



**magazin für
computer
technik**

17.1.2022 **3**



**Tesla-Dauertest:
2 Jahre lang Bugs**

Das passende Linux für Sie

Von Arch bis Ubuntu: Neun Linuxe im Vergleich
Der c't-Guide zu Distributionen und Desktops

**IM
TEST**

- Online-Programmierkurse mit Gamification
- Einzugsscanner fürs Homeoffice
- Streaming Stick 4K von Roku
- Gebogener 49-Zoll-Monitor mit 240 Hz



Premium-Mainboards

Für Intel Core i-12000

Notebook-Reparatur

Wie lange es Ersatzteile gibt

Günstige Mobilfunk-Laufzeitverträge

Windows elegant per Tastatur steuern

Aktuelle PCs energieeffizient optimieren

c't deckt auf: Ungeschützte Server bei Behörden

Brandtest bei der Feuerwehr • Technik • Recht

Test: Smarte Rauchmelder

Rauchmelder alarmiert Handy und löst Alarmkette aus

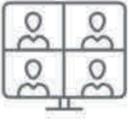
€ 5,90

AT € 6,50 | LUX, BEL € 6,90

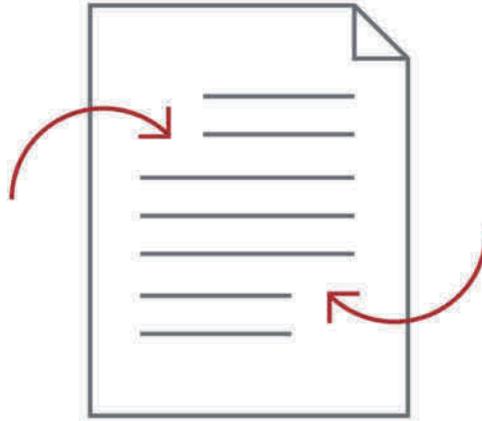
NL € 7,20 | IT, ES € 7,40

CHF 9,90 | DKK 64,00





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.



E-Health: Totgesagte leben länger

Im Januar 2013 veröffentlichte c't den bislang letzten Test eines DVD-Brenners. Heute verstauben die ganzen Laufwerke und Rohlinge in Kellern und auf Dachböden. Die ganzen Laufwerke? Nein, womöglich Tausende Apotheker haben zwischen den Feiertagen alte Umzugskartons durchwühlt und den Staub von ausgemusterter PC-Hardware geblasen.

Denn sie mussten ein wichtiges Update für ihre Warenwirtschaft einspielen, das ihnen die Compugroup Medical (CGM), immerhin der größte deutsche IT-Anbieter im Gesundheitssystem, per Post auf DVD-Silberlingen zugeschickt hatte. Dazu ein eiliges Fax mit der dringenden Bitte, das Update unbedingt zum Jahreswechsel vorzunehmen.

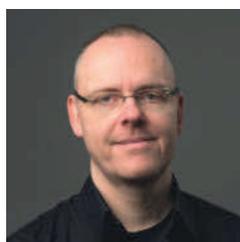
Normalerweise funktionieren solche Updates bequem per Mausklick online. Doch kurz vor Weihnachten hatten Hacker das Firmennetz von CGM mit einem Erpressungstrojaner infiziert und weitgehend lahmgelegt. Acht Tage später teilte CGM mit, dass Telefon und E-Mail wenn auch noch nicht gut, so doch immerhin wieder "besser" funktionierten.

CGM ist leider kein Einzelfall. Erst Anfang November wurde Medatixx, die deutsche Nummer zwei auf dem E-Health-Markt, von einem ähnlichen Angriff heimgesucht. Noch zwei Monate nach der Attacke hieß es Anfang Januar auf der Hersteller-Webseite: "Täglich steigt die Zahl der medatixx-Mitarbeiterinnen und -Mitarbeiter,

die die internen Systeme der medatixx wieder nutzen können."

In Zeiten wie diesen sollte man meinen, dass bei der Digitalisierung des Gesundheitssystems "Safety First" gilt. Doch leider ist das nicht der Fall: Beim E-Rezept sahen die Verantwortlichen erst zehn Tage vor der gesetzlich geplanten verpflichtenden Einführung ein, dass ihr Zeitplan wohl überambitioniert war – und bliesen den Wechsel kurzerhand ab. Und auch die neue elektronische Patientenakte kämpft noch mit Kinderkrankheiten.

Rezepte und Befunde auf Papier mögen zwar unpraktischer erscheinen, aber sie funktionieren selbst dann, wenn neben einer biologischen Virenpandemie auch noch eine digitale tobt und das Internet lahmlegt. Schmeißen Sie Ihre alten Nadeldrucker, DVD-Brenner und Fax-Geräte also nicht gleich aus dem Fenster, nur weil deren Job jetzt eine neue App übernimmt. Denn die muss ihre Zuverlässigkeit und Sicherheit erst noch beweisen.



Hartmut Gieselmann

Hartmut Gieselmann

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 Münde, 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, **63843** 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** Reulingen, Tel. 07121/56780 • MP-Datentechnik GmbH, **73730** Esslingen, 0711/3609163 • Resin GmbH & Co.KG, **79589** Binzen, Tel. 07261/6660 • Office Komplett, **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.

 **Windows 11**



Magnesium-
gehäuse

TERRA MOBILE 1470T

- Intel® Core™ i5-1135G7 Prozessor
(8 MB Cache, bis zu 4.20 GHz)
- Windows 11 Pro
- 8 GB RAM
- 500 GB SSD
- Intel® UHD Grafik

Artikel-Nr.: 1220727

1.069,-*

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

Das passende Linux für Sie

- 18 Vielfalt** Die richtige Distribution
- 20 Auswahlhilfe** Der c't-Linux-Netzplan
- 22 Desktop** Welcher passt zu Ihnen?
- 30 Distributionen** So finden Sie die passende

Test: Smarte Rauchmelder

- 62 Rauchwarnmelder** So funktionieren sie
- 66 Härtetest** Sechs Rauchmelder mit WLAN

Premium-Mainboards

- 82 Z690-Boards** für Core-i-12000-Systeme im Test

Notebook-Reparatur

- 88 Laptoplebensverlängerung** Wann sie sich lohnt

Test & Beratung

16 Tesla-Dauertest: 2 Jahre lang Bugs

74 E-Auto Mercedes EQS mit Hyperscreen

76 Streaming Stick 4K von Roku

78 eSIM per App Airalo

78 Systemmonitore bpytop, btop++

79 Container-Verwaltung Lazydocker

80 Screenshot-Tool TechSmith Snagit 2022

80 Screenrecorder Snipclip

81 App für Stadtführungen Lialo

94 Einzugsscanner fürs Homeoffice

100 Gebogener 49-Zoll-Monitor mit 240 Hz

104 Günstige Mobilfunk-Laufzeitverträge

110 Online-Programmierkurse mit Gamification

172 Jump-&-Run-Spiel White Shadows

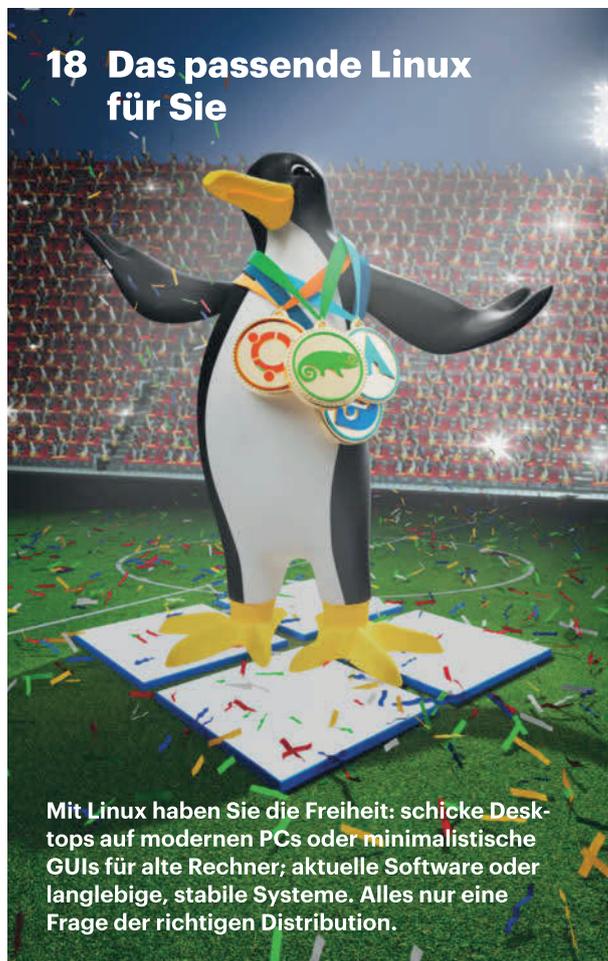
182 Bücher Informatikgrundlagen, KI

Aktuell

14 c't deckt auf: Ungeschützte Server bei Behörden

- 36 Internet** Teurer DSGVO-Verstoß, Y2K22-Bug
- 37 Politik** Digitale Ausweise, Recht auf Updates
- 38 Spyware** Wie Pegasus auf die iPhones kam
- 40 Bit-Rauschen** Trübere Aussichten für AMD
- 41 Hardware** Core i-12000, Günstige Grafikkarten
- 42 Netzwerke** WLAN-Basis mit VPN, Wi-Fi 6 R2
- 43 Embedded Systems** CPU-Modul für Roboter
- 44 Sensoren** Biosensor entdeckt Bakterien
- 45 Forschung** James-Webb-Teleskop, VR
- 46 Open Source** Nitrox mit neuer Oberfläche
- 46 Apple** erneut gegen Ericsson vor Gericht
- 47 Smartphones** von Samsung und OnePlus
- 48 Gadgets** Saugbot, Streaming, Waage
- 49 E-Autos** von Mercedes und BMW
- 50 Displays** LCD behauptet sich gegen OLED
- 52 Notebooks** Schneller, sparsamer, nachhaltiger
- 56 c't I/O** Online-Workshops, c't bei Reddit
- 58 Web-Tipps** Fermentieren, Podcasts, Stadttour

18 Das passende Linux für Sie



Mit Linux haben Sie die Freiheit: schicke Desktops auf modernen PCs oder minimalistische GUIs für alte Rechner; aktuelle Software oder langlebige, stabile Systeme. Alles nur eine Frage der richtigen Distribution.

Wissen

- 120 **Zahlen, Daten, Fakten** Audio-Podcasts
- 122 **Nachhaltigkeit** Heizwärme aus Rechenzentren
- 128 **Active Directory** Ausfallsicher durch Redundanz
- 134 **Kryptoanalyse** Geheimnisse des Vatikans
- 140 **Webprogrammierung** Asynchrones JavaScript
- 160 **Telegram-Bots** in Python programmieren
- 174 **Cyberabwehr** Rechtliche Grenzen

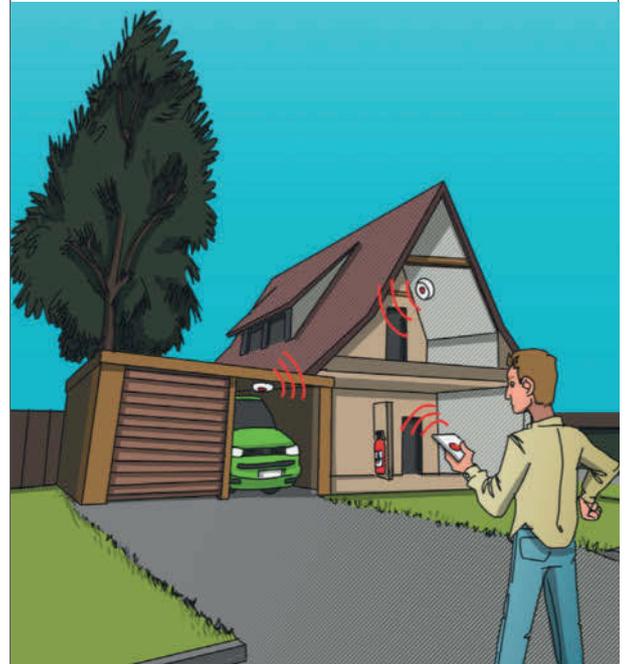
Praxis

- 144 **PC-Diagnose** Erste Hilfe für Hardware und BIOS
- 148 **Word** Suchen und ersetzen mit Platzhaltern
- 150 **Aktuelle PCs energieeffizient optimieren**
- 153 **Lade-Pad anpassen** für jedes Smartphone
- 154 **Raspberry Pi** GPIO per Python
- 166 **Windows elegant per Tastatur steuern**

Immer in ct

- 3 **Standpunkt** E-Health: Totgesagte leben länger
- 8 **Leserforum**
- 13 **Schlagseite**
- 60 **Vorsicht, Kunde** Rückzahlungen bei Amazon
- 176 **Tipps & Tricks**
- 180 **FAQ** Kopfhörer
- 184 **Story** Geschäftsessen
- 189 **Stellenmarkt**
- 192 **Inserentenverzeichnis**
- 193 **Impressum**
- 194 **Vorschau 4/2022**

62 Test: Smarte Rauchmelder



Jedes Jahr sterben Hunderte von Menschen in Deutschland bei Wohnungsbränden. Rauchmelder können Leben retten – erst recht smarte Modelle, die im Notfall eine Warnung ans Handy geben und Alarmketten anstoßen.

Frisch aus
ct Nerdistan

- 16 **Tesla Model S** Haarsträubende Langzeiterfahrungen
- 66 **Rauchwarnmelder** mit WLAN im Härtetest
- 134 **Kryptoanalyse** Geheime Nachrichten aus dem Vatikan

ct Hardcore

- 140 **JavaScript** Asynchroner Code per Event-Loop
- 160 **Python** Telegram-Bot spricht mit Django
- 150 **Prozessoren** Stromdurst messen und optimieren
- 154 **Raspberry Pi** Lightshow programmieren



Schon lange haben wir nicht mehr so viel Post bekommen wie für den Standpunkt zur Digitalisierung in c't 2/2022.

Digitalisierung ist kein Allheilmittel

Standpunkt: Digitalisierungsdünkel, c't 2/2022, S. 3

In der Beschreibung der Auswirkungen des gesellschaftlichen Umgangs mit den halbherzigen Digitalisierungslösungen bin ich bei Ihnen. Aber nicht bei der Beschreibung der Ursachen. Schon die Wortwahl, dass die „Digitalisierung gelingen“ müsse, finde ich falsch. Denn die Digitalisierung ist eine Methode für Kommunikation und Prozesse, aber kein Fetisch. Man hat den Eindruck, dass sie als Allheilmittel für die Lösung all unserer Probleme gehandelt wird. Es wird digitalisiert, ob es passt oder nicht. Das Pferd wird von hinten aufgezäumt. iPad ins erste Schuljahr und schon ist alles klar.

Meines Erachtens fehlt der Wunsch (oder auch der Druck), kundenorientiert zu arbeiten. Meinetwegen auch mit Faxen. Wenn es nur um Informationen, Nachweise und Archive geht, warum nicht?

Ulrich Schmidt

Regeln gelten auch digital

Während manche genannten Punkte des Editorials durchaus beachtenswert sind, stoßen mir zwei besonders sauer auf. Erstens: Gerade N26 ist kein leuchtendes Vorbild, sondern hat in den letzten Jahren etliche Male gezeigt, warum es Regulierungen im Bankensektor gibt. Nur weil sich etwas „FinTech“ nennt, ist es deswegen nicht zwingend besonders gut.

Zweitens: Der Absatz „Schon lange tanzt uns ein Juristentross auf der Nase herum [...]“ klingt mindestens leicht unverschämte. Die Juristen verteidigen in vielen Fällen „lediglich“ hart erkämpfte Regeln

gen. Und wie schon Terry Pratchett Lu-Tze in Thief of Time sagen ließ: „Look, that’s why there’s rules, understand? So that you think before you break ’em.“

Digitalisierung ist eben kein „Neuland“ ohne Regeln, sondern es gelten völlig normal erst einmal alle anderen Regeln weiter. Auch wenn das manchem die Arbeit schwer macht – aber genau das ist ja oft sogar sinnvoll. Klar kann man durch Aufhebung des Datenschutzes „Mehrwerte“ erreichen – aber für wen?

Georg Philipp Burth

Nicht zur Direktbank wechseln

Sie sprechen von QR-Code-Kämpfen alter Menschen beim Corona-Nachweis, fordern aber im nächsten Satz mehr Direktbanken. Da haben Sie wohl nicht mehr an die alten Menschen gedacht, die mit Internet und Onlinebanking gnadenlos überfordert sind.

Auch ich würde nie zu einer Direktbank wechseln, da ich Wert auf den direkten Kontakt lege. Gerade bei „Onlinebankingraub“ machen es sich die Banken sehr einfach und schieben alle Verantwortung auf den Kunden. Heutzutage werden keine Banken mehr ausgeraubt,

Fragen zu Artikeln

Mail-Adresse des Redakteurs am Ende des Artikels

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

sondern der private Online-Kunde – und die Bank schaut lächelnd zu.

Andreas Wegener

Qualität von Open-Source-Bibliotheken

Sicherheitslücke Log4Shell: Internet in Flammen, c't 2/2022, S. 10

Wer fremde Bibliotheken einsetzt und diese nicht prüft, der hat den Schlamassel. Meine betreuten Applikationen und auch meine selbst erstellten hatten entweder nur eine alte Log4J-Version oder gar keine. Ich protokolliere lieber direkt in die Datenbank.

Man muss sich aber generell fragen, wie die Qualität solcher Open-Source-Bibliotheken ist. Und wieso eine Fehlerlog-Funktion eine DNS-Funktion benötigt ...

Stefan Gubler

Daten aus unzuverlässigen Quellen

Das eigentliche Problem wird nicht angesprochen: Es ist immer ein Kardinalfehler, Daten aus unzuverlässigen Quellen „auszuführen“. Das haben wir alle doch bei den allseits beliebten SQL-Injection-Angriffen gelernt. Und log4j kennt nichts Besseres, als diesen Fehler zu wiederholen und notorisch unzuverlässige Logging-Daten auf ausführbare Anweisungen zu durchsuchen? Und das per Default und ohne Abschaltmöglichkeit?

Ulf Michaelis

Wechselakku wichtiger als Update-Garantie

iPhone gegen alle: Acht High-End-Smartphones im Test, c't 2/2022, S. 78

Es ist paradox, wenn der Artikel bedauert, dass nur Google fünf Jahre Sicherheitsupdates verspricht. In spätestens drei Jahren sind die Akkus am Ende und die teuren Smartphones wirtschaftlicher Totalschaden. Dann interessiert nicht mehr, ob es noch System-Updates gibt.

Aber wer doch den Akku ersetzen lässt, sollte wissen, wie schwierig das ist.

UNBEGRENZTES DATENVOLUMEN ENDLICH BEZAHLBAR?

WIR MACHEN'S MÖGLICH.

O₂ Business bietet Ihnen unterschiedliche Business Unlimited Tarife mit Top-Preis-Leistungs-Verhältnis und inkl. 5G¹.



