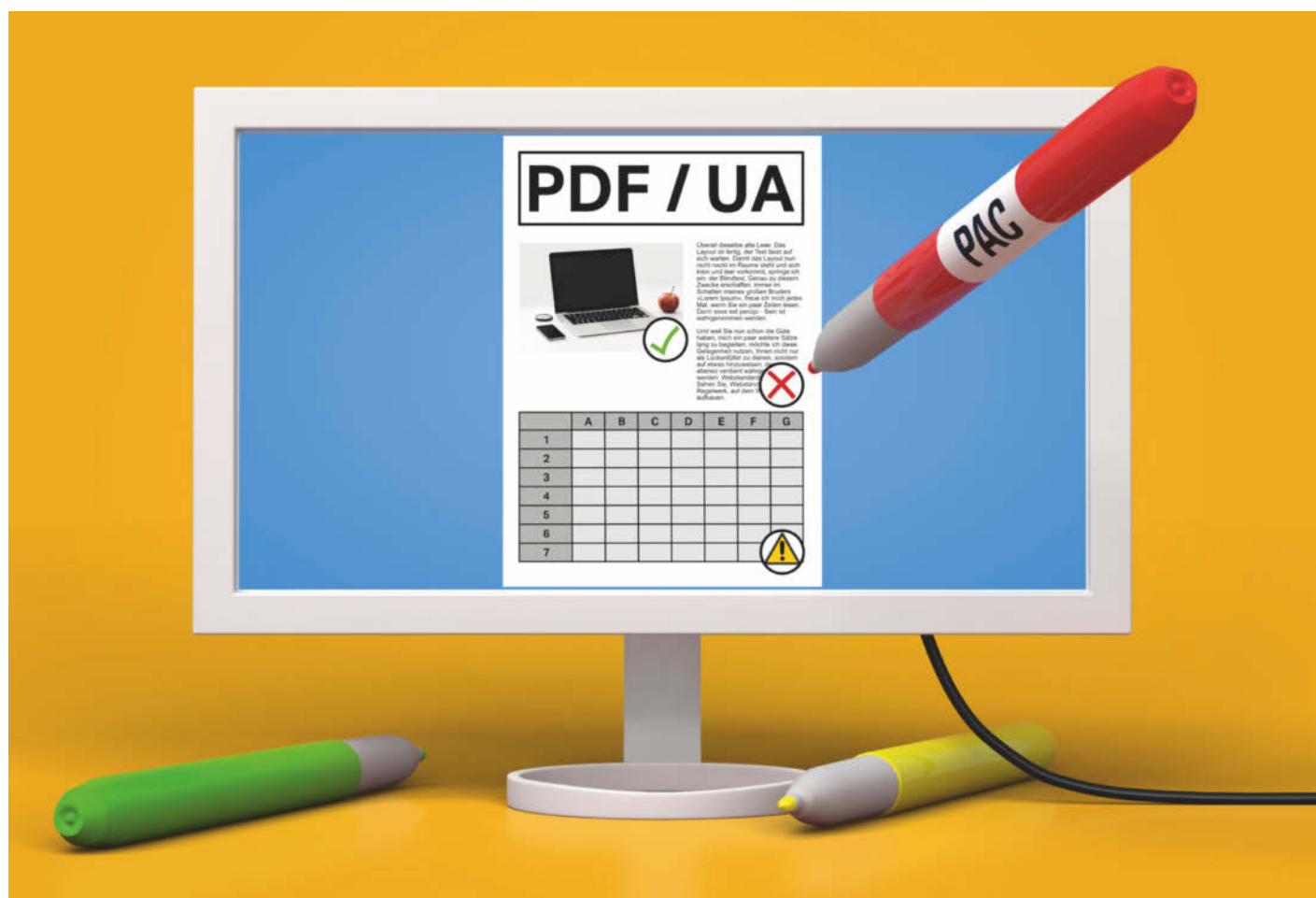


Bild: Sven Hauth

Hindernisräumung

So prüfen Sie barrierefreies PDF und beheben Fehler

Office- und DTP-Programme exportieren mit Tags strukturiertes PDF, das unter anderem für Blinde und Sehbehinderte leicht zugänglich sein soll. Doch wo „Tagged PDF“ draufsteht, ist nicht immer „barrierefrei“ drin, denn kaum eine Standardsoftware beherrscht die hohe Kunst des Taggens perfekt. Drum prüfe, wer für ewig publiziere – unsere Tipps helfen dabei.

Von Klaas Posselt

Menschen mit visuellen Einschränkungen können in einem barrierefreien PDF selbstständig auf alle Inhalte zugreifen, vom Text über Bilder bis hin zu Tabellen. Assistive Techniken (AT) helfen ihnen dabei, indem sie die Schrift vergrößern, Text vorlesen, in eine Braille-Zeile umwandeln und anderes. Damit das funktioniert, muss jedes Objekt mit dem passenden Tag markiert sein, ähnlich wie bei HTML. Doch schon kleine technische oder konzeptionelle Mängel können ein Dokument für eine AT praktisch unbenutzbar machen.

Weil Autoren nicht immer sauber arbeiten und Standardsoftware das Taggen nur mäßig beherrscht, müssen Sie vor dem

Publizieren kontrollieren, ob Ihr PDF überhaupt alle Anforderungen erfüllt. Öffentliche Ausschreibungen verpflichten in der Regel sogar dazu und verlangen einen detaillierten Prüfbericht.

Was ein barrierefreies PDF auszeichnet, worauf man achten muss und wie man korrekte Vorlagen mit Word erstellt, haben wir kürzlich in [1] und [2] erklärt. In diesem dritten und letzten Teil unserer Serie lernen Sie, Fehler in Dokumenten zu finden und zu korrigieren.

Mit Software und Augen

Es gibt über hundert teils sehr technische Anforderungen, die ein barrierefreies Dokument erfüllen muss. Aber keine Sorge, das Gros der Arbeit können Sie an spezielle Prüfsoftware delegieren, die auf Knopfdruck einen übersichtlichen Bericht generiert.

Zusätzlich sollten Sie Ihr Dokument auch mit eigenen Augen begutachten: Denn ein Programm erkennt zwar, wenn einem eingebetteten Bild die erforderliche Beschriftung (Alternativtext) fehlt. Es kann aber nicht einschätzen, ob der Alter-

nativtext die Abbildung sinnvoll beschreibt. Ebenso wenig erkennt es semantische Fehler, zum Beispiel, wenn der Autor Überschriften und Aufzählungen als simple Absätze angelegt oder Tabellen als Bilder eingebettet hat.

Für diesen ausführlichen manuellen beziehungsweise visuellen Check müssen Sie etwas Zeit einplanen. Beispielsweise würde ein Profi für diesen Artikel 15 Minuten benötigen, ein Einsteiger 1,5 Stunden und eine geübte Gelegenheitsgeleserin 30 Minuten. Immerhin lässt Sie die Prüfsoftware dabei nicht allein und erleichtert die Spurensuche mit einem speziellen Ansichtsmodus. Eine vollständige Barrierefreiheitsprüfung besteht also immer aus zwei Schritten:

- automatischer Check (per Software),
- manuelles Testen (per Checkliste, softwareunterstützt).

In die Tiefen der Thematik können wir hier aus Platzgründen nicht einsteigen. Wir versuchen stattdessen, eine gute Strategie und ein Gespür für den richtigen Umgang mit Prüfwerkzeugen und Fehlern zu vermitteln – und haben unter ct.de/yv1v die wichtigsten Quellen zum Weiterlesen zusammengestellt.

Prüfreferenz festlegen

Folgende Punkte sollten Sie bereits vor Projektstart, spätestens aber vor der Prüfung geklärt haben:

- Welche Richtlinie soll das Dokument erfüllen? WCAG, BITV, PDF/UA-1 oder nur eigene Vorgaben?
- Mit welcher Software/Checkliste soll die Prüfung durchgeführt werden?
- Wer führt die Prüfung durch?

Öffentliche Auftraggeber müssen sich in Deutschland an der BITV (Barrierefreie Informationstechnikverordnung) orientieren, in Österreich und Schweiz an der WCAG (Web Content Accessibility Guidelines), Details dazu finden Sie in [1] und unter ct.de/yv1v. Wenn es um PDF geht, enthalten Ausschreibungen aber häufig unklare Formulierungen. Sie fordern beispielsweise BITV-Konformität und verlangen dann im Bereich „Überprüfung“ sinngemäß „Muss den PAC-Test bestehen“. Die Software PAC (PDF Accessibility Checker) prüft aber gemäß dem auf dem Portable Document Format zugeschnittenen Universal-Accessibility-Standard PDF/UA, was somit zur De-facto-Anforderung wird.

Einigen Sie sich also am besten von vornherein auf das aktuelle PDF/UA-1 als

ct kompakt

- Bevor man ein barrierefreies PDF publiziert, muss man sicherstellen, dass es die Anforderungen der vereinbarten Richtlinie erfüllt (WCAG, BITV oder PDF/UA).
- Eine vollständige Prüfung besteht immer aus einem automatisierten und einem manuellen Teil.
- Fehler sollte man möglichst im Ursprungsdokument korrigieren, nicht im PDF.

Referenz. Damit decken Sie BITV/WCAG zu mindestens 95 Prozent ab (Besonderheiten siehe S. 158), vermeiden Missverständnisse und können auf bewährte Testwerkzeuge zurückgreifen.

Hilfsmittel auswählen

Für PDF/UA hat sich der oben erwähnte kostenlose PDF Accessibility Checker etabliert, der aber nur unter Windows läuft. Auf dem Mac empfiehlt sich die PDF/UA-1-Prüfung von Adobe Acrobat, die Sie über das Preflight-Menü aufrufen.

Durch den manuellen Teil führen detaillierte Checklisten wie das für PDF/UA konzipierte Matterhorn-Protokoll (www.pdfa.org). Es listet 137 potenzielle Fehler und kennzeichnet, wofür Mensch und Maschine zuständig sind; 108 davon analysiert der PAC automatisch. Solche Check-

listen gibt es auch für BITV (bitvtest.de) und WCAG (w3.org), die jedoch nicht auf das PDF-Format abgestimmt sind, siehe ct.de/yv1v.

Damit Sie sich dabei nicht zwischen Struktur-Tags und Bleiwüsten verirren, gibt es spezielle Ansichtsmodi wie etwa die Screenreader-Vorschauen des PAC und des kostenlosen Acrobat-Plug-ins calas.pdfGoHTML. Sie bereiten das Dokument anhand der Struktur-Tags übersichtlich und plakativ auf, sodass Fehler in Semantik, Reihenfolge oder Alternativtexten leicht auffallen. Eine Liste der gängigen Tools haben wir unter ct.de/yv1v zusammengestellt.

Prüfen lassen

Wenn Sie alle Tools beisammen haben, können Sie loslegen: Sobald Sie das PDF im PAC öffnen oder auf die Oberfläche ziehen, prüft die Software direkt 108 PDF/UA-Kriterien, die sich auf elf Hauptkategorien verteilen. Es können drei Arten von Meldungen erscheinen:

- grüner Haken: Die Prüfung war erfolgreich;
- gelbes Ausrufezeichen: Warnung, es gibt möglicherweise Probleme;
- rotes X: Fehler, Anforderung nicht erfüllt.

Stürzen Sie sich anschließend aber nicht gleich in die Fehleranalyse und -korrektur, sondern erledigen Sie erst den manuellen Check. So behalten Sie den Überblick und können anschließend alle Baustellen systematisch abarbeiten.

PDF/UA-1 Fehlerbedingungen

Prüfpunkt 01: Getaggtter realer Inhalt

Index	Fehlerbedingung	Abschnitt	Typ	Wie	Siehe
01-001	Artefakte sind als realer Inhalt getaggt.	UA1:7.1-1	Objekt	Mensch	-
01-002	Realer Inhalt ist als Artefakt gekennzeichnet.	UA1:7.1-1	Objekt	Mensch	-
01-003	Inhalt, der als Artefakt gekennzeichnet ist, befindet sich innerhalb von getaggttem Inhalt.	UA1:7.1-1	Objekt	Software	-
01-004	Getaggtter Inhalt befindet sich innerhalb von Inhalt, der als Artefakt gekennzeichnet ist.	UA1:7.1-1	Objekt	Software	-
01-005	Inhalt ist weder als Artefakt gekennzeichnet noch als realer Inhalt getaggt.	UA1:7.1-2	Objekt	Software	-
01-006	Der Strukturtyp und Attribute eines Strukturelementes sind nicht semantisch geeignet für das Strukturelement. Alle folgenden Strukturelemente müssen in Betracht gezogen werden: Document, Part, Art, Sect, Div, BlockQuote, Caption, TOC, TOCI, Index, NonStruct, Private, P, H, H1, H2, H3, H4, H5, H6, L, LI, Lbl, LBody, Table, TR, TH, TD, THead, TBody, TFoot, Span, Quote, Note, Reference, BibEntry, Code, Link, Annot, Ruby, Warichu, RB, RT, RP, WT, WP, Figure, Formula, Form.	UA1:7.1-2	Objekt	Mensch	-

Das PDF/UA-Prüfprotokoll (Matterhorn-Protokoll) listet 137 Anforderungen; 108 davon arbeitet der kostenlose PDF Accessibility Checker selbstständig ab.

Bericht	
Titel	Anzahl
PDF/UA	28
Basisanforderungen	0
ISO 32000-1	0
Schriften	0
Inhalt	0
Eingebettete Dateien	0
Natürliche Sprache	0
Logische Struktur	26
Strukturelemente	10
Überschriften	0
Fussnoten/Endnoten	0
Anmerkungen	0
Abbildungen	5
Tabellen	5
Strukturbaum	10
Rollenzuordnungen	0
Alternative Beschreibungen	6
Alternativtexte für "Figure"-Strukturelemente	4
Alternativtexte für "Formular"-Strukturelemente	0
Alternative Namen für Formularfelder	0
Alternative Beschreibungen für Anmerkungen	2
Metadaten und Einstellungen	2
Metadaten	1
XMP-Metadaten	0
PDF/UA-Kennzeichnung	1
Titel in XMP Metadaten	0
Dokumenteinstellungen	1
Anzeige des Dokumenttitels im Fenstertitel	0
"Suspects"-Eintrag	0
Kennzeichnung für getaggte PDF-Dokumente	0
Dynamische XFA Formulare	0
Sicherheitseinstellungen und Zugriff durch as...	0
Tab-Reihenfolge für Seiten mit Anmerkungen	1

Der PDF Accessibility Checker (PAC) findet vor allem technische und formelle Ungereimtheiten, etwa wenn Alternativtexte und Dokumenttitel fehlen.

Selber sichten

Lassen Sie sich via Screenreader-Vorschau in PAC die Dokumentenstruktur als eine Art Webseite anzeigen und gehen Sie nun im Matterhorn-Protokoll die mit „Mensch“ markierten Punkte durch. Auf folgenden Kriterien sollte Ihr Hauptaugenmerk liegen:

- Überschriften müssen als solche gekennzeichnet sein (Tags <H1> bis <H6>).
- Was wie eine Liste aussieht, ist auch als Liste getaggt (Tags <L>, , <Lb1>, <Lb2>).
- Tabelleninhalte stehen in Tabellen, anderes nicht (Tag <Table>, Subtags <TR>, <TH>, <TD>).
- Sind Tabellenkopfzellen korrekt ausgezeichnet? (Tag <TH> plus Attribut Scope/Header-IDs)
- Sind Fuß-/Endnoten korrekt ausgezeichnet? (Tag <Note>)
- Nicht relevante Inhalte wie Kopf- und Fußzeilen müssen als Artefakt (Schmuckelement) markiert sein (kein Tag).
- Links sind als solche gekennzeichnet (Tag <Link>).
- Die Reihenfolge ist korrekt beziehungsweise wie vom Autor gewünscht.

– Beschreiben Alternativtexte die jeweiligen Bilder und Grafiken angemessen? Für BITV/WCAG-Konformität müssen darüber hinaus die Kontraste von Text und Hintergrund sowie Grafiken über einer bestimmten Grenze liegen. Dieses Kriterium können Sie mit dem im PAC 2021 integrierten WCAG-Check messen. Weitere Anforderungen, die über PDF/UA hinausgehen, sind eher redaktioneller Art, wie etwa die Forderung in WCAG 2.4.6, dass Texte Überschriften brauchen.

Umgang mit Ergebnissen und Fehlern

Hat das Dokument beide Prüfungen bestanden, liegt ein barrierefreies PDF gemäß PDF/UA-1 vor. Die gelben Warnungen des PAC dürfen Sie fast immer ignorieren, sie resultieren meist aus Feinheiten in der Auslegung der Norm.

Alle rot markierten Probleme müssen Sie unbedingt beheben, zumindest wenn Sie ein PDF/UA-konformes Dokument benötigen. Die Schaltfläche „Detail-Bericht“ erläutert die Probleme hinter den einzelnen Fehlern und Warnungen. Außerdem verlinkt der Bericht die entsprechende Stelle im Dokument, sofern ein Bezug zu einem Seitenelement besteht – ein wesentlicher Vorteil gegenüber der PDF/UA-Prüfung in Acrobat. Sortieren Sie die Fehler am besten nach folgendem System und arbeiten Sie diese dann nacheinander ab:

1. lässt sich im Quellprogramm beheben
2. lässt sich automatisch im PDF beheben
3. lässt sich manuell beheben

Versuchen Sie nun, möglichst viele Fehler in der Ursprungsanwendung (etwa Word oder InDesign) zu beheben, exportieren Sie das Ergebnis erneut als PDF und prüfen Sie es nochmals. So bleiben die Inhalte konsistent und es entsteht idealerweise ein fehlerfreies Basis-Dokument, das sich auch bei

künftiger Verwendung jederzeit überarbeiten und in korrektes PDF/UA exportieren lässt. Damit sparen Sie gegenüber der Fehlerkorrektur im PDF massiv Zeit.

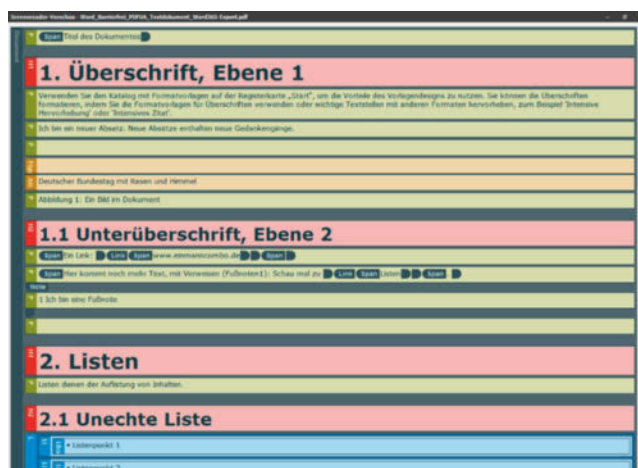
Erst wenn Sie an der Quelle das Maximum herausgeholt haben, korrigieren Sie die verbliebenen Mängel im PDF. In Acrobat DC Pro lassen sich bestimmte Fehler automatisch mit Preflight-Funktionen reparieren, andere nur manuell in der Tag-Struktur. Sehr umfangreiche Dokumentationen der häufigsten Fehler inklusive Videoanleitung zur Tag-Reparatur in Acrobat finden Sie auf Accessible-PDF.info und TaggedPDF.com (nur englisch). Ersteres hat sogar eine eigene Sammlung gegen spezifische Fehler des Word-Exports zusammengestellt.

Das Ergebnis der Prüfung sollten Sie dokumentieren lassen – viele Auftraggeber verlangen dazu den PAC-PDF-Report. Ergänzen Sie diesen möglichst durch eine manuelle Prüfliste.

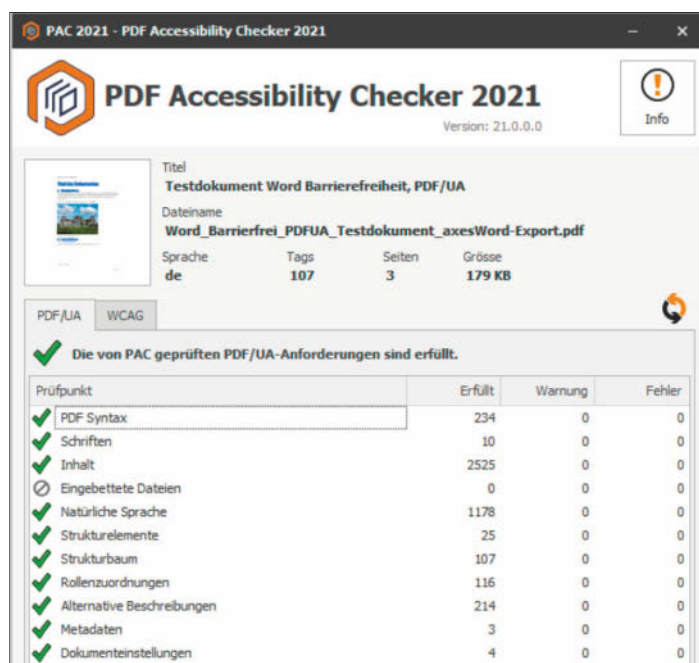
Fehler im System

Momentan bringen weder Office- noch Layoutprogramme von Haus aus durchweg korrektes PDF/UA zustande. Wenn Sie den PAC-Test also auf ein von Microsoft Word exportiertes Tagged PDF anwenden, werden Sie definitiv Fehlermeldungen erhalten – selbst wenn Sie unsere Anleitung aus [2] streng befolgt haben. In welchem Umfang dies geschieht, hängt von der eingesetzten Word-Version und den Dokumentinhalten ab.

Ein solches PDF kann durchaus passabel zugänglich sein: Manche Probleme wie zum Beispiel ein fehlender PDF/UA-Identifier sind nur dann relevant, wenn es auf formelle PDF/UA-Konformität ankommt. Auf die Zugänglichkeit für den Nutzer wirkt sich der Identifier in der Praxis fast nie aus. Auch bei textlastigen Do-



Die Screenreader-Vorschau des PAC hebt Tags optisch hervor und färbt die Inhalte passend zu ihrer Semantik ein: Überschriften rot, Absätze grün, Listen blau und Bilder gelb.




Spezielle Add-ons für Word und InDesign produzieren von Haus aus korrektes PDF/UA, wie hier das Add-on axes-Word. Sie reduzieren den Aufwand für Fehlersuche und -korrektur erheblich.

korrekt zu nutzen. Damit verhindern Sie Fehler schon im Ansatz und müssen später weniger suchen, rätseln und basteln.

Zukünftige Entwicklungen

Barrierefreie PDFs auf Grundlage der PDF-Version 1.7 zu erstellen, ist mit einigen formatbedingten Hürden verbunden. Besserung verspricht PDF/UA-2, das noch im Laufe dieses Jahres veröffentlicht werden könnte. Es stützt sich auf den aktuellen Standard PDF 2.0 (ISO 32000-2). Technisch ließe sich damit sogar responsives PDF realisieren.

Darüber hinaus überarbeitet das W3C derzeit die veralteten und inhaltlich nicht immer korrekten WCAG-Techniken für PDF. Der Fokus liegt auf griffigen, umfangreichen Beispielen und einer Orientierung Richtung PDF/UA. Einen guten Überblick über den Stand der Entwicklungen gibt die PDF Association auf pdfa.org. (atr@ct.de) 

Literatur

- [1] Klaas Posselt, Zugängliche Dokumente, Von der Theorie bis zur Office-Praxis: So wird Ihr Dokument barrierefrei, c't 5/2022, S. 146
- [2] Klaas Posselt, Freier Zugang für alle, Von Text bis Tabellen: Word-Dokumente Schritt für Schritt barrierefrei machen, c't 7/2022, S. 134

Checklisten, Downloads und weitere Infos: ct.de/yv1v

kumenten muss Ihr Publikum meist nur mit kleineren Einschränkungen leben, zum Beispiel nicht ganz korrekt ausgezeichneten Listen. Je mehr Bilder und Tabellen ins Spiel kommen, umso mehr und leider auch gravierendere Fehler werden Sie finden. Einige davon sind nicht ohne größeren Aufwand zu beheben.