[o2business.de](https://www.o2business.de)



¹ 5G ist bereits an ausgewählten Standorten verfügbar, schrittweise erfolgt der weitere Ausbau. Mehr Informationen zum Netzausbau und zur jeweiligen örtlich verfügbaren Mobilfunktechnologie unter: www.o2.de/netz. Für die 5G-Nutzung ist ein 5G-fähiges Endgerät erforderlich.

Die c't sollte in Smartphone-Tests aufnehmen, wie aufwendig es für Reparaturwerkstätten ist, den Akku zu wechseln.

desaboya

Gute Erfahrungen mit MoCA

EoC-Adapter für Datentransfer über TV-Kabel, c't 2/2022, S. 98

Wir wohnen in einem Einfamilienhaus, welches jedoch nicht gut vernetzt ist. Die obere Etage ist vernetzt, hinauf auf den Dachboden, hinunter in den Keller – alles per Netzwerkkabel mit Switch und WLAN-AP auf dem Dachboden. Es gibt nur keine Verbindung ins Erdgeschoss.

Dies habe ich ein paar Jahre mit verschiedenen Powerline-Adaptern, Filtern und Kopplern gepimpt und betrieben. Je nach Zugangspunkt waren 95 bis 130 Mbit/s drin. Zufällig habe ich von MoCA gehört, jedoch kaum Adapter gefunden. Vor rund zwei Jahren habe ich dann die Luster-Adapter bei einem holländischen EU-Importeur gefunden und über Amazon gekauft. Eine der zwei Leitungen habe ich exklusiv mit den Luster-MoCA-Adaptern im Betrieb.

Was soll ich sagen: Das System läuft dermaßen stabil, dass man es völlig vergisst. Während man die Powerline-Adapter alle paar Wochen oder Monate vom Netz nehmen musste, gab es mit den MoCA-Adaptern bisher nicht einen einzigen Ausfall. Ich habe damals rund 150 Euro bezahlt für ein Zweier-Set und es war bisher jeden Euro wert. Und das völlig ohne Dreck durch aufgerissene Wände und Decken.

Matthias Lenkeit

Wir freuen uns über Post

redaktion@ct.de

c't Forum

c't Magazin

@ctmagazin

Ausgewählte Zuschriften drucken wir ab. Bei Bedarf kürzen wir sinnwährend.

Antworten sind kursiv gesetzt.

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

MoCA von Hirschmann

Warum haben Sie die MoCA-Adapter von Hirschmann nicht getestet?

Tiny von Wijk

Wir wählten für den Test bewusst nur solche Modelle, die mit den Übertragungstechniken G.hn Wave 2 und MoCA 2.5 in der Lage sind, auf Anwendungsebene knapp 1 Gbit/s zu erreichen. Hirschmanns Inca-Adapter nutzen MoCA 2.0. Das erreicht auf MAC-Ebene zwar das Gigabit pro Sekunde, per TCP aber maximal rund 500 Mbit/s (vgl. Wikipedia, heise.de/s/LnKJ).

Tipps für Hobby-Astronomen

Was Sie beim Kauf eines Teleskops beachten sollten, c't 1/2022, S. 96

Sie haben mit Ihrem Artikel einen ersten Blick durch den Türspalt auf ein interessantes Hobby getan. Die Themenvielfalt der Zeitschrift gewinnt durch diese speziellen Beiträge. Weiter so!

Für eine technische Zeitschrift standen im Zentrum des Beitrags natürlich die elektronischen Werkzeuge. Diese möchte ich gerne um die quelloffene kostenfreie Software Stellarium (stellarium.org) ergänzen, die es für die gängigen Betriebssysteme gibt. Ein Notebook, auf dem diese Software installiert ist, stellt einem Beobachter vor Ort ein nützliches Hilfsmittel zu Verfügung.

Die Auflösung der optischen Geräte erwähnen Sie nur ansatzweise. Hierzu einige allgemein anerkannte Werte aus der Praxis: In Deutschland liegt die Auflösung real um zwei Bogensekunden. Höhenlagen weisen in der Regel bessere Werte auf. Ein Wert von einer Bogensekunde ist nur selten erreichbar. Mehr gibt die Atmosphäre hier nicht her. Selbst die weltweit besten Standorte der Observatorien, zum Beispiel der circa 4000 Meter hohe Mauna Kea auf Hawaii, erreichen nur selten eine Auflösung von besser als 0,5 Bogensekunden.

Fazit: Selbst bei kleinen Öffnungen wird die erreichbare Auflösung durch die Atmosphäre begrenzt. Die schönen theoretischen Werte für die Auflösung, die seitens der Hersteller gerne angegeben werden, können hier nie erreicht werden.

Joachim Schulze-Wenck

Supermarkt-Apps und Datenschutz

Scanner-Apps checken Lebensmittel – wir checken die Apps, c't 1/2022, S. 104

In der c't wurde schon vielfach auf die Gefahren für den Datenschutz hingewiesen. Gerade bei Apps für Smartphones hat man häufig noch weniger Kontrolle über seine Daten als am PC. Bei einer Besprechung von Handy-Apps kann man dann wohl auch die Einhaltung des Datenschutzes als Bestandteil in den App-Bewertungen verlangen. Von den von Ihnen vorgestellten Apps kann man nur Open Food Facts empfehlen. Die App enthält laut Exodus Privacy nur einen nicht kommerziellen Tracker für Analysen, nämlich Piwik/Matomo. Alle anderen Apps haben mindestens sechs Tracker installiert.

Kerstin Hoef-Emden

Ergänzungen & Berichtigungen

EoC-Adapter für Sat-TV-Systeme

EoC-Adapter für Datentransfer über TV-Kabel, c't 2/2022, S. 98

Im Artikel fehlt der Hinweis, dass cablehome.nl eine Variante der MoCA-Adapter anbietet, die für Sat-TV- statt Kabel-TV-Koaxsysteme geeignet ist: Die Modelle „yes MoCA“ nutzen den Spektrumsblock zwischen 400 und 700 MHz (E-Band nach MoCA-Notation) und transportieren laut Datenblatt bis zu 1200 Mbit/s netto.

db_recipes statt db-recipes

Rezeptdatenbank selbst hosten mit Tandoor Recipes, c't 2/2022, S. 164

Im Listing auf Seite 165 haben wir eine minimale ENV-Datei für die Container-Zusammenstellung dargestellt. In der Zeile mit dem POSTGRES_HOST wird der Name des Datenbankcontainers als db_recipes angegeben. Richtig ist db_recipes. Der Fehler ist einer alten Gewohnheit entsprungen: In den Anfangstagen von Docker machten Unterstriche in Namen Ärger, in neuen Versionen nicht mehr. Die vollständige und korrekte Docker-Compose- und ENV-Datei haben wir unter ct.de/yug8 verlinkt.



Homepage Easy

12 .de-Domains inklusive

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

DAUERPREIS

2,29

€/Monat*



**Angebot nur bis Ende
Januar 2022 gültig!**
Preis gilt dauerhaft.

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

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

Maßgeschneidert!

Bauen Sie Ihren Wunsch-PC

Heft + PDF
mit 29% Rabatt



Sie folgen nicht dem Massengeschmack und den Hersteller-Vorgaben bei Komplett-PCs? Dann finden Sie in diesem Heft Tipps für die Komponentenauswahl Ihres individuellen PCs – sowohl als Neuanschaffung oder zum Aufrüsten des alten:

- ▶ 2 Bauvorschläge: High-End- & Gaming- oder Mini-PC
- ▶ Hardware-Anforderungen für Windows 11
- ▶ Aktuelle Prozessoren sowie Tipps zum Energiesparen und Übertakten
- ▶ Im Test: 16 aktuelle PCI-Express-3.0- und 4.0-SSDs

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



shop.heise.de/ct-hardwareguide21



Weitere Schlagseiten auf ct.de/schlagseite

```

proxysql_log.txt
proxysql_log.txt
68 https://webmail.bb2.wuerzburg.de, OWA: 15.2.986.14
69 https://autodiscover.bb2.wuerzburg.de, OWA: 15.2.986.14
70 https://autodiscover.angermuende.de, OWA: 15.1.2308.14
71 https://mail.amt-lebus.de, OWA: 15.1.2242.12
72 https://autodiscover.amt-lebus.de, OWA: 15.1.2242.12
73 https://mail.augustusburg.de, OWA: 15.1.2308.8
74 https://mail.bad-belzig.de, OWA: 15.1.2308.8
75 https://service.bad-berka.de, OWA: 15.1.2242.12
76 https://service.bad-frankenhausen.de, OWA: 15.1.2375.17
77 https://mail.bad-freienwalde.de, OWA: 15.1.2242.12
78 https://owa.bad-homburg.de, OWA: 15.2.986.9
79 https://autodiscover.bad-freienwalde.de, OWA: 15.1.2242.12
80 https://mail.bad-marienberg.de, OWA: 15.1.2375.7
81 https://autodiscover.bad-marienberg.de, OWA: 15.1.2375.7
82 https://service.bad-liebenstein.de, OWA: 15.1.2308.20
83 https://mail.bad-nauheim.de, OWA: 15.2.922.19
84 https://autodiscover.bad-salzdorf.de, OWA: 15.2.986.14
85 https://remote.bad-salzdorf.de, OWA: 15.2.986.14
86 https://mx.bad-waldsee.de:1443, OWA: 15.1.2308.20
87 https://gsem.baden-baden.de, OWA: 15.1.2242.12
88 https://exc.bassum.de, OWA: 15.2.986.14
89 https://stadt.bassum.de, OWA: 15.2.986.14
90 https://autodiscover.stadt.bassum.de, OWA: 15.2.986.14
91 https://autodiscover.bad-muender.de, OWA: 15.2.986.14
92 http://autodiscover.bad-muender.de, OWA: 15.2.986.14
93 https://www.exc.bassum.de, OWA: 15.2.986.14
94 https://www.agg.bassum.de, OWA: 15.2.986.14

```

Sehr öffentliche Mailserver

Verwundbare Exchange-Server der öffentlichen Verwaltung

20 Exchange-Server in öffentlicher Hand waren für eine kritische alte Sicherheitslücke anfällig, wie eine Untersuchung von c't ergab. Kriminelle hätten spielend leicht die Kontrolle über die verwundbaren Systeme übernehmen können. So sind wir vorgegangen und so können Sie Ihren eigenen Server selbst testen.

Von Alexander Königstein

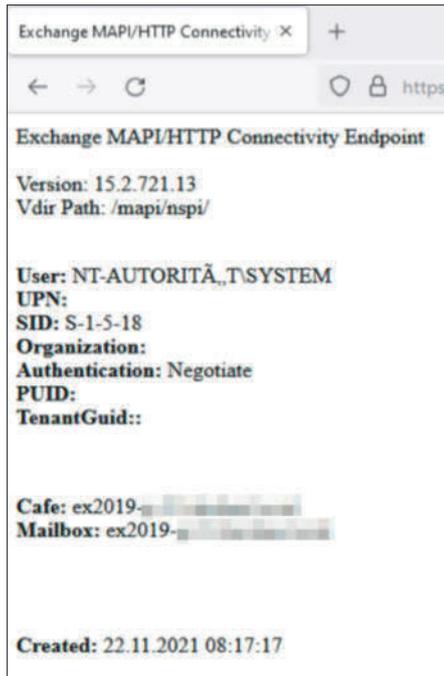
Es gelingt Onlineerpressern immer wieder, die digitale Infrastruktur ganzer Landkreise lahmzulegen und Behörden in die analoge Steinzeit zu schicken, zuletzt erkennbar an den tagelang ausbleibenden Corona-Meldezahlen für den Landkreis Ludwigslust-Parchim etwa in der Corona-Warn-App. Uns hat interessiert, ob die Behörden daraus gelernt haben und wie es allgemein um die IT-Sicherheit von Servern in öffentlicher Hand bestellt ist. Wir haben Anfang November in 59.000 Webservern von Landkreisen, Bundesbehörden und Städten in ganz Deutschland nach Exchange-Webapps gesucht und sie auf eine bekannte kritische Sicherheitslücke getestet.

Unser Testskript filterte daraus 460 öffentlich erreichbare Exchange-Server-

Webapps, die am Pfad /owa/ zu erkennen sind und analysierte sie, wonach 20 Server angreifbar waren. Unter den gefundenen Exchange-Servern befinden sich ein Theater, eine Volkshochschule sowie mehrere Stadtverwaltungen und Landkreise. Drei Serverbetreiber haben bis Redaktionsschluss noch keinen Patch dagegen laufen lassen und tauchen deshalb auch nicht in unserer Liste auf. Angreifer hätten in jedem einzelnen Fall leicht die Kontrolle über den verwundbaren Mailserver übernehmen können und schlimmstenfalls sogar über das ganze Netz.

Die Microsoft-Exchange-Server waren über die sogenannte „Proxyshell-Lücke“ angreifbar [1]. Microsoft stellt für dieses Problem schon seit April 2021 Sicherheitsupdates bereit. Anfang August spitzte sich die Lage zu, da die Updates vielerorts noch nicht eingespielt worden waren: Heise Security und das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) warnten bereits im August vor einer laufenden Angriffswelle, in deren Kontext sich Kriminelle Zugriff auf die noch ungepatchten Server verschafften und die Betreiber mit Ransomware erpressten. Die Gefahr ist also durchaus real. Doch sogar drei Monate nach der eindringlichen Warnung fanden sich immer noch Exchange-Server ohne aktuelle Sicherheitsupdates in der öffentlichen Verwaltung, wie die aktuelle c't-Untersuchung zeigt.

Genau genommen handelt es sich nicht um eine einzelne Lücke, sondern drei einzelne Sicherheitslecks, die zusammen dazu führen, dass ein Angreifer den Exchange-Server übernehmen kann. Um herauszufinden, ob die Server anfällig sind, haben wir die erste Sicherheitslücke CVE-2021-34473, sprich „Zugriff auf Backend-URLs“ getestet, die uns die Version des Exchange-Servers angezeigt hat. Wir generierten zunächst eine Liste mit den Domains von allen Bundesländern, über 200 Landkreisen, etlichen Bundesbehörden und über 2.000 Städten. Aus dieser Liste filterten wir die aktiven Outlook-Web-Apps (OWA), um nur die relevanten Server zu überprüfen. Bei den OWA-Servern riefen wir anschließend eine Test-URL auf, um herauszufinden, ob die wichtigen Sicherheitsupdates bereits installiert waren und speicherten relevante Metadaten wie URL, Versionsnummer, User und Mailbox. Zu unserer Überraschung waren 20 Server nach wie vor für Proxyshell anfällig.



Bei verwundbaren Exchange-Servern wird eine Statusseite mit Dienstkonto (User) und Mailbox angezeigt.

Eigenen Server testen

Wer selbst einen Exchange-Server betreibt, kann leicht überprüfen, ob dieser verwundbar ist. Es reicht eine GET-Anfrage an die Outlook-Web-App des Mailservers zu schicken, zum Beispiel durch den Aufruf einer URL im Browser:

```
https://autodiscover.ihredomain.de/↵
↵autodiscover/autodiscover.json?↵
↵@foo.com/mapi/nspi/?&Email=↵
↵autodiscover/autodiscover.json%3F↵
↵@foo.com
```

Tauschen Sie ihredomain.de durch Ihren Domainnamen aus, belassen Sie aber @foo.com – hier muss eine fremde Domain stehen, damit der Test aussagekräftig ist. Bei einem verwundbaren System spuckt der Exchange-Server eine Seite mit HTTP-Statuscode 200 und dem Titel „Exchange MAPI/HTTP Connectivity Endpoint“ aus. Diese zeigt die laufende Exchange-Version, das Dienstkonto (NT Authority\System, je nach Systemsprache) und den Mailboxnamen an. Diese Seite sollte überhaupt nicht erreichbar sein, denn sie gehört zum Backend von Exchange und ist nur über die Schwachstelle zugänglich. Wir empfehlen sogar, die URL über einen längeren Zeitraum mehrfach abzurufen, weil uns aufgefallen ist, dass auch bei aktuellen Ex-

change-Servern die Backend-Seite nur zu bestimmten Zeitpunkten zugänglich war.

Ein Angreifer würde die gleiche URL nutzen, allerdings einen POST-Request mit Angriffscode (Exploit) an den Server schicken. Der passende Exploitcode ist seit mindestens August öffentlich und so einfach zu bedienen, dass ein Einbrecher sich nur noch eine Hintertür aussuchen muss, die er auf dem Exchange-Server hochladen möchte. Mittlerweile gibt es auch Skripte, die den Angriff automatisiert ausführen. Damit kann ein Eindringling zu jedem späteren Zeitpunkt beliebige Befehle auf dem Server ausführen. c't hat die Betreiber selbst informiert oder die Fälle an das BSI gemeldet. Die meisten reagierten schnell auf die Kontaktaufnahme und aktualisierten ihre Server.

Bereits gehackt, oder nicht?

Wer seine Server nicht zügig abgesichert hat, steht nun vor einem Problem: Wurde der Server bereits gehackt? Es reicht nicht aus, nur in die IIS-Logs zu schauen und nach verdächtigen HTTP-Anfragen Ausschau zu halten. Admins sollten mindestens noch einen Blick in die Verzeichnisse „C:\inetpub\wwwroot\aspnet_client\“ und „C:\Program Files\Microsoft\Exchange Server\V15\FrontEnd\HttpProxy\owa\auth\“ werfen, denn das sind bekannte Orte, an denen Angreifer ihre Hintertür platzieren.

Aber auch wenn hier keine ungewöhnlichen Dateien zu finden sind, heißt das nicht zwangsläufig, dass der Server verschont wurde: Wenn ein Angreifer mit Systemrechten auf dem Server unterwegs war, könnte und würde er seine Spuren verwischt haben. Im schlechtesten Fall hat er sogar schon weitere Rechner im Netzwerk übernommen.

Bei einer drei Monate alten kritischen Sicherheitslücke, die nicht rechtzeitig geschlossen wurde, muss man mit dem Schlimmsten rechnen. Die Suche nach einem potenziellen Eindringling ist aufwendig, deshalb wäre eine umgehende Wartung von Servern in Zukunft die bessere Strategie. Installieren Sie Sicherheitsupdates zügig, ohne darauf zu warten, bis das BSI vor einer großen Angriffswelle warnt. Dies gilt insbesondere für öffentlich erreichbare Server.

Auch außerhalb der öffentlichen Verwaltung finden sich nach wie vor etliche verwundbare Exchange-Server. Insgesamt ist die Lage höchst kritisch: Das BSI warnte über Twitter am 30. November, dass circa 12.000 Server in Deutschland von

mindestens einer kritischen Lücke betroffen seien – das entspreche 30 Prozent der Server, die dem BSI bekannt sind. Informationen über den Patch-Stand bekommt das BSI von der Rechner-Suchmaschine Shodan. Dass die Wartung von Exchange manchmal vergessen wird, ist offenbar kein exklusives Problem der öffentlichen Verwaltung.