Hier stehen vor allem die Softwareanbieter in der Pflicht nachzubessern. Ein PDF in zehn Minuten zu erstellen und dieses dann im Anschluss noch eine Stunde zu reparieren, kann auf Dauer keine akzeptable Lösung sein.

Workflow optimieren

Bis dahin benötigen Sie für einen in jeder Lebenslage zuverlässigen Barrierefrei-Export noch spezielle Add-ons, die auch komplexere Inhalte PDF/UA-konform umsetzen: etwa axesWord für Microsoft Word oder axaio MadeToTag für InDesign. Wenn Sie problematische PDFs in Acrobat nachbearbeiten wollen, gibt es ebenfalls Alternativen, die Abläufe automatisieren oder zumindest beschleunigen. Die Auswahl ist hier sehr vielfältig, empfehlenswert sind unter anderem axesPDF sowie CommonLook PDF.

Ob sich solche Zusatzprogramme für Sie lohnen, ist in erster Linie eine betriebswirtschaftliche Frage. Ein axesWord-Abo kostet 300 Euro pro Jahr, eine Dauerlizenz von MadeToTag 713 Euro pro Arbeitsplatz. Unterschätzen Sie aber auch nicht die Auswirkung auf die Arbeitsmoral: Welcher Mitarbeiter hat schon Lust, mehrere Stun-

den pro Tag verunglückte Tags hin und her zu schieben?

Unabhängig davon reduzieren gute Vorlagen den Aufwand enorm: Erstellen Sie auf Grundlage unseres Tutorials [2] am besten für jeden Dokumenttyp eine geeignete Barrierefrei-Vorlage – etwa für Berichte, Anleitungen oder Präsentationen – und schulen Sie Ihre Mitarbeiter, diese

Ungeeignete Prüfverfahren

Ziel einer Prüfung sollte sein, dass das PDF an sich alle Vorgaben erfüllt. Optimieren Sie das Dokument keinesfalls auf vermeintliche Standardsoftware hin wie etwa den dominierenden PDF-Betrachter Acrobat Reader oder eine verbreitete assistive Technik (AT). Damit erhalten Sie potenziell ein Dokument, das in dieser speziellen Kombination funktioniert, aber gegebenenfalls nicht mit anderen Betrachtern oder ATs.

Leider lehnen Auftraggeber auch gerne mal ein PDF ab, weil sie nach zusammengegoogelten Kriterien prüfen, die mit den fachlichen Anforderungen wenig zu tun haben. Da ist es nicht gerade zielführend, dass selbst Adobe in seiner Acrobat-Dokumentation folgende ungeeigneten und irreführenden Werkzeuge empfiehlt:

Lesereihenfolge (Acrobat): In Acrobat gibt es eine Navigationsleiste namens Lesereihenfolge. Diese spiegelt aller-

dings nicht die für ein barrierefreies PDF relevante Tag-Struktur wider. Für Barrierefreiheit zählt ausschließlich die in der Navigationsleiste „Tag-Struktur“ gezeigte Reihenfolge.

Umfließen-Modus: Auch der Umfließen-Modus ignoriert Tags und eignet sich daher nicht als Prüfwerkzeug.

Das PDF vorlesen lassen: Einige Kollegen sind anderer Meinung, aber sich ein PDF per Screenreader (was insbesondere Acrobat nicht ist) vorlesen zu lassen, halte ich nicht für zielführend. Denn viele ATs können PDFs nicht korrekt handhaben und suggerieren Fehler, die keine sind.

Noch ein Tipp für die ersten Gehversuche: Testen Sie selbst erstellte Daten besser nicht selbst. Kaum ein Mensch ist vor Betriebsblindheit gefeit. Ein Dokument von verschiedenen Kollegen begutachten zu lassen, kann sehr erhellend sein, potenziert Wissen und bringt alle auf einen Stand.



Bild: Albert Hulm

Marktanalyse

Supermarkt-Apps und -APIs seziert

Viele Webdienste bieten interessante Datenquellen, halten damit aber hinterm Berg. Wer weiß, wie's geht, kann jedoch auch undokumentierte Quellen finden und mit Python anzapfen. Im zweiten Teil unserer Inspektion der eigenen Einkaufsdaten erforschen wir die APIs des Supermarktes anhand von Browser- und App-Analysen.

Von Lars Hupel

Der Onlineshop der Supermarktkette Rewe bietet einen Export der eigenen Einkaufsdaten – das ist praktisch für neugierige Datenanalysten: Mit Python und Werkzeugen wie Jupyter Notebooks und der Bibliothek Pandas kann man diese Daten untersuchen.

In Ausgabe 09/2022 haben wir gezeigt, wie man dabei einiges über die eigenen Einkaufsvorlieben im Speziellen und über Datenanalyse im Allgemeinen lernt [1].

Beidem sind allerdings Grenzen gesetzt, denn – so nerdfreundlich ein Datenexport im JSON-Format auch ist – letztlich steht in dem Datensatz wenig mehr als auf den Kassenzetteln. Insbesondere fehlen

Produktgruppen oder -kategorien und Artikelnummern, die Artikel eindeutig und händlerübergreifend identifizieren. Erstere würden beispielsweise erlauben, Gemüseinkäufe mit den Ausgaben für Snacks zu vergleichen. Über letztere könnte man Produkte auch in externen Datenbanken finden oder Preise mit denen der Mitbewerber vergleichen.

Grundsätzlich liegen diese Daten vor; wie praktisch jeder andere Onlineshop sortiert auch Rewes Website die eigenen

Produkte in Kategorien. Einen eindeutigen Barcode mit der Global Trade Item Number (GTIN) findet man ohnehin auf fast jedem Produkt.

Die GTIN wird umgangssprachlich oft noch als „EAN“ (für European Article Number) bezeichnet.

Eine Anfrage beim Kundendienst des Händlers brachte leider keinen Erfolg: Man könne den Datenexport nicht um Artikelnummern, EANs oder Kategorien erweitern, weil diese dynamisch seien und sich häufig änderten. So ganz leuchtet

Frisch aus
c't Nerdistan

diese Sicht nicht ein: Bei neuer Zusammensetzung, Verpackung oder Herkunft von Produkten ändern sich Produktnummern durchaus. Trotzdem muss zum Zeitpunkt der Lieferung klar sein, welches Produkt mit welchen Kategorieuordnungen und welcher EAN den Besitzer gewechselt hat.

Datenquellensuche

Dass dokumentierte Schnittstellen nicht alle verfügbaren Informationen liefern, ist eher die Regel als die Ausnahme. Man kann dann versuchen, auf bessere dokumentierte Schnittstellen hinzuwirken – oder man sucht nach undokumentierten Datenquellen. Denn die Rewe-Webseite und -App kennen ja weitergehende Produktdaten wie Kategorien oder Nährwerte. Und was eine App auf dem eigenen Gerät weiß, das weiß man auch bald selbst.

Nicht lokal berechnete Daten wie Suchergebnisse, Einkaufskörbe oder Kategorienlisten müssen Smartphone-Apps per API von einem Webserver erhalten. Auch bei modernen Webseiten interagiert häufig das JavaScript im Browser mit APIs, was ein Neuladen der kompletten Webseite vermeidet. Typischerweise stellen Webserver also nicht nur HTML-Seiten bereit, sondern auch APIs, die von den hauseigenen Apps und Webseiten genutzt werden (und häufig JSON ausliefern).

Solche APIs sind nicht immer gut dokumentiert, aber dennoch recht leicht auffindbar: Der Code, der sie anspricht, läuft schließlich auf den Geräten der Endkunden. Die Webentwickler-Tools moderner Browser erlauben nicht nur den Quellcode einer Website zu studieren, sondern auch live dabei zuzusehen, wenn ein Browser auf ein API zugreift – noch bevor die TLS-Verschlüsselung der Verbindung zum Server greift.

Die Entwickler-Tools öffnen Sie in den meisten Browsern mit einem Druck auf F12. Für die API-Analyse ist insbesondere der „Netzwerk“-Tab interessant. Dort protokolliert der Browser alle Anfragen, die er stellt, an wen er sie stellt und welche Antworten er bekommt. Siehe da: Wenn man sich bei Rewe im Webshop einloggt und sich über die Bestellübersicht zu einer konkreten Bestellung durchklickt, protokolliert der Browser dutzende Requests. Versteckt in dem Wust findet sich ein API-Aufruf, der JSON zurückliefert:

```
https://shop.rewe.de/api/orders/2
    <BESTELLNUMMER>?constraint=rewe
```

Gib mir alles

Dieser Aufruf liefert zwar nur Daten zu einer Bestellung (die man über die Bestellnummer spezifiziert), bietet aber dafür wesentlich mehr Details, als im offiziellen Datenexport enthalten sind. Dazu gehören interne Artikelnummern, EANs (aha!), Links auf Produktbilder, Kategorieinformationen, Steuersätze und maximale Bestellmengen.

Ein schöner Datenschatz, aber wie kommt man an diese Details für alle eigenen Bestellungen? Das JSON-API von Rewe scheint hierarchisch aufgebaut zu sein, was typisch für APIs ist, die dem verbreiteten REST-Schema folgen. Vielleicht kann man die Bestellnummer einfach weglassen und bekommt dann mehr als eine Bestellung? Das klappt tatsächlich, eine Anfrage an `https://shop.rewe.de/api/orders/` beantwortet der Server mit einer Liste von Bestellungen. Leider enthalten die einzelnen Punkte dieser Liste weniger Details, insbesondere fehlt die Liste der Artikel pro Bestellung.

Also muss man einen mühsameren Weg gehen und zuerst aus dem offiziellen Export sämtliche Bestellnummern extrahieren. Das erfordert nur eine kleine Ergänzung des Pandas-Codes aus [1]:

```
oids = list(set(df['orderId']))
```

Eine aktualisierte Version des kompletten Jupyter-Notebooks finden Sie unter `ct.de/y8wg`. Ein weiterer kleiner Codeschnipsel iteriert anschließend über die Bestellnummern und stellt mit jeder Nummer eine Anfrage an `https://shop.rewe.de/api/orders/<BESTELLNUMMER>`. Das klappt aber nicht einfach so, schließlich ist der Python-Code nicht im Rewe-Shop angemeldet.

Das Login-Verfahren in Python nachzubilden wäre sehr aufwendig, denn Rewe schützt es unter anderem mit CAPTCHAs externer Dienstleister. Einfacher ist es, aus dem Browser das relevante Cookie mit den Authentifizierungsinformationen zu extrahieren und an den Python-Code zu übergeben. Der Rewe-Shop setzt eine ganze Menge Cookies, aber nur das Cookie „rstp“ dient der Authentifizierung – wie wir durch schlichtes Ausprobieren ermittelt haben. Um Ihren Cookie-Wert zu extrahieren, melden Sie sich im Rewe-Shop an, öffnen die Entwickler-Tools des Browsers und gehen zum Tab „Web-Speicher“ (Firefox beziehungsweise „App“ (Chrome/Chromium)). Dort wählen Sie in der Seiten-

ct kompakt

- Die Schnittstellen von Online-Services sind häufig nicht dokumentiert.
- Mit den passenden Analysewerkzeugen findet man mehr Informationen, als Anbieter direkt preisgeben.
- Etwas Python-Code hilft dann dabei, die Schnittstellen anzusprechen.

leiste unter „Cookies“ die Domain `https://shop.rewe.de` aus. Der Browser zeigt nun alle Cookies der Domain an, nach einem Doppelklick auf den Wert von „rstp“ können Sie selbigen in die Zwischenablage kopieren.

Nachdem Sie den Wert im Python-Schnipsel eingefügt haben, können Sie den Code ausführen und das Notebook fragt Details zu allen Ihren Einkäufen ab:

```
import httpx

rstp = "<IHR RSTP-WERT>"

def fetch(id):
    url = f"https://shop.rewe.de/api/orders/{id}?constraint=rewe"
    return httpx.get(url,
        cookies = {"rstp": rstp}).json()

orders = [fetch(id) for id in oids]
```

Der Code nutzt HTTPX, einen verbreiteten HTTP-Client für Python. Das resultierende JSON-Dokument ist sehr umfangreich und direkt im Notebook nur schlecht anzuzeigen. Um einen Blick darauf zu werfen, schreiben Sie das Dokument besser in eine Datei:

```
import json
with open("orders.json", 'w') as f:
    json.dump(orders, f)
```

Mit Firefox kann man die Datei gut betrachten, weil dieser Browser das JSON-Format schön darstellt. Für Konsolenfreunde gibt es stattdessen etwa `jless`.

Das JSON-Array in `orders` enthält mehr Informationen als der offizielle Datenexport, aber seine Struktur ist ähnlich. Es enthält Objekte mit `subOrders`, die wiederum unter `lineItems` ein Array mit Bestellpositionen enthalten. Mit dem Ergeb-

nis können Sie ähnliche Analysen wie in [1] anstellen – nur eben auf einer reichhaltigeren Datenbasis. Über die jetzt verfügbaren EANs könnten Sie Ihre Einkaufsdaten auch mit anderen Quellen verknüpfen, etwa den Daten des Projekts Open Food Facts (siehe ct.de/y8wg).

Allerdings hat der detailliertere Datensatz immer noch Lücken; zum Beispiel fehlen Produktbeschreibungen. Schmerzhafter für eine ausführliche Analyse ist, wie grob die enthaltenen Kategorien sind: Sie stellen nur die oberste Ebene der Produktgruppen dar.

App dekompile

Einen praktischen API-Endpunkt für feinere Kategorien konnten wir auf der Rewe-Website nicht ohne Weiteres finden und wandten uns daher der Rewe-App zu. Mobile Apps lassen sich nicht so leicht wie Browser unter die Haube gucken, was die Übung aber umso lehrreicher macht: Apps zu analysieren ist eine vielseitige Fähigkeit, die nicht nur bei der Suche nach undokumentierten Schnittstellen hilft.

Apps bei der Arbeit zu beobachten und live zu sehen, wie sie mit APIs reden, ist ziemlich kompliziert – zumindest, wenn sie ihre Transportverschlüsselung gut implementieren. Dann kann man im Betrieb nämlich höchstens sehen, mit welchem Server eine App redet. Welche Anfragen sie mit welchen Parametern stellt, bleibt verborgen, ebenso wie die Antworten des

Servers. Dieses Problem lässt sich lösen, aber es ist oft einfacher, stattdessen den Programmcode statisch zu untersuchen. Dafür benötigt man zunächst die APK-Datei der App auf dem Computer.

Google will nicht, dass man APK-Dateien einfach so aus dem Play Store herunterlädt, aber es gibt eine Reihe von inoffiziellen Webseiten, die APKs zum Download anbieten (alle Links unter ct.de/y8wg). Solche inoffiziellen Quellen eignen sich gut für die App-Analyse, sollten aber mit Vorsicht gehandhabt werden. Mitunter findet man dort auch Malware. Eine Alternative – zumindest für Apps, die man selbst nutzt – sind Android-Dateimanager wie Total Commander, die lokal installierte Apps als APK-Dateien zugänglich machen.

Nachdem man sich die APK-Datei besorgt hat, gilt es, die Java-Dateien daraus zu extrahieren. Diese liegen im speziellen DEX-Format vor, das Konverter wie dex2jar in das bekannte JAR-Archivformat übersetzen. dex2jar kann man einfach das gesamte APK vorwerfen:

```
dex2jar rewe.apk
```

Der Konverter antwortet darauf mit `dex2jar rewe.apk -> ./rewe-dex2jar.jar` und legt die JAR-Datei an. Anschließend kann ein Decompiler aus dem JAR-Archiv wieder lesbare Java-Quelldateien erstellen. Diese entsprechen zwar nicht exakt

dem Original (beispielsweise haben Variablen andere Namen), sind aber funktional identisch und gut lesbar – deutlich besser als der Bytecode im JAR-Archiv. „JD“, der Platzhirsch unter den Java-Decompilern, verschluckt sich leider an der Rewe-App, wenn man ihn anweist, alle dekompierten Quelldateien zu speichern. Daher wichen wir dafür auf den Decompiler „CFR“ aus, der anstandslos einen Korpus von etwa 100 MByte Quelldateien im Ordner `src` erzeugt:

```
java -jar cfr.jar --outputdir src \
    rewe-dex2jar.jar
```

In `src` findet sich sowohl der eigentliche App-Code (in `de/rewe`) als auch der Code von zahlreichen genutzten Bibliotheken. Man erkennt zum Beispiel am Ordner `kotlin`, dass die gleichnamige Programmiersprache samt ihrer Standardbibliothek zum Einsatz kam. Der Ordner `retrofit2` zeigt an, dass die App die Bibliothek Retrofit nutzt. Kotlin und Retrofit sind im Android-Umfeld durchaus üblich und letzteres ist ein vielversprechender Hinweis: Mit dieser Bibliothek lassen sich HTTP-APIs nutzen. Retrofit verfolgt dabei einen besonderen Ansatz: Statt im Java-Code explizit HTTP-Aufrufe über Methoden der Bibliothek zu tätigen, modelliert man das API als Java- oder Kotlin-Interface und annotiert die einzelnen Methoden mit den Details des API.

The screenshot shows a web browser's developer tools with the 'Netzwerkanalyse' (Network Analysis) tab active. A list of network requests is displayed on the left, including various GET and POST requests to the Rewe API. The selected request is a GET request to `https://shop.rewe.de/api/orders/?constraint=rewe`, which returned a JSON response of 33,71 KB. The right pane shows the JSON response, which is an array of objects. The first object is a 'REFUND' with 'sequenceNumber: 22' and 'lineItem': '1234567'. The subsequent objects are 'PRODUCT' items with 'sequenceNumber' and 'lineItem' values. The last object is a 'BEVERAGE_SURCHARGE' with 'sequenceNumber: 14' and 'lineItem': '1125491'. The response also includes 'articleSubstitution: true' and 'invoiceIds: [...]'. The status bar at the bottom indicates 97 requests, 362,26 KB / 5,27 MB transferred, and a DOMContentLoaded time of 1,56 s.

Jackpot: Inmitten zahlreicher Aufrufe verbirgt sich einer für ein JSON-API, das detaillierte Produktinformationen liefert.

Es gibt **10** Arten von Menschen.
iX-Leser und die anderen.



Jetzt Mini-Abo testen:
3 Hefte + Bluetooth-Tastatur
nur 19,35 €

www.ix.de/testen



www.ix.de/testen



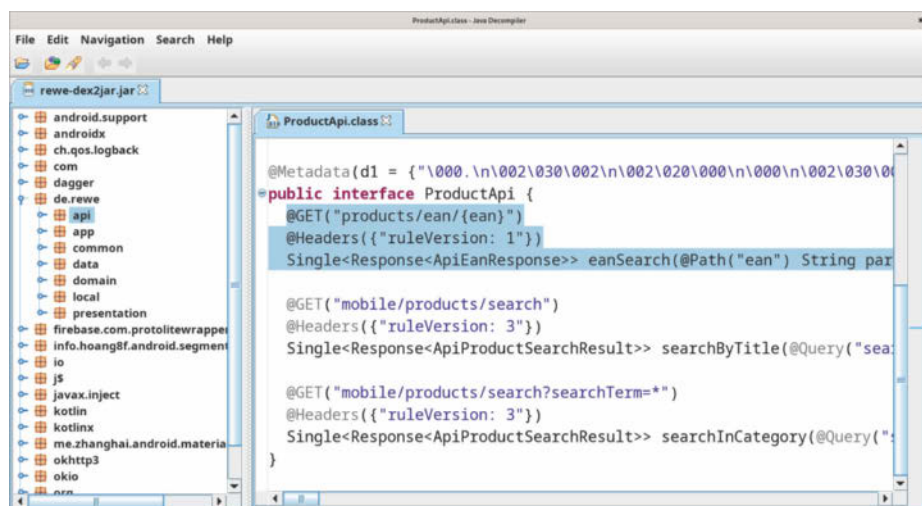
49 (0)541 800 09 120



leserservice@heise.de



MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE
INFORMATIONSTECHNIK



Decompiler wie JD zeigen die Inhalte einer App, inklusive einer Rekonstruktion des Quellcodes.

API-Analyse

Der Unterordner de/rewe/api ist eine naheliegende heiße Spur. Zum Beispiel findet sich in de/rewe/api/product/ProductApi.java das Interface ProductApi, unter anderem mit der Methode eanSearch():

```
@GET(value="products/ean/{ean}")
@Headers(value={"ruleVersion: 1"})
public
Single<Response<ApiEanResponse>>
eanSearch(
    @Path(value="ean") String var1
);
```

Retrofit interpretiert Annotationen wie @GET und @Headers und implementiert diese

Methode automatisch so, dass ein Aufruf mit einem Parameterwert wie "123" zu einem HTTP-GET-Request auf den Pfad products/ean/123 führt.

Zusätzlich setzt die App bei der eanSearch-Methode noch einen Request-Header, nämlich ruleVersion: 1. Womöglich handelt es sich hierbei um eine interne Versionierung, denn der Header ruleVersion ist nicht im HTTP-Standard spezifiziert. Übrigens können Sie die Metadata-Annotationen, die sich überall in den dekompierten Dateien finden, getrost ignorieren; sie stammen vom Kotlin-Compiler und enthalten interne Daten für Reflection.

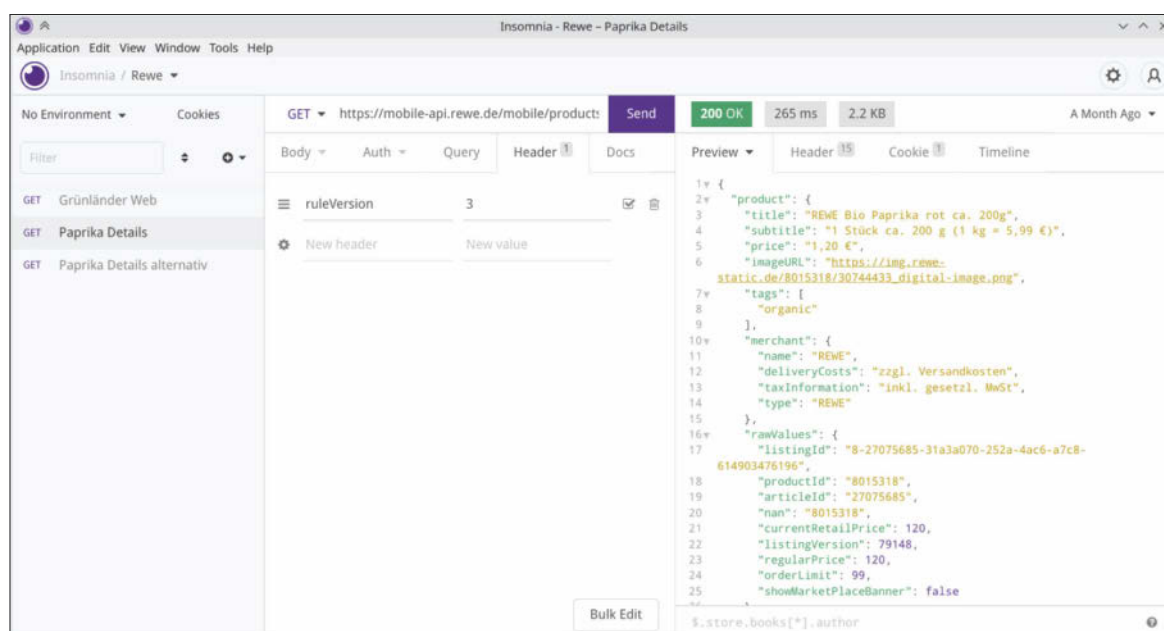
Um den gefundenen API-Aufruf auszuprobieren, fehlt noch ein kleines, aber

wichtiges Detail: der Hostname. Um Hosts von HTTP-APIs im Quelltext von Apps zu finden – was oft interessante Ergebnisse liefert – sucht man am einfachsten nach „https://“. (Und nach „http://“, um zu sehen, wie genau es eine App mit der Transportverschlüsselung nimmt.) Die Rewe-App zeigt sich recht geschwätzig und verrät nicht nur den gesuchten Server (https://mobile-api.rewe.de), sondern auch die Hostnamen von Testumgebungen und eingebauten Trackern.