Kein Happy End

Unsere Recherche zeigt, dass die öffentliche Hand in Teilen nicht hinterherkommt, kritische Lücken zügig zu schließen. Selbst wenn gepatcht wurde, sieht die Situation der Behörden-IT oft nicht rosig aus. Es häufen sich die Ransomware-Fälle in öffentlichen Einrichtungen: Besonders schlimm traf es im Sommer den Landkreis Anhalt-Bitterfeld, der sogar den Katastrophenfall ausrufen musste, um Unterstützung der Bundeswehr zu bekommen. Wochenlang musste die IT-Infrastruktur neu aufgebaut werden. Die Tür zur Kreisverwaltung blieb verschlossen. Die Bürger konnten dort Behördengänge nicht mehr erledigen und die Verwaltung konnte nicht mal Sozialhilfe anweisen. Solche Angriffe finden vermehrt per Trojaner in einer Mail statt. Bei den ungepatchten Exchange-Servern ist nicht mal ein unbedachter Klick auf einen Mail-Anhang nötig: Das Scheunentor steht dort sperrangelweit offen. (ako@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Wilhelm Drehling und Dennis Schirrmacher, Microsofts spätes Erwachen, Die Exchange-Sicherheitslücken im Detail, c't 8/2021, S. 12

Inzwischen aktualisierte Exchange-Server

Ort	Institution
Amberg	Volkshochschule
Ammerland	Landkreis
Bernsdorf	Stadtverwaltung
Bleckede	Stadtverwaltung
Dachau	Stadtverwaltung
Erkner	Stadtverwaltung
Freiburg	Theater
Heilbad Heiligenstadt	Stadtverwaltung
Klötze	Stadtverwaltung
Merzig-Wadern	Landkreis
Mölln	Stadtverwaltung
Plauen	Stadtverwaltung
Rendsburg	Stadtverwaltung
Sassnitz	Stadtverwaltung
Stadtbergen	Stadtverwaltung
Sulzbach Saar	Stadtverwaltung
Vellmar	Stadtverwaltung

Ungesicherte Baustelle

Langzeiterfahrungen mit dem Tesla S 90D

Der Autohersteller Tesla gilt bei der Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen als Vorreiter und in Tests schneiden Tesla-Autos oft gut bis sehr gut ab. Meine Langzeiterfahrungen mit einem Tesla Model S sind jedoch ernüchternd und teils sogar haarsträubend.

Von Dušan Živadinović

Seit 2019 habe ich rund 20.000 Kilometer mit einem Tesla S 90D, Baujahr 2016 (Facelift) und Autopilot-Hardware 2.0 zurückgelegt. In diesen zwei Jahren erhielt das Auto Dutzende kleinerer und größerer Updates, beispielsweise zur Radfahrer- und Fußgängererkennung. Das Auto hinterließ größtenteils einen passablen Eindruck. Jedoch fand ich unerwartet viele Fehler in der Software, darunter bei der Fahrassistenz, der Klimatisierung und Navigation. Im folgenden habe ich nur die gravierenden notiert.

Dabei gilt Tesla nicht mehr als Greenhorn unter den Autoherstellern. Die Firma rüstet das Model S seit Oktober 2014 mit Fahrerassistenzsystemen aus, die der Hersteller als „Autopilot“ bezeichnet (Abstandstempomat, Spurwechsel-, Notbrems- und Parkassistenten). Zwei wichtige Wegmarken folgten etwas später: Seit Oktober 2016 baut Tesla in die S-Modelle Kameras, Ultraschallsensoren und ein Radar ein. Das Radar könne „durch schweren Regen, Nebel, Staub und sogar ein vorausfahrendes Fahrzeug hindurchsehen“ (Full Self-Driving Hardware).

Laut aktueller Planung will Tesla bald auf das Radar verzichten, aber zu dessen Einführung im Model S lautete das Versprechen noch, auf dieser Grundlage durch Software-Updates schrittweise autonomes Fahren zu implementieren, das „substanziell sicherer“ sein soll als ein

menschlicher Fahrer. Bisher herausgekommen ist ein Lenkassistent, der schon bei kleinsten Herausforderungen aufgibt (z. B. beim Abbiegen) und auf den ich deshalb verzichte. Aber noch im Dezember 2017 erklärte Tesla-Chef Elon Musk, dass Tesla vollautonomes Fahren gemäß SAE-Level 5 Ende 2020 erreichen will – so weit zum Hintergrund und den von Tesla aufgebauten Erwartungen.

Abstandstempomat

In der Praxis hinterließ vor allem der Abstandstempomat einen dürrtigen Eindruck. Trotz Radar setzt er aus bei Nebel, starkem Regen und Schnee und wenn das Sichtfenster der Frontkamera verschmutzt ist.

Das Auto drosselt oft unerwartet das Tempo, weil es die Situation falsch einschätzt. Wenn man den Rekuperationsgrad auf der Voreinstellung belassen hat, kommt das einer deutlichen Bremsung gleich. Zwar aktiviert die Elektronik die Bremsleuchten, aber Fahrer von nachfolgenden Fahrzeugen dürften dennoch überrascht sein, wenn etwa bei leerer

Autobahn vor dem Tesla kein Bremsanlass ersichtlich ist; auch können sie zu Notbremsungen gezwungen werden.

Solche unerwarteten Bremsungen kommen in bewohnten Gebieten vor, wenn Fußgängerinseln in Kurven stehen oder wenn man auf dunkle, steile Unterführungen zufährt. Auf Landstraßen passiert das bei normalem Tempo (80 bis 90 km/h) vor erhöhten Kurven mit Leitplanken und sowohl auf Landstraßen als auch auf Autobahnen, wenn man bei gerader Strecke auf steile Hügel zufährt (z. B. Autobahn A7, an einem Abschnitt in den Bergen bei Kassel). An all diesen Stellen vermutet das Auto offenbar große Gegenstände auf Kollisionskurs.

Bisher ist nichts passiert, weil ich heikle Stellen inzwischen schon von Weitem erkenne und direkt nach dem Einsetzen der Rekuperation mit dem Gaspedal gegensteuere.

Fährt man auf einer Autobahn auf eine Unterführung zu, auf der eine Landstraße quer zur Autobahn verläuft, sollte

Frisch aus
c't Nerdistan



Die Objekterkennung des Tesla S 90D hält ein Regal in einer Garage für einen Lkw (graues Symbol in der Mitte des Fahrzeug-Displays).

man auch auf Überraschungen gefasst sein. Denn wenn auf der Überführung ein niedrigeres Tempolimit gilt als auf der Autobahn und wenn man das Tempolimit der Überführung überschreitet, bremsst das Auto (Autobahn bei Leipzig, Nähe Flughafen, stadtauswärts). Vermutlich wähnt sich das Navi kurz auf der Überführung; anschließend beschleunigt es wieder.

Kritisch wird es auch beim Überholen auf der Autobahn: Man fährt mit konstantem Tempo (z. B. 110 bis 130 km/h) auf der rechten Spur und setzt zum Überholen an. Das vorausfahrende Fahrzeug fährt ebenfalls mit konstantem Tempo. Der Tesla nähert sich bis auf etwa 20 bis 30 Meter und während er beim Fahrspurwechsel die Mittellinie überquert, bremsst er ohne ersichtlichen Grund ab. So irritiert er Nachfolger und provoziert Notbremsungen und Ausweichmanöver. Das macht jeder Fahrschüler umsichtiger.

Andererseits beschleunigt der Abstandstempomat gelegentlich auch selbstständig auf Autobahntempo. Beim Einbiegen auf eine mehrspurige Landstraße, die wenige Kilometer zuvor noch Autobahn war, beschleunigt der Tesla von sich aus auf 130 km/h (Übergang A37 zu B6, Auffahrt kurz vor IKEA Laatzen). Das ist an dieser Stelle heikel, weil kurz nach der Auffahrt eine Tempolimitanzeige mit dynamischer Steuerung steht, die oft nur 100 km/h erlaubt. Wenn dort auch noch ein Blitzer installiert wäre, müsste der Fahrer für das Überschreiten des Tempolimits büßen.

Scheibenwischersteuerung und Rückwärtsgang

Anders als viele andere Hersteller setzt Tesla keinen separaten Regensensor ein, sondern versucht dafür die Kameras des Autos zu nutzen (Beta-Stadium der Entwicklung). Die Steuerung der Scheibenwischer funktioniert passabel, wenn man vorwärts fährt; in den meisten Fällen erkennt das Auto Regen und schaltet den Frontscheibenwischer ein. Einen rückwärtigen Scheibenwischer hat es nicht.

Aber sobald man rückwärtsfährt und die Frontscheibe nur minimal nass ist, schaltet die Elektronik überflüssigerweise den Frontscheibenwischer ein, und zwar auf Maximalgeschwindigkeit. Das Geflatter der Wischer und deren schabendes Geräusch lenken ab, während man sich auf den Rückspiegel oder das Bild der Rückfahrkamera konzentrieren will.

Der Reigen der Merkwürdigkeiten setzt sich fort bei der Objekterkennung. Fahrräder, die an Laternenmasten angekettet sind, deutet das Auto als Radfahrer. Ein am Ende einer Garage aufgestelltes Regal interpretiert es als Lkw. Manche Tempolimitschilder erkennt es selbst auf freier Strecke und bei Tageslicht gar nicht, obwohl die Kameras sauber sind.

Niveauregulierung und Klimaanlage

Laut der Anleitung lässt sich das Luftfahrwerk bis Tempo 30 auf Maximalhöhe betreiben (16 Zentimeter). Das möchte man beispielsweise auf unbefestigten Straßen mit Schlaglöchern, um ein Aufsetzen der Karosserie zu vermeiden. Wenn aber kniehohes Gras auf der Straße wuchert, fährt die Bordelektronik das Niveau immer wieder ungebeten auf Normalniveau herunter, auch wenn man konstant unter 30 km/h bleibt.

Ähnlich bevormundend steuert die Bordelektronik die Klimaanlage: Egal, welche Temperatur oder Lüfterdrehzahl man eingestellt hat, spätestens am Tag danach stellt das Auto die Werte nach eigenem Gutdünken ein und ignoriert Bedürfnisse des Fahrers.

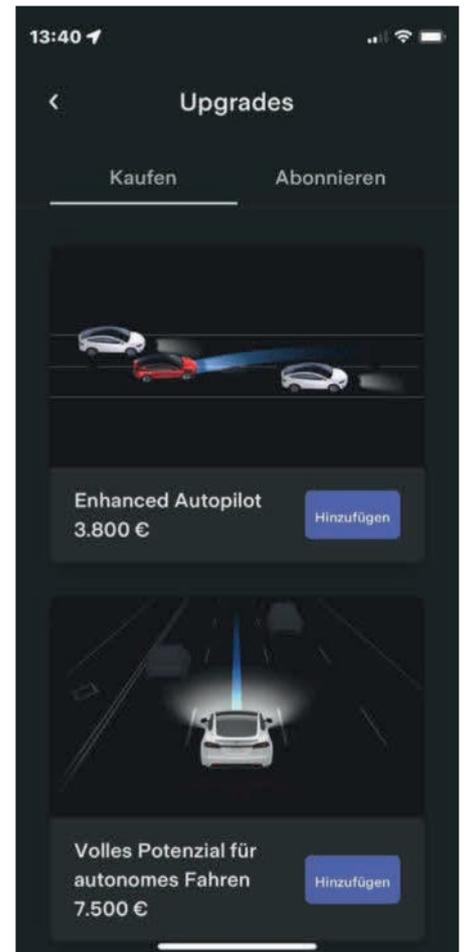
Navigation

Ansagen kommen oft sehr knapp vor den Stellen, an denen man abbiegen muss, manchmal zu spät. Die Navigationsführung zur Ladesäule endet teils schon Hunderte Meter vor dem Ziel, obwohl an vielen Orten die Säulen noch nicht zu sehen sind, etwa weil sie hinter einem Hotelgebäude stehen. So kommt es vor, dass man eine Weile suchend auf dem Gelände herumirrt.

Das Ansagemuster auf kurvigem Strecken verwirrt und ist zu lang. Das Auto plappert dann Dinge wie: „Biegen Sie links ab, um auf der Mühlenstraße zu bleiben“. Besser wäre: „Folgen Sie der Vorfahrtstraße nach links.“ Das ist unmissverständlich und kürzer. Es gibt aber auch Navis, die in Situationen, die offensichtlich sind, einfach den Mund halten, etwa die von Apple auf iPhones vorinstallierte Karten-App.

Resümee

Bei der Aufzählung all der Macken kam eines zu kurz: Das Fahren mit dem Tesla S 90D macht durchaus Freude. Die Menge der Schwächen erstaunt aber umso mehr, als viele davon rein Software-begründet sind und Tesla im Laufe der Jahre Updates teils im Monatstakt ausgeliefert hat – je-



Der Tesla S 90D verließ das Werk zwar schon im Jahr 2016, aber dank umsichtigem Konzept könnte ihn der Hersteller mit der aktuellen „Autopilot 3“-Hardware aufrüsten. Das wirft jedoch ein schlechtes Licht auf die mit viel Tamtam eingeführte „Autopilot 2“-Hardware.

doch ohne die hier genannten Schwächen anzugehen. So muss man den Tesla S 90D wie einen sonderbaren Fahranfänger beaufsichtigen.

Was bleibt? Man könnte das Auto für 7500 Euro mit dem aktuellen „Autopilot 3“ aufrüsten lassen. Tesla nennt die Option „Volles Potenzial für autonomes Fahren“. Aber stressfreies Fahren geht noch viel preisgünstiger: einfach die Assistenten abschalten. Derweil kommen immer mehr Elektroautos auf den Markt, die Tesla zu mehr Qualitätsbewusstsein zwingen könnten, beispielsweise der neue Mercedes EQS. Unseren Test lesen Sie ab Seite 74. (dz@ct.de) **ct**

Teslas diverse Ankündigungen zum autonomen Fahren: [ct.de/y8n9](https://www.ct.de/y8n9)

Linux auf dem Treppchen

Mit der richtigen Distribution zum Erfolg



Die Vielfalt von Linux	Seite 18
Der c't-Linux-Netzplan	Seite 20
Den richtigen Desktop finden	Seite 22
Linux-Distributionen entdecken	Seite 30

Linux-Systeme bieten eine Freiheit, die man von Windows oder macOS ab Werk nicht kennt. Diese Titelgeschichte erklärt, wie Sie das für Sie optimale Linux bekommen.

Von Keywan Tonekaboni

Was auch immer Sie über Linux gehört haben, sofern Sie kein „Linuxer“ sind: Vergessen Sie es! Um Linux ranken sich nämlich viele Vorbehalte und Vorurteile, die längst nicht mehr zutreffen oder stark übertrieben sind. So braucht man, um Linux-Systeme zu verwenden, keine Terminal-Kenntnisse, zwar schaden die nicht, das gilt aber auch für Windows. Von der Installation über die üblichen Systemeinstellungen bis hin zu alltäglichen Aufgaben ähnelt die Arbeit unter Linux der mit Windows und macOS, denn das meiste erledigen Sie mit grafischen Werkzeugen. Auch das Angebot an Software ist groß geworden: Sogar Microsoft bietet mittlerweile Apps für Linux an. Selbst das Zocken von kommerziellen Spielen ist unter Linux möglich.

Zugegeben: Man muss ab und zu etwas Arbeit investieren, dafür bleibt man von Problemen verschont, die einen unter Windows plagen: Sie müssen Linux nicht aktivieren, Schadsoftware macht einen Bogen um Linux-Rechner und Sie ersparen sich bei jedem Microsoft-Update den verschlungenen Klick-Parcours durch die Einstellungen, um Browser- und Datenschutzeinstellungen von „Petze“ auf „mit Privatsphäre“ umzustellen. Bei den Linux-Varianten legt auch keine Marketingabteilung fest, dass Ihr Computer plötzlich aufs Abstellgleis gehört. Besonders nachhaltig: Auch für ältere Rechner gibt es Linux-Distributionen. So lassen sich Debian oder openSUSE immer noch auf 32-Bit-x86-Systemen installieren.

Distributionen ...

Wie simpel die Installation abläuft und was dabei alles auf den Rechner kommt, hängt von der gewählten Linux-Distribution ab. Der „Distributor“ ist der Anbieter eines Linux-Betriebssystems. Anders als bei macOS oder Windows gibt es davon

nicht nur einen, sondern viele: Debian, Fedora, openSUSE und Ubuntu gehören zu den bekannteren Distributionen. Hinter manchen stecken große Firmen, andere werden von einer kleineren oder größeren Community gepflegt. Sowohl bezahlte Mitarbeiter als auch Freiwillige programmieren neue Funktionen, korrigieren Fehler oder übersetzen die Bedienoberflächen. Die verschiedenen Distributionen setzen jeweils eigene Schwerpunkte.

Das kann zunächst verwirren. Aber Sie können sich diese Vielfalt zunutze machen: Ist Ihnen Stabilität wichtiger oder Aktualität? Bevorzugen Sie ein stimmiges Gesamtsystem, oder wollen Sie möglichst viele Stellschrauben selbst justieren? Für jeden Typ gibt es eine passende Distribution. Wie die Distributionen sich im Detail unterscheiden, erklären wir ab Seite 30.

... und Desktop-Umgebungen

Für Windows- und macOS-Nutzer mag ungewohnt sein, dass es möglich ist, seinen Desktop trotz gleicher Distribution im Unterbau ganz unterschiedlich aussehen zu lassen. Von schlichtem mausgrau mit unscheinbarer Taskleiste samt Startknopf bis hin zu farbenfrohem Animationsfeuerwerk und ungewöhnlichen Bedienkonzepten findet sich alles. Der Großteil der Desktop-Pro-

jekte setzt auf modern gestaltete Schaltflächen, Fensterdekorationen und maßvolle Transparenzeffekte. Viele Desktop-Layouts folgen dem traditionellen Bedienkonzept von Windows: Startknopf und Taskleiste; andere imitieren macOS mit einer Menüleiste am oberen Rand und einem Dock oder sie gehen ganz eigene Wege.

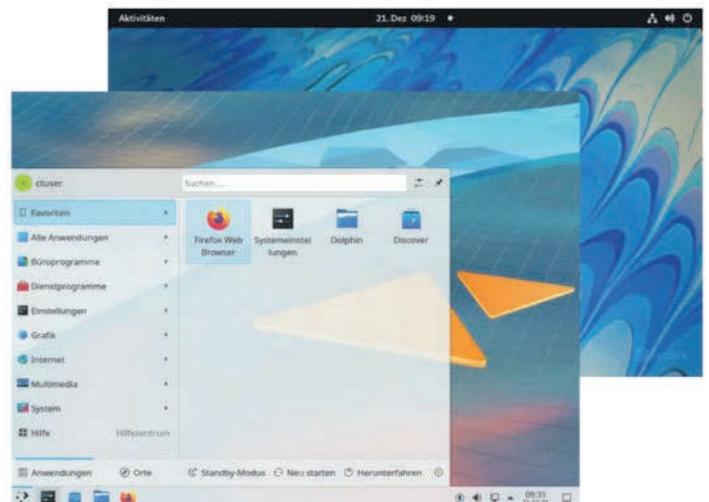
Als Linux-Nutzer können Sie den Desktop feingranular nach ihren Wünschen anpassen. Dabei muss kein Stein auf dem anderen bleiben: Ob Anordnung und Anzahl der Bildschirmeleiten, darin enthaltene Elemente wie Menüs, sowie Farben und Aussehen – fast alles lässt sich einstellen. Fehlende Funktionen sind über Erweiterungen und Zusatzprogramme nachrüstbar.