Nun kann man den EAN-Code eines Rewe-Produkts nutzen, um sich eine vollständige URL zusammenzubasteln. Die EAN-Codes von Produkten finden sich als „gtin“ bereits in unserem JSON-Array orders. Für einen ersten Test tut es aber auch einfach der Strichcode von einem bei Rewe gekauften Produkt. 3-lagiges Toilettenpapier von Danke hat etwa die EAN 9011111035264. Eine komplette URL lautet also https://mobile-api.rewe.de/products/ean/9011111035264.

Ein schneller Test zeigt, dass Rewes Server tatsächlich mit einem JSON-Datensatz über das Klopapier antwortet. Die Daten enthalten nicht nur den Namen und die interne Produkt-ID, sondern auch eine ausführliche Beschreibung und eine ganze Liste von Produktkategorien:

```
{
  "items": [{
    "articleId": "9011111035264",
    "productId": "5001285",
    "description": "• Das DANKE WC ...",
    "categoryIds": [
```



Spezialisierte API-Clients wie Insomnia helfen bei weitergehenden API-Experimenten.

```

    "1066", "1067", "1072", "1969"
  ],
  "ean": "9011111035264",
  "name": "Danke Toilettenpapier ..."
}],
"resultsSource": "REWE_GTIN"
}

```

Für den Test eignet sich jeder Browser, Firefox gefällt wieder durch seine schöne JSON-Darstellung. Konsolenfreunde nutzen stattdessen zum Beispiel `curl`, und wer richtig tief in die API-Analyse einsteigen will, kann spezialisierte Clients wie *Insomnia* oder *Postman* benutzen. Sie erlauben beispielsweise beliebige Header zu definieren und den Überblick über die verschiedenen Endpunkte zu bewahren.

Dass der Request ohne Weiteres im Browser funktioniert, ist übrigens interessant, schließlich schickt der Browser standardmäßig nicht den erwähnten `ruleVersion`-Header mit – was der Server offenbar ignoriert. Dass Rewe hier keine Authentifizierung verlangt, überrascht nicht, die Daten sind weder personenbezogen noch geheim.

Kategorisierung

Mehr als eine Kategorie ist zwar vielversprechend, allerdings liefert dieser API-Endpunkt bloße IDs, keine sinnvollen Namen. Aber vielleicht gibt es ja einen anderen Endpunkt, der Kategorienamen und -IDs ausliefert? Ein Blick in die Datei `CategoriesApi.java` im Ordner `de/rewe/api/category` ist naheliegend. Die Datei definiert ein Interface mit der Methode `getCategories()`:

```

@GET(value="mobile/categories/{storeId}")
    <T>{storeId}")

public
    Single<ApiCategorySearchResponse>
    getCategories(
        @Path(value="storeId") String var1
    );

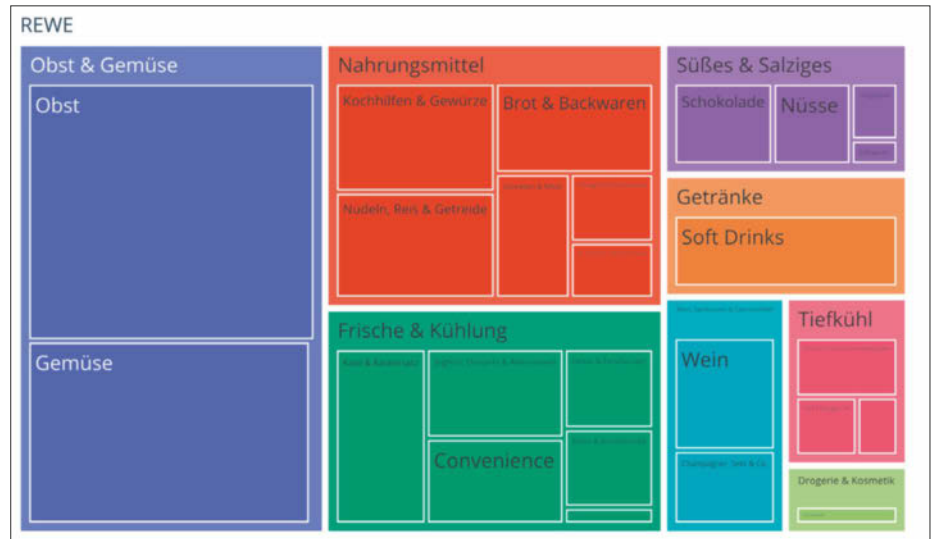
```

Die Methode verlangt den Parameter `storeID`, den wir nicht kennen. Statt uns näher mit Store-IDs zu beschäftigen, vertrauen wir wieder auf die hierarchische Struktur typischer APIs und testen einfach eine Anfrage ohne ID an `https://mobile-api.rewe.de/mobile/categories/`. Das klappt, der Server antwortet mit einer umfangreichen Kategorienliste:

```

{
  "topLevelCategories": [{
    "id": "1",

```



Sehr gut, viel Obst und Gemüse: Mit ausreichend angereicherten Daten kann man die eigenen Einkäufe vielfältig untersuchen.

```

"name": "Obst & Gemüse",
"slug": "obst-gemuese",
"imageUrl": "https://...",
"childCategories": [{
  "id": "2",
  "name": "Gemüse",
  "slug": "obst-gemuese-gemuese",
  "imageUrl": "https://...",
  "childCategories": [{
    "id": "30",
    "name": "Tomaten",
    "slug": "obst-gem[...]-tomaten",
    "imageUrl": "https://..."
  }],
  ...
}

```

Auffälligerweise sind die Kategorienamen nicht eindeutig. Beispielsweise findet sich die Kategoriebezeichnung „Tomatensuppe“ einmal unter „Dosengerichte & Eintöpfe“ und einmal unter „Bechergerichte & -suppen“ – jeweils aber mit verschiedener ID. Der „Slug“ ist hingegen eindeutig und enthält mit Bindestrichen verknüpft die gesamte Hierarchie, wie zum Beispiel „nahrungsmittel-fertiggerichte-konserven-bechergerichte-suppen-tomatensuppe“.

Jedenfalls ordnen diese Informationen den Kategorien Namen zu. Nun steht einer ausführlichen Analyse nichts mehr im Wege: Zuerst reichert man Rewes Datenexport über die Bestellnummern und das Browser-API mit mehr Daten an. Anschließend liefert das `ProductApi` der App eine Beschreibung und sämtliche Kategorien für jedes gekaufte Produkt. Das `CategoriesApi` steuert die Kategorienamen und -hierarchie bei.

In unseren Experimenten konnten wir der großen Mehrheit der von uns gekauften Produkten detaillierte Kategorien mit bis zu vier Ebenen zuordnen. Nur manche, vor langer Zeit bestellte Produkte waren nicht mehr abrufbar und der Server antwortete mit einem Fehler 404.

Fazit

Mit den jetzt umfänglich angereicherten Daten kann man alle möglichen Analysen anstellen. Nur als ein Beispiel haben wir die Python-Bibliothek „*Plotly*“ benutzt, um eine interaktive Treemap unserer Einkäufe nach Kategorien zu generieren. Unter `ct.de/y8wg` finden Sie Code, der alle im Artikel beschriebenen Schritte abdeckt, von der Bestellnummern-Extraktion aus dem exportierten Datensatz bis zum Malen einer Treemap Ihrer Einkäufe.

Wer mag, kann die Analyse noch viel weiter treiben, etwa indem er die erwähnten Daten von *Open Food Facts* einbindet (siehe `ct.de/y8wg`). Nicht zuletzt lernt man durch solche Experimente allgemeine Fähigkeiten, von der Datenanalyse mit Python über die Inspektion von Web-Traffic im Browser bis zum Dekompilieren von Apps. (syt@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Lars Hupel, *Gemischtdatenladen*, Mit Python und Pandas die eigenen Einkaufsdaten analysieren, c't 9/2022, S. 160

Beispielcode sowie genutzte Webseiten und Programme: ct.de/y8wg

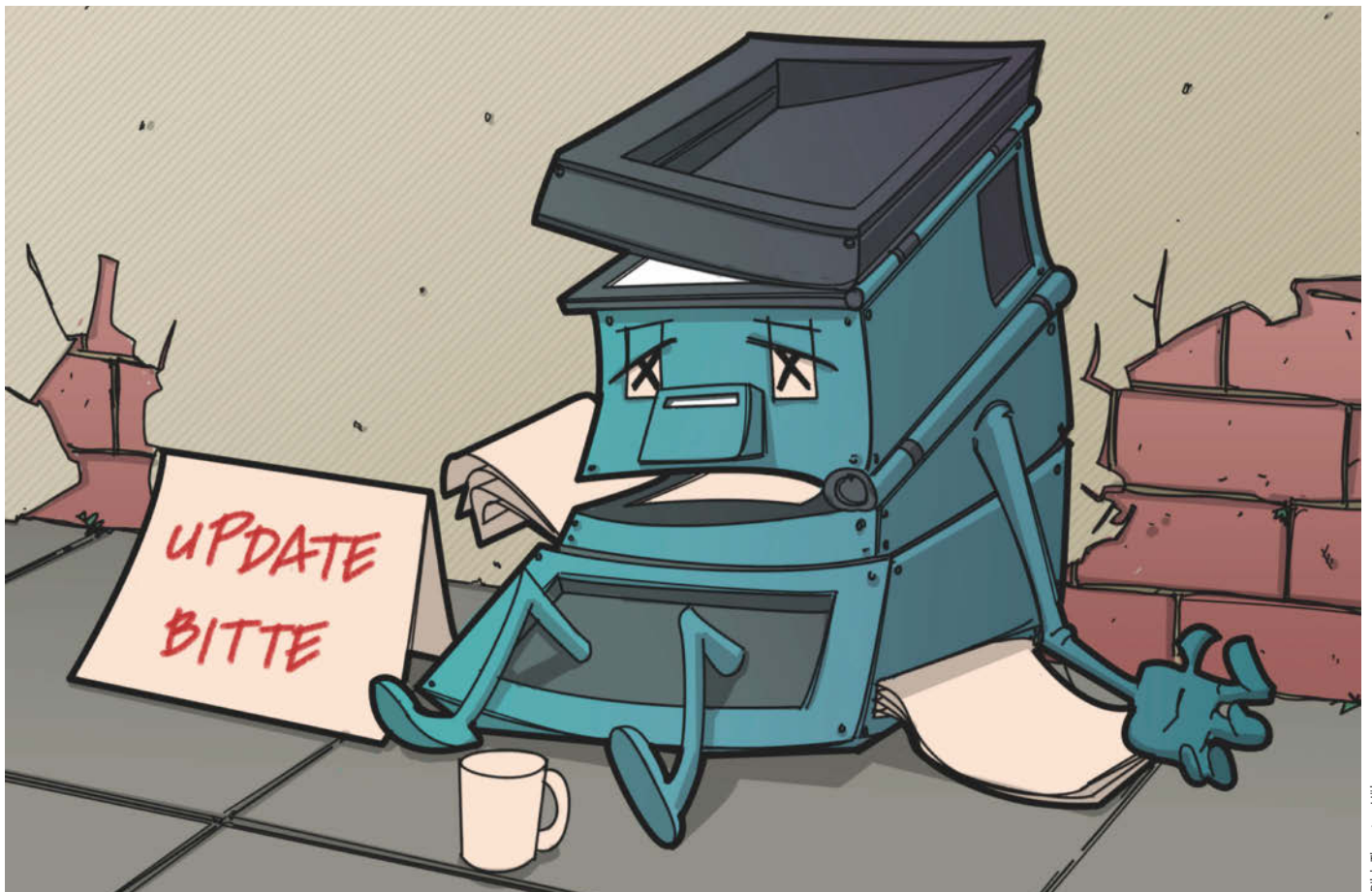


Bild: Thorsten Hübner

Up to date

Rechtsanspruch auf Aktualisierung

Seit Jahresbeginn können sich Verbraucher auf eine neue Rechtsgrundlage berufen, um notwendige Updates für digitale Produkte zu verlangen. Wir erläutern, wann, wofür und wie lange die Ansprüche genau gelten.

Von Tobias Brönneke und Patrik Schmidt

Die Anschaffung des Multifunktionsdruckers war ein Glücksfall: Auch nach etlichen Jahren druckt er anstandslos und so präzise wie unmittelbar nach dem Kauf. Aber seit dem Betriebssystemupdate des angeschlossenen PCs funktionieren die komfortable Druckersteuerung und das Scannen von diesem aus nicht mehr. Für das

neue Betriebssystem gibt es lediglich eine arg abgespeckte Treibersoftware, mit der nur noch Grundfunktionen nutzbar sind.

Manch anderes Gerät ist nach einem Betriebssystemupdate gar nicht mehr zu gebrauchen, weil die notwendigen Treiber fehlen. Bisher gab es für Verbraucher keine Möglichkeit, von Herstellern oder Händlern auch einige Zeit nach dem Kauf noch funktionierende Updates zu verlangen. Der europäische Gesetzgeber hat deshalb bereits vor Jahren mehrere Richtlinien dazu erlassen. Deren Umsetzung in deutsches Recht trat hierzulande Anfang 2022 in Kraft. So gilt für Verträge, die seit Jahresbeginn mit Verbrauchern geschlossen wurden, ein Anspruch auf Software-Aktualisierungen gegen den Unternehmer, der die Software oder das Gerät verkauft hat. Es geht also nicht um einen Anspruch des Verbrauchers gegen den Hersteller. Nur wenn Verkäufer und Hersteller identisch sind, wie etwa bei im Apple-Store

gekauften Apple-Produkten, trifft die Updatepflicht direkt den Hersteller.

Wo greift eine Updatepflicht?

Die neue Updateverpflichtung gilt nur für B2C-Geschäfte, im Gesetz als „Verbrauchervertrag“ definiert. Ausgeschlossen von der gesetzlichen Updatepflicht sind also von vornherein Geschäfte zwischen Unternehmern (B2B) sowie C2C-Geschäfte, also etwa der Weiterverkauf von Software oder Geräten von einer Verbraucherin an einen Verbraucher. Deshalb muss niemand fürchten, nach dem privaten Verkauf eines gebrauchten Smartphones künftig für Software-Updates haften zu müssen.

Die Updatepflicht wurde an zwei Stellen und für zwei einander ergänzende Gruppen von Fällen im Bürgerlichen Gesetzbuch (BGB) eingefügt: den Kauf von „Waren mit digitalen Elementen“ und den Erwerb von Software in sämtlichen rechtlichen Spielarten.

Geräte wie der eingangs erwähnte Multifunktionsdrucker sind „Waren mit digitalen Elementen“. Das Gesetz bezieht sich auf digitale Elemente, ohne die solche Geräte ihre Funktion nicht erfüllen können – in der Regel geht es also um Gerätetreiber. Aber auch eine Smartwatch samt der aus dem Internet herunterladbaren Steuerungs-App fürs Smartphone ist nach dem neuen Recht

von der Pflicht zur Lieferung von Updates betroffen. Für Smartphones und Tablets, die nur mit dem eingebauten Betriebssystem nutzbar sind, gilt das ohnehin.

Der zweiten Fallgruppe widmet das Gesetz eine ganze Reihe von Paragraphen (§§ 327 bis 327s BGB) mit dem Titel „Verbraucherverträge über Digitale Inhalte“. Sie haben „die Bereitstellung digitaler Inhalte oder digitaler Dienstleistungen (digitale Produkte) durch den Unternehmer gegen Zahlung eines Preises zum Gegenstand“. Damit ist vornehmlich Kauf- und Mietsoftware gemeint. Das Gesetz deckt aber beispielsweise auch Angebote sozialer Medien ab, und zwar auch dann, wenn dafür kein Geld bezahlt werden muss, sondern der Verbraucher seine persönlichen Daten zur Verfügung stellt. Per Definition gilt auch dies als ein gezahlter Preis.

Ausgenommen von den neuen Vorschriften sind unter anderem typische Telekommunikations- oder Finanzdienstleistungen sowie Open-Source-Software. Das BGB nennt letztere „Verträge über die Bereitstellung von Software, für die der Verbraucher keinen Preis zahlt und die der Unternehmer im Rahmen einer freien und quelloffenen Lizenz anbietet“.

Handelt es sich bei dem Vertrag mit dem Verbraucher über digitale Inhalte um einen typischen Kaufvertrag, kommen anstelle der dafür allgemein geltenden Regeln (§§ 433 ff BGB) ausschließlich die speziellen Vorschriften des neuen Abschnitts zum Tragen. Bei anderen Rechtsgeschäften, beispielsweise der Miete oder Leihe von Software, gelten sie hingegen ergänzend zu den Regeln, die das BGB für diese Vertragstypen enthält, und ersetzen sie nicht.

Der deutsche Gesetzgeber hat sich allerdings nicht durchringen können, den Kunden einen direkten Anspruch gegen die Hersteller zu geben. Wird ein notwendiges Update nicht bereitgestellt, müssen sich Verbraucher vielmehr an die Verkäufer ihrer Produkte halten. Die Verkäufer haben allerdings wiederum einen Anspruch gegenüber ihrem jeweiligen Lieferanten. Wenn sie die Produkte nicht im Großhandel, sondern direkt vom Hersteller erworben haben, also gegen den Hersteller, dass dieser die Updates liefert oder die Kosten hierfür übernimmt. Das ist in Frankreich besser geregelt, wo Verbraucher sich aussuchen können, ob sie gegen den Verkäufer oder den Hersteller vorgehen wollen. Dies ist aus Verbrauchersicht von beachtlichem Vorteil, gerade wenn der Händler nicht oder nur schwer greifbar

ist, zum Beispiel weil er nach einer Firmenpleite nicht mehr existiert.

Inhalt der Updatepflicht

Bei der Updatepflicht für alle digitalen Produkte geht es zum einen darum, die im ursprünglichen Vertrag vorgesehenen Aktualisierungen bereitzustellen (§ 475b Abs. 2 Ziff. 2 BGB, § 327e Abs. 2 S. 1 Ziff. 3). Da es sich dabei im Grunde nur um eine Spezifizierung der ohnehin stets zu gewährenden vertragsgemäßen Lieferung handelt, ist das im Ergebnis nichts wirklich Neues.

Hinzu tritt in Zukunft aber auch die gesetzliche Pflicht des Unternehmers, durch Updates die Funktionalität eines Programmes oder eines Gerätes, das nur mithilfe bestimmter Programme nutzbar ist, aufrechtzuerhalten. Genauer heißt es im Gesetzestext im Hinblick auf den Erwerb digitaler Produkte: „Der Unternehmer hat sicherzustellen, dass der Verbraucher“ während des Geltungszeitraumes der Updatepflicht „über Aktualisierungen, die zum Erhalt der Vertragsmäßigkeit des Produkts erforderlich sind, informiert wird und ihm diese bereitgestellt werden.“ Ausdrücklich gehören dazu auch „Sicherheitsaktualisierungen“ (§ 327f Abs. 1 S. 1 und S. 2 BGB). Das betrifft etwa Software, die für eine bestimmte Betriebssystemversion programmiert wurde und unter der Nachfolgeversion nicht mehr funktionsfähig wäre. Dann ist ein Update erforderlich, um die Software am Laufen zu halten.

Entsprechendes gilt für Produkte mit digitalen Funktionen, die das Gesetz „Waren mit digitalen Elementen“ nennt, wobei hier die Sicherheitsaktualisierungen nicht eigens genannt werden, aber dennoch von der Updatepflicht erfasst sind (§ 475b Abs. 4 S. 2 BGB). Die Regelung knüpft an die ursprünglichen Pflichten des Verkäufers der Software an. Diese gesetzlichen Pflichten erstrecken sich nunmehr ausdrücklich auf die Funktionalität und Kompatibilität (§ 327e Abs. 2 S. 1 Ziff. 1a BGB). Auf ausdrückliche vertragliche Vereinbarung mit dem Unternehmer sind Verbraucher damit nicht mehr angewiesen. Die erforderliche Funktionalität wird im Gesetz definiert als „die Fähigkeit eines digitalen Produkts, seine Funktionen seinem Zweck entsprechend zu erfüllen“. Kompatibilität ist dementsprechend „die Fähigkeit eines digitalen Produkts, mit Hardware oder Software zu funktionieren, mit der digitale Produkte derselben Art in der Regel genutzt werden, ohne dass sie konvertiert

werden müssen“. So muss ein Multifunktionsdrucker ohne Weiteres sowohl für PCs, die Windows als Betriebssystem haben, wie auch für Mac-Produkte funktionsfähig sein, da beide Betriebssysteme weit verbreitet sind. Zumindest für Desktop-Produkte wird das auf Linux bislang noch nicht im gleichen Maße zutreffen.

Von der Kompatibilität ist die Interoperabilität zu unterscheiden. Diese bezeichnet „die Fähigkeit eines digitalen Produkts, mit anderer Hardware oder Software als derjenigen, mit der digitale Produkte derselben Art in der Regel genutzt werden, zu funktionieren“ (§ 327e Abs. 2 S. 2 bis 4 BGB). Soll beispielsweise ein Internetrouter mit bereits vorhandenen, auf einen ganz spezifischen Router eines speziellen Herstellers hin ausgerichteten Smart-Home-Produkten interagieren können (etwa einer über das Smartphone zu steuernden Steckdose), so ist eine solche Interoperabilität zwischen Router und speziellem Smart-Home-Produkt nicht unbedingt selbstverständlich erwartbar.

Während die Kompatibilität stets gegeben sein muss, braucht es im Hinblick auf die Interoperabilität eine besondere Vereinbarung zwischen Verbrauchern und Unternehmern. Dabei reicht es aus, dass Unternehmer die Interoperabilität mit speziellen Programmen oder spezieller Hardware in der Werbung oder auf der Produktbeschreibung hervorheben. Wenn es keine solchen Hinweise gibt, sind die Kunden gut beraten, sich diese Interoperabilität vom Verkäufer bestätigen zu lassen, am besten schriftlich oder wenigstens per E-Mail.

kompakt

- Ein neues Gesetz definiert ausführlich, welche Updates Verbrauchern nach dem Kauf digitaler Produkte zustehen.
- Das Gesetz unterscheidet zwischen verschiedenen Produktkategorien, für die aber ähnliche Vorschriften gelten.
- Kunden können ihre Rechte allein schwer durchsetzen und sind auf die Hilfe von Verbraucherschutzorganisationen angewiesen.



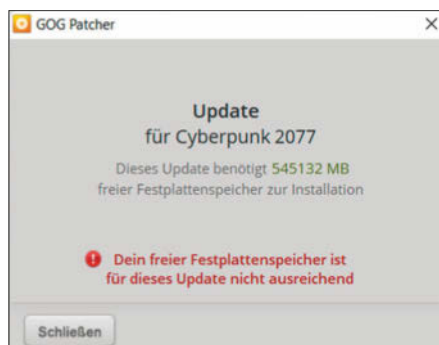
Auch für Smartwatches, die ihren vollen Funktionsumfang nur im Zusammenspiel mit Apps auf einem Smartphone erreichen, gilt die neue Updatepflicht.

Für andere Kategorien von Verbraucherverträgen über digitale Produkte als den klassischen Kauf, etwa Software-Leihe oder Abonnements, regelt das BGB auch Anforderungen an die Integration. Per Definition ist dies „die Verbindung und die Einbindung eines digitalen Produkts mit den oder in die Komponenten der digitalen Umgebung des Verbrauchers, damit das digitale Produkt gemäß den Anforderungen [...] genutzt werden kann“. Digitale Umgebungen sind danach die „Hardware, Software oder Netzverbindungen aller Art, die vom Verbraucher für den Zugang zu einem digitalen Produkt oder die Nutzung eines digitalen Produkts verwendet werden“ (§ 327e Abs.4 S. 2 und 3 BGB). Gemeint ist hier die Installation der gekauften Software auf dem heimischen PC oder der Anschluss des Multifunktionsdruckers nebst Installation der zugehörigen Treiber. Scheiterte diese, so hat der Unternehmer seine Vertragspflichten trotzdem erfüllt, wenn der Vorgang „zwar unsachgemäß durchgeführt worden ist, dies jedoch weder auf einer unsachgemäßen Integration durch den Unternehmer noch auf einem Mangel in der vom Unternehmer bereitgestellten Anleitung beruht“ (§ 327e Abs. 4 S. 1 BGB). Hat der Unternehmer beispielsweise beschrieben, dass und wie die bisherige Software deinstalliert werden muss, und der Verbraucher überspringt diesen Punkt mit der Folge, dass das Produkt hinterher nicht richtig genutzt werden kann, so haftet der Unternehmer dafür nicht. Freilich muss der Unternehmer beweisen, dass der Verbraucher die – verständliche – Anleitung nicht befolgt hat.

Von den so geschuldeten Produktmerkmalen darf der Verkäufer bei Verbraucherverträgen nur dann abweichen, wenn der Verbraucher a) vor der Abgabe seiner Willenserklärung über die Abweichung eines konkret genannten Merkmals des digitalen Produkts oder der Ware mit digitalen Elementen in Kenntnis gesetzt wurde und b) die Abweichung im Vertrag „aus-

drücklich und gesondert vereinbart“ wurde (§ 476 Abs. 1 BGB-neu sowie § 327 h BGB). In einem schriftlichen Vertrag bräuchte man also für eine solche Abweichungsvereinbarung eine zweite Unterschrift, und zwar unmittelbar unter einer klaren Beschreibung der Abweichung. Dabei ist der Umstand zweifelsfrei zu benennen, dass das verkaufte digitale Produkt den an sich geltenden objektiven Qualitätsmerkmalen nicht entspricht. Bei einem Online-Warenkorb bedeutet dies praktisch die Notwendigkeit eines eigenen Häkchens, das erst vom Verbraucher gesetzt werden muss („opt in“). Anderweitige Voreinstellungen, wonach das Häkchen bereits gesetzt ist und vom Verbraucher bei Nichtinteresse aktiv abgewählt werden müsste („opt out“), entsprechen nicht den Anforderungen an eine solche wirksame Vereinbarung.

Die konkrete Vereinbarung muss in jedem Fall so gestaltet sein, dass ein durchschnittlicher Kunde nach Abschluss des Vertrages nicht mehr davon überrascht ist, dass das Produkt bestimmte, eigentlich erwartbare Eigenschaften nicht besitzt. Diese Einschränkungen müssen so erläutert werden, dass auch solche Kunden, die nicht technikaffin sind, sie ohne Weiteres in ihrer Tragweite für die später bei ihnen angedachte Nutzung erfassen können, auch wenn sie möglicherweise nicht jedes technische De-



Bei solchen fehlerhaften Updates haben Verbraucher jetzt das Recht auf Nachbesserungen.

tail nachvollziehen können. Wenn etwa eine Erklärung des Unternehmers vorliegt, nach der das Produkt Erschütterungen bis zu einer bestimmten technisch angegebenen Messgröße aushält, die eigentlich unterdurchschnittlich ist, könnten Verbraucher, die mit den technischen Werten regelmäßig nichts anfangen können, dies im Gegenteil als Anpreisung einer besonderen Stabilität missverstehen. Eine solche Erklärung würde der Kunde nicht als Hinweis auf eine Einschränkung verstehen können, daher wäre sie auch nicht als solche rechtswirksam. Eine überlange Erläuterung, die dazu tendiert, ohne Weiteres weggelikt zu werden, wie man das beispielsweise von manchen seitenlangen Datenschutzerklärung oder ähnlichem „Kleingedruckten“ kennt, sind nicht zulässig. Entscheidend ist, dass die Warnwirkung einer solchen gesondert zu bestätigenden Erklärung ernsthaft in ihrer Tragweite erkannt werden kann.

Erfüllen die Unternehmer diese gesetzlichen Anforderungen an ihre digitalen Waren und Dienstleistungen nicht, riskieren sie nicht nur, dass Verbraucher ihre Kundenrechte individuell geltend machen, sondern auch Abmahnungen, Unterlassungsklagen von Wettbewerbern oder auch Gruppenklagen im Interesse geschädigter Verbraucher durch dafür befugte Verbraucherverbände. Für den Einzelnen dürfte es eher schwierig sein, ein Recht auf Update gegenüber Verkäufern durchzusetzen. Dafür wird es die Hilfe durch Verbraucherverbände brauchen. Betroffene Kunden sollten deshalb nicht zögern, Verstöße der Unternehmen an die Verbraucherzentralen zu melden.

Die vorgeschriebenen Aktualisierungen sind in der Regel mit dem Kaufpreis abgegolten. In eng begrenztem Umfang sind aber auch Vereinbarungen zulässig, die spätere Aktualisierungen gegen weitere Zahlungen vorsehen. Dies ist aber nur in den Grenzen möglich, die die Regeln über die Preistransparenz etwa in der Preisangabenverordnung und das Recht der Allgemeinen Geschäftsbedingungen (§§ 305 bis 310 BGB) setzen. Insbesondere muss jedenfalls eine hohe Transparenz beim Abschluss des ursprünglichen Vertrages gewährleistet sein.

Dauer der Updatepflicht

Was die Dauer der Updatepflicht betrifft, sind zwei Konstellationen zu unterscheiden: Soll ein rein digitales Produkt für einen bestimmten Zeitraum überlassen werden (zum Beispiel Vermietung von Software oder zeitlich befristete Lizenzie-

zung), dann ist die neue Rechtslage einigermassen klar: Die Updatepflicht besteht sinnvollerweise während der gesamten Dauer, für die das Programm nach dem zugrundeliegenden Vertrag bereitgestellt werden soll (§ 327f Abs. 1 S. 1 Ziff. 1 BGB).

In allen anderen Fällen, also insbesondere, wenn vertraglich keine Dauer vereinbart wurde, wird die Bestimmung des Zeitraumes schwierig. Nach den neuen Vorschriften kommt es auf den Zeitraum an, „den der Verbraucher aufgrund der Art der Sache und des Zwecks des digitalen Produkts und unter Berücksichtigung der Umstände und der Art des Vertrags erwarten kann“ (§ 327f Abs. 1 S. 2 Ziff. 2 BGB, entsprechend bei Kaufverträgen).

In der Praxis dürften bisherige Erfahrungen darüber, wie lange Programme üblicherweise genutzt werden können, jedenfalls eine Untergrenze für die zeitliche Dauer der Updatepflicht darstellen. Wenn etwa eine neue Betriebssystemversion zwei Jahre nach Kauf eines gängigen Textverarbeitungsprogramms dieses Programm unbrauchbar macht und zugleich das alte Betriebssystem nicht mehr gepflegt wird und daher nicht mehr verwendet werden kann, entstünde zweifellos eine Updatepflicht für das isoliert gekaufte Textverarbeitungssystem.

Auch für Kaufverträge über „Waren mit digitalen Elementen“ ist der Maßstab für die Dauer der Updatepflicht zunächst die „berechtigte Verbrauchererwartung“. Die Rechtslage ist für die Käufer allerdings besser, was damit zusammenhängt, dass es hier um den Erhalt der Vertragsgemäßheit der Sache geht. Der Zeitraum, in dem Updates verlangt werden können, wird beim Kauf von Waren mit digitalen Elementen deutlich länger ausfallen, als wenn die Hardware und die Software jeweils separat erworben worden wären. Das liegt daran, dass auch die Hardware Bezugsmaßstab für die Dauer der Updateverpflichtung ist: Für den Zeitraum, in dem zu erwarten ist, dass die Hardware als solche funktionsfähig bleibt, muss demnach die erforderliche Software geliefert werden.

Allein die Änderung der Softwareumgebung, also meist Betriebssystemupdates, dürfen nicht mehr zum Funktionsverlust eines Produkts führen. Ein von der Rechtsprechung herangezogener Maßstab für die erwartbare Lebensdauer eines Produkts ist der jeweilige Stand der Technik. Die Rechtsprechung hat sich damit bislang vornehmlich in Bezug auf das Gewährleistungsrecht bei Kraftfahr-

zeugen befasst und etwa eine schnell rostende Auspuffanlage als Gewährleistungsfall betrachtet, weil rostfeste Auspuffe längst Stand der Technik sind.

Abkürzen der Updatepflicht

Ganz generell können Unternehmer die Dauer der Updatepflicht durch eine entsprechende Vereinbarung mit Verbrauchern verkürzen, die allerdings nur unter Beachtung von hohen Hürden möglich ist: Es bedarf eines klaren, allgemeinverständlichen Hinweises, dem eine von jedem Kunden wahrnehmbare Warnfunktion zukommt, und der Verbraucher muss diese Einschränkung der Updatedauer separat durch eine Unterschrift oder einen nicht vorausgefüllten Haken („opt in“) bestätigen.

Einfacher ist die Situation hinsichtlich Zeitverkürzung in zwei Fällen: Bei rein digitalen Produkten und Dienstleistungen, soweit von vornherein eine zeitlich befristete Bereitstellung vereinbart ist, bezieht sich die Updatepflicht auf den vereinbarten Zeitraum. Als Beispiel hierfür nennt der Gesetzgeber die Aktualisierung von Kartenmaterial für Navigationssysteme.

Aber auch bei Geräten mit digitalen Elementen ist es nach der neuen gesetzlichen Regelung möglich, eine zeitliche Befristung der Bereitstellung für bestimmte „digitale Elemente“ vorzusehen: Dies betrifft die mitverkauften digitalen Inhalte, die über einen gewissen Zeitraum fortlaufend bereitgestellt werden sollen.

Neu für das deutsche Recht ist jedenfalls, dass es in den meisten Fällen nicht mehr auf die sonst entscheidende Verjährungsfrist ankommt, sondern dass die Bestimmung der Dauer der Updateverpflichtung des Unternehmers ausschlaggebend ist. Diese Dauer überschreitet in vielen Fällen die zwei Jahre, in denen Gewährleistungsansprüche bei Verbraucherverträgen überwiegend verjähren.

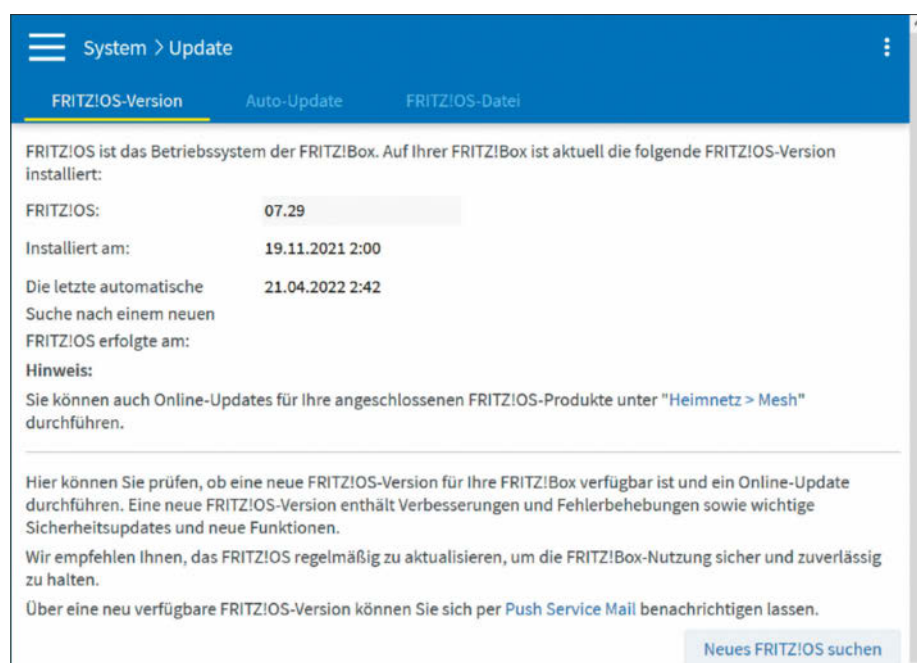
Ausblick

Mit den neuen Regelungen werden Updateverpflichtungen in B2C-Konstellationen zum verpflichtenden Standard. Konkret heißt dies für einen Multifunktionsdrucker, der nach der bisherigen Rechtslage möglicherweise schon nach zwei, drei Jahren aussortiert werden musste, dass er nun noch acht, neun Jahre weiter genutzt werden kann, da die nötige Treibersoftware geliefert werden muss.

Das ist nicht nur aus Verbrauchersicht zu begrüßen, sondern auch aus Gründen des Ressourcen- und Umweltschutzes. Dass dem der Verlust einer zusätzlichen Verdienstmöglichkeit gegenübersteht, ist nicht nur im Interesse der Verbraucher hinzunehmen. Vielmehr ist es eine volkswirtschaftlich heute mehr denn je gebotene Weiterentwicklung des Rechts im Sinne des übergeordneten Allgemeinwohls.

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

Weiterführende Literatur: [ct.de/ytvv](https://www.ct.de/ytvv)



Funktionen wie Benachrichtigungen über neue Updates und Aktualisierungen wie hier bei der Fritzbox sind inzwischen gesetzlich vorgeschrieben.

Für Wissenshungrige...

Ausgewählte Fachliteratur



Uwe Post

Besser Coden (2. Auflage 8/21)

Punkten Sie mit besserem Code: performant, verständlich, wartbar. Mit einer ordentlichen Prise Humor und viel Projekterfahrung zeigt der Autor, worauf es bei erfolgreichen Software-Projekten wirklich ankommt.

29,90 €

NEU



Christian Szidzek

Datenschutzgrundverordnung für dummies

Diese leicht verständliche Einführung mit vielen Praxisbeispielen erläutert die Anforderungen, die die DSGVO mit sich bringt, und unterstützt Sie bei der Entwicklung und Umsetzung eines sinnvollen Datenschutzmanagements.

27,00 €

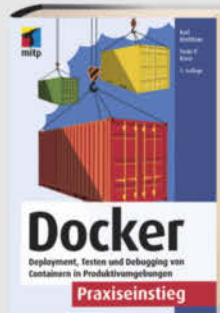


Barbara Wimmer

Hilfe, ich habe meine Privatsphäre aufgegeben!

Wie uns Spielzeug, Apps, Sprachassistenten und Smart Homes überwachen und unsere Sicherheit gefährden. Dieses Buch zeigt Ihnen, was Apps und vernetzte Geräte alles über Sie wissen, was mit Ihren Daten geschieht und wie Sie sich und Ihre Privatsphäre im Alltag schützen können.

16,99 €



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.

25,99 €



Wolfgang Rau

Fotorecht (4. Auflage)

Das Standardwerk in 4. Auflage. Inklusive EU-Drohnenverordnung 2021! Darf ich das fotografieren? Darf ich das Foto veröffentlichen? Wolfgang Rau sagt Ihnen, was geht und was nicht.

39,90 €



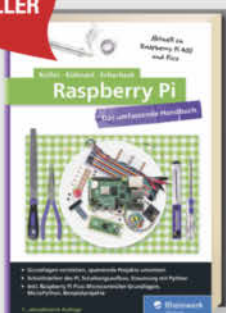
Brian W. Kernighan

Die UNIX-Story

Ein Betriebssystem, das die IT-Welt am Laufen hält! Brian W. Kernighan war in der Entwicklung von UNIX beteiligt. In diesem kurzen Band erzählt er eine umfassende Geschichte des äußerst einflussreichen und weit verbreiteten Betriebssystems und erzählt aus einer persönlichen Perspektive von den Anfängen.

24,90 €

BEST-SELLER



Michael Kofler, Charly Kühnast, Christoph Scherbeck

Raspberry Pi (7. Auflage)

Das Standardwerk in 7. Auflage, aktuell zum Raspberry Pi Pico. Die RasPi-Experten Michael Kofler, Charly Kühnast und Christoph Scherbeck bieten Ihnen auf über 1.000 Seiten das komplette Wissen, damit Sie mit dem Raspberry Pi richtig durchstarten.

44,90 €



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.

24,90 €



shop.heise.de/highlights2022

PORTOFREI AB 20 € BESTELLWERT



Zubehör und Gadgets



ParkLite

ParkLite denkt mit. Die elektronische Parkscheibe stellt automatisch nach ca. 20 Sekunden die Parkzeit ein. Damit ist

Schluss mit Bußgeldern! Hitze- und kältebeständig, inklusive Reinigungstuch und Klebepads.

29,90 €



Aluminium-Case FLIRC

Das hochwertige Gehäuse aus stabilem Aluminium ist ideal, um den Raspberry Pi 4 als Media Center zu verwenden. Das elegante Design integriert sich optimal in jede Wohnumgebung. **Auch im Set mit Raspi 4 Model B 2GB erhältlich.**

23,90 €

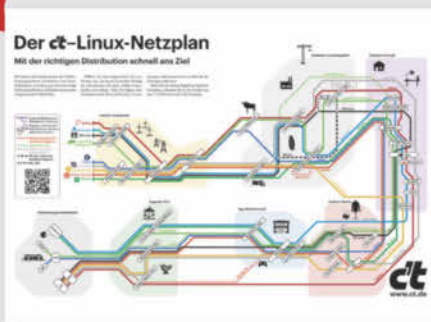


musegear® finder Version 2

Finden Sie Schlüssel, Handtasche oder Geldbeutel bequem wieder statt ziellos zu suchen. Mit dem Finder können Sie z.B. das Smartphone klingeln lassen oder Wertgegenstände einfach tracken und noch mehr.

24,90 €

NEU



c't-Linux-Netzplan

Entdecken Sie Linux auf eine ganz neue Art – als Netzfahrplan im A2-Format. Die verschiedenen Linux-Distributionen fahren wie U-Bahn-Linien durch die Landschaft und halten an Stationen, die für unterschiedliche Eigenschaften und Features stehen. Verfolgen Sie die Fahrt Ihrer Lieblings-Distribution durch das Hardware-Gewerbegebiet über das Fashion-Viertel bis zum Upgrade-Park.

9,90 €



PokitMeter – Multimeter, Oszilloskop und Logger

PoKit misst, zeigt und protokolliert eine Vielzahl von Parametern wie Spannung, Strom, Widerstand und Temperatur mittels Verbindung via Bluetooth mit Ihrem Smartphone oder Tablet.

109,90 €



Joy-IT OR750i: Freifunk- & OpenWrt-Dual-Band-Router

Der Einstieg in die Freifunk- und OpenWrt-Welt kann oft schwierig sein. Deshalb hat Joy-IT in Zusammenarbeit mit Freifunk Hannover und c't den OR750i entwickelt.

Dank Webinterface kann man beliebige Firmwares einfach hochladen – ohne komplizierte Kommandos oder inkompatible Hardware-Revisionen; ideal für OpenWrt-Einsteiger und solche, die Freifunk einfach nur nutzen wollen.

39,90 €

BEST-SELLER



Tasse „Kein Backup? Kein Mitleid!“

Wer kennt es nicht? Die lieben Kollegen haben wieder mal die Datensicherung vergessen und betteln bei Ihnen in der IT-Abteilung um Hilfe. Sie denken sich dabei nur: „Kein Backup? Kein Mitleid!“ Platzieren Sie die schicke Keramiktasse, außen mattschwarz und innen rot, einfach demonstrativ auf Ihrem Schreibtisch. Der praktische Holzdeckel kann gleichzeitig als Untersetzer verwendet werden und verhindert somit nervige Kaffeefflecken auf dem Schreibtisch.

17,90 €



REINER SCT Authenticator

Der REINER SCT Authenticator speichert die elektronischen Schlüssel für die Logins sicher in seiner Hardware und generiert die TOTP-Einmalpasswörter hochgenau alle 30 Sekunden. Er arbeitet **ohne Internetverbindung** und kann deshalb online nicht angegriffen werden. Zusätzlich kann seine Funktion noch mit einem **PIN-Schutz** abgesichert werden.

39,90 €



„No Signal“ Smartphone-Hülle

Passend für Smartphones aller Größen bis 23cm Länge blockt diese zusammenrollbare Hülle alle Signale von GPS, WLAN, 3G, LTE, 5G und Bluetooth, sowie jegliche Handy-Strahlung. Versilbertes Gewebe im Inneren der Tasche aus recycelter Fallschirmseide bildet nach dem Schließen einen faradayschen Käfig und blockiert so alle Signale.

39,90 €



Sie fragen – wir antworten!

Fehlendes Feature in einer Weboberfläche

? Wir nutzen dienstlich eine Anwendung, die komplett im Browser läuft. Jetzt fragte mich ein Kollege, ob ich eine neue Funktion schon gesehen und benutzt habe – bei mir gibt es diese aber einfach nicht. Ich habe schon den Cache geleert und einen anderen Browser ausprobiert, das Menü erscheint aber nicht. Woran kann das liegen?

! Möglicherweise setzt der Hersteller sogenannte „Canary Deployments“ ein. Bei dieser Strategie bestimmt ein Zufallsgenerator, wer eine neue Funktion bekommt. Am Anfang haben wenige Nutzer Zugriff auf das Feature, später steigert man den Anteil immer weiter, bis alle damit versorgt sind. Der Vorteil: Gibt es Probleme, bekommt der Support nur einen Bruchteil der immer gleichen Fehlermeldungen. Viele große Anbieter setzen auf diese Strategie, insbesondere wenn sie ihre Infrastruktur mit Containern in einem Kubernetes-Cluster betreiben.

Ein ähnliches Vorgehen ist der A/B-Test: Dabei teilt ebenfalls ein Zufallsgenerator die Nutzer in Gruppen. Beide bekommen eine etwas andere Oberfläche zu sehen, zum Beispiel eine andere Anordnung der Angebote in einem Webshop. Nach einiger Zeit kann der Betreiber auswerten, welche Variante sich besser geschlagen hat. In einem Webshop würde man das zum Beispiel an der Zahl der verkauften Artikel messen. (jam@ct.de)

Windows telefonisch aktivieren

? Mein Windows-PC hat keinen Internetanschluss und das soll auch so bleiben. Sie haben in c't vor einigen Jahren darauf hingewiesen (c't 25/2015, S. 166),

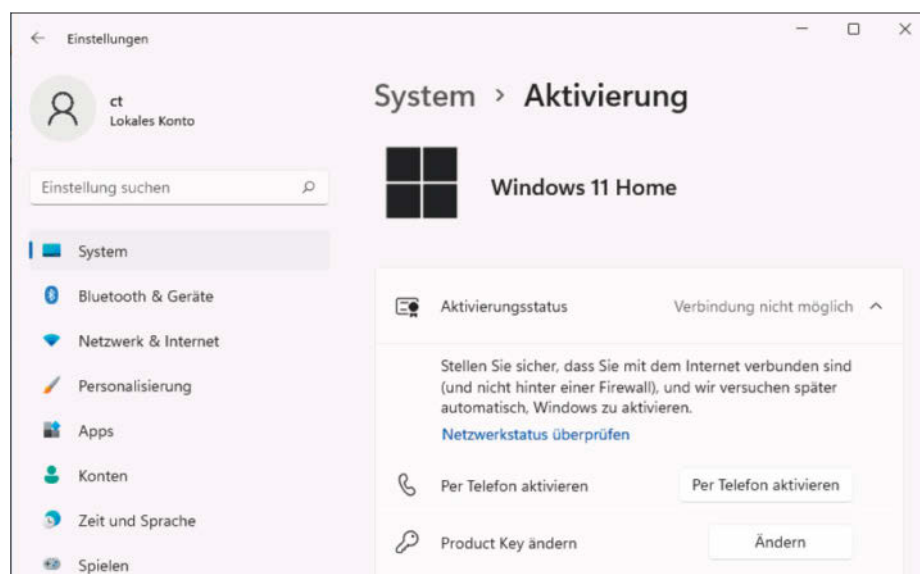
dass ich Windows ohne Internetzugang nicht aktivieren kann. Ist das immer noch so?