Diese Freiheit nutzen nicht nur Anwender, sondern auch Verwalter von Distributionen. So kann ein und dieselbe Desktopumgebung unter verschiedenen Linux-Distributionen ganz unterschiedlich aussehen. Der Artikel ab Seite 22 stellt die verschiedenen Ansätze vor und zeigt, wie Sie den Desktop finden, der am besten zu Ihnen passt.

Durchblick

Zwar lässt sich unter jeder Distribution ein beliebiger Desktop installieren, aber manche Kombinationen aus Distribution und Desktop passen besser zusammen als andere. Welche das sind, können Sie auf der folgenden Doppelseite einfach identifizieren. Wir haben dort die Eigenschaften der Linux-Systeme als U-Bahn-Netzplan visualisiert. Und neben der Desktopoberfläche gibt es noch viele weitere Merkmale, etwa zur Installation, der Hardwareunterstützung und der Softwareauswahl, die Sie mit dem Netzplan auf die Schnelle nachprüfen können. (ktn@ct.de) **ct**

Linux-Desktop ist nicht gleich Linux-Desktop. Wählen Sie eine Kombination aus Desktop und Distribution aus, die zu ihren Wünschen passt.



Der *ct*-Linux-Netzplan

Mit welcher Linux-Distribution kommen Sie an Ihr Ziel?

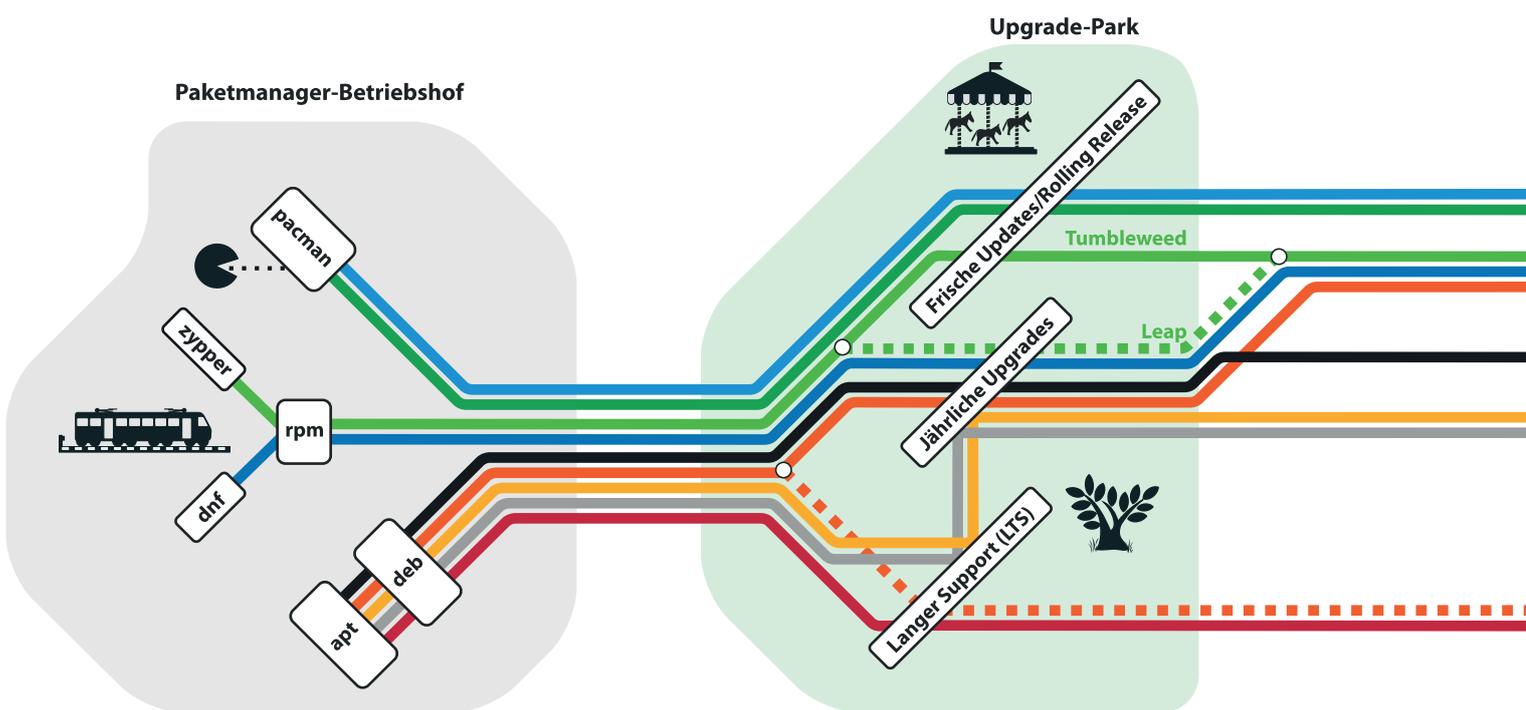
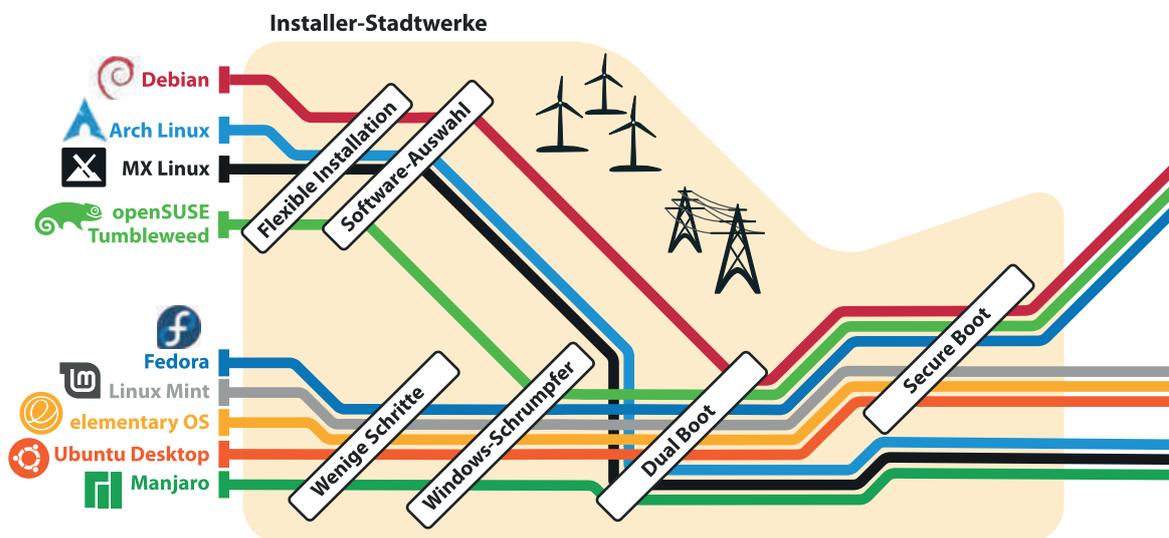
Was kann welche Linux-Distribution? Statt einer unübersichtlichen Tabelle haben wir die Distributionen wie U-Bahn-Linien in einen Netzplan gezeichnet. Ihre Eigenschaften und Features sind die Haltestellen, die die Linien anfahren. Wählen Sie ein Feature aus, das Ihnen besonders

wichtig ist und schauen Sie nach, welche Linux-Linien dort halten. Oder Sie folgen dem Streckenverlauf Ihres präferierten Linux-Systems. Hält dessen Linie an allen wichtigen Stationen?

Noch ein Hinweis: Mit genügend Geld und Vorwissen bekommt man alle angezeigten Features auf allen genannten

Distributionen zum Laufen (Ausnahme: 32-Bit-x86). Der Plan soll zeigen, was von Haus aus oder relativ einfach geht und wo der Fokus der verschiedenen Distributionen liegt. Wenn Sie bei einem Begriff nur Bahnhof verstehen, hilft Ihnen sicher einer der folgenden Artikel in dieser Strecke weiter. *(ktn@ct.de) ct*

- Linux-Distribution mit Variante** als Umleitung
- Feature** vorhanden bei Distributionen, die diese Haltestelle anfahren.
- Ubuntu Desktop LTS (Long Term Support)**
- openSUSE Leap**
- LMDE (Linux Mint Debian Edition)**
- MX ahs (advanced hardware support)**
- MX_386**



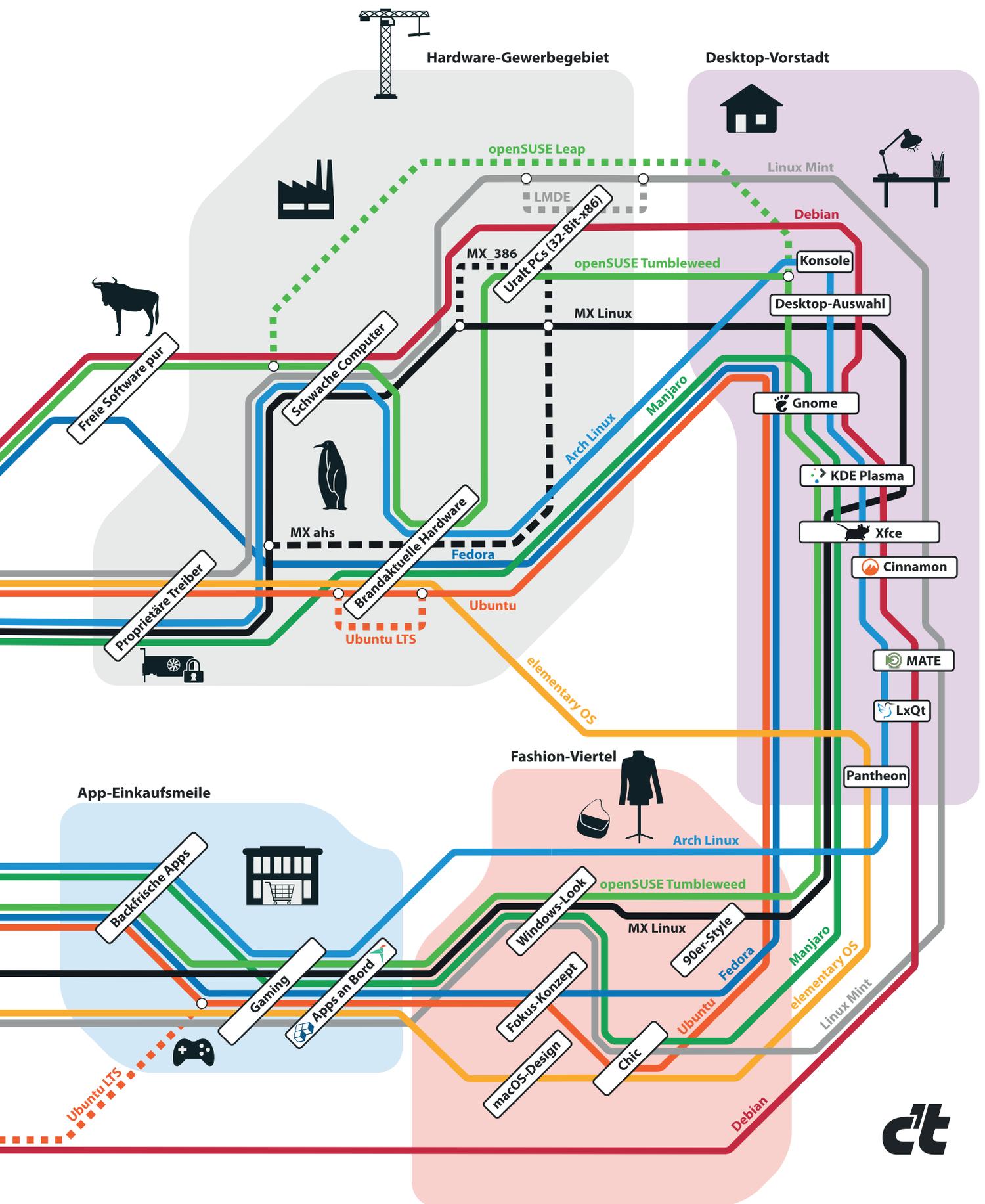




Bild: Andreas Martin

Zwangloses Ankleiden

Welcher Linux-Desktop steht Ihnen?

Muss ein Linux-Desktop den Wechsel von Windows erleichtern, indem er stets von dort bekannte Bedienregeln imitiert? Manche wollen lieber neue Wege ausprobieren. Wir lichten den wild wuchernden Wald der Desktops und helfen, die passende Bedienoberfläche zu finden.

Von Keywan Tonekaboni

Jeder Linux-Einsteiger steht vor der Frage, welchen Desktop er installieren sollte. Bei Windows und macOS ist das gar keine Frage: Friss oder stirb. Bedienoberflächen für Linux-Systeme gibt es hingegen so viele wie Muscheln im Meer. Neben den großen, bekannten Projekten wie Gnome oder KDE Plasma gibt es teils jahrzehntealte Projekte wie Xfce, aber auch manche Newcomer. Einige, wie LXQt, MATE und Xfce, streben einen geringen Ressourcenverbrauch an, andere legen viel Wert auf ein stylisches Erscheinungsbild.

Wie sich die Linux-Oberflächen für den Schreibtisch-PC oder Laptop voneinander unterscheiden und welchen Schwerpunkt ihre Entwickler setzen, erfahren Sie in diesem Artikel. Das hilft, eine Desktop-Umgebung auszuwählen, die zu Ihren Ansprüchen passt.

Manch ein Nutzer möchte einfach nur eine funktionierende Bedienoberfläche, egal wie sie aussieht. Auch dafür zeigen wir, welche der Desktopumgebungen infrage kommen.

Stilfragen

Alle Linux-Desktops schreiben sich Benutzerfreundlichkeit und eine einfache Bedienung auf die Fahnen. Unterm Strich werden die gängigen Desktopumgebungen diesem Anspruch auch gerecht. Doch was genau Benutzerfreundlichkeit bedeutet, legen die Projekte unterschiedlich aus. Kein Wunder: Was die eine Person als elegant und schlicht empfindet, gilt für jemand anderen als langweilig oder gar bevormundend.

Die Unterschiede zwischen den Bedienkonzepten der Desktops lassen sich an einigen Fragen festmachen: Wie startet

man Anwendungen und hantiert mit Programmfenstern? Kann man die Bedienoberfläche ändern, etwa durch Themes, Plug-ins und anderes? Gibt es in den Einstellungen viele Optionen, um das Verhalten des Systems anzupassen?

Philosophien und Konzepte

Kurioserweise hat das als der große Widersacher hingestellte Windows großen Nachhall auf vielen Linux-Desktops. Die Einführung von Windows 95 gab einst auch die Initialzündung für KDE und Gnome, eine massenkompatible Bedienoberfläche zu entwickeln [1]. Aber auch von den Linux-Oberflächen sind Ideen zu Microsoft gewandert: Die mit Windows 10 eingeführten virtuellen Desktops sind unter Linux ein alter Hut.

Neben der traditionellen, Windows-inspirierten Anordnung von Bedienelementen – Hauptmenü (Startmenü), Taskleiste, Benachrichtigungsfeld; alles am unteren Bildschirmrand – gibt es für Linux auch Bedienkonzepte, die ganz andere Wege einschlagen. Einige Desktop-Layouts orientieren sich eher an macOS, mit einer oberen Menüleiste und einem Dock mit großen Programmsymbolen, anstelle der Taskleiste. Andere Ansätze erinnern mehr an touchfreundliche Bedienung von Tablets.

KDE Plasma und Cinnamon erinnern am stärksten an die klassische Windows-Anordnung. Xfce lässt entfernt an macOS denken: Es hat eine Leiste (Panel) am oberen Bildschirmrand, die Menü und Benachrichtigungsfeld enthält. Ein zweites, am unteren Rand zentriertes Panel, imitiert das Dock, wo die favorisierten Anwendungsstarter und geöffneten Programme liegen. MATE liegt irgendwo dazwischen: Es hat ein Menü-Panel am oberen Bildschirmrand und eine Taskleiste unten. Aber Obacht: Diese Beschreibungen beziehen sich nur auf die jeweilige Standardkonfiguration, denn Sie oder die Distribution können die Anordnung anpassen.

Sie können Leisten in Form, Farbe oder Größe ändern, verschieben, entfernen, oder weitere Panels hinzufügen. Auf den Panels legen Sie die Anwendungsstarter ihrer Lieblingsprogramme ab oder platzieren kleine Zusatzprogramme. Diese heißen je nach Desktop Miniprogramme (KDE Plasma), Plug-ins (Xfce), Applets (Cinnamon) oder Widgets (MATE) und zeigen beispielsweise Kalendereinträge an, rufen Systeminformationen ab oder erweitern anderweitig die Funktion der Panels.

Anders sieht es bei Gnome aus. Die Entwickler haben die Bedienoberfläche, auch Gnome-Shell genannt, aufs Wesentliche reduziert. Der Desktophintergrund ist leer, zeigt weder Dateien noch Starter an und es lassen sich dort auch keine Elemente ablegen. Die Ansicht ist fokussiert auf die laufenden Anwendungen. Die obere Leiste enthält nur minimale Informationen, beispielsweise Datum und Uhrzeit; ein Hauptmenü und eine Taskleiste fehlen. Um neue Programme zu starten oder zwischen geöffneten umzuschalten, wechseln Sie mit der Super-Taste (Windows-Taste) oder einem Klick in die obere linke Ecke in die Aktivitätenübersicht. Diese besteht aus einem Suchfeld oben, der Miniaturansicht aller geöffneten Anwendungsfenster in der Mitte und einem Dock am unteren Rand, dem Gnome Dash. Programme starten Sie über die Suche oder das Dash.

Schreibtischdesign

Bei vielen Desktopumgebungen ist das Look-and-feel jedoch nicht in Stein gemeißelt. Es lässt sich gehörig umkrempeln; mal mehr, mal weniger leicht. Bei einigen Desktops brauchen Sie dazu Erweiterungen oder Zusatzprogramme. Bei anderen geht es ganz einfach: In Ubuntu-MATE oder Manjaro Gnome wechseln Sie im Begrüßungsdialog mit einem Klick zwischen den bereitgestellten Desktop-Layouts.