! Nein, mittlerweile geht es wieder ohne Internet, und zwar wie zu früheren Zeiten per Telefon. Den dafür nötigen Dialog versteckt Windows jedoch, und zwar je nach Version auf unterschiedliche Weise.

Unter Windows 11 öffnen Sie mit der Tastenkombination Windows+I die Einstellungen und wählen unter „System“ den Menüpunkt „Aktivierung“. Windows wird feststellen, dass kein Internetanschluss verfügbar ist. Wählen Sie „Product Key ändern“, tippen Sie Ihren Installationschlüssel ein und klicken Sie auf weiter. Das endet erwartungsgemäß mit einer Fehlermeldung, die Sie wegstücken können. Nun ist in den Einstellungen unter System/Aktivierung der Punkt „Per Telefon aktivieren“ sichtbar.

Windows 10 versteckt den Dialog noch besser: Auch hier müssen Sie in die Einstellungen gehen, allerdings unter „Update und Sicherheit/Aktivierung“. Klicken Sie auf „Product Key ändern“, tippen Sie Ihren Schlüssel ein und klicken Sie die Fehlermeldung weg. Anders als bei Windows 11 taucht nun keine zusätzliche Schaltfläche auf, stattdessen tippen Sie in einer Eingabeaufforderung oder PowerShell den Befehl `slui 04` ein.

Der Rest funktioniert unter beiden Windows-Versionen gleich. Wählen Sie Ihr Heimatland und die angezeigte Telefonnummer (für Deutschland: 08 00/2 84 82 83). Ein Roboter führt Sie automatisch durch die Aktivierung, bei Fehleingaben können Sie mit einem Mitarbeiter sprechen. Dessen Frage nach Ihrer Mailadresse können Sie ablehnen. Abgesehen von der im Aktivierungsdialog genannten und absurd langen Zahlenkolonne gehen den Mitarbeiter keine Ihrer



Windows 11 hat anders als sein Vorgänger wieder eine Schaltfläche, über die Sie per Telefon aktivieren können. Zu sehen bekommen Sie diese Schaltfläche aber nur mit einem Trick.

persönlichen Daten etwas an, auch Ihr Name nicht. Bedenken Sie aber, dass die Hotline-Mitarbeiter für das nervige Prozedere nicht verantwortlich sind: Es bringt nichts, sie wegen solcher Nachfragen unhöflich zu behandeln oder gar zu beschimpfen. (axv@ct.de)

Fritzbox: Rufnummer von Mobilteil unterdrücken

Ich muss einen Anruf tätigen, bei dem der Angerufene meine Telefonnummer nicht sehen soll. Als Telefon dient mir ein Mobilteil, das mit meiner Fritzbox verbunden ist. Kann ich die Rufnummer damit unterdrücken?

Ja. Wählen Sie den Befehlscode *31# vorweg, um für ein einzelnes Gespräch die Nummer zu unterdrücken. Sie können die Nummer aber auch ohne Auswendiglernen eines solchen Codes unterdrücken, und das dann auch dauerhaft: Verbinden Sie sich via Browser mit der Bedienoberfläche Ihrer Fritzbox. Unter „Telefonie/Telefoniegeräte“ sind Ihre angeschlossenen Geräte aufgelistet, Ihr Mobilteil gehört dazu. Rechts neben dessen Eintrag in der Liste klicken Sie auf das Symbol mit dem Stift, um die Einstellungen des Mobilteils zu bearbeiten. Im Reiter „Merkmale des Telefoniegerätes“ setzen Sie das Häkchen vor „Eigene Rufnummer unterdrücken ...“ und klicken Sie auf „OK“. Ob es geklappt hat, können Sie beispielsweise mit einem Testanruf auf Ihrem Smartphone herausfinden.

Haben Sie anschließend jenen Anruf getätigt, um den es Ihnen geht, können Sie das Häkchen wieder löschen. Wenn Sie das unterlassen, bleibt die Unterdrückung dauerhaft aktiv. Beachten Sie, dass die Nummernunterdrückung auf diese Weise nicht universell, sondern wirklich nur für das ausgewählte Gerät gilt. Falls Sie mehrere Telefone besitzen, können Sie auf diese Weise eines davon für die dauerhafte Unterdrückung konfigurieren, während bei Nutzung der anderen die Nummer stets angezeigt wird. (axv@ct.de)

Datenweitergabe bei Let's Encrypt?

Wenn ich einen frischen Webserver aufsetze und mir für den Hostnamen ein kostenloses TLS-Zertifikat bei der Zer-


tifizierungsstelle Let's Encrypt ausstellen lasse, beobachte ich im Anschluss viele Zugriffe mir unbekannter IP-Adressen. Gibt Let's Encrypt etwa Daten wie meinen Hostnamen an Dritte weiter oder sind diese Daten irgendwo öffentlich einsehbar?


Das Speichern und Veröffentlichen von Zertifikatsmerkmalen ist seit einigen Jahren gängige Praxis. Die Gründe dafür gehen im Wesentlichen darauf zurück, dass beliebige Zertifizierungsstellen auf der Welt Zertifikate für wiederum beliebige Domains ausstellen konnten; Domain-Inhaber müssen dafür weder gefragt noch informiert werden. Das wiederum haben manche Kriminelle genutzt, um in Zertifizierungsstellen einzubrechen und sich selbst Zertifikate für Domains auszustellen, die sie dann angegriffen haben. Zu den Opfern gehörten damals etwa Google und Microsoft, aber auch viele andere.

In der Folge haben Google und einige weitere große Mitspieler diverse Methoden eingeführt, um den Missbrauch von Zertifikaten einzudämmen. Dazu gehört eben die Protokollierung von Zertifikatsausstellungen. Diese bildet die Grundlage, um unerwünschte Zertifikate in Browsern zu sperren. Es gibt zahlreiche solcher Logs im Netz. Man kann sie beispielsweise über den Webdienst crt.sh auslesen. Unter ct.de/yuma finden Sie ein Beispiel-Log für ct.de.

Letztendlich ist aber nicht abschließend zu klären, wie die unerwarteten Zugriffe auf Ihre Webserver zustande gekommen sind. Um beispielsweise Server mit öffentlichen IPv4-Adressen aufzufinden, genügen Netzwerkskans, die im Internet laufend stattfinden. So können zum Beispiel auch SMTP- und IMAP-Mail-Server leicht gefunden werden. Potenzielle Angreifer sammeln die zugehörigen IP-Adressen in Datenbanken und handeln damit. Selbst wenn dann einige Jahre lang keine Serveraktivität von bestimmten Ad-

Fragen richten Sie bitte an

 hotline@ct.de

 [c't Magazin](#)

 [@ctmagazin](#)

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter www.ct.de/hotline.

ressen ausgegangen ist, kann ein Server unmittelbar nach Neueinrichtung routinemäßig gefunden werden. (dz@ct.de)

Beispiel-Log: ct.de/yuma

Windows-Fenster im Vordergrund halten

Ich verwende in Ubuntu-Linux den Fenstermanager Enlightenment. Damit kann ich ein Programmfenster im Vordergrund anpinnen, sodass es nicht ungewollt von anderen Fenstern verdeckt wird. Das funktioniert auch, wenn ich Fenster im Hintergrund anklicke oder darin arbeite. Ich muss ab und zu mit Windows 10 arbeiten und diese Funktion fehlt mir. Gibt es so etwas auch für Windows?

Das können Sie Fenstern mit den Windows PowerToys (ct.de/yuma) beibringen. Diese quelloffene Werkzeugsammlung von Microsoft enthält unter anderem ein Modul namens „Always on top“. Wenn es aktiv ist, können Sie das aktuelle Fenster einfach mit der (anpassbaren) Tastenkombination Strg+Windows+T im Vordergrund festpinnen und mit demselben Kürzel auch wieder lösen.

crt.sh Identity Search  Group by Issuer									
Criteria Type: Identity Match: ILIKE Search: 'ct.de'									
Certificates	crt.sh ID	Logged At	Not Before	Not After	Common Name	Matching Identities	Issuer Name		
	6391102100	2022-03-22	2022-03-22	2022-06-20	infoservice.heise.de	newsletter.ct.de	C=US, O=Let's Encrypt, CN=R3		
	6391095650	2022-03-22	2022-03-22	2022-06-20	infoservice.heise.de	newsletter.ct.de	C=US, O=Let's Encrypt, CN=R3		
	6375418079	2022-03-19	2022-03-19	2022-06-17	www.ct.de	www.ct.de	C=US, O=Let's Encrypt, CN=R3		
	6373943391	2022-03-19	2022-03-19	2022-06-17	www.ct.de	www.ct.de	C=US, O=Let's Encrypt, CN=R3		
	6375413770	2022-03-19	2022-03-19	2022-06-17	ct.de	ct.de	C=US, O=Let's Encrypt, CN=R3		
	6374143706	2022-03-19	2022-03-19	2022-06-17	ct.de	ct.de	C=US, O=Let's Encrypt, CN=R3		
	6375411445	2022-03-19	2022-03-19	2022-06-17	blog.ct.de	blog.ct.de	C=US, O=Let's Encrypt, CN=R3		
	6373982923	2022-03-19	2022-03-19	2022-06-17	blog.ct.de	blog.ct.de	C=US, O=Let's Encrypt, CN=R3		
	6364122769	2022-03-17	2022-03-17	2022-06-15	www.radio.ct.de	www.radio.ct.de	C=US, O=Let's Encrypt, CN=R3		
	6362196925	2022-03-17	2022-03-17	2022-06-15	www.radio.ct.de	www.radio.ct.de	C=US, O=Let's Encrypt, CN=R3		

Logs für ausgestellte TLS-Zertifikate finden sich zahlreich im Netz. Sie sollen den Betrug mit unzulässig ausgestellten Zertifikaten erschweren.

Darüber hinaus enthalten die PowerToys noch zahlreiche weitere praktische Funktionen wie den Programmstarter „PowerToys Run“, den Fenstermanager „FancyZones“ oder „PowerToys Awake“, mit dem Sie Windows temporär davon abhalten können, in einen Energiesparmodus zu fallen. (hos@ct.de)

Windows PowerToys: ct.de/yuma

Gewerblicher Hintergrund bei eBay-Kleinanzeigen

Ich hatte bei eBay-Kleinanzeigen eine Anzeige geschaltet, in der ich einen Aushilfsjob für unseren gemeinnützigen Verein angeboten habe. Dann wurde die Anzeige von eBay mit Hinweis auf gewerbliches Handeln gelöscht. Ein Verein betreibt doch kein Gewerbe, was soll das?

eBay-Kleinanzeigen kennt nur zwei Typen von Accounts: privat und gewerblich. Vereine und auch Einzelunternehmen wie Freiberufler fallen heraus, sie werden von eBay-Kleinanzeigen wie Gewerbetreibende behandelt.

Die korrekte Vorgehensweise wäre nach Angaben des Unternehmens die Einrichtung eines zweiten Kontos für den Verein – das ist zusätzlich zum privaten Account erlaubt. Wenn Sie eine Anzeige für den Verein schalten, dann müssen Sie dort zudem die üblichen rechtlichen Angaben hinterlegen, etwa den Vereinsnamen, wie er im Vereinsregister aufgeführt ist, Kontaktadresse und Namen der Vorsitzenden. Am besten nutzen Sie dazu die Angaben aus dem Impressum der Vereinswebsite. (ll@ct.de)

Verdrahtung beim 3D-Drucker-Mainboard

Ich habe einen Filamentsensor am EO-Endstop-Sockel vom Mainboard des 3D-Druckers SKR Pro 1.2 angeschlossen, kann ihn in der Firmware aber nicht abfragen. Warum erkennt die Firmware ihn nicht, obwohl er ein Signal liefert?

Das 3D-Drucker-Mainboard SKR Pro 1.2 verbindet den EO-Endstop-Sockel mit dem IO-Pin PE15 am Prozessor. Der gleiche Pin ist aber auch mit der Stall Detection beim EO-Schrittmotortreiber ver-

bunden. Schrittmotortreiber wie der TMC 2209 können erkennen, wann der Schrittmotor ungewöhnlich viel Strom zieht. Verliert der Motor Schritte, ziehen sie den mittleren Pin an der Schmalseite der Treiberplatine auf 3,3 V, im Normalbetrieb ist der Pin mit Masse verbunden. Die Funktion wird meist für Sensorless Homing verwendet.

Bei dem Filamentsensor am EO-Endstop-Sockel besteht das Problem, dass der Sensor den Pin auf 3,3 V ziehen will, der TMC2209 ihn aber an anderer Stelle auf dem Board mit Masse verbindet. Letztlich misst das Mainboard an PE15 immer niedrigen Pegel und erkennt den Sensor damit nicht.

Den Kurzschluss können Sie verhindern, indem Sie den Pin an der Treiberplatine mit einem Seitenschneider abknippen. Danach ist mit diesem Treiber kein Sensorless Homing mehr möglich! Das brauchen Sie am EO-Treiber aber ohnehin normalerweise nicht, sodass die Doppelbelegung auf dem Board kein Problem ist. (pmk@ct.de)

Ransomware verschlüsselt NAS

Ich wurde Opfer einer Ransomware-Angriffe. Die Dateien, die ich auf meinen QNAP-NAS-Geräten gespeichert hatte, wurden verschlüsselt und haben jetzt die Dateiendung .deadbolt. Leider habe ich nicht von allen Daten ein Backup angelegt. Gibt es eine Möglichkeit, die Daten noch zu retten?

Die Deadbolt-Ransomware hinterlässt eine Anleitung der Erpresser auf betroffenen QNAP-Geräten. Eine Zahlung garantiert nicht, dass man auch wirklich einen Entschlüsselungs-Key erhält.

Für die Deadbolt-Ransomware bietet die Firma Emsisoft einen sogenannten Decryptor an, der die Dateien prinzipiell wieder entschlüsseln kann (siehe ct.de/yuma). Dafür braucht die Software aber einen Entschlüsselungs-Key, den Sie derzeit nur bei den Erpressern erhalten. Der Decryptor existiert, weil ein QNAP-Update den Teil des Schädlings entfernt, der eine Eingabe des Keys erlaubt.

Generell raten wir immer davon ab, den Entschlüsselungs-Key bei den Tätern zu kaufen, weil man damit die organisierte Kriminalität unterstützt. Zudem gibt es keine Garantie dafür, dass man den Key nach der Zahlung des Lösegelds tatsächlich erhält. In Einzelfällen ist dieser Weg jedoch der einzige Ausweg, einen noch größeren Schaden zu verhindern, beispielsweise wenn es um essenzielle Unternehmensdaten geht, für die kein Backup existiert.

Sie können probieren, die Daten mit einer Recovery-Software wie Testdisk oder Photorec wiederherzustellen. Hierzu bauen Sie die NAS-Platte am besten aus und verbinden sie mit einem Rechner, auf dem die Recovery-Software läuft. Hilft das nicht, dann sollten Sie die verschlüsselten Daten zur Seite legen, also entweder die gesamte Platte oder ein 1:1-Abbild davon. In vielen Fällen taucht irgendwann der zur Entschlüsselung nötige Key im Netz auf, wodurch man sich die Zahlung des Lösegelds sparen kann. (rei@ct.de)

Deadbolt-Decryptor: ct.de/yuma

```
=====
/!\ ALL YOUR FILES HAVE BEEN LOCKED BY DEADBOLT /\!
=====

# What happened?

All your files have been encrypted and made inaccessible. This includes
(but is not limited to) Photos, Documents and Spreadsheets.

# Why Me?

This is not a personal attack. You have been targeted because of the inadequate
security provided by your vendor (QNAP).

# What now?

Visit your QNAP machine in a webbrowser and follow the instructions to
get your files back.

# Important Message for QNAP

All your affected customers have been targeted using a zero-day vulnerability in
your product. We offer you two options to mitigate this (and future) damage:

1) Make a bitcoin payment of 5 BTC to [redacted]:

You will receive all details about this zero-day vulnerability so it
can be patched. A detailed report will be sent to security@qnap.com.

2) Make a bitcoin payment of 50 BTC to bclqnju697uc83w5u3ykw7luujzupfyf82t6trld8:

You will receive a universal decryption master key (and instructions) that can
be used to unlock all your clients their files. Additionally, we will also send
you all details about the zero-day vulnerability to security@qnap.com.
```


**JETZT
KOSTENLOS
TESTEN**

DIE NEUE LERNPLATTFORM FÜR IT-PROFESSIONALS

Wir machen IT-Weiterbildung digital



IT-Kurse aus der Praxis

Lerne in Online-Kursen und -Trainings, wie Techniken funktionieren und wie du Aufgaben löst.



Triff erfahrene IT-Experten

Profitiere von der Erfahrung unserer IT-Experten und hole dir hilfreiches Praxiswissen aus erster Hand.



Lerne, wie es für dich passt

Nutze das Kursangebot überall und auf jedem Gerät und lerne immer dann, wenn du es brauchst.



Übungen zum Ausprobieren

Probiere das gelernte Wissen selbst aus – mit Beispielaufgaben, Coding-Segmenten und Praxisübungen.



Überprüfe dein neues Wissen

Teste das Gelernte mit interaktiven Quizzes und löse die Programmieraufgaben deiner Trainer spielerisch.

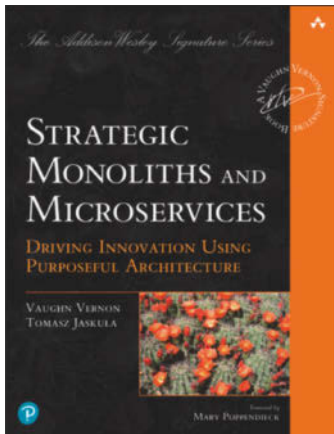


Individuelle Lernumgebung

Lerne in deinem eigenen Tempo, inklusive Notizen, Transkript und Fragen-Modul.

Hier geht's zu deiner Weiterbildung: **heise-academy.de**





Vaughn Vernon, Tomasz Jaskula

Strategic Monoliths and Microservices

Driving Innovation Using Purposeful Architecture

Pearson Education Limited,
Boston 2021

ISBN 978-0137355464

352 Seiten, 39 €

(PDF-/Epub-/Kindle-E-Book: 21 €)

Digitale Transformation

Software ist längst viel mehr als ein bloßes Hilfsmittel. Selbst in Branchen, in denen IT bisher eine untergeordnete Rolle spielte, ändert sich dies aktuell: Sie wird vom lästigen Kostenfaktor zu einem zentralen Thema. Diesen Transformationsprozess beleuchten die Autoren und zeigen spannende Zusammenhänge auf.

Lange war es ausreichend, betriebliche Prozesse zu optimieren, um im Markt zu bestehen. Aktuell sehen sich aber selbst große Unternehmen mit unerwarteter Konkurrenz, mitunter sogar mit Disruption konfrontiert. Die Cloud gibt Mitbewerbern IT-Ressourcen an die Hand, von denen sogar die größten Player bisher nur träumen konnten.

Diese Entwicklung wirkt sich auf die Unternehmenskultur aus und führt zu hohem Innovationsdruck. Fremde Produkte zu imitieren und Wettbewerbe über den Preis zu führen, wird sich langfristig nicht auszahlen. Davon sind zumindest Vaughn Vernon und Tomasz Jaskula überzeugt. Sie nehmen daher die technische Basis der digitalen Transformation in den Fokus.

Eine Vorliebe für einen bestimmten Architekturstil haben die Autoren nicht. Vielmehr verfolgen sie einen agilen Ansatz, bei dem sich Softwareplaner und Experten aus den Geschäftsfeldern iterativ der optimalen Architektur annähern. Das setzt voraus, sich auf Experimente einzulassen und Fehler als Chance für Erkenntnisgewinne zu sehen.

Um effizient zu kommunizieren und Domänenwissen an den richtigen Stellen aufzubauen, benötigen alle Beteiligten die passenden Werkzeuge. Daher behandelt das Buch ausführlich die Grundlagen des Domain-Driven Design (DDD) sowie Techniken wie Event-Storming. Die Autoren stellen gängige Muster für Softwarearchitekturen vor, darunter hexagonale Architekturen, diverse Monolithen und Microservices. Dabei gehen sie auf Verfahren wie Cynefin ein und plädieren für den Einsatz von Architecture Decision Records (ADR), um Entwurfsentscheidungen leichtgewichtig zu dokumentieren. Als durchgängiges Beispiel dient ein fiktives Versicherungsunternehmen.

Der Text ist in anspruchsvollem Englisch verfasst. Er wendet sich in erster Linie an Softwarearchitekten und Manager. Wer sich mit agiler Entwicklung und DDD bereits auskennt, lernt in der ersten Hälfte des Buchs nicht viel Neues. Entwickler finden wiederum nicht genug Details – ein zweiter Band, der für Anfang 2023 angekündigt ist, soll sich um die Implementierung drehen.

(Maik Schmidt/dwi@ct.de)

Ein amerikanischer Traum

Vom Start als Garagen-Laden bis zum IT-Giganten – nein, es geht nicht um Microsoft oder Apple, sondern um die turbulente Geschichte von Dell Technologies Inc. Der Erfolg des Unternehmens ist maßgeblich seinem Gründer Michael Dell geschuldet, dessen Lebensgeschichte fesselnden Lesestoff hergibt.

Wie viele Firmen konnte Dell nach einer erfolgreichen Anlaufphase nicht ohne Fremdkapital wachsen und wurde daher zu einer Aktiengesellschaft. Das war lange Zeit ein Segen. Aber in Zeiten großer Umbrüche werden die Zwänge des Aktienmarktes und dessen Quartalsrhythmus schnell zu einer Bürde. Michael Dell erkannte früh, dass er eine dringend notwendige Kurskorrektur nicht mit einem börsennotierten Unternehmen würde durchführen können und entschloss sich 2013, Dell mithilfe eines Finanzinvestors zurückzukaufen.

Diese Begebenheit spielt eine Schlüsselrolle im Text. Die Transaktion zog sich lange hin und wurde schließlich zu einer regelrechten Schlammschlacht. In weiten Teilen ist das Buch eine Abrechnung mit dem Finanzier Carl Icahn und dessen Verbündeten. Das läuft dem Titel seines Buchs ein wenig zuwider, ebenso wie weitere Seitenhiebe, die Dell an deutlich kleinere Lichter austeilte.

In vielen Rückblenden beschreibt der Autor seine Jugend in Texas und die Anfänge seiner Karriere mit Witz, Charme und amüsanten Anekdoten. Diese Abschnitte sind eine wohlthuende Abwechslung zur Beschreibung des heutigen Geschäftsalltags. Allzu bescheiden ist Dell dabei nicht, spart aber auch eigene Fehler und Fehleinschätzungen nicht aus. Bei Notebooks hätte er fast den Anschluss verpasst und auch der Einstieg ins Servergeschäft brauchte mehrere Anläufe. Mehr als einmal stand die Zukunft der Firma auf Messers Schneide. Gleichzeitig traf Dell mit Weitsicht und Sachverstand oft kluge Entscheidungen. So konnte man bereits 1996 Dell-Rechner im Internet kaufen.