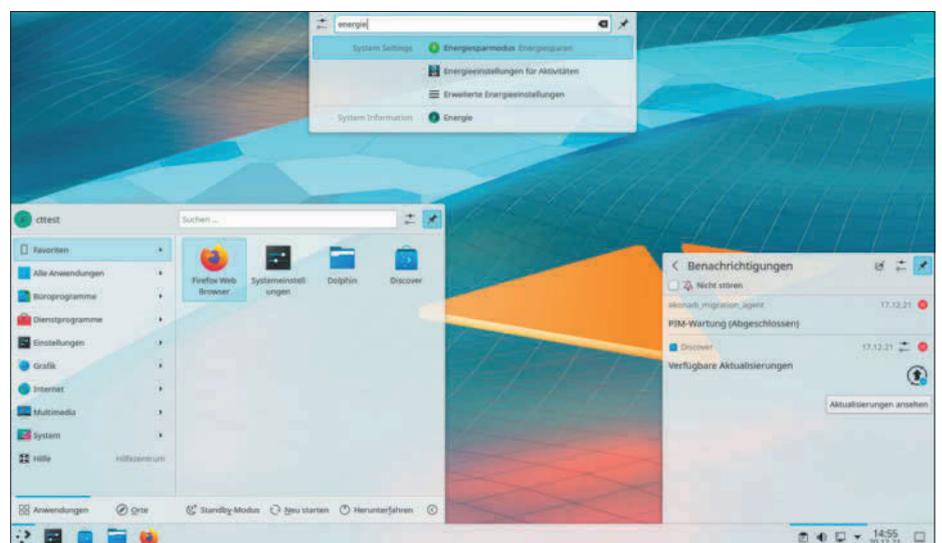
Die Gnome-Entwickler stehen solchen Anpassungen zwiegespalten gegenüber. Zwar lässt sich mithilfe von Themes und Erweiterungen auch die Gnome-Shell

anpassen, aber gerade Themes betrachten die Hauptentwickler als „nicht unterstützten Hack“, und Erweiterungen seien für individuelle Ergänzungen da, aber nicht, um den Desktop auf den Kopf zu stellen. Diese meinungsstarke Haltung und das mit Gnome 3 eingeführte, radikal geänderte Bedienkonzept haben bei seiner Veröffentlichung zu heftigen Kontroversen geführt, aus denen mehrere Abspaltungen von Gnome hervorgegangen sind: MATE und Cinnamon. Dabei führt MATE das alte Konzept von Gnome 2 fort, während Cinnamon laut Selbstbeschreibung „Innovation und ein traditionelles Benutzererlebnis“ vereinen will.

Ein Sonderfall ist Elementary OS. Dessen Team begreift Distribution und Desktop als Gesamtkonzept. Die Köpfe dahinter haben ähnlich wie die Gnome-Entwickler sehr konkrete Vorstellungen und erlauben kaum Anpassungen. Das Layout erinnert an macOS: Programmfenster schließt man über eine Schaltfläche in der oberen, linken statt der rechten Fensterecke. Auch mehrere Tastenkombinationen sind anders belegt als unter den anderen Linux-Desktops üblich.

Bordmittel

Moderne Linux-Desktops enthalten für die meisten Alltagszwecke eine solide Grundausstattung von Programmen. Dazu zählen neben einem Dateimanager auch Anwendungen wie ein Text-Editor, Betrachter für Bild- und PDF-Dateien, ein Medienplayer und der für Linux obligatorische Terminalemulator. Natürlich



Der KDE Plasma-Desktop nutzt ein klassisches Layout mit Taskleiste und Hauptmenü, bietet aber auch Zusatzfunktionen wie den Tastatur-Launcher KRunner.



Gnome geht eigene Wege: Für ein störungsfreies, fokussiertes Arbeiten ist der Desktop leergefegt. Programme startet man stattdessen aus der Aktivitätenübersicht.

kann man auch die Programme anderer Desktops nutzen oder ganz unabhängige Anwendungen wie den Medienplayer VLC verwenden. Die zur Desktopumgebung zugehörigen Programme sind jedoch meist besser integriert. Außerdem ist es ressourcenschonender, wenn unterschiedliche Anwendungen nicht verschiedene Laufzeitumgebungen benötigen; wobei dieser Aspekt heute nur noch auf sehr mager ausgestatteten Rechnern relevant ist.

Die lange bestehenden Projekte Gnome und KDE enthalten die meisten Anwendungen, da sie auch die größten Ressourcen haben. Bei Gnome sind die Programme wie der Desktop meist eher minimalistisch und leicht verständlich gehalten. KDE-Programme bieten oft mehr Funktionen und Einstellungsmöglichkeiten.

Auch das Xfce-Projekt existiert schon lange. Da das aktive Entwickler-Team viel kleiner ist, verfügt es über weniger eigene

Anwendungen. Was fehlt, ergänzt Xfce durch unabhängige Anwendungen oder aus dem Repertoire anderer Projekte.

Ähnlich sieht es bei den Gnome-Abspaltungen Elementary OS, Cinnamon und MATE aus. Die haben aber nicht nur den Gnome-Desktop als Grundlage für ihre Bedienoberfläche genommen, sondern auch aus dem Quellcode einiger Gnome-Programme eigene Anwendungen gestrickt. So können die Entwickler eigene Vorstellungen umsetzen, ohne ganz von vorne anfangen zu müssen. Bei Elementary OS drehen diese sich vor allem um die Ästhetik. Cinnamon und MATE ergänzen hingegen vermisste Optionen oder Funktionen. Doch die Pflege der Anwendungen bindet auch Ressourcen. Der PDF-Betrachter Atril von MATE wirkt von der Bedienung mehr wie ein Rückschritt. So kann man beispielsweise keine Textstellen markieren.

Programmführer

Die installierten Programme starten Sie vielfach genauso wie unter Windows. Sie öffnen das Hauptmenü mit der Schaltfläche im Panel oder durch einen Druck auf die Super-Taste. KDE Plasma, Cinnamon oder MATE präsentieren den Inhalt ihres Hauptmenüs in einem mehrspaltigen Layout. Favoriten, wichtige Verknüpfungen und Kategorien mit Anwendungen sind übersichtlich angeordnet. Außerdem enthalten die Menüs eine Suche. Bei Xfce gibt es diese Extras nur mit dem funktionsreichen Whisker-Menü, das Linux Mint und Manjaro bei ihren Xfce-Varianten gleich installieren. Bei Elementary OS öffnet sich das Menü mit der Tastenkombination Super+Leertaste. Hier sind die Programmstarter in einem Raster angeordnet, das sich aber auch zu einer Liste umschalten lässt. Die Suche im Hauptmenü von KDE Plasma und Cinnamon findet außer Anwendungen unter anderem Dateien und Unterpunkte in den Einstellungen.

Bei Gnome gibt es kein Hauptmenü. In der Aktivitätenübersicht gibt es im Dash aber eine Rasterschaltfläche. Die blendet, ähnlich wie auf Tablets und Smartphones, die Symbole der installierten Anwendungen auf einem bildschirmfüllenden Raster ein, das man durchblättern kann. Die in der Aktivitätenübersicht integrierte Suche durchstöbert außer Programmen und Dateien auch zahlreiche andere Einträge, wie Kalender, virtuelle Maschinen, installierbare Software und das Wetter. Auch wenn es vom Gnome-Projekt nicht vor-



Es gibt eine Vielzahl von Desktop-Layouts. Distributionen wie Manjaro und Ubuntu MATE bieten an, mit einem Klick das Layout zu wechseln.

gesehen ist, richtet der Manjaro-Layout-Manager auf Wunsch auch für Gnome ein Hauptmenü samt Taskleiste ein.

Eine vergleichbar vielfältige Suche bietet der Tastatur-Launcher KRrunner in KDE Plasma. Per Tastenkombination Alt+F2 oder Alt+Leertaste ploppt am oberen Bildschirmrand ein Suchfenster auf, das schon während des Tippens gefundene Treffer anzeigt. Sowohl mit KRrunner als auch der Gnome-Suche muss man seltener zur Maus greifen und wechselt sehr flink zwischen den Programmen.

Virtuelle Welten

Mit virtuellen Arbeitsflächen können Sie ihre Programme nach Themengebieten, Aufgaben oder anderen Kriterien aufteilen und ordnen. Alle vorgestellten Linux-Desktops enthalten dieses Feature. Üblicherweise sind vier Arbeitsflächen konfiguriert, die dann horizontal oder vertikal aneinandergereiht oder auf einem 2 × 2 Raster platziert sind. Zwischen den virtuellen Desktops wechseln Sie über eine

Miniaturansicht im Panel oder per Tastenkombination, die leider von Desktop zu Desktop variiert. Sie können Programme auf den Arbeitsflächen verteilen oder in einem Rutsch mit einem Anwendungsfenster auf eine andere Arbeitsfläche wechseln. Statt für eine gesuchte Anwendung ständig Fenster zu verschieben, zu minimieren oder zu maximieren, wechseln Sie einfach zwischen den Arbeitsflächen hin und her.

Bei Gnome gibt es keine feste Anzahl der virtuellen Arbeitsflächen mehr, sondern die Gnome-Shell erzeugt diese dynamisch. Sie beginnen mit zwei leeren Arbeitsflächen. Sobald diese belegt sind, erzeugt die Gnome-Shell eine weitere, zusätzliche Arbeitsfläche. Verschieben Sie alle Fenster von einer Arbeitsfläche weg oder schließen die letzte Anwendung dort, entfernt die Gnome-Shell die überflüssige Arbeitsfläche wieder.

Ein Schritt weiter geht KDE Plasma. Dort gibt es zusätzlich zu den virtuellen Arbeitsflächen auch noch „Aktivitäten“.

Für unterschiedliche Kontexte – zum Beispiel Homeoffice, Privat, Verein, Hobby – legt man in den Plasma-Einstellungen Aktivitäten an. Die geöffneten Programme merkt sich Plasma dann separat pro Aktivität, ebenso einige Einstellungen wie das Hintergrundbild und Miniprogramme auf dem Schreibtisch. Eine Aktivität lässt sich auch im privaten Modus betreiben. Ähnlich wie bei den Browsern speichert Plasma dann keinen Verlauf zu den geöffneten Dateien und Programmen. Die gespeicherten oder bearbeiteten Dateien selbst kann der private Modus aber nicht verbergen.

Fensterdekoration

Optisch wirken alle Desktops schlicht und modern mit wenigen Schnörkeln, flachen Bedienelementen und dezenten Akzenten. Im Urzustand unterscheidet sich das Aussehen der Desktops mehr in den Details. Am auffälligsten ist KDE Plasma, das helle Grautöne mit Transparenzen und ausgewählte Elemente mit einem

~~VPN~~ → ZTNA!

Der smarte Zero-Trust Network Access für alle Bereiche!

 Cordaware
bestzero®

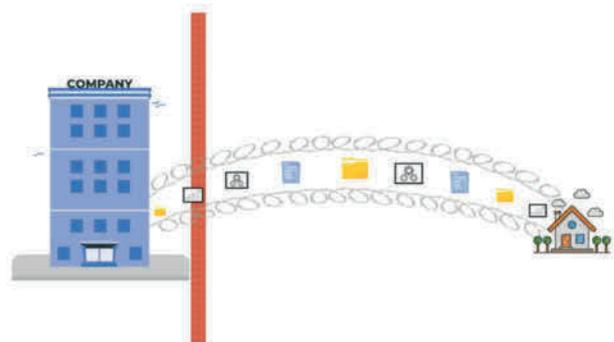
Testen Sie jetzt!



- ✓ Sichere Remote-Arbeit unabhängig vom eigenen Standort (Homeoffice / mobil)
- ✓ Zero-Firewall-Config - Keine offenen eingehenden Ports
- ✓ Unkomplizierte Bereitstellung interner Services für externe Benutzer

Was Sie nicht benötigen!!

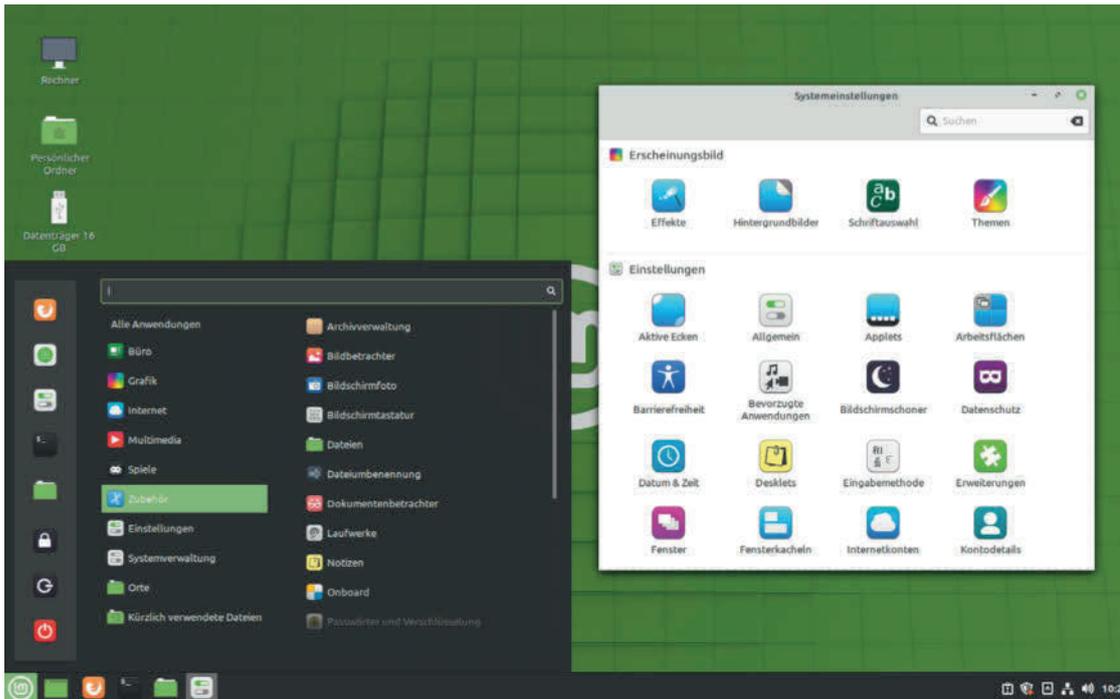
- ✗ Kostenintensive VPN Soft- und Hardware
- ✗ Hacking-anfälliges RDP durch offene Ports
- ✗ Keine aufwändige Firewall-Verwaltung



+ 49 (0) 8441 – 85 93 200

info@cordaware.com

www.cordaware.com



Das Standard-Layout von Cinnamon macht es von Windows kommenden Linux-Umsteigern leichter, sich zurechtzufinden.

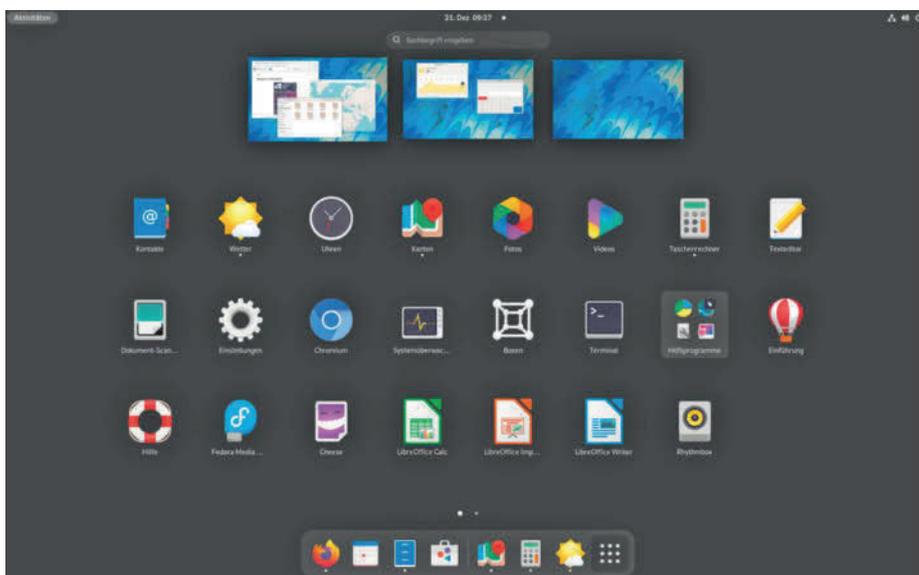
frischen Blau hervorhebt. Hellgrau sind auch die Fenster der anderen Desktops. Xfce wirkt sehr unscheinbar und zurückhaltend. Elegant ist Cinnamon, wo die Schaltflächensymbole aussehen, als wären sie ins Fenster eingraviert. Dagegen wirken die Knöpfe und Symbole von MATE geradezu klobig. Bei Gnome und Elementary OS sind die Fenster kompakter, da die Titelleisten Schaltflächen wie Navigationsknöpfe und Suchfelder enthalten.

Wie gesagt: im Urzustand. Doch etliche Linux-Distributionen drücken den Desktops jeweils ihren eigenen Stempel auf. So haben die Manjaro-Entwickler in Gnome eine Taskleiste mit Hauptmenü hineingemogelt. Bei Linux Mint gleichen sich verschiedene Desktops auf den ersten Blick: Cinnamon, MATE und Xfce sind im gleichen Stil konfiguriert. Am unteren Rand gibt es jeweils eine dunkelgraue Taskleiste samt Hauptmenü, die die hellen Fenster kontrastiert.

Trotz dieser Modifikationen: Bei den Linux-Desktops sind die wilden Zeiten vorbei, in denen Fenster beim Verschieben wackelten wie Götterspeise und die virtuellen Arbeitsflächen auf einem rotierenden 3D-Würfel montiert waren. Wer diese Phase wirklich zurücksehnt und gerne am Desktop herumspielt, kann auf MATE mit Compiz zurückgreifen oder eine der Erweiterungen für Gnome oder Cinnamon ausprobieren.

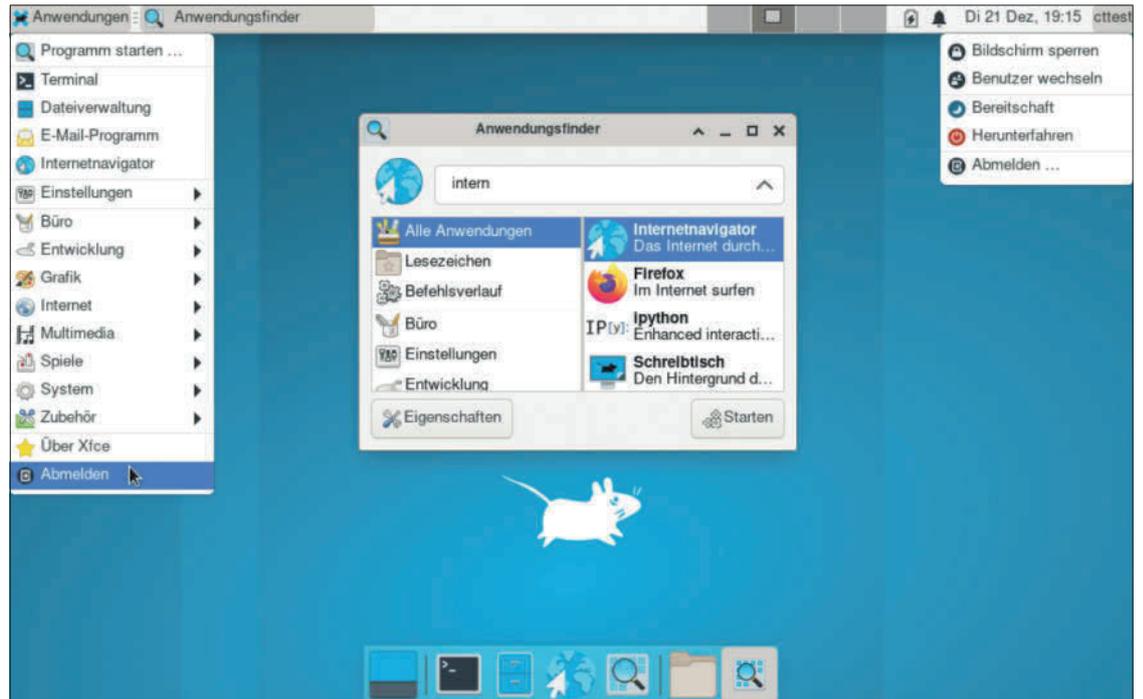
Eine beliebte Methode, das Aussehen des Desktops anzupassen, sind Themes: Das sind Designvorlagen, die Farben, Formen der Schaltflächen, Menüs und Fenster ändern. Abseits von Gnome und Elementary OS unterstützen die meisten Desktops Themes. Über einen Menüpunkt in den Einstellungen kann man diese wechseln: entweder als Gesamtpaket oder nur einzelne Elemente wie Mauszeiger oder Fensterrahmen.