Mit „Direct from Dell“ versuchte sich der Autor vor über 20 Jahren bereits einmal an einem autobiografischen Buch. Seitdem ist so viel passiert, dass dieses zweite eine lohnende Lektüre darstellt. Trotz der erklärtermaßen subjektiven Perspektive und der amerikanischen Färbung bietet es interessante und kurzweilige Einblicke hinter die Kulissen einer der bedeutendsten IT-Firmen unserer Zeit.

(Maik Schmidt/dwi@ct.de)



Michael Dell

Nett sein und trotzdem gewinnen

Mein Weg vom Gründer zum CEO

Redline, München 2022

ISBN 978-3868818697

352 Seiten, 25 €

(PDF-/Epub-/Kindle-E-Book: 22 €)

heise +

ct

iX

Mac&i

Make:

MIT
Technology
Review
Das Magazin für Innovation von Heise

ct **Fotografie**

c't-Abonnenten
lesen bis zu
75%
günstiger

Das digitale Abo für IT und Technik.

Exklusives Angebot für c't-Abonnenten:
Sonderrabatt für Magazinabonnenten

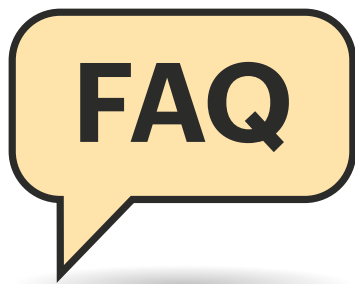
- ✓ Zugriff auf alle Artikel von heise+
- ✓ Jeden Freitag exklusiver Newsletter der Chefredaktion
- ✓ Alle Heise-Magazine online lesen: c't, iX, Technology Review, Mac & i, Make und c't Fotografie
- ✓ 1. Monat gratis lesen – danach jederzeit kündbar

Sie möchten dieses Exklusiv-Angebot nutzen? Jetzt bestellen unter:

heise.de/plus-testen

✉ leserservice@heise.de ☎ 0541 80009 120

Ein Angebot von: Heise Medien GmbH & Co. KG • Karl-Wiechert-Allee 10 • 30625 Hannover



Kurze Videos für TikTok produzieren

TikTok-Clips erklären die Welt in 30 Sekunden oder weniger. Wer damit erfolgreich sein will, muss alte Filmregeln brechen und das meist junge Publikum mit Originalität, Tempo und schnellen Schnitten in den Bann ziehen. Anhand von Beispielen und Erfahrungen aus unserem TikTok-Account heise.tippstricks erklären wir die ersten Schritte und was Sie für erfolgreiche Clips beachten sollten.

Von Anna Kalinowsky

Die TikTok-Plattform

? Was unterscheidet TikTok von anderen Plattformen?

! TikTok funktioniert anders als YouTube, Facebook oder Instagram. Das Herzstück der App für Android und iOS ist die sogenannte For-You-Page, auf der ein unendlicher Strom an Videos abgespielt wird. Mit einem Wisch nach oben springen Sie gleich zum nächsten Clip. Welche Inhalte auf Ihrer For-You-Page landen, legt ein Algorithmus fest. Dieser TikTok-Algorithmus hat den Ruf, die Vorlieben seiner Nutzer sehr schnell herauszufinden und ihnen in kürzester Zeit nur noch Videos zu ihren Interessensgebieten anzuzeigen – um sie möglichst lange in der App zu halten. Dazu wertet der Algorithmus für jeden Clip aus, wie lange Sie ihn schauen, sowie Likes und Kommentare.

TikTok-Clips sind keine Hochglanzproduktionen. Perfektes Licht, Kamera und HD-Qualität sind nicht entscheidend. Wichtiger ist der Inhalt: Er muss unterhalten oder informieren und authentisch wirken. Das erfolgreichste Video unseres Tipps+Tricks-Kanals mit 1,6 Millionen Aufrufen wurde mit einer falschen Kameraeinstellung aufgenommen, sieht wackelig und körnig aus. Dem Erfolg hat das aber keinen Abbruch getan.

? Welche Videos funktionieren auf TikTok?

! Erfolgreich werden meist Accounts, die sich auf ein Thema und Genre festlegen und dazu regelmäßig (täglich oder wöchentlich) neue Clips posten. Mit einem

Kessel Buntes in unregelmäßigen Abständen kann der Algorithmus hingegen wenig anfangen. Überlegen Sie sich also vorab, welchen Themenbereich Sie mit welcher



TikTok reiht kurze Videoclips auf der endlos scrollenden For-You-Page aneinander und passt die Inhalte in kurzer Zeit auf die Vorlieben der Nutzer an.

Art von Videos in Ihrem Kanal bedienen möchten. Ihrer Fantasie sind dabei kaum Grenzen gesetzt: Tanzvideos, Challenges, Comedy, Schauspiel, Lip-Sync, Fail- und Koch-Videos, Anleitungen, Life-Hacks, Beauty, Gesang, Informationen oder auch IT-Tipps.

Wichtig ist, dass Sie den Inhalt in jedem Clip sofort auf den Punkt bringen. TikTok erlaubt zwar mittlerweile Videos mit bis zu zehn Minuten Länge, doch die meisten Zuschauer sind kaum länger als eine Minute aufmerksam.

? Welche Zielgruppen lassen sich auf TikTok besonders gut ansprechen?

! Laut Statista waren 2021 knapp zwei Drittel aller TikTok-Nutzer jünger als 25 Jahre und in dieser Altersgruppe überwiegend weiblich. Ein Viertel der registrierten Nutzer ist zwischen 25 und 34 Jahre alt – in dieser Gruppe überwiegen die Männer. Im Unterschied zu heise online und c't, die zum Großteil von Männern gelesen werden, erreicht der Tipps+Tricks-Kanal auf TikTok zu zwei Dritteln weibliche Zuschauer.

TikTok kann für Firmen und Einzelpersonen eine Chance bieten, ein junges und weibliches Publikum zu erreichen. Die richtige Ansprache ist genauso wichtig wie eine plattform- und zielgruppengerechte Aufmachung der Videos. Es liegt ein schmaler Grat zwischen einer lockeren und einer übertriebenen Präsentation. Wenn beispielsweise ältere Erwachsene zwanghaft versuchen, den Slang der Generation Z zu imitieren, empfindet die das vermutlich als peinlich und straft die Clips ab. Authentizität ist das A und O.

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.

c't Jahrgang 2021

Alle **27 Ausgaben** des c't Magazins 2021 in digitaler Fassung.

Archiv-DVD	24,90 €
Archiv-Stick (32 GB)	34,90 €

c't Gesamtarchiv 1983–2021

Das komplette Archiv des c't Magazins von **1983 bis 2021**. Holen Sie sich 39 Jahre IT-Geschichte mit allen redaktionellen Inhalten bis 2021 nach Hause.

2× Blu-ray	99,90 €
Archiv-Stick (64 GB)	139,90 €

iX Jahrgang 2021

13 digitale Ausgaben des iX-Magazins 2021 mit allen redaktionellen Beiträgen.

Archiv-DVD	24,90 €
Archiv-Stick (32 GB)	34,90 €

iX Gesamtarchiv 1988–2021

34 Jahrgänge des Magazins für professionelle Informationstechnik, der Pflichtlektüre des professionellen IT-Anwenders.

2× Archiv-DVD	79,90 €
Archiv-Stick (64 GB)	109,90 €

MIT Technology Review Jahrgang 2021

8 digitale Ausgaben des Magazins MIT Technology Review 2021 mit allen redaktionellen Inhalten.

Archiv-DVD	24,90 €
------------	---------

MIT Technology Review Gesamtarchiv 2003–2021

19 Jahrgänge der Technology Review zusammengefasst auf zwei DVDs.

2× Archiv-DVD	59,90 €
---------------	---------

Make Gesamtarchiv 2011-2021

Das komplette Archiv mit **59 Ausgaben** von c't Hardware Hacks über c't Hacks bis zum deutschen Make-Magazin.

Archiv-Stick (32 GB)	99,90 €
----------------------	---------

SONDERPREISE
für Abonnenten



PORTOFREI



shop.heise.de/archive21



Ein Lavalier-Mikrofon zum Anstecken verbessert den Ton einer Videoaufnahme enorm und sollte zu den ersten Anschaffungen gehören.

Ausrüstung

? Welches Equipment brauche ich zum Einstieg?

! Profi-Equipment ist nicht notwendig. Für gute TikTok-Videos genügt bereits ein Smartphone, das Videos in Full-HD-Auflösung (1920 × 1080) aufzeichnet. Viele Modelle sind lichtstark genug, sodass Sie zumindest bei Tageslicht ohne zusätzliche Leuchten, Ringlichter oder Softboxen auskommen. Vermeiden Sie, Personen im Gegenlicht aufzunehmen.

Wichtiger ist der Ton: Als erste zusätzliche Anschaffung empfehlen wir deshalb ein sogenanntes Lavalier-Mikrofon zum Anstecken. Für den Tipps+Tricks-Kanal nutzen wir beispielsweise ein Pixel MFi Lavalier mit 3 Meter Kabellänge und Lightning-Anschluss für iPhone (44 Euro).

Wenn Sie Videos alleine drehen, sollten Sie sich ein Stativ anschaffen, damit Sie sich nicht im wackeligen Selfie-Modus filmen müssen. Filmt eine zweite Person, klappt das problemlos auch ohne Stativ. Die Bildstabilisatoren im Smartphone beruhigen das Bild und aus der Hand gedrehte Videos wirken erfahrungsgemäß dynamischer und authentischer als starre Kameraperspektiven.

Videoaufnahmen

? Wie sollte ein TikTok-Video aufgebaut sein?

! Da die Clips oft nur 30 Sekunden lang sind, müssen Sie sofort zum Punkt kommen. Am wichtigsten ist der Einstieg. Wenn Sie die Zuschauer nicht innerhalb der

ersten Sekunden für Ihr Video gewinnen, wischen diese einfach weiter zum nächsten Clip. Sie müssen Nutzern einen Grund geben, ausgerechnet bei Ihrem Video hängenbleiben. Machen Sie in den ersten 2 bis 3 Sekunden klar, worum es in Ihrem Clip geht und was den Zuschauer erwartet. Stellen Sie beispielsweise eine Frage oder wecken Sie anderweitig Interesse.

Der TikTok-Algorithmus belohnt zudem wiederkehrende Strukturen. Bei Tipps+Tricks nutzen wir einen festen Aufbau: Los geht es mit einem kleinen Aufsager – meist in Form einer Frage. Dann folgt ein kurzes Intro mit unserem Logo und einem Jingle – das ist wichtig, um unsere Marke zu präsentieren. Abschließend folgt die Erklärung und Anleitung.

Der Aufbau eines Videos lässt sich am besten an einem Beispiel von heise Tipps+Tricks zeigen. Der Clip erklärt, wie man die Lautsprecher eines iPhone trocknet, wenn das Handy ins Wasser gefallen ist. Er dauert 20 Sekunden und ist in elf Einstellungen unterteilt, die jeweils zwischen einer halben und 4 Sekunden dauern. Sie können den Clip über ct.de/yus6 abrufen:

1. 0:00 Anna stellt eine Frage: „Euch ist das Handy ins Wasser gefallen und nun sind eure Lautsprecher verstopft?“
2. 0:02 Kamera zeigt Handy im Wassertopf, untermalt von einem dramatischen Akkord.
3. 0:03 Halbtotale: Aufblasbares Maskottchen reagiert
4. 0:03 Maskottchen in Nahaufnahme
5. 0:04 Anna erklärt: „Wir kennen einen Weg...“
6. 0:05 Close-up Anna: „... wie ihr ihn wieder freibekommt.“
7. 0:06 Logo „heise Tipps+Tricks“ mit kurzem Erkennungs-Jingle
8. 0:08 Handy-Bildschirm zeigt Google im Browser. Stimme aus dem Off: „Sucht auf Google einfach nach der Webseite Fix my Speakers ...“
9. 0:12 Schnitt auf Webseite: „... und tippt auf den Button in der Mitte.“
10. 0:14 Zeiträfferschwenk auf den iPhone-Lautsprecher. Stimme: „Jetzt wird ein Ton abgespielt, dessen Frequenz das Wasser aus den Lautsprecheröffnungen drückt.“
11. 0:18 Lautsprecher etwas weiter weg. Stimme: „Das kann eine ganze Weile dauern. Ihr braucht also etwas Geduld.“

Es gibt aber auch Accounts, die mehrere schnelle Tipps hintereinander zeigen.

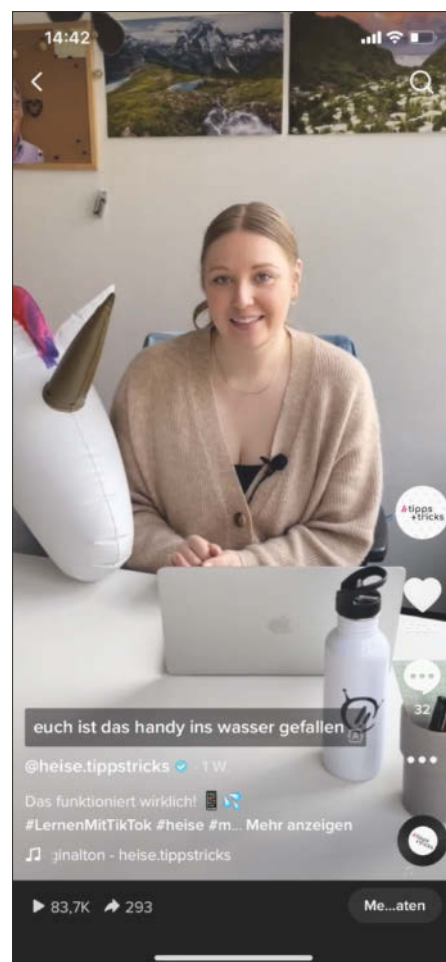
TikTok-Kanäle wie „Die Tagesschau“ oder „Herr Anwalt“ brechen komplexe Themen so runter, dass die Zuschauer die wichtigsten Informationen trotz der Kürze der Videos gut aufnehmen und verarbeiten.

Übertreiben Sie es aber nicht: TikTok ist nach wie vor eine Unterhaltungsplattform. Wenn der Inhalt eines Videos zu kompliziert ist oder der Informationsschwall überfordernd wirkt, werden viele Nutzer schnell zum nächsten Video wünschen.

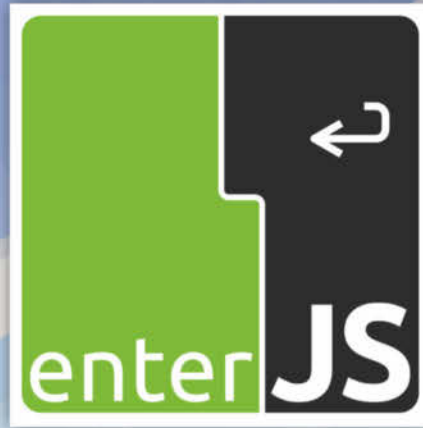
Vorbereitungen

? Wie lange braucht Ihr zur Produktion eines solchen kurzen Clips?

! Für den 20-sekündigen Clip wurden sechs Einstellungen aufgenommen, das Rohmaterial war 2:35 Minuten lang. Zuvor musste das Thema recherchiert und



heise Tipps+Tricks erklärt auf TikTok in 20 Sekunden mit 10 Schnitten, wie man Lautsprecher eines iPhone trocknet.



Die Konferenz für Enterprise-JavaScript

22. und 23. Juni 2022 – Darmstadt

Jetzt
Tickets
sichern!

www.enterjs.de

Silbersponsor

adesso

business.
people.
technology.

Veranstalter



@ heise **Developer**

dpunkt.verlag

ein kleines Drehbuch geschrieben werden: Aufsager formulieren, Anleitung in Stichpunkten zusammenfassen, Büroplatz herrichten, Wasserbehälter organisieren, kleiner Sketch mit dem Einhorn-Maskottchen Manni.

Zur Aufnahme nutzen wir zwei iPhones, eines mit Lavalier-Mikrofon für den Ton. Die Videoaufnahmen und Tonspuren werden anschließend in Final Cut Pro editiert und geschnitten und auf TikTok hochgeladen. Von der ersten Idee bis zum fertigen Clip arbeiten daran drei bis vier Personen, alle zusammengerechnet etwa zwei Arbeitsstunden.

Schnitt & Ton

? Kann man TikTok-Videos auch direkt auf einem Smartphone fabrizieren?

! Ja, das geht. Für einfache Videos bietet TikTok einen Editor an, mit dem man auch lizenzierte Sounds und Musik-Clips einbinden und zusätzliche Bildeffekte und Symbole einblenden kann. Zusätzliche Erklärungen (Voiceovers) können Sie direkt in der App einsprechen und sogar Greenscreen-Aufnahmen erstellen.

Wenn Ihnen die TikTok-App nicht genügt, können Sie mit dem kostenlosen „VN Videobearbeiter“ von Ubiquiti Labs bis zu fünf Video-, Audio- und Textspuren verarbeiten.

Als kostenpflichtige App können wir LumaFusion von Luma Touch empfehlen. Die 40 Euro teure App für iOS, macOS und Windows (Android geplant) bearbeitet bis zu sechs Video- und sechs weitere Audio-spuren. Mit der App können Sie Tonspuren und Farben korrigieren sowie Texte einblenden.

? Wie verbessere ich den Ton?

! Stellen Sie sicher, dass Sie Ihre Videos in einer ruhigen Umgebung aufnehmen. Sowohl die Mikrofone im Smartphone als auch Lavalier-Ansteckmodelle haben eine Kugelcharakteristik. Das bedeutet, sie zeichnen den Schall aus allen Richtungen gleich laut auf. Bei einem Sprecher stören aber nicht nur Nebengeräusche, sondern auch der Hall vom Raum. Um den Hallanteil zu reduzieren, sollte der Mund möglichst nah am Mikrofon sein. Sprechen Sie aber nicht direkt rein, um Poppgeräusche zu vermeiden.

Um den Hall bei einer Stimme aus dem Off (Voiceover) zu reduzieren, können Sie sich vor oder in einen offenen Kleiderschrank setzen, der eine prima Sprecherkabine abgibt.

Eventuelle Störungen reduzieren Sie nachträglich in der Schnittsoftware mit einem Equalizer. Schneiden Sie etwa alles unterhalb von 80 Hz mit einem Hochpassfilter weg, um Trittschallgeräusche vom Mikrofon zu verringern. Mit einem schmalbandigen Glockenfilter (Bell-Filter) reduzieren Sie eventuell störende Resonanzen im Raum. Wenn die Stimme zu dumpf klingt, heben Sie den Bereich um 2 bis 3 kHz etwas an.

Wenn die Aufnahmespur zu leise ist, können Sie den Pegel im Schnittprogramm anheben. Lassen Sie bei den Pegelspitzen (Peaks) aber zur oberen 0-dB-Linie mindestens 1 dB Platz, um Übersteuerungen zu verhindern. Ist der Ton dann noch immer zu leise, gleichen Sie Lautheitschwankungen mit einem Kompressor aus. Er reduziert Peaks und kann das Gesamtsignal weiter anheben. Aber Achtung: Dadurch steigt auch der Pegel von Nebengeräuschen. Diese können Sie mitunter mit einer vorgeschalteten Rauschunterdrückung oder einem Gate reduzieren.

Aber treiben Sie es nicht bis zur Perfektion. Für TikTok ist eigentlich nur wichtig, dass alles gut zu verstehen ist. Kleinere Anpassungen bezüglich der Lautstärke können Sie sogar direkt in der TikTok-App vornehmen und brauchen dafür kein teures Schnittprogramm.

Veröffentlichung

? Was sollte ich beim Hochladen eines TikTok-Clips beachten?

! Wenn Sie mit einer Schnittsoftware arbeiten, exportieren Sie das fertige Video im Format 9:16 und Full HD (1080 × 1920) im Codec H.264 mit AAC-Ton. Bild und Ton packen Sie in einen MP4-Container. Auf Apple-Geräten können Sie alternativ einen platzsparenderen M4V-Container nutzen.

Damit Ihre Videos möglichst viele Nutzer erreichen, sollten Sie den Zeitpunkt Ihrer Veröffentlichung richtig wählen. Generell sind zwischen 6 und 10 Uhr morgens sowie zwischen 19 und 23 Uhr abends besonders viele Nutzer aktiv.

Wenn Sie auf Kommentare eingehen und mit Ihren Zuschauern kommunizieren,

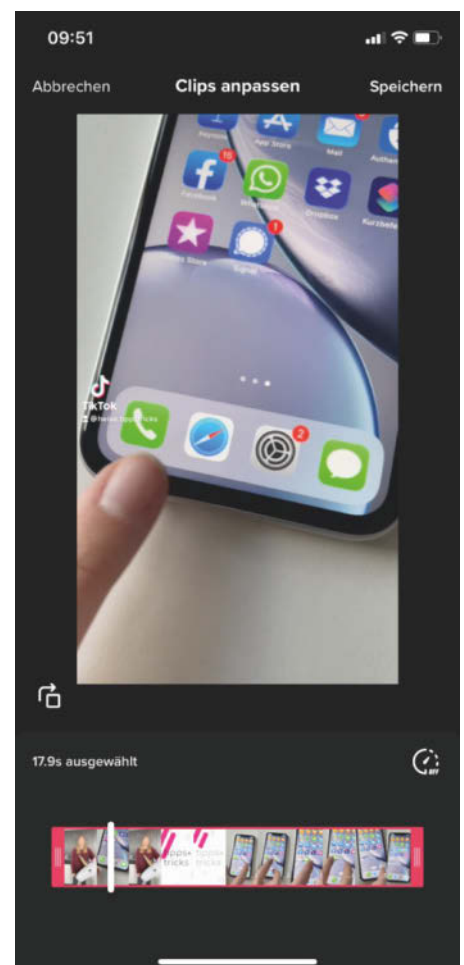
reagieren auch mehr Nutzer auf Ihr Video. Durch diese Interaktionen vergrößert sich die Chance, dass ein Clip viral geht und die Zuschauerzahlen deutlich ansteigen.

Über Hashtags können Sie den Inhalt Ihrer Clips kategorisieren, sodass sie leichter gefunden werden. Allerdings hält der TikTok-Betreiber ByteDance den Auswahl-Algorithmus geheim. Deshalb ist es unklar, ob Hashtags bei der Verbreitung von Videos helfen oder der Algorithmus Inhalte anders erkennt und Zielgruppen zuordnet. Im Vorteil sind Produzenten, die auf aktuelle Trends reagieren und kurzfristig zu einer viralen Challenge oder einem populären Song ein passendes Video hochladen. (hag@ct.de)

Literatur

- [1] Ludwig Gundermann, Jonas Mahlmann, Kalkulierte Emotionen für Milliarden, Was die Videoplattform TikTok so erfolgreich macht und wo ihre Gefahren liegen, c't 4/2022, S. 118

Beispiel-Clip: ct.de/yus6



Der Video-Editor der TikTok-App bringt bereits einfache Funktionen zum Schnitt und zur Musikantermalung mit.

work 2morrow

Wie der Wandel der Arbeitswelt gelingt

Die Online-Konferenz von **DER SPIEGEL**  heise Academy

Wie lassen sich in der neuen Arbeitswelt menschliche und unternehmerische Potenziale erkennen? Wie können wir im Team eine responsive Denkweise entwickeln und transparent kommunizieren?