Ubuntu hat in seiner Gnome-Variante zumindest den Wechsel zwischen hellem und dunklem Theme eingebaut. Diese Modi bietet auch Elementary OS an, ebenso wie die Änderung der Akzentfarbe, mit der hervorgehobene Elemente wie markierter Text eingefärbt werden. In den Paketquellen der Distributionen und auf einschlägigen Webseiten wie Pling.com finden sich für KDE Plasma, Xfce, Cinnamon, Mate und sogar Gnome von Enthusiasten erzeugte Designvorlagen, wobei deren Qualität schwankt.



In der Aktivitätenübersicht der Gnome-Shell kann man Programmsymbole direkt auf die virtuellen Arbeitsflächen ziehen, um sie schneller zu öffnen.

Bei Xfce befindet sich ein Panel klassischerweise am oberen Bildschirmrand, während ein zweites Panel ein Dock imitiert.



Themes sind nicht immer ein Augenschmaus und können auch Probleme verursachen. Etwa zwei Dutzend Gnome-App-Entwickler rufen in einem offenen Brief dazu auf, ihren Apps keine fremden Themes überzustülpen. Falsche Farben oder ausgetauschte Icons könnten die Funktionstüchtigkeit der Apps einschränken, befürchten sie.

Zukünftig sollen das Gnome Default-Theme und die Vorgaben der Human Interface Guidelines zentral in der Bibliothek Libadwaita festgelegt werden. Anwendungen, die Libadwaita nutzen, ignorieren dann abweichende System-Themes. Das Vorhaben führt bereits zu Unruhe und Kritik. So sehen sich die Entwickler von Budgie und Pop!_OS, die für ihre Desktops Gnome-Bestandteile nutzen, zu sehr eingeschränkt. Sie wollen daher künftig für ihre Desktops eine andere technische Basis verwenden.

Um Gnome-Nutzern dennoch die Möglichkeit zu geben, ihren Desktop individuell zu gestalten, unterstützt Libadwaita einen dunklen Modus und Akzentfarben, so wie es auch Elementary OS handhabt. Ubuntu hat sein Yaru-Theme für das kommende Ubuntu 22.04 schon angepasst.

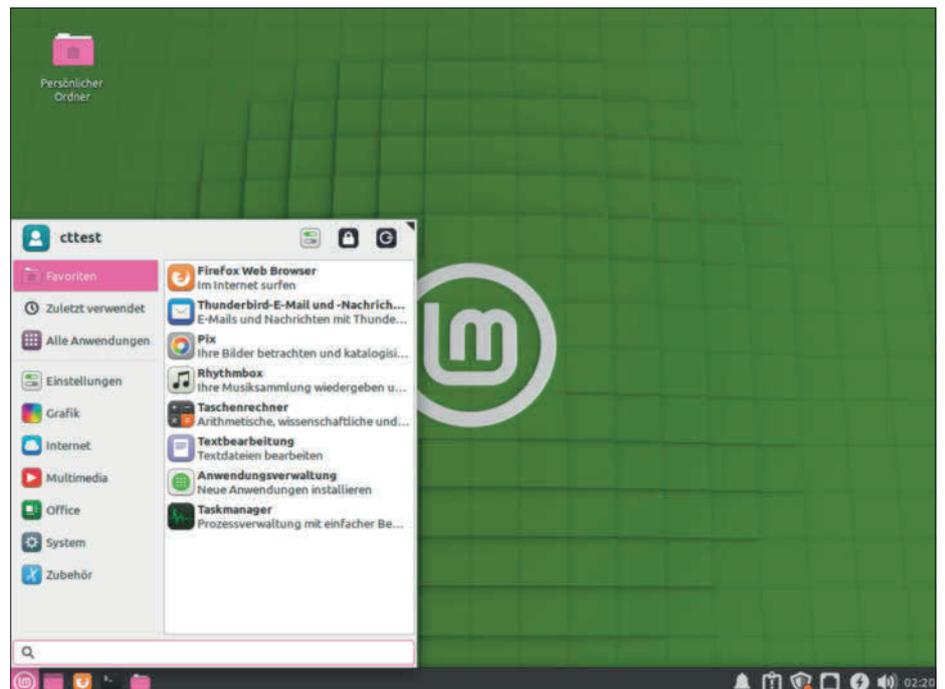
Eine Frage der Einstellung

Verschiedene Desktop-Layouts und der Umgang mit Themes deuten unterschiedliche Denkschulen schon an: Wie hält der Desktop es mit den Optionen?

Gnome wird vorgeworfen, mit jeder Version weitere Stellschrauben aus den Einstellungen zu streichen. Das ist zwar übertrieben, zeigt aber klar den Ansatz: Nur die notwendigsten Einstellungen werden angeboten. Die Programmierer sind angehalten zu überlegen, welche Voreinstellungen für die allermeisten Nutzer die sinnvollsten sind. Das soll den Aufwand

für alle vermindern, für mehr Übersicht in den Programmenüs sorgen und so die Bedienung vereinfachen.

Auch im KDE-Projekt machen die Entwickler sich Gedanken über sinnvolle Voreinstellungen, bieten aber viele Regler und Eingabefelder dennoch an, wenn davon abgewichen werden soll. Bei KDE lautet das Motto: „Simple by default, Po-



In Linux Mint sind die Layouts der genutzten Desktops vereinheitlicht. Daher ist Xfce auf den ersten Blick kaum wiedererkennbar.



Ubuntu MATE setzt auf das einst von Gnome 2 geprägte Layout, ist aber auch für andere Anordnungen offen.

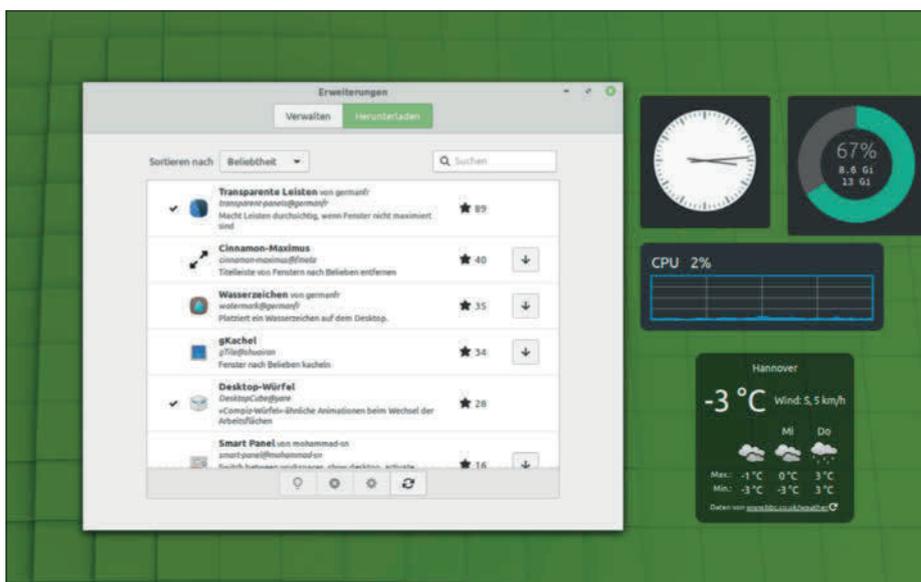
werflich when needed“ (Per Vorgabe simpel, leistungsstark bei Bedarf). In den Einstellungen des Plasma-Desktops und den zugehörigen KDE-Anwendungen gibt es daher zahlreiche Optionen.

Cinnamon und MATE bieten mehr Optionen an als ihr Verwandter Gnome, aber meist ist es nur eine Handvoll mehr. Auch bei Xfce schnüren überschaubare Optionen kein Korsett. Wenn Sie Gnome vorziehen, aber mit den Voreinstellungen

hadern, gibt es ein Hilfsprogramm als nachrüstbare App: Gnome Optimierungen. Damit passen Sie komfortabel einige versteckte Optionen an, etwa wie die Gnome-Shell das Datum in der oberen Leiste anzeigt.

Nachrüsten

Abseits von Themes und Einstellungen können Sie das Verhalten des Desktops auch mit Extensions anpassen. Das sind



Mit Desklets platziert man unter Cinnamon mehr oder weniger nützliche Erweiterungen auf dem Desktophintergrund.

Erweiterungen, die neue Funktionen nachrüsten aber auch störendes Verhalten abstellen oder verändern. Besonders beliebt sind Erweiterungen für Gnome. Da die Gnome-Shell in JavaScript programmiert ist, sind Erweiterungen relativ einfach programmiert.

Das zentrale Erweiterungs-Repository extensions.gnome.org listet allein über 300 Erweiterungen, die für die aktuelle Gnome-Version 41 geeignet sein sollen. Ubuntu verwendet Erweiterungen, um Gnome dazu zu bringen, doch bitte Schreibtischsymbole, ein dauerhaft sichtbares Dock sowie ein Benachrichtigungsfeld anzuzeigen. Und auch der Manjaro-Layout-Manager schaltet beim Wechsel des Desktop-Layouts im Wesentlichen bestimmte Erweiterungen ein und aus. Erweiterungen laden Sie über die Webseite herunter und verwalten diese mit der App „Gnome Erweiterungen“ [2,3].

Für Cinnamon gibt es weniger Erweiterungen. Der Leidensdruck scheint dafür geringer zu sein. Meist sind es kosmetische Ergänzungen. Dafür können Sie in Cinnamon die Extensions bequem über „Systemeinstellungen/Erweiterungen“ herunterladen und installieren. Daneben gibt es die bereits erwähnten Applets fürs Panel sowie Desklets für den Desktop. Als Desklets gibt es digitale Bilderrahmen, Analoguhren und Börsenticker oder einen Systemmonitor, der die CPU-Last anzeigt. KDE Plasma unterscheidet nicht zwischen Applets und Desklets und nennt beide Miniprogramme. Die Analoguhr können Sie bei Plasma ins Panel quetschen oder groß auf dem Desktop aufziehen.

Für MATE und Xfce gibt es selbst keine Desklets. Als Alternative bietet sich der flexibel konfigurierbare Systemmonitor Conky an [4,5]. Es gibt auch andere Zusatzprogramme, die keine Erweiterungen sind. So kann man, statt Panels mehr schlecht als recht zu einem Dock umzufunktionieren, das Programm Plank installieren. Auch Elementary OS und Ubuntu MATE verwenden Plank als Dock.

Doch die Erweiterungen sind nicht immer ohne Nebenwirkungen. Schlecht programmierte, miteinander oder der Desktopversion inkompatible Erweiterungen können eine hohe Systemlast, erhöhten Stromverbrauch und schlimmstenfalls einen instabilen Desktop verursachen. Daher gilt auch hier: weniger ist meist mehr.

Last ist ein gutes Stichwort. Bereits auf einem halbwegs aktuellen Computer

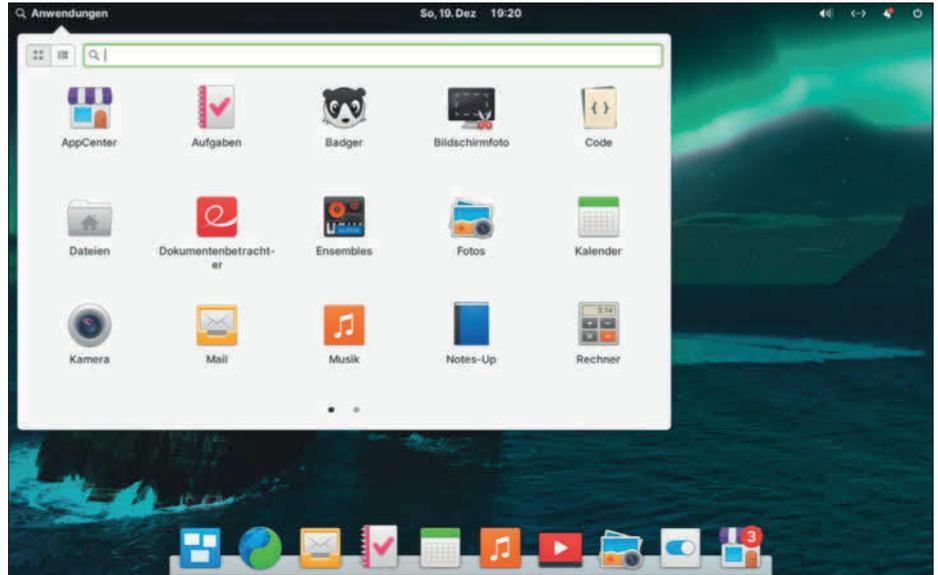
lassen sich alle genannten Desktopumgebungen akzeptabel bis zufriedenstellend benutzen. Als Minimum sind mindestens 2 GByte Arbeitsspeicher sinnvoll, empfehlenswert sind 4 GByte oder mehr. Mate und Xfce sind in der Regel sparsamer, Cinnamon und Elementary OS verlangen etwas mehr, während Gnome und KDE Plasma sich ein größeres Stück vom Arbeitsspeicher genehmigen. Wessen betagter Computer selbst unter Mate ächzt, greift zu besonders schlanken Bedienoberfläche LxQt.

Hinter den Kulissen

Die Vielfalt an Desktopumgebungen hat ihre Vorzüge, hemmt aber auch die Fortentwicklung, da die Kleinstaaterei Ressourcen bindet. Das haben auch einige der Desktop-Projekte früh erkannt und Schritte unternommen, um Schnittstellen und Komponenten zu vereinheitlichen, ohne dabei ihre Eigenständigkeit zu verlieren. Statt Einheitsbrei arbeitet die Open-Source-Community an der Interoperabilität.

So haben vor Jahren schon Gnome, KDE und Xfce im freedesktop.org-Projekt gemeinsame Standards vereinbart, denen viele andere Desktopumgebungen folgen. Schnittstellen für Sound-Ausgabe, WLAN- und Netzwerk-Konfiguration oder die Pfade von Konfigurationsdateien werden mittlerweile projektübergreifend genutzt.

Zurzeit arbeitet die Open-Source-Desktop-Community unter Hochdruck daran, die Grafik-Architektur auf das moderne Wayland-Protokoll umzustellen [6]. Der bisher genutzte X-Server ist hoffnungslos veraltet und bietet auch keine zeitgemäße Sicherheitsarchitektur. Im Wayland-Modus übernimmt die Desktopoberfläche die Rolle des Displayservers und kommuniziert direkt mit dem Grafiktreiber im Kernel. Wayland ist sicherer, weil es beispielsweise unerlaubte Bildschirmfotos gezielt verhindert. Hinzu kommen neue Funktionen. Mehrere Monitore sind jetzt mit voneinander unabhängigen Bildwiederholfrequenzen und Skalierungen ansteuerbar. Der Umbau zu Wayland dauert nun schon gut eine Dekade. KDE Plasma und Gnome sind dabei im Vorteil, da sie sich von Anfang an in die Entwicklung eingebracht haben. Mittelfristig läuft es also auf Wayland hinaus. Elementary OS, Xfce und MATE haben ebenfalls innerhalb ihrer Projekte den Umbau begonnen. Von Cinnamon gibt es dazu keine Aussage.



Das Team hinter Elementary OS sieht Betriebssystem und Desktop als Einheit und macht klare Vorgaben, wie Apps aussehen müssen.

Manche strategische Entscheidung führt in der Community zu Konflikten, aber anders als gemeinhin vermutet. Anhänger von KDE und Gnome mögen online miteinander streiten, die Entwickler stehen dagegen vielfach im kollegialen Austausch. Der Zoff spielt sich im Umfeld von Gnome und der darauf aufbauenden Projekte ab, wie die Spaltung nach Gnome 3 oder die Diskussion zu Themes und Libadwaita gezeigt hat.

Trotz der Abspaltungen bleibt Gnome der wichtigste Linux-Desktop, denn es ist der Standard-Desktop von etablierten Distributionen wie Fedora, Red Hat Enterprise Linux, Ubuntu und sogar SUSE Linux Enterprise; einst ein starker Unterstützer von KDE. Selbst bei Debian ist Gnome de facto der Standard-Desktop, da es im Installer vorausgewählt ist. Zudem schreitet Gnome bei neuen Entwicklungen häufig richtungsweisend voran.

Behalten Sie bei der Wahl eines Desktops im Hinterkopf, dass die Projekte verschiedene Ressourcen haben und Innovationen unterschiedlich begegnen. Passen Sie Ihre Erwartungen daher den Gegebenheiten an. Kleine Projekte wie Xfce haben oft ein engagiertes Team, aber neue Versionen und Funktionen erscheinen langsamer als bei Gnome und KDE, für die mehr Leute arbeiten.

Fazit

Eins beeinträchtigt ihre Wahlfreiheit nicht: Mit allen hier vorgestellten Desktopumgebungen können Sie produktiv

arbeiten. Die Unterschiede betreffen vorwiegend persönliche Vorlieben, aber gerade die machen ja im Alltag das Wohlbefinden aus.

Wenn Sie zu viele Optionen stören und sie abseits des Hintergrundbildes die Desktopoberfläche nicht verändern wollen, greifen Sie ruhig zu Gnome. Auch Xfce ist relativ schlicht gestaltet, aber Sie können die Bedienoberfläche nach Ihren Wünschen anpassen. Eine Stufe flexibler sind Cinnamon, was elegant und modern ist, und MATE, das einen Youngtimer-Retro-Charme versprüht. Eine Vielzahl an Einstellungen gepaart mit Hinguckern bietet KDE Plasma.