An insgesamt drei Thementagen erhalten Führungskräfte, Mitarbeiter aus der Organisationsentwicklung sowie Personal- und IT-Abteilungen wertvolles Wissen für ihren Arbeitsalltag:

12. Mai
2022

**Zusammenarbeit 4.0:
Wie die erfolgreichen
Teams der Zukunft
arbeiten**

19. Mai
2022

**Das passende Werkzeug:
Tools und Techniken
für eine produktive
Zusammenarbeit**

Weitere Infos auf
work2morrow.de





CARLOS UND DIE MISSIONSLEITUNG (1)

VON KARSTEN LORENZ

Mit einem tiefen Atemzug lege ich den Stift aus der Hand, schiebe das Blatt bis zum Winterfoto, das mich mit meiner kleinen Tochter im tiefen Schnee zeigt, und blicke durch das runde Fenster auf die rötliche Ebene hinaus. Es ist ein Brief an den Menschen, der mir am nächsten steht und doch in unfassbar großer Entfernung von hier lebt. Ich habe lange nach den richtigen Worten gesucht, um den Abschied bei allem Schmerz für sie erträglich zu machen. Sie weiß bereits, was ich vorhabe, und mir ist bewusst, wie schwer es ihr gefallen sein muss, meinen Entschluss zu akzeptieren.

Noch einmal denke ich daran zurück, wie wir hier gelandet waren, mit lachenden Gesichtern und voll überschäumender Euphorie. Unser Flug zum Roten Planeten vor vielen Jahren war eine grandiose Zeit. Die Erinnerung ist noch so lebendig wie am Tag der Ankunft. Es geschah im vollen Bewusstsein, dass es eine Reise ohne Rückkehr sein könnte. Und jeder wusste über die Entbehrungen Bescheid, die uns bevorstanden.

„Doktor, kannst du eine Blinddarm-OP durchführen, wenn es unterwegs notwendig wird?“, fragte ich damals mit einem herausfordernden Unterton unsere Ärztin. Katarina war unser jüngstes Crewmitglied, gerade einmal 24 Jahre alt, und hatte Medizin, Agrobiologie und sogar zwei Semester Lebensmitteltechnologie studiert. Sie war maßgeblich am Aufbau unserer Nahrungsmittelproduktion in der Plantage beteiligt, einem wunderbar grünen Ort mitten in einer Welt, in der es außer fahlem Sonnenlicht und totem Marsgestein nichts gab. Eine Mammutaufgabe, 14 hungrige Kolonisten satt zu machen.

„Mit dir als Assistenten kriegen wir das schon hin“, antwortete sie.

„Du meinst das ernst!“, entgegnete ich verduzt.

„Natürlich, auch ein Ingenieur wie du kann das.“

Wir hatten damals das Gefühl, alles zu können. Eine gewaltige Portion Optimismus war schon nötig, um sich auf Gedeih und Verderb in dieses Abenteuer zu stürzen. An

Mit einer hochkompetenten Crew auf dem Mars Erz abzubauen, bedeutet für Mensch und Technik eine gewaltige Herausforderung. Dabei wird Vertrauen zur seltenen Kostbarkeit. Manchmal ist es dann klug, Geheimnisse mitten im scheinbar Selbstverständlichen zu verstecken.

unserem großartigen Ziel würden wir uns nicht die Zähne ausbeißen. Sollten die Herausforderungen doch kommen!

Widerspenstig war jedoch ein spezielles Problem: Die Rückreise zur Erde stand vorerst nicht auf der Agenda. Geplante Termine wurden immer wieder verschoben und schließlich ganz gestrichen. Konventionelle Raketentechnik wäre wohl technisch gesehen eine Option, jedoch für einen Rückflug erklärtermaßen unbezahlbar.

Geld ist nun einmal ein zentraler Aspekt dieses Unternehmens. Die eigens dafür gegründete Firma „Mars Matters, Inc.“ hatte das Geschäftsmodell entwickelt: Durch den Abbau von Erzen und Mineralien, die auf der Erde selten und teuer sind, werden die Kosten für den Transport von Mensch und Gerät zum Mars bezahlt. Das auf dem Mars gewonnene Rohmaterial wird gereinigt und dann zur Erde geschickt.

* * *

Für die Ärztin war der Materietransporter ein Mysterium. Und so fragte sie mich: „Carlos, warum können wir nicht einfach wie die Metallerze durch den Transporter reisen?“

Mediziner sehen in der Technik nur ein Mittel zum Zweck. Deshalb ersparte ich ihr die theoretischen Grundlagen und schilderte ihr einfach die zerstörerische Wirkung auf das Transportgut.

„Das Problem besteht darin“, begann ich, „dass die Position der Moleküle nach dem Transport nicht mehr so ist wie vorher. Alle Strukturen zerfallen dabei vollständig. Wenn wir beispielsweise einen Kristall in den Transporter legen und abschicken, dann kommt im Empfänger auf der Erde ein Häufchen Staub an.“

„Und biologisches Gewebe?“, forschte sie weiter.

„Ein Mensch würde in Form einer übelriechenden Flüssigkeit mit Schaum ankommen. Sogar chemische Bindungen geraten dabei durcheinander. Wir haben das bereits mit einer Ratte probiert. Sehr unappetitlich.“

Während mir der Ekel ins Gesicht geschrieben stand, konnte ich bei Katarina nichts dergleichen erkennen. Mit professionellem Ärztinnenblick musterte sie mich aufmerksam. Mediziner eben.

MEDIZINER SEHEN IN DER TECHNIK NUR EIN MITTEL ZUM ZWECK.

Die Missionsleitung hatte uns erklärt, man arbeite bereits an der Lösung des Problems. Schon bald würden Menschen mithilfe des Transportsystems wieder heil auf die Erde zurückkehren können. Das sollte sogar in beiden Richtungen funktionieren und konventionelle Weltraumraketen überflüssig machen. Die Kolonie würde dann einen beispiellosen wirtschaftlichen Aufschwung erleben. Unermesslicher Reichtum und Wohlstand würde den Kolonisten winken. Bis heute ist das Problem jedoch ungelöst. Wir haben seit zwei Jahren nichts mehr davon gehört. Zwischenzeitliche Anfragen unsererseits wurden nicht mehr beantwortet.

Unterdessen läuft die Produktion ausgesprochen gut. Terbium, Kupfer, Gold und Palladium werden in großen Mengen abgebaut. Auf der Erde erzielen diese Rohstoffe stattliche Verkaufserlöse. Dass die Erze dort als Pulver ankommen, ist für die Weiterverarbeitung durchaus von Vorteil.

Auf dem fernen Blauen Planeten gibt es nur noch eine letzte Person, der ich ganz und gar vertraue: meine Tochter Celia. Sie arbeitet für die Missionsleitung als Psychologin und behält von der Erde aus unser seelisches Gleichgewicht im Auge. Von meiner Krebserkrankung hatte sie schon anhand der Stimmungslage in meinen E-Mails etwas bemerkt, noch bevor Katarina die Diagnose stellen konnte. Meinen oberflächlich zur Schau getragenen Gleichmut im Umgang mit der Krankheit durchschaute sie natürlich auch. Andererseits weiß ich als Vater ebenfalls immer, wie es ihr geht. Aus ihren Worten kann ich entnehmen, dass sie trotz der momentanen Verzweiflung nichts von ihrer Kämpfernatur eingebüßt hat. Nie können wir etwas voneinander verbergen. Meine Frau verließ mich, nachdem ich als Teilnehmer des Marsflugs bestätigt worden war, meine Tochter hingegen hielt zu mir. Dass sie Psychologie studierte, war zwar nicht meine Idee gewesen, aber heute kann ich sie auf ihrem Weg nur bestärken.

Wir schreiben einander regelmäßig E-Mails, mindestens einmal pro Woche. Teure Mitteilungen per Videoaufzeichnung leisten wir uns nur selten. Ich bedauere zutiefst, dass sie nicht hier in der Kolonie ist – jetzt, da es mit mir zu Ende geht. Aber ich selbst war es, der ihr das Mitmachen ausredete. Es war eine Entscheidung der Unsicherheit. Niemand konnte realistisch einschätzen, welchen Risiken wir uns aussetzen würden. Wir wussten nicht, wie lange der Spaß gutgehen würde. Noch bevor wir den Erdborbit erreichten, hätten wir alle sterben können. Aber hier sind wir nun: Seit elf Jahren siedeln wir auf genau dem Planeten, der seit Jahrzehnten die Träume der Weltraumenthusiasten beherrscht.

Der Rote Planet war bereits das zu dessen Lebzeiten unerreichte Ziel Wernher von Brauns, hatte aber lange Zeit keine Priorität im ausufernden Streben der Weltmächte nach Erweiterung ihres Einflussbereichs. Erst als Chinas rasante Erfolge bei der Entwicklung seiner Weltraumtechnik die westliche Welt befürchten ließen, der Mars könne bald chinesisch werden, entbrannte ein neuer Wettlauf ins All.

Um den Roten Planeten zu erobern, stellten Regierungen großzügige Mittel bereit und verkauften ihr Engagement nach außen hin als Akt der Menschlichkeit: Galt es doch, eine verheißungsvolle Alternative für die überquellenden Städte auf der Erde zu erschließen. Trotz alledem war es vor allem ein nachvollziehbarer geopolitischer, oder besser gesagt, marspolitischer Schachzug. Und seit mir die Bedeutung dieses Kalküls bewusst geworden ist, nagt in mir ein fundamentales Misstrauen gegenüber der Missionsleitung. Sämtliche vom Mars zur Erde übertragenen Informationen werden über Kommunikationskanäle der Missionsleitung transportiert, sodass die Erdbevölkerung ihre Neuigkeiten von der Marskolonie nie direkt erhält. Auch in umgekehrter Richtung laufen alle Mails, Nachrichten und sonstige Daten über den gleichen Weg. Man versicherte uns natürlich, dass der gesamte Datenverkehr ungefiltert und unverändert weitergeleitet würde. Aber mir war schon vor dem Start zum Mars klar, dass es sich dabei um ein Versprechen handelte, welches wir im Zweifel nicht einklagen konnten.

Meine auf der Erde zurückgebliebenen Freunde hielten mich für paranoid, als ich ihnen einen Geheimcode vorschlug, mit dem wir uns der Überwachung durch die Missionsleitung entziehen konnten. Nur für den Fall, dass uns etwas komisch vorkommen würde. Einige von uns hatten noch den Film „Unternehmen Capricorn“ im Gedächtnis. Ich wollte jedenfalls trotz des Kopfschüttelns, das man mir entgegenbrachte, vorbereitet sein. Nur für den Fall.

„Vielleicht solltest du ihnen einfach mal vertrauen. Du brauchst sie und sie brauchen dich. Ihr seid doch voneinander abhängig“, kam der gut gemeinte Rat.

„Mir ist es einfach unheimlich“, gestand ich, „denen zu 100 Prozent ausgeliefert zu sein. Ich fühle mich dann so ... so nackt. Könnt ihr das verstehen?“

„Was hast du denn zu verbergen, wofür sich so ein Aufriss lohnt, Carlos? Vielleicht deinen Allerwertesten?“

„Gar nichts hab' ich zu verbergen“, antwortete ich geizt. „Aber die Klotür mache ich trotzdem immer zu.“

Der Schlüssel zum verdeckten Text

Carlos und seine Tochter Celia haben in ihren E-Mail-Texten kleine Geheimbotschaften steganografisch untergebracht. Auch die ursprüngliche Rohversion des Manuskripts für diese Story trug einen „verdeckten Text“ in sich. Wer sich das Vergnügen gönnen möchte, das Verdeckte ans Licht zu bringen, findet jene Manuskriptdatei mitsamt dem geeigneten Dekodierer (für Windows und Linux) unter ct.de/y62c.

Rohtext, Dekodierer: ct.de/y62c

Nun ja, da sie nicht selbst betroffen waren, konnten sie das Ganze wohl mit einer gewissen Belustigung betrachten und ich mochte es ihnen trotz meines Unbehagens nicht verübeln. Die einzige, die schließlich meine Sorgen ernst zu nehmen begann, war meine Tochter. Sie ist seitdem mein zuverlässiger Draht zur fernen Heimat.

MEINE FREUNDE HIELTEN MICH FÜR PARANOID, ALS ICH IHNEN EINEN GEHEIMCODE VORSCHLAG.

Wir beide beschlossen also, verschlüsselt miteinander zu kommunizieren, sobald ich auf dem Mars ankommen würde. Und damit erst gar kein Verdacht aufkam, sollte es *verdeckter Text* in unseren E-Mails sein. Mir war daran gelegen, dass die Ver- und Entschlüsselung auch ohne Computerunterstützung funktionierte. Ich hatte zwar einen Computer zur Verfügung, aber vermutlich wurde dieser per Fernwartungssoftware überwacht. Keiner von uns war auch nur andeutungsweise in der Lage, das wirklich zu beurteilen.

Und dann ist da noch das Brain Interface, das jeder von uns im Kopf hat. Ein Implantat, das mit dem auditiven und visuellen Cortex verbunden ist, lässt uns Filme sehen, Musik hören und Bücher lesen. Außerdem dient es als eine Art Flugdatenschreiber, wie uns erklärt wurde. Alles, was unsere Ohren und Augen wahrnehmen, wird permanent aufgezeichnet und zur Erde übertragen. Dort kann es von der Missionsleitung analysiert werden. Es diene dazu, so hatte man es uns erklärt, bei komplizierten Aufgaben helfen zu können, für die wir nicht das nötige Spezialwissen besitzen. Trotz Zeitverzögerung, welche vom jeweiligen Abstand zwischen Mars und Erde abhängt, würden aufschlussreiche Details sichtbar. Auch im Falle eines Sabotageaktes durch eine „psychologisch instabile Einzelperson“ könne mittels Intervention der Missionsleitung das Schlimmste verhindert werden. Was ist eigentlich das Schlimmste?

* * *

Ramon wusste alles über den Transporter. Wir beide kümmerten uns um die Wartung dieser faszinierenden Technologie.

„Sag mal, Ramon, wie oft denkst du eigentlich über dein Implantat nach?“, fragte ich beiläufig, als ich den Primär-Energieregler justierte.

„Wozu sollte ich darüber nachdenken? Ich verstehe die Frage nicht“, antwortete er unbekümmert. Über das Brain Interface hatten wir recht unterschiedliche Ansichten.

„Na, ich meine, willst du nicht ab und zu mal ganz für dich sein?“

„Mir macht es nichts aus, dass dieses Ding da drin ist“, sagte er und tippte sich mit dem Finger an den Kopf. „Es gibt mir Sicherheit. Und es ermöglicht uns, das alles hier aufzubauen.“ Nach kurzer Pause fügte er hinzu: „Eines Tages wird die Kolonie sogar auf eigenen Füßen stehen.“

Das hörte sich ja wie eine Werbebotschaft an, dachte ich bei mir. Eine von der Erde unabhängige Kolonie lag jedenfalls nicht im Interesse von „Mars Matters, Inc.“, dessen war ich mir sicher. Schon auf der Erde war man sehr darauf bedacht, durch lückenlose Überwachung die Herrschaft über den ganzen Planeten zu erlangen. Und das Brain Interface stellte sicher, dass den Überwachern auch auf dem Mars nichts entging.

„Damals war so ein Implantat für die meisten Menschen die reine Horrorvorstellung“, erinnerte ich mich.

„Ja, es gab sogar Proteste von diesen Datenschützern“, grinste Ramon und fügte hinzu: „Jeder kann ja die Aufzeichnungsfunktion abschalten, wann immer er will.“

„Ich weiß, Ramon, und die wussten das auch. Und doch ...“

„Die Erdlinge fürchten sich immer vor Veränderungen. Für uns aber ist es ganz normal geworden und unterstützt uns bei der täglichen Arbeit. Kein umständliches Schreiben von Protokollen mehr. Man hat die Hände frei und den Kopf auch. Für das Wesentliche. Wir Marsianer haben uns wohl auch geistig schon einen Schritt weiterentwickelt.“

Meinte Ramon das wirklich ernst? Das Implantat ist faktisch das ultimative Ende der Privatsphäre, ging es mir durch den Kopf. Das Brain Interface erfasste alle visuellen und auditiven Informationen. Selbst handschriftliche Notizen auf Papier. Einfach alles. Nur die Gedanken selbst waren noch frei, vermutlich. Keiner wusste so genau, welche geheimen Funktionen noch in den Implantaten schlummerten.

* * *

In den E-Mails an meine Tochter berichtete ich meist nur trockene Fakten. Manchmal auch das, was mir von den anderen Siedlern so zu Ohren kam, deren Hoffnungen, Wünsche und Sehnsüchte. Meine eigene Gefühlswelt breitete ich darin nicht aus. Dachte ich. Aber Celia wäre eine schlechte Psychologin gewesen, wenn sie nicht zwischen den Zeilen eine Menge über mein Befinden herausgelesen hätte. Und „Zwischen den Zeilen“ ist hier beinahe wörtlich zu verstehen.

KEINER WUSSTE SO GENAU, WELCHE GEHEIMEN FUNKTIONEN NOCH IN DEN IMPLANTATEN SCHLUMMERTEN.

Im *verdeckten Text* waren eigentlich immer nur ein paar persönliche Floskeln wie „Ich vermisse dich“ oder „Pass auf dich auf“. Manchmal stand dort auch etwas über ihre Liebschaften oder ihre Mutter. Das Verfahren erlaubte nur eine sehr begrenzte Menge an *verdecktem Text*, der sich im gewöhnlichen E-Mail-Text verbergen ließ. Um die Botschaft zu finden, musste man das Passwort kennen und wissen, wie man es benutzt.

* * *

Über den Autor

Der Mars hat es **Karsten Lorenz** angetan: Der Ingenieur, Softwareentwickler und nebenberufliche Schriftsteller hat den Protagonisten Carlos bereits mit der Kurzgeschichte „Kleines Mädchen im Skianzug“ im Exodus-Band 41 auf den Roten Planeten geschickt. „Carlos und die Missionsleitung“, seine erste c't-Story, offenbart die geheime Kommunikationsmethode des krebserkrankten Kolonisten. Aspekte der technischen und gesellschaftlichen Entwicklung greift der Autor auch in seinen anderen Texten auf, die in der ISFDB verzeichnet sind (ct.de/y62c).

Vielleicht war die hohe Strahlendosis während des Raumflugs die Ursache für meine Krebserkrankung. Vielleicht hatte ich aber einfach nur Pech. Unsere Ärztin tat ihr Bestes, um meine Beschwerden zu lindern, und sprach mir Mut zu.

„Eine Operation kann dir vielleicht ein paar Wochen Zeit verschaffen, Carlos, und in der Zwischenzeit bereiten wir eine Gentherapie vor. Die Missionsleitung wird uns dabei unterstützen.“

Ich winkte ab. „Ach Katarina, die dafür notwendige Laborausstattung haben wir hier doch gar nicht. Was sagen denn die anderen?“

Mit gesenktem Blick erklärte sie: „Es sind Stimmen laut geworden, dass wir uns intensive Behandlungen dieser Art nicht leisten können.“

Ich sah aus dem Fenster. In der Ferne tanzte ein Staubteufel. Die Sonne stand tief am Horizont und das von hier sichtbare Nachbartal lag schon im Schatten. Bald würde der Schatten auch uns erreichen.

„Die Stimmen haben wohl recht“, sagte ich nach einer Weile. „Das würde einen substanziellen Teil der Arbeitskraft binden. In den Gewächshäusern wird jede Hand gebraucht.“

Für einige Minuten hingen wir beide unseren Gedanken nach, dann dachte ich daran, dass ich wohl der zweite Todesfall in der Kolonie werden würde.

„Woran ist eigentlich Dennis gestorben?“

„Das weiß ich nicht so genau“, gestand Katarina, „Es hat mit Muskelkrämpfen angefangen und dann ist er offenbar an einer Lähmung der Atemmuskulatur gestorben.“

„Und weißt du, warum?“, hakte ich nach.

„Keine Ahnung. Die Laborwerte waren unauffällig.“

Ihr Gesichtsausdruck verriet eine tiefe Ratlosigkeit.

„Denkst du, es könnte etwas mit dem Implantat zu tun haben?“ Ein schlimmer Verdacht war in mir aufgekeimt.

„Du meinst das Brain Interface? Nun, es ist theoretisch möglich, dass die Muskelkrämpfe durch eine gestörte Hirnfunktion ausgelöst wurden.“

Das warf ein ganz neues Licht auf den Tod unseres Kameraden. Womöglich war der nicht ganz zufällig geschehen. Dennis' Leidenschaft hatte der Weiterentwicklung unserer Kolonie gegolten. Einen großen Teil seiner Freizeit widmete er der Entwicklung von Konzepten zur Erweiterung unserer Gewächshäuser. Eine eigene Nahrungs- und Sauerstoffversorgung wollte er etablieren, den hundertprozentigen

Stoffkreislauf in Gang bringen. Dafür war er von der Missionsleitung gerügt worden, weil er angeblich seine eigentlichen Aufgaben vernachlässigte.

Ich erinnerte mich an ein Gespräch mit ihm an seinem Lieblingsort. Die Folien in den Gewächshäusern waren leicht nach oben gewölbt und fast klar. Ich sah den rötlichen Himmel und weit im Süden zog Phobos seine Bahn. Von hier, so nahe am Äquator, konnte man ihn fast jeden Tag sehen.

„Hey, Carlos, hier steckst du also!“ Hinter den Erbsenspalieren tauchte Dennis auf. „Du warst beim Mittagessen nicht da.“

„Ich hab' mir mit Schokolade den Magen verdorben“, versuchte ich zu scherzen.

Den Luxus von Süßigkeiten gab es nur auf der Erde. Hier konnten wir froh sein, einigermaßen satt zu werden. Jedes mühsam erzeugte Gramm an Nahrungsmitteln musste einen Beitrag zur elementaren Ernährung leisten. Und „Schokolade“ war zum Inbegriff aller unerfüllbaren Gaumenfreuden geworden, seit die von der Erde mitgebrachten Vorräte aufgebraucht waren.

„Habe ich dir eigentlich von meiner Pralinenschachtel erzählt?“, fragte er und schmunzelte über meine Art, die Augen zu verdrehen.

„Ja, schon mehrfach! Die hast du doch schon längst aufgegessen“, entgegnete ich.

„Nicht alles“, antwortete er, „Ich bewahre die Schachtel immer noch im Schrank auf, mit einer letzten Praline darin.“

Des Öfteren warb er damit um Unterstützung, um seine kühne Idee von der Selbstversorgung umzusetzen. Wenn wir erst eigene Pralinen herstellen könnten, dann wären wir von der Erde unabhängig, argumentierte er.

„Wahrscheinlich sind nur noch graue Krümel übriggeblieben. Schmeiß sie lieber in den Garten“, riet ich ihm. „Die Regenwürmer werden sich freuen.“

„Ich wollte sie eigentlich den Kindern zeigen. So 'ne Art Geschichtsstunde mit echtem Anschauungsmaterial.“

„Welchen Kindern?“, frage ich erstaunt. Soviel ich weiß, sind alle Kolonisten dazu verpflichtet worden, keine Kinder in diese gefährliche Umgebung zu setzen.

„Nur ein Scherz!“, antwortete Dennis und setzte ein etwas gezwungenes Lächeln auf. Ich wusste, wie sehr er sich Kinder in der Kolonie wünschte. Nach einem langen Moment des betretenen Schweigens änderte sich sein Blick. Er sah mir sehr ernst in die Augen und sagte: „Carlos, ich wollte etwas mit dir besprechen. Etwas, das unsere Kinder brauchen werden.“

(psz@ct.de) **ct**

Fortsetzung im nächsten Heft

Die c't-Stories als Hörversion

Unter heise.de/-4491527 können Sie einige c't-Stories als Audiofassung kostenlos herunterladen oder streamen. Die c't-Stories zum Zuhören gibt es auch als RSS-Feed und auf den bekannten Plattformen wie Spotify, Player FM und Apple podcasts (ct.de/yz13).