Die verschiedenen Distributoren setzen bei den Desktopumgebungen, die sie ausliefern, auch nochmal eigene Akzente. Welche Ziele die Distributionen verfolgen und wie sie sich voneinander unterscheiden, zeigt der Artikel auf den folgenden Seiten. (ktn@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Keywan Tonekaboni, Fenster frei, KDE und Gnome wetteifern um den Linux-Desktop, c't Retro 2021, S. 176
- [2] Keywan Tonekaboni, Fossa gezähmt, Ein gutes Dutzend Tipps, um Ubuntu Desktop 20.04 optimal einzurichten, c't 12/2020, S. 164
- [3] Keywan Tonekaboni, Gnome- und Ubuntu-Desktop durch Erweiterungen individuell anpassen, Desktop-Modding, c't 4/2020, S. 152
- [4] Tim Schürmann, Ausbaufähig, Conky mit eigenen Lua-Skripten erweitern, c't 7/2019, S. 158
- [5] Liane M. Dubowy, Frisch tapeziert, Linux-Desktop aufmotzen mit Conky, c't 26/2018, S. 154
- [6] Thorsten Leemhuis, Generationswechsel, Linux-Grafikarchitektur: Wayland etabliert sich, aber X-Server bleiben, c't 11/2021, S. 122



Bild: Andreas Martini

Neue Stammkneipe

Wie Sie die passende Distribution für sich finden

Linux-Distributionen gibt es wie Pinguine am Südpol – zahlreich, aber keine ganz gleich der anderen. Wer die Unterschiede versteht, kann sich unter den Varianten die auswählen, die optimal zu den eigenen Anforderungen passen.

Von Sylvester Tremmel

Windows, Linux oder macOS? Die typische Frage nach dem eigenen Betriebssystem vernachlässigt nicht nur weniger verbreitete Alternativen, sondern vergleicht auch Äpfel mit Birnen. Wie Linux-Leute, die es genau nehmen, oft hervorheben: Linux ist eigentlich nur der Kernel. Endanwender können damit allein wenig anfangen, von einem Desktopbetriebssystem wird erwartet, dass es Kommandozeilenwerkzeuge, eine grafische Oberfläche, sinnvolle Konfigurationen und Tools, Basisprogramme wie Dateimanager oder Webbrowser und einiges mehr enthält.

Linux-Distributionen sind praktisch eine Zusammenstellung solcher Software und dem Kernel selbst. Nach der Installat-

tion einer Distribution finden Sie dann ein fertig benutzbares und stimmiges Gesamtpaket auf dem Computer vor. Unter Linux gibt es für fast jede Betriebssystemkomponente mehr als eine Option und was eine sinnvolle Konfiguration ist, hängt unter anderem von Einsatzzweck und Geschmack ab. Daher gibt es nicht nur ein paar Linux-Distributionen, sondern Hunderte.

Lassen Sie sich davon nicht abschrecken, im Gegenteil: Bei so viel Auswahl ist für jeden etwas dabei und mit ein bisschen Grundwissen – und unserem Fahrplan auf Seite 20 – finden Sie auch ohne jahrelanges Ausprobieren und Umsteigen eine Distribution, die gut zu Ihnen passt.

Den Großteil der Auswahl haben wir Ihnen ohnehin bereits abgenommen:

Unser Plan umfasst neun Linien und nicht Hunderte. Wir haben uns auf bekannte Linux-Distributionen mit breiter Community konzentriert. Bei Problemen findet man so im Internet schnell Hilfe oder vielleicht sogar jemanden im erweiterten Bekanntenkreis mit der gleichen Distribution. Außerdem ging es uns um Distributionen, die auf den Desktopeinsatz ausgerichtet sind.

Distributionen, die für spezielle Einsatzzwecke vorgesehen sind, haben wir ignoriert – beispielsweise das IT-Security-Linux Kali [1] – wie auch solche Systeme, die deutlich von üblichen Vorgehensweisen abweichen – etwa NixOS mit seinem streng funktionalen Paketmanager [2]. Ausgewählt haben wir letztlich eine Reihe von Distributionen, die ein breites Spektrum von Anwendergruppen, Software-Philosophien und Benutzerkonzepten abdeckt.

Eine Frage der Installation

Dieses Spektrum zeigt sich schon bei der Installation, dem ersten Schritt mit Linux. Ausgerechnet der ist nicht trivial, doch Linux-Distributionen müssen ihn meist dem Endnutzer aufbürden, weil nur sehr wenig Hardware mit vorinstalliertem Linux kommt. Windows- und macOS-Nutzer bekommen stattdessen ein löffelfertiges System.

Das Selbstinstallieren schreckt nicht nur manche Nutzer ab. Auch für die Distributoren ist die Situation schwierig, schließlich können sie kaum abschätzen, auf welchen Systemen die Installation ablaufen soll. Wie alt ist die Hardware und aus welchen Komponenten besteht sie? Befindet sich schon ein Betriebssystem auf dem Rechner? Welches ist es und soll es erhalten bleiben?

Die Antworten der Distributionen auf diese Schwierigkeiten streuen breit: Manche, etwa Manjaro und Elementary OS, halten die Installation möglichst simpel, kurz und ansprechend. Mehr Fragen stellt der textlastige Installer von Debian. Die Installationshelferchen sollen einerseits möglichst viele Fälle und Wünsche abdecken sowie Fragen weitgehend bei der Installation klären und andererseits sollen sie Nutzer nicht überfordern. Debian bietet auch Live-Medien zum Ausprobieren, die den übersichtlicheren Calamares-Installer nutzen. Bei einer Arch-Linux-Installation dagegen benutzt man traditionell gar kein Installationsprogramm. Stattdessen erklärt ein Wiki-Artikel, wie man das System

mit Kommandozeilenbefehlen vom Live-Medium auf die Festplatte verfrachtet. (Eine Alternative ist der Assistent `archinstall` [3], der aktuell aber noch als experimentell gekennzeichnet ist.)

Unser Netzplan behandelt diese Aspekte über die Stationen bei den „Installer-Stadtwerken“: Für Linux-Neulinge sind eher die Distributionen geeignet, die den Bahnhof „Wenige Schritte“ ansteuern. Wer dagegen über „Flexible Installation“ fährt, kann schon im Installer die Softwareauswahl des Systems beeinflussen und muss später weniger nachinstallieren oder wieder entfernen. Wer Windows nutzt und es auch als Erst- oder Zweitsystem behalten will (Dual Boot), ist eventuell besser mit einer Distribution beraten, die bei der Installation Windows schrumpfen kann (siehe entsprechende Haltestelle), um Platz zu schaffen. Wer ein System mit aktiviertem Secure Boot einsetzen will, sollte darauf achten, dass seine Distribution die so benannte Station anfährt.

Gibt es (freie) Treiber?

Ob die Installation zur vollen Zufriedenheit verläuft, hängt neben den eigenen Anforderungen auch von der genutzten Hardware ab. Schwierigkeiten können sowohl

sehr neue, sehr alte und sehr exotische Komponenten machen, oder solche, deren Hersteller mit Linux auf Kriegsfuß steht. In den letzten beiden Fällen hilft vornehmlich, sich vor dem Hardwarekauf zu informieren. Bei den meisten PC-Komponenten und Peripheriegeräten zeigt schon eine kurze Suche im Internet, ob und unter welchen Voraussetzungen sie unter Linux funktionieren. Wer sich mit solchen Fragen möglichst wenig befassen will, kann sich an Hersteller wie Tuxedo Computers oder Dell wenden, die Hardware mit vorinstalliertem Linux ausliefern.

Falls Sie bereits wissen, auf welchem System Sie Linux installieren wollen, hilft ein Blick auf das „Hardware-Gewerbegebiet“ in unserem Netzplan. Wer Hardware benutzt, für die es keine (guten) Open-Source-Treiber gibt, sollte darauf achten, ob eine Distribution proprietäre Treiber möglichst einfach einbindet. Wer keine proprietäre Software einsetzen und nur Open-Source-Programme nutzen möchte, steigt dagegen besser in einen Zug ein, der die Station „Freie Software pur“ anfährt.

Im Vergleich zu früher ist es allerdings einfacher geworden, proprietäre Treiber und andere unfreie Software unter Linux einzubinden, also Software, die nicht als

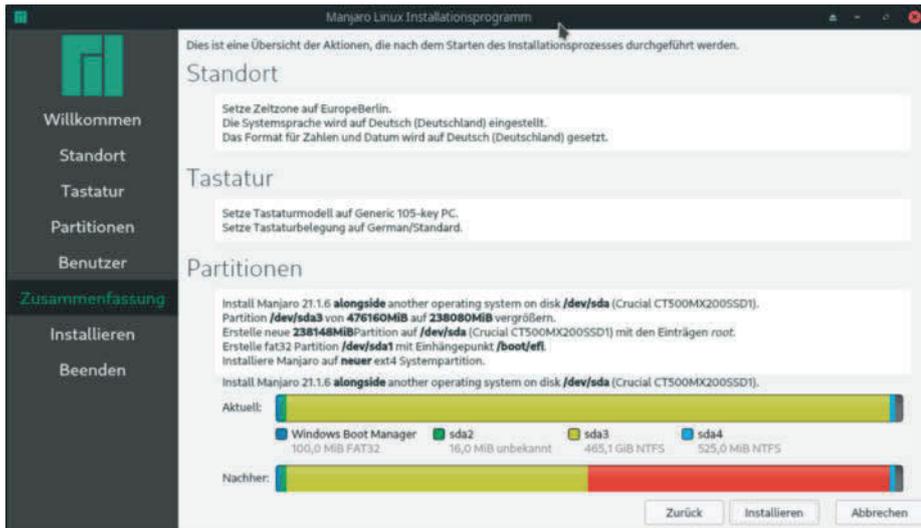
Distribution, Flavour, Edition, ...

Was genau eine Linux-Distribution ausmacht und wie sehr sie sich organisatorisch und inhaltlich von einer anderen unterscheiden muss, um als eigene Distribution zu gelten, ist nicht exakt definiert. Die meisten Distributionen nahmen eine existierende Distribution als Ausgangspunkt und modifizierten sie. Beispielsweise nutzt Ubuntu als Basis die Distribution Debian. Linux Mint baut wiederum auf Ubuntu auf. Trotzdem handelt es sich um unterschiedliche Distributionen, die von verschiedenen Communities beziehungsweise Unternehmen betrieben werden.

Solche Derivate können unterschiedlich stark vom Original abweichen. Die Linux-Distribution BlackArch beispielsweise ist im Wesentlichen Arch Linux, ergänzt um eine zusätzliche Paketquelle, die für BlackArch relevante Zusatztools liefert. Das Gros der Softwarezusammensetzung kommt direkt von Arch. Manjaro Linux andererseits basiert ebenfalls auf Arch, nutzt aber eigene Paketquellen und

ist daher weniger abhängig von Arch Linux.

Während manche Linux-Distributionen – etwa Debian oder openSUSE – eine Reihe von Desktopumgebungen anbieten, definieren andere eine bestimmte Umgebung zum Standard. Ubuntu oder Fedora zum Beispiel nutzen den Gnome Desktop. Allerdings gibt es von Ubuntu zahlreiche Varianten, die eine andere Umgebung mitliefern. Obwohl solche Varianten durch die alternativen Desktops deutlich anders aussehen als das Original, ist der Unterbau sehr ähnlich, wenn nicht sogar identisch. Man bezeichnet sie deshalb in der Regel nicht als eigene Distributionen. In der Ubuntu-Welt spricht man von „Flavours“ – Geschmacksrichtungen. Xubuntu (Xfce-Desktop), Kubuntu (KDE Plasma) und so weiter sind also Geschmacksrichtungen von Ubuntu. Linux Mint nennt seine Ausgaben dagegen Editionen, es gibt zum Beispiel die „Cinnamon Edition“ (Cinnamon-Desktop) und die „Xfce Edition“.



Willkommen, vier Schritte, dann die Zusammenfassung. Linux-Distributionen wie Manjaro versuchen die Installation so übersichtlich wie möglich zu halten.

Open Source gilt. Bei manchen Distributionen, etwa openSUSE, fragt schon der Installer, ob man Repositories mit „Non-OSS“-Software einbinden will. Andere bieten die Software nach der Installation an, etwa über den Begrüßungsdialog oder im Softwarecenter. Sogar Debian – Hochburg der freien Software – verlinkt Installationsmedien mit unfreier Software auf seiner Website.

Überhaupt nehmen die Distributionen ihre Nutzer mittlerweile besser an die Hand. Wer eine Nvidia-Grafikkarte benutzt – historisch ein empfindlicher Schmerzpunkt bei Linuxern – kommt zum Beispiel unter Ubuntu, Linux Mint und Elementary OS leicht und ohne Klimmzüge auf der Kommandozeile an proprietäre Treiber für seine Grafikkarte.

Schwierigkeiten macht bei proprietären Treibern unter Umständen die Funktion Secure Boot, wenn sie unsignierte Treiber blockiert. Distributionen wie Ubuntu und das darauf aufbauende Mint lösen das Problem relativ gut, indem sie es erstens erkennen und zweitens den Benutzer bei der Lösung anleiten. Um einen Reboot und ein kurzes Intermezzo mit der zeichenorientierten Benutzerschnittstelle des „Machine Owner Key Management“-Tools kommt man trotzdem nicht herum.

Eine andere Verbesserung im Vergleich zu früher demonstrierte – wenn auch unfreiwillig – Fedora: Als wir der Distribution auf den Zahn fühlten, entging ihr, dass Secure Boot den proprietären Nvidia-Treiber blockieren wird. Der Neustart klappte dennoch und führte zu einer funktionierenden grafischen Oberfläche und nicht etwa

einer kryptischen Fehlermeldung auf der Kommandozeile: Nachdem der Nvidia-Treiber wegen Secure Boot nicht geladen werden konnte, fiel Fedora automatisch auf den freien Nouveau-Treiber zurück und nutzte diesen für die Ansteuerung der Grafikkarte. Noch schöner wäre freilich eine aussagekräftige Meldung gewesen. Aber immerhin hat Fedora so demonstriert, wie elegant manche Linux-Distributionen heutzutage sogar potenziell dramatische Probleme wie einen fehlenden Grafiktreiber abfangen.

Alte und neue Hardware

Besonders für sehr alte Rechner spielt es bei der Wahl der Distribution eine Rolle,

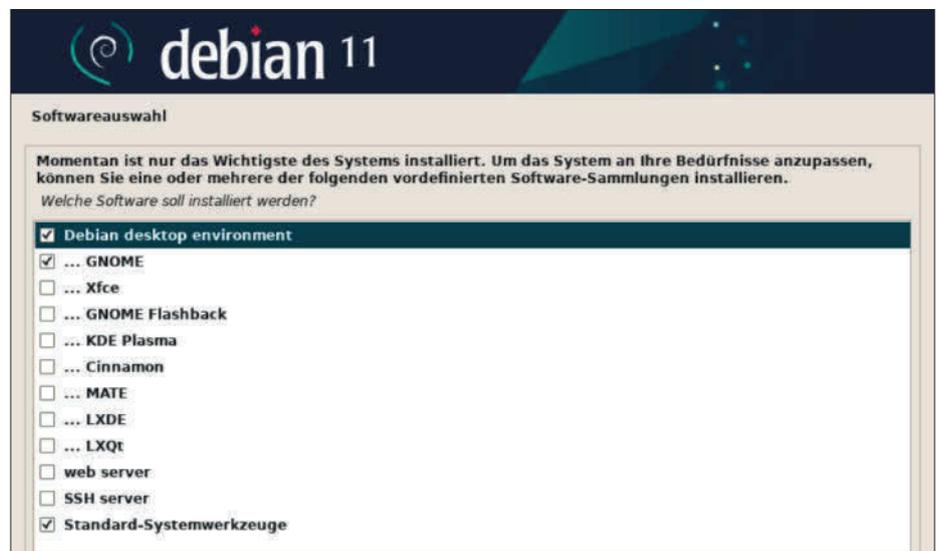
ob sie noch die 32-Bit-x86-Architektur unterstützt. Außer Debian, das diese Station direkt anfährt, eignen sich Linux Mint, openSUSE und MX Linux, die Varianten für einen 32-Bit-Umweg anbieten. Distributionen, deren Minimalanforderungen auch ältere CPUs mit wenig RAM erfüllen, halten im Netzplan am Bahnhof „Schwache Computer“. Beachten Sie aber, dass die Leistungsanforderungen eines Systems auch von der genutzten Desktopumgebung abhängen (siehe S. 22).

Wer Linux nutzen will, um alternde PCs am Leben zu halten, kann sich über den Nachhaltigkeitsaspekt freuen, dass einmal unterstützte Hardware sehr lange unter Linux laufen wird. Der Linux-Kernel selbst gibt Hardwareunterstützung in der Regel erst dann auf, wenn sie fast sicher niemand mehr nutzt.

Wer dagegen brandaktuelle Hardware einsetzen will, braucht einen möglichst aktuellen Kernel, der bereits die nötigen Treiber liefert. Distributionen, die an der entsprechenden Station im Netzplan halten, liefern häufiger neue Kernel aus, sei es über schnellere Update-Zyklen oder spezielle „hardware enablement“-Updates.

Updates! Frische Updates!

Überhaupt ist die Art und Weise, wie Distributionen ihre Updates verwalten und ausspielen, ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal, das sich in unserem Netzplan als „Upgrade-Park“ wiederfindet. Wem häufige und teils umfangreiche Änderungen an Desktop und Bedienkonzept ein Graus sind, der sollte einen Blick auf



Andere Distributionen – hier Debian – versuchen stattdessen schon im Installer, möglichst jeden Wunsch zu erfüllen.

Zusammenarbeit im digitalen Unternehmensalltag

Wie Effizienz und Datensicherheit Hand in Hand gehen

Der Hype um Kollaborationstools wie Microsoft Teams ist ungebrochen: Die Corona-Pandemie bescherte der Software neue Rekorde. Im Juli 2021 zählte die Lösung bereits über 250 Millionen aktive Nutzende und gilt als eine der erfolgreichsten Applikationen der Pandemie.

Kommunikation ohne Risiko?

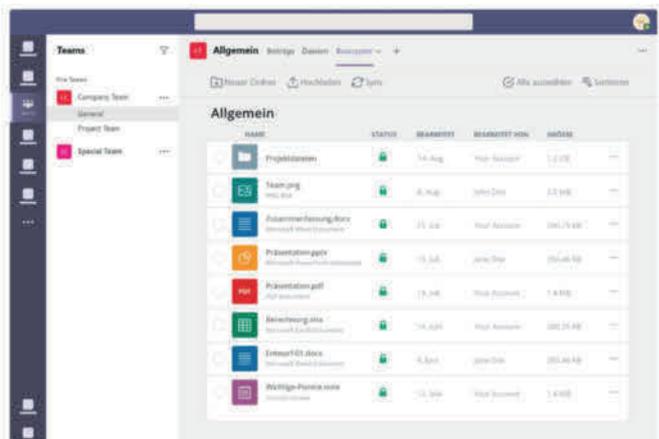
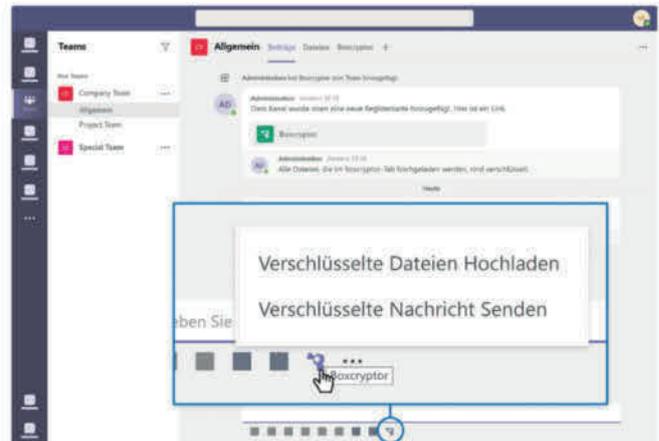
Organisationen und Unternehmen sind während der Pandemie vermehrt auf Plattformen wie Microsoft Teams umgestiegen. Damit erhalten sie bei steigender Zahl an Remote-Beschäftigten die Kommunikation und den Arbeitsprozess aufrecht. So können sich Mitarbeitende weiterhin im gesamten Unternehmen austauschen und Dokumente und Nachrichten zusenden sowie von einer Integration des Kalenders und E-Mail-Programmes profitieren. Zudem werden, dank Video- und Sprachanrufen, größere und kleinere Konferenzen effektiv gehalten. Der Zugewinn an Effizienz, so zumindest das Versprechen, ist also groß. Trotzdem ist Vorsicht geboten.

Risiko Datensicherheit

Obwohl Kollaborationssoftware den Unternehmensalltag neu strukturiert und effizienter gestaltet, sollten sich Organisationen ebenfalls der damit verbundenen Risiken bewusst sein. Dokumente können zwar einfach geteilt werden, ein ausreichender Schutz vor unberechtigten Zugriffen ist jedoch meist nicht vorhanden. So unterliegt z. B. Microsoft als US-amerikanischen Konzern, dem CLOUD Act. Dieser besagt, dass US-amerikanische Behörden das Unternehmen jederzeit dazu auffordern können, ihnen Zugriff auf deren Server und somit die Daten der Unternehmenskunden zu geben. Die Verarbeitung besonders sensibler Geschäftsdaten und personenbezogener Informationen ist daher in der Regel problematisch.

Microsoft Teams mit Sicherheit nutzen

Gute Zusammenarbeit und Sicherheit schließen sich aber auch an virtuellen Arbeitsplätzen nicht aus. Um den Schutz auszutauschender Daten und – im Fall personenbezogener Informationen – DSGVO-Konformität weiterhin zu gewährleisten, müssen Unternehmen jedoch selbst die Initiative ergreifen und Sicherungsmaßnahmen einrichten. Die Verschlüsselungslösung Boxcryptor schützt Dokumente sowie private Nachrichten in Microsoft Teams mit Ende-zu-Ende-Verschlüsselung: Dateien können direkt in Team-Kanälen und Chats verschlüsselt hochgeladen und ausgetauscht werden. Durch die nahtlose Integration der Software müssen Workflows dafür nicht verändert werden: So-



Nur ein Klick: Mit Boxcryptor lassen sich auch innerhalb von Microsoft Teams verschlüsselte Nachrichten und Dokumente schnell und einfach austauschen.

wohl der Upload als Nachrichten-Anhang als auch direkt in den Dokumentenspeicher funktionieren intuitiv.

Auch in Zukunft wird der Großteil an Organisationen auf die Digitalisierung setzen. Ein Schlüssel zum Erfolg und hoher Datensicherheit liegt in Verschlüsselungslösungen wie Boxcryptor. So behalten Sie allein die Kontrolle über sensible Informationen.

Weitere Informationen zur Datensicherheit in der Cloud und Microsoft Teams finden Sie unter:



www.boxcryptor.info/msteamsct



Proprietäre Treiber zu installieren macht deutlich weniger Probleme als früher. Nicht nur Linux Mint bietet freie und unfreie Treiber für eine Nvidia-Grafikkarte an.

ware zugreift. Ein Linux-Anwender, der zum Beispiel den Browser Firefox installieren will, geht also eher nicht auf die Mozilla-Website und lädt sich von dort ein Firefox-Installationspaket herunter. Stattdessen sucht er in der Paketdatenbank seiner Distribution nach dem richtigen Paket (es wird in der Regel „firefox“ heißen) und weist dann den Paketmanager an, Firefox zu installieren.

Dieses System hat eine Reihe von Vorteilen: Der Paketmanager weiß, dass Firefox installiert wurde und stellt sicher, dass Updates für die Software automatisch eingespielt werden. Die unter Windows verbreiteten Updater-Programme verschiedener Hersteller braucht man unter Linux nicht. Außerdem dürfen Softwarepakete andere Pakete als Voraussetzung definieren. So muss eine Software, die zum Beispiel Java benötigt, nicht selbst Java mitbringen. Diese Abhängigkeit muss lediglich in der Paketdatenbank spezifiziert werden. Der Paketmanager erkennt dann automatisch, dass Java gebraucht wird, weiß, ob es schon auf dem System vorhanden ist, und rüstet es nötigenfalls nach.

Paketformate und -manager unterteilen Linux-Distributionen in Familien: Debian und darauf direkt oder indirekt aufbauende Distributionen wie Ubuntu oder Elementary OS nutzen das „deb“-Format und in der Regel den Paketmanager „apt“. openSUSE und Fedora setzen dagegen auf „rpm“-Pakete, die ursprünglich von RedHat-Linux stammen. Der Paketmanager von openSUSE heißt „zypper“, der von Fedora wird „dnf“ genannt. Arch und darauf aufbauende Distributionen verwenden dagegen „pacman“-Pakete und den gleichnamigen Paketmanager.

Früher waren diese Unterschiede auch für Endnutzer maßgeblich, aber immer häufiger haben Desktopumgebun-

den Bahnhof „Langer Support (LTS)“ werfen. Das Kürzel steht für „Long Term Support“ und wird zum Beispiel von Ubuntu verwendet, um Versionen der Distribution zu kennzeichnen, die besonders lange – nämlich fünf Jahre – mit (Sicherheits-)Updates versorgt werden. Linux Mint und Debian sehen dagegen für jede Version LTS vor, womit sie ebenfalls fünf Jahre Support meinen – „mindestens“, sagt Debian.

Irgendwann ist aber auch bei jedem LTS-Linux ein Upgrade erforderlich, also ein Wechsel der genutzten Distributionsversion. Im Grunde ähnlich wie bei Windows und macOS. Einen anderen Weg gehen Distributionen, die die Haltestelle „Frische Updates“ bedienen, also Arch, Manjaro und die „Tumbleweed“-Variante von openSUSE. Sie kennen keine Versionsnummern und keinen Unterschied zwischen Update und Upgrade. Alles – auch der Kernel – wird kontinuierlich aktualisiert. Dadurch kann es eher mal zu Problemen und Inkompatibilitäten im normalen Aktualisierungszyklus kommen. Andererseits kommt es nicht alle paar Jahre zu großen Upgrades, die praktisch alles über den Haufen werfen und den updateverwöhnten Nutzer eventuell überfordern.

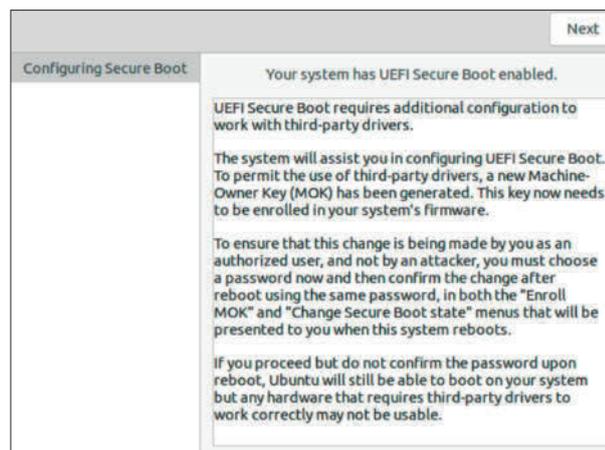
Außerdem kommen bei diesen „Rolling Release“-Systemen Verbesserungen am Kernel und an anderen Systemkomponenten sehr schnell beim Benutzer an, zur Freude vieler Anwender. Die haben dann manchmal schon wenige Tage nach der Softwareveröffentlichung die enthaltenen Fehlerkorrekturen und neuen Funktionen auf dem eigenen System. Wer sich aber nicht mit gelegentlichen plötzlichen Inkompatibilitäten herumschlagen will und ein insgesamt wartungsärmeres System

haben will, sollte von Rolling Releases eher die Finger lassen.

Die meisten Distributionen bewegen sich zwischen den Extremen LTS und Rolling Release und veröffentlichen beispielsweise halbjährliche oder jährliche Upgrades, wofür die dritte Station im Upgrade-Park unseres Netzplans steht. Das kann mehr oder weniger regelmäßig geschehen, wie etwa bei MX Linux, oder mit hoher Präzision, wie bei Ubuntu. Letzteres veröffentlicht seit über zehn Jahren jeden April und Oktober ein Upgrade und versioniert diese sogar nach dem Veröffentlichungszeitpunkt.

Paketdienste

Updates und Upgrades wickeln Linux-Distributionen über Paketmanager ab. Anders als unter Windows oder macOS ist es unter Linux nämlich eher unüblich, Software einfach einzeln vom Hersteller zu beziehen und zu installieren. Stattdessen pflegen die Distributionen umfangreiche Datenbanken mit Softwarepaketen, auf die eine „Paketmanager“ genannte Soft-



Ubuntu hilft so gut es kann bei der Einrichtung von Fremdanbieter-Treibern auch auf Systemen mit Secure-Boot.

gen grafische Oberflächen zur Paketinstallation und -verwaltung, die die darunterliegenden Unterschiede unsichtbar machen. Gnome Software ist beispielsweise eine verbreitete Oberfläche, die (über die Zwischenschicht PackageKit) rpm-, deb- und pacman-Pakete gleichermaßen verwalten kann.

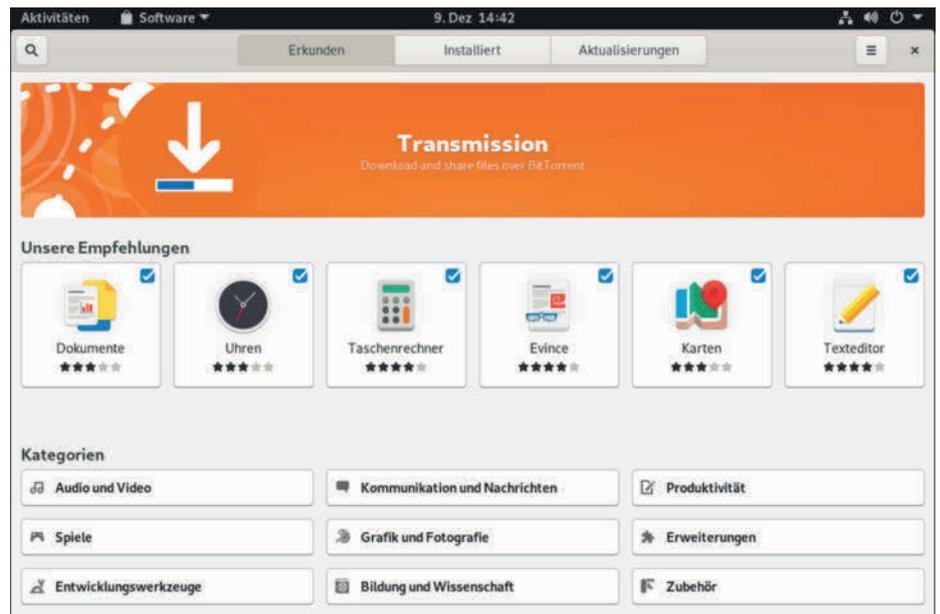
Was bleibt, sind Unterschiede in Inhalt und Aktualität der Paketdatenbanken verschiedener Distributionen. Nur bei sehr aktuellen Softwareversionen ließen wir eine Distribution im Netzplan an der Station „Backfrische Apps“ in der „App-Einkaufsmühle“ halten.

Für Endnutzer verschwinden auch solche Unterschiede allerdings mehr und mehr. Das liegt unter anderem an den distributionsübergreifenden Paketformaten Flatpak und Snap. Eine damit paketierte Software läuft prinzipiell unter jeder beliebigen Distribution. Den zugehörigen Bahnhof „Apps an Bord“ durften Distributionen aber nur anfahren, wenn sie diese Paketformate vom Start weg unterstützten oder sich die Unterstützung über ein grafisches Tool aktivieren ließ. Mit Flatpak oder Snap installiert man leicht auch Software, die sich nicht in den Paketquellen der eigenen Distribution findet. Dazu gehören häufig proprietäre Programme wie Zoom, Spotify, Skype oder VS Code, die allesamt über die Flatpak-Datenbank flathub.org verfügbar sind. Spiele erhalten Gamer unter anderem via Steam [4], weitgehend unabhängig von der gewählten Distribution.

Welche Bahnlinie ist Ihre?

Trotzdem sollten Sie bei der Distributionswahl darauf achten, welche Software zur Verfügung steht, und vor allem, welche standardmäßig genutzt wird. Im Zweifelsfall kann man zwar unter jeder Distribution alles irgendwie machen, aber der Arbeitsaufwand dafür fällt sehr unterschiedlich aus. Wer mit Ubuntu liebäugelt, aber KDE Plasma als Desktop einsetzen will, sollte gleich Kubuntu installieren und sich den – enormen – Aufwand ersparen, ein Ubuntu so lange anzupassen, bis es vollständig KDE nutzt. Überhaupt ist es eine gute Idee, sich bei der Distributionswahl vom Wunschdesktop (siehe S. 22) leiten zu lassen, meist ist dann gleich eine geeignete Softwareauswahl an Bord, die sich auch optisch gut einfügt.

Wenn mehrere Distributionen Ihren Wunschdesktop anbieten, lohnt ein zweiter Blick auf das Aussehen: Gnome sieht unter



Anwendungen wie Gnome Software bieten Programme bequem zur Installation an. Welcher Paketmanager im Hintergrund arbeitet, kann Nutzern egal sein.

Fedora deutlich anders aus als unter Manjaro; ebenso wie sich ein Linux-Mint-MATE von einem unter Arch installierten MATE-Desktop unterscheidet. Manche Distributoren stecken viel Arbeit in ein stimmiges Theme mit zueinander passenden Farben, eigenen Schriften, Hintergrundbildern und Fensterdekorationen. Wie immer gilt: Ja, Sie können das alles auch selbst anpassen, aber vielleicht haben Sie ja auch noch andere Hobbies. Apropos Hobbies und Arch Linux: Diese Distribution ist nichts für Linux-Einsteiger, die sich nicht weiter mit dem System auseinandersetzen wollen. Wenn Sie aber Ihr System bis ins Detail individuell konfigurieren wollen, keine Angst vor der Kommandozeile haben und viel über Linux lernen möchten, dann sind Sie bei Arch gut aufgehoben. Wer lediglich der Kommandozeile lieber aus dem Weg geht, sollte einen Blick auf MX Linux werfen, dort gibt es für praktisch jede Einstellung eine grafische Oberfläche [5].

Wenn Ihre Installationsvoraussetzungen, Hardwareanforderungen und Desktopwünsche nicht schon deutlich auf eine Distribution zeigen, dann hilft es zum Beispiel, sich die Organisationen hinter den Distributionen anzusehen: Nutzen und fördern Sie lieber ein eher kleines, maßgeblich Community-getriebenes Projekt wie Elementary OS oder Linux Mint? Oder ein sehr großes Community-Projekt wie Debian, dessen Konstanz fast sprichwörtlich ist und das die Basis für viele linuxgetriebene Gerätschaften bildet?

Oder vertrauen Sie sich lieber einer Distribution mit einem großen Unternehmen im Hintergrund an, wie Ubuntu, openSUSE oder auch Fedora?

Wer bei Problemen gerne die Dokumentation studiert, kann sich bei der Wahl am (deutschsprachigen) Hilfsangebot einer Distribution orientieren. Unter anderem Manjaro, Ubuntu, MX Linux und Arch sind hier eine gute Wahl.

Falsch machen Sie jedenfalls mit keiner der Distributionen aus unserem Netzplan etwas und schiefgehen kann auch nicht viel: Im Vergleich zu früher ist Linux benutzer- und vor allem umsteigerfreundlicher geworden. Keine der Distributionen sollte Ihnen bei Problemen einfach eine kryptische Kommandozeile vorsetzen. (Mit Ausnahme von Arch Linux, bei dem die Kommandozeile absichtlich zentrales Element ist.) Von allen genannten Distributionen gibt es außerdem Live-Medien, um sie vor der Installation bequem auszuprobieren. Wer dann merkt, dass er im falschen Zug sitzt, steigt eben um. (synt@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Ronald Eikenberg, Hacking-Stick, Kali Linux auf USB-Stick einrichten, c't 23/2021, S. 30
- [2] Sylvester Tremmel, Rein funktional, Ein Blick auf die Linux-Distribution NixOS, c't 13/2021, S. 96
- [3] Liane M. Dubowy, Fix zum Gipfel, Installationshilfe für Arch Linux, c't 24/2021, S. 138
- [4] Liane M. Dubowy, Läuft einfach, Windows-Spiele unter Linux mit Proton, c't 8/2021, S. 164
- [5] Keywan Tonekaboni, Genügsame Wildblume, MX Linux MX-21: Frickel-Distribution für Mausliebhaber im Test, c't 2/2022, S. 124

DSGVO: 14,5-Millionen-Bußgeld landet vor dem EuGH

Ein grundlegender Rechtsstreit zwischen dem Immobilienkonzern Deutsche Wohnen und der Berliner Datenschutzaufsicht geht in die wohl entscheidende Runde.

In dem Verfahren gegen die Deutsche Wohnen SE geht es um 14,5 Millionen Euro – und damit um das höchste Bußgeld wegen Datenschutzverstößen, das eine deutsche Behörde bislang verhängt hat. Bereits im November 2019 hatte die damalige Berliner Datenschutzbeauftragte Maja Smolczyk den Bescheid zugestellt. Ein Unternehmen des Immobilienkonzerns habe teilweise jahrelang private Angaben zu persönlichen und finanziellen Verhältnissen von Mieterinnen und Mietern, etwa Gehaltsbescheinigungen, Selbstauskunftsformulare und Kontoauszüge gespeichert, ohne dass das erforderlich gewesen sei. Zudem sei keine Möglichkeit vorgesehen gewesen, diese Daten zu entfernen. Einer Löschaufforderung der Behörde sei der Konzern mehr als 18 Monate lang nicht nachgekommen.

Nach Einspruch von Deutsche Wohnen hatte das Landgericht (LG) Berlin im

Februar 2021 das Bußgeld für nichtig erklärt. Dabei war es aber nicht um die Vorwürfe selbst gegangen, sondern um einen Sonderfall im deutschen Recht: Demnach sind hierzulande Datenschutzverstöße wie Ordnungswidrigkeiten zu sanktionieren, und ein Konzern kann als sogenannte „juristische Person“ keine Ordnungswidrigkeit begehen. Der Verstoß müsste demnach konkret einer Leitungsperson oder einer gesetzlichen Vertretung nachgewiesen werden – was im Fall Deutsche Wohnen nicht geschah.

Gegen den LG-Beschluss legte die Staatsanwaltschaft Berlin im März zusammen mit der Datenschutzbehörde Beschwerde ein. Laut Behörde würde er „dazu führen, dass in Deutschland – im Gegensatz zu vielen anderen Mitgliedstaaten – ein Bußgeld gegen große Unternehmen aufgrund der komplexen