Schutz für Hackers Liebling



Das Active Directory als Einfallstor und Verteilzentrale für Ransomware & Co. steht bei Kriminellen hoch im Kurs. In diesem iX Kompakt finden Sie das gesammelte Fachwissen darüber, was für ein erfolgreiches Absichern des Active Directory erforderlich ist:

- Denken wie ein Hacker – Angriffe verstehen und verhindern
- Forensische Analyse von Vorfällen und Angriffen
- Active Directory grundschutz konform absichern
- Azure AD und Zero Trust

Heft für 19,50 € • PDF für 17,99 €
Bundle Heft + PDF 25,50 €



shop.heise.de/ix-ad-sicherheit

Heft + PDF
mit 32 % 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



LC-POWER™
www.lc-power.com

LC-NB-14-N5095-12GB
14,1" NOTEBOOK

Intel® Celeron® N5095
Intel® UHD Graphics
12 GB LPDDR4x SDRAM
256 GB m.2-SSD
USB-C, USB-A
Micro-SD-Kartenleser



CloudLand
www.cloudland.org

DAS CLOUD NATIVE FESTIVAL 4 TAGE – 4 THEMEN

TAG 2: Microservices & Domain-Driven Design

SPECIAL AM ABEND:

GAME NIGHT



Weitere Informationen


29.JUNI BIS
2.JULI 2022

—
im Phantasialand
in Brühl


#CloudLand2022

Eventpartner:  Heise Medien

ORACLE Feuerwehr www.oraservices.de EDELSTAHL LED SCHILDER: www.3D-buchstabe.comHAUSNUMMERN nobel 230V~: www.3D-hausnummer.de

softaktiv.datensysteme Datenbankapplikationen, Website Boosting, Online-Pressemitteilungen, Unterstützung bei Ihren V-Projekten. Einfach anrufen, Faxen oder eine E-Mail schicken. Telefon: 0511/3884511, Mobil: 0170/3210024, Telefax: 0511/3884512, E-Mail: service@softaktiv.de, Internet: www.softaktiv.de 

WLL-Breitband Netz Rhein-Main – techni.de nginx-Webhosting: timmehosting.de 

Erfahrene Diplom-Fachübersetzerin übersetzt EDV-Texte aller Art (Software und Hardware) insbesondere Texte aus den Bereichen Telekommunikation und Netzwerke. Englisch-Deutsch. Tel. + Fax: 05130/37085 

www.patchkabel.de - LWL und Netzwerk Kabel xxs-kurze Daten- & Netzkabel: kurze-kabel.de 

DATENRETTUNG v. HDD, RAID, SSD – Erfolg >99%

www.datarecovery.eu – 24h-Tel.: 0800-073 88 36 

Anzeigenschluss für die nächsten erreichbaren Ausgaben:

13/2022: 16.05.2022

14/2022: 27.05.2022

15/2022: 13.06.2022

c't – Kleinanzeigen

Private Kleinanzeige:

erste Druckzeile € 10,- ; jede weitere Zeile € 8,-

Gewerbliche Kleinanzeige:

erste Druckzeile € 20,-; jede weitere Zeile € 16,-

Chiffre-Anzeige: € 5,- Gebühr

Hinweis: Die Rechnungsstellung erfolgt nach Veröffentlichung der Anzeige!

Name/Vorname

Firma

Str./Nr.


PLZ/Ort

Bitte veröffentlichen Sie den Text in der nächsterreichbaren Ausgabe von c't.

- ☐ Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen.
Sparkasse Hannover,
IBAN DE98 2505 0180 0000 0199 68, BIC SPKH DE 2H

Bei Angeboten: Ich versichere, dass ich alle Rechte an den angebotenen Sachen besitze.

Datum Unterschrift (unter 18, der Erziehungsberechtigte)

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe (Vorlaufzeit mind. 3 Wochen) folgende Anzeige im Fließsatz ☐ privat ☐ gewerblich* (werden in c't mit  gekennzeichnet) ☐ Chiffre

€ 10,- (20,-)

€ 18,- (36,-)

€ 26,- (52,-)

€ 34,- (68,-)

€ 42,- (84,-)

€ 50,- (100,-)

€ 58,- (116,-)

€ 66,- (132,-)

Pro Zeile bitte jeweils 45 Buchstaben einschließlich Satzzeichen und Wortzwischenräumen. Wörter, die **fettgedruckt** (nur in der ersten Zeile möglich) erscheinen sollen, unterstreichen Sie bitte. Den genauen Preis können Sie so selbst ablesen. * Der Preis für gewerbliche Kleinanzeigen ist in Klammern angegeben. Soll die Anzeige unter einer Chiffre-Nummer erscheinen, so erhöht sich der Endpreis um € 5,- Chiffre-Gebühr.

Ausfüllen und einsenden an:  Heise Medien GmbH & Co. KG
c't-Magazin, Anzeigenabteilung
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover

Faxnummer: 05 11 / 53 52-200

➔ Weiterlesen, wo andere aufhören.



Alles für Ihr Smart Home!



Smarte Beleuchtung

- Smartes Licht in Haus und Garten
- Smarte LED-Lampen für E14 und E27 im Test
- Auch im Set mit smarter Steckdose zum Sonderpreis
- Für Abonnenten portofrei

Heft+PDF für 19,90 €

Auch als einzelnes Heft erhältlich!

 shop.heise.de/ho-beleuchtung

Einstieg ins Smart Home

- Fritzbox einrichten, steuern und erweitern
- Smart Home von Ikea
- Praxis- und Tuningtipps für Ihr System
- Auch im Set mit Heizkörperthermostat zum Sonderpreis

Heft+PDF für 19,90 €

Auch als einzelnes Heft erhältlich!


 shop.heise.de/ho-smarthome21

Smart Gardening

- Das brauchen Sie, bevor Sie starten
- Bewässerungssysteme: Sechs im Vergleich
- Intelligente Mähroboter: Fünf smarte Rasenmäher im Test
- Auch im Set mit Gartenbewässerung WLAN Ventil zum Sonderpreis

Heft+PDF für 19,90 €

Auch als einzelnes Heft erhältlich!

 shop.heise.de/ho-smartgardening22

DIE ANDEREN DADDELN DOCH NUR.

JETZT KLICKEN, INFORMIEREN UND BEWERBEN. KARRIERE.BUND.DE



KARRIERE.BUND.DE
JETZT SCANNEN, INFORMIEREN
UND BEWERBEN.

Ausbildung, Studium, Karriere.
Weltweit, spannend, sinnstiftend und sicher.



 **Heise Gruppe**

JOB GESUCHT?

Ein gutes Team braucht viele verschiedene kluge und kreative Köpfe –
und gleichzeitig den Freiraum, diese Potenziale zu entfalten und einzusetzen.

Gestalten Sie mit uns die Zukunft der Medienwelt!

Jetzt informieren und bewerben unter www.heise-gruppe.de/karriere.



 **Heise Medien**

c't Redakteur (m/w/d) / Volontär (m/w/d) IT Security



Wir sind c't – das größte Magazin Europas für IT und Technik. Wir setzen uns mit Leidenschaft für diese Themen ein. Werde Teil unserer Community und arbeite in unserer 70 köpfigen Redaktion als Redakteur (m/w/d) oder Volontär (m/w/d) mit.

Deine Aufgaben

- Für Print und Online schreibst Du Artikel rund um das Thema Security und arbeitest dafür mit internen und externen Experten zusammen. Du gestaltest die Themen!
- Analysiere und erkläre Sicherheitslücken und Datenlecks. Das hilft den Lesern, nicht Opfern von Angreifern zu werden.
- Das c't Magazin weiter denken: Zusammen mit einem tollen Team entwickelst Du Themen und Formate, von Podcasts über Social bis zu Webinaren.

Deine Talente

- Du weißt, dass RSA keine Programmiersprache ist, hältst Twisted Pair nicht für eine neue Trendsportart und blühst in Details von Seitenkanalattacken geradezu auf.
- Wenn Du gern komplizierte Sachverhalte einfach erklärst und Spaß am Schreiben hast, bist Du bei uns richtig. Vor allem aber zählt Dein Wunsch und Deine Ausdauer, diese Talente zu perfektionieren.
- Englische Fachtexte verstehst Du ohne Wörterbuch und kannst Dich im Austausch mit internationalen Experten in dieser Sprache verständlich ausdrücken.

Ihr Ansprechpartner
Peter Siering,
Ressortleiter c't
Tel.: 0511 5352-329

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 Ihre Bewerbung!



Inserenten*

1&1 Telecom GmbH, Montabaur	196
1blu AG, Berlin	55
AZ-Delivery Vertriebs GmbH, Deggendorf	41
Cordaware GmbH, Pfaffenhofen	45
easybell GmbH, Berlin	2
EXTRA Computer GmbH, Giengen-Sachsenhausen	9
Mittwald CM Service GmbH & Co. KG, Espelkamp	43
netfiles GmbH, Burghausen	11
OTECH Germany GmbH, Düsseldorf	39
Platinion GmbH, Köln	195
secunet Security Networks AG, Essen	33
Silent Power Electronics GmbH, Willich	187
Thomas Krenn AG, Freyung	35
Wiesemann & Theis GmbH, Wuppertal	47
WORTMANN AG, Hüllhorst	4, 5

Stellenanzeigen

Bundesnachrichtendienst, Berlin	191
Heise Gruppe GmbH & Co. KG, Hannover	191

Veranstaltungen

c't Workshops	c't, heise Events	12
heise Security Tour	heise Security	69
M3 Minds Mastering		
Machines	iX, heise Developer, dpunkt.verlag	73
Projektmanagement	heise Academy	125
Industrial IoT	iX, heise Developer, dpunkt.verlag	149
enter JS	iX, heise Developer, dpunkt.verlag	179
work2morrow	heise Academy, DER SPIEGEL	181
CloudLand	DOAG, Heise Medien	188
Unternehmensvideos produzieren	Mac & i, heise Events	192

Ein Teil dieser Ausgabe enthält Beilagen von DIMABAY GmbH, Berlin und Strato AG, Berlin.

* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich.
Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.

Mac & i

WORKSHOP:

Unternehmensvideos produzieren

17. - 18.05.2022

Videos gehören längst fest zur Unternehmenskommunikation, doch häufig mangelt es an einer professionellen Umsetzung. Dabei können die Filme entscheidend zur Darstellung eines Unternehmens beitragen.

Mac & i erklärt in einem zweitägigen Workshop, wie sich Unternehmensvideos einfach und professionell planen sowie produzieren lassen – Schritt für Schritt von der Vorbereitung über den Dreh bis hin zur Postproduktion mit Schnitt und Veröffentlichung.

Jetzt Workshop-Platz sichern!

www.heise-events.de/workshops/corporate-videos

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: „Windows 10 oder 11?“:

Axel Vahldiek (axv@ct.de), „Raspi-Basteleien“: Peter Siering (ps@ct.de)

Chefredakteur: Dr. Jürgen Rink (jr@ct.de) (verantwortlich für den Textteil)

Stellv. Chefredakteur: Axel Kossel (ad@ct.de)

Chef vom Dienst: Georg Schnurer (gs@ct.de)

Leser & Qualität

Leitung: Achim Barczok (ach@ct.de)

Textredaktion & Qualitätssicherung: Oliver Lau (ola@ct.de)

Koordination Leserkommunikation: Martin Triadan (mat@ct.de)

Ressort Internet, Datenschutz & Anwendungen

Leitende Redakteure: Hartmut Gieselmann (hag@ct.de), Jo Bager (jo@ct.de)

Redaktion: Holger Bleich (hob@ct.de), Anke Brandt (abr@ct.de), Arne Grävemeyer (agr@ct.de), Markus Montz (mon@ct.de), Peter Schmitz (psz@ct.de), Sylvester Tremmel (syt@ct.de), Andrea Trinkwalder (atr@ct.de), Dorothee Wiegand (dwi@ct.de), Stefan Wischner (swi@ct.de)

Ressort Systeme & Sicherheit

Leitende Redakteure: Peter Siering (ps@ct.de), Jan Mahn (jam@ct.de)

Redaktion: Niklas Dierking (ndi@ct.de), Mirko Dölle (mid@ct.de), Wilhelm Drehling (wid@ct.de), Liane M. Dubowy (imd@ct.de), Ronald Eikenberg (rei@ct.de), Pina Merkert (pmk@ct.de), Dennis Schirmacher (des@ct.de), Hajo Schulz (hos@ct.de), Jan Schülßer (jss@ct.de), Ingo T. Storm (it@ct.de), Keywan Tonekaboni (ktm@ct.de), Axel Vahldiek (axv@ct.de)

Ressort Hardware

Leitende Redakteure: Christof Windeck (cw@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 (muc@ct.de), Rudolf Opitz (rop@ct.de), Carsten Spille (csp@ct.de)

Ressort Mobiles, Entertainment & Gadgets

Leitende Redakteure: Jörg Wirtgen (jow@ct.de), Jan-Keno Janssen (jkj@ct.de)

Redaktion: Robin Brand (rbr@ct.de), Sven Hansen (sha@ct.de), Steffen Herget (sh@ct.de), Nico Jurrán (nij@ct.de), André Kramer (akr@ct.de), Michael Link (mil@ct.de), Urs Mansmann (uma@ct.de), Stefan Porteck (spo@ct.de), Christian Wölbelt (cwo@ct.de)

c't online: Ulrike Kuhlmann (Ltg), uk@ct.de)

Koordination News-Teil: Hartmut Gieselmann (hag@ct.de), Christian Wölbelt (cwo@ct.de)

Koordination Heftproduktion: Martin Triadan (mat@ct.de)

Redaktionsassistentz: Susanne Cölle (suc@ct.de), Christopher Tränkmann (cht@ct.de)

Software-Entwicklung: Kai Wasserbäch (kaw@ct.de)

Technische Assistenz: Ralf Schneider (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 Ermert, Stefan Krempf, Ben Schwan (bsc@ct.de), Christiane Schulzki-Haddouti

DTP-Produktion: Mike Bunjes, Birgit Graff, Angela Hilberg, Martin Kreft, Jessica Nachtigall, Astrid Seifert, Dieter Wahnert, Ulrike Weis

Junior Art Director: Martina Bruns

Fotografie: Andreas Wodrich, Melissa Ramson

Videoproduktion: Johannes Börnsen

Digitale Produktion: Melanie Becker, Kevin Harte, Martin Kreft, Pascal Wissner

Illustrationen

Jan Binstakies, Hannover, Rudolf A. Blaha, Frankfurt am Main, Thorsten Hübner, Berlin, Albert Hulm, Berlin, Sven Hauth, Schülpe, Thomas Kühlenbeck, Münster, Timo Lenzen, Berlin, Andreas Martini, Wettin, Henning Rathjen, Oberursel

Editorial: Hans-Jürgen „Mash“ Marhenke, Hannover, **Schlagseite:** Ritsch & Renn, Wien,

c't-Logo: Gerold Kalter, Rheine

c't-Krypto-Kampagne: Infos zur Krypto-Kampagne unter <https://ct.de/pgp>. Die Authentizität unserer Zertifizierungsschlüssel lässt sich mit den nachstehenden Fingerprints überprüfen:

Key-ID: 5C1C1DC5BEEDD33A
ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@heise.de>
D337 F0C6 7EB9 09EA D1FC 0065 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: ayznmmonmewb2tjvgf7ym4t2726muprjvwckzx2vhf2hbarbzydm7oad.onion

Verlag

Heise Medien GmbH & Co. KG
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover
Telefon: 05 11/53 52-0
Telefax: 05 11/53 52-129
Internet: www.heise.de

Herausgeber: Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

Geschäftsführer: Ansgar Heise, Beate Gerold

Mitglieder der Geschäftsleitung: Jörg Mühle, Falko Ossmann

Anzeigenleitung: Michael Hanke (-167)

(verantwortlich für den Anzeigenteil),

www.heise.de/mediadaten/ct

Anzeigenpreise: Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 39 vom 1. Januar 2022.

Anzeigen-Auslandsvertretung (Asien): Media Gate Group Co., Ltd., 7F., No. 182, Section 4, Chengde Road, Shilin District, 11167 Taipei City, Taiwan, www.mediagate.com.tw

Tel.: +886-2-2882-5577, Fax: +886-2-2882-6000,

E-Mail: mei@mediagate.com.tw

Leiter Vertrieb und Marketing: André Lux (-299)

Werbeleitung: Julia Conrades (-156)

Service Sonderdrucke: Julia Conrades (-156)

Druck: Firmengruppe APPL, appl druck, Senefelderstr. 3-11, 86650 Wemding

Kundenkonto in der Schweiz: PostFinance, Bern, Kto.-Nr. 60-486910-4,

BIC: POFIBHXXX, IBAN: CH73 0900 0000 6048 6910 4

Vertrieb Einzelverkauf:

DMV Der Medienvertrieb GmbH & Co. KG

Meßberg 1

20086 Hamburg

Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 1815

E-Mail: info@dermedienvertrieb.de

c't erscheint 14-tätiglich

Einzelpreis 5,90 €; Österreich 6,50 €; Schweiz 9,90 CHF; Belgien, Luxemburg 6,90 €;

Niederlande 7,20 €; Italien, Spanien 7,40 €, Dänemark 64,00 DKK

Abonnement-Preise: Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten: Inland 139,05 €, Österreich 149,85 €, Europa 159,30 €, restl. Ausland 184,95 € (Schweiz 228.15 CHF); ermäßigtes Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende (nur gegen Vorlage einer entsprechenden Bescheinigung): Inland 79,65 €, Österreich 87,75 €, Europa 93,15 €, restl. Ausland 108,00 € (Schweiz 133.65 CHF). c't-Plus-Abonnements (inkl. Zugriff auf das c't-Artikel-Archiv sowie die App für Android und iOS) kosten pro Jahr 24,30 € (Schweiz 29.70 CHF) Aufpreis. Ermäßigtes Abonnement für Mitglieder von AUGE, bdvb e.V., BvDw e.V., /ch/open, GI, GUUG, ISACA Germany Chapter e.V., JUG Switzerland, VBIO, VDE und VDI (gegen Mitgliedsausweis): Inland 104,29 €, Österreich 112,39 €, Europa 119,48 €, restl. Ausland 138,71 € (Schweiz 171.11 CHF). Luftpost auf Anfrage.

Leserservice:

Bestellungen, Adressänderungen, Lieferprobleme usw.

Heise Medien GmbH & Co. KG

Leserservice

Postfach 24 69

49014 Osnabrück

E-Mail: leserservice@ct.de

Telefon: 05 41/8 00 09-120

Fax: 05 41/8 00 09-122

c't abonnieren: Online-Bestellung via Internet (www.ct.de/abo)

oder E-Mail (leserservice@ct.de).

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Kein Teil dieser Publikation darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Die Nutzung der Programme, Schaltpläne und gedruckten Schaltungen ist nur zum Zweck der Fortbildung und zum persönlichen Gebrauch des Lesers gestattet.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Haftung übernommen werden. Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung. Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verlages über. Sämtliche Veröffentlichungen in c't erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes.

Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Hergestellt und produziert mit Xpublisher: www.xpublisher.com

Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt auf chlorfreiem Papier.

© Copyright 2022 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA 

Vorschau **ct** 12/2022

Ab 21. Mai im Handel und auf ct.de



Smarte Türschlösser im Test

Türschlösser mit smarten Funktionen zählen zu den praktischsten Geräten fürs Smart Home: Sie schließen per Fingertipp am Handy oder sogar ganz automatisch die Tür auf und verriegeln sie auch wieder selbstständig. Die Schlösser sind schnell und einfach eingebaut, doch sind sie auch sicher?



Festplatten-Docks

Leichte Notebooks und schicke Mini-PCs haben nicht genug Platz für klassische Festplatten. Um damit auf die Daten Ihrer alten Platten zuzugreifen, nutzen Sie am besten ein Dock, in das man die Laufwerke einfach einschleibt. Wir haben einige beliebte Modelle getestet.

Apple M1 gegen x86-CPU von Intel und AMD

Dank starkem M1-Prozessor verarbeitet der Mac Studio anspruchsvolle Software wieselflink und ist dabei energieeffizient und leise. Wir vergleichen, was Apples Workstation und ähnlich potente Windows-PCs bei Videoschnitt, Bildbearbeitung, Rendering und als Audio-Workstations leisten.

Sicherheitsrisiko Software-Abhängigkeiten

Er steckt in fast jeder Software, auf Webseiten und im Mobiltelefon: der Code anderer Leute. Damit solche Abhängigkeiten nicht zum Desaster werden, dürfen Admins und Entwickler diesen Code nicht aus den Augen verlieren. Wir zeigen, worauf es ankommt.

Kompaktspeicher DNA

Eine IT-Allianz um Microsoft und Western Digital will künftig in einem Gramm DNA bis zu 455 Exabytes Daten kodieren und archivieren. Doch das Schreiben und Lesen dauert lange. Lesen Sie, was noch alles möglich ist mit DNA-Speicher, zum Beispiel Minitags zur Produktverfolgung.

Noch mehr
Heise-Know-how



c't Raspi jetzt im Handel und auf heise-shop.de



c't Fotografie 03/22 jetzt im Handel und auf heise-shop.de



iX Kompakt Sicheres Active Directory jetzt im Handel und auf heise-shop.de



BCG
PLATINION

TAKE CTRL OF YOUR CAREER

Setze neue Maßstäbe für die digitale Zukunft.

Bei BCG Platinion liegt die Zukunftsfähigkeit globaler Unternehmen in deinen Händen. Als führende IT-Beratung und Teil der Boston Consulting Group arbeiten wir mit unseren Kunden auf höchster Ebene an den geschäftskritischen Herausforderungen der Digitalisierung. Profitiere von den Chancen unseres weltweiten Netzwerks und präge mit uns die Welt von morgen.

Alle Infos auf bcgplatinion.com

NEU Samsung S22+ Watch

Mit 1&1 Flatrate für Smartphone und Uhr



1 Flatrate – 2 SIM-Karten*

Zur 1&1 All-Net-Flat erhalten Sie gratis eine herkömmliche SIM sowie eine eSIM, um Handy und Watch unabhängig zu nutzen.



Galaxy S22
+ Galaxy Watch4

0,- €
einmalig



Galaxy Watch und Smartphone für 0,- € einmalig*

Die **Galaxy Watch4** im sportlich-modernen Aluminiumdesign und die **Watch4 Classic** im Chronographen-Design mit hochwertigem Edelstahlgehäuse vereinen mobile Produktivität und praktische Fitnesstechnologie. Unter einer riesigen Auswahl an Armbändern und Ziffernblatt-Kombinationen wählen Sie Ihre individuelle Smartwatch. **Im 1&1 Premium-Paket:** Die Galaxy Watch4 Classic zusammen mit dem neuen Smartphone Galaxy S22 und einer 1&1 All-Net-Flat für 0,- € anstatt 1.298,- € UVP!*



*Samsung Galaxy Watch4 und Samsung Galaxy S22, S22+ oder S22 Ultra inklusive 2 SIM-Karten (zweite SIM-Karte ohne Aufpreis als eSIM mit gleicher Rufnummer) für 0,- € einmalig, z.B. in Verbindung mit der 1&1 All-Net-Flat S (5 GB Highspeed-Volumen pro Monat, danach unbegrenzt mit 64 kBit/s weitersurfen) die ersten 6 Monate für 29,99 €/Monat (S22), 34,99 €/Monat (S22+) oder 39,99 €/Monat (S22 Ultra), danach 49,99 €/Monat (S22), 59,99 €/Monat (S22+) oder 64,99 €/Monat (S22 Ultra). Bereitstellungspreis je 39,90 €. Je 24 Monate Vertragslaufzeit. Sonderkündigung im ersten Monat. Die UVP setzt sich zusammen aus S22 UVP = 849 € + Galaxy Watch4 Classic 46mm UVP = 449 €. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Preise inkl. MwSt. 1&1 Telecom GmbH, 56403 Montabaur. WEEE-Reg.-Nr. DE13470330

1&1

1und1.de
02602 / 96 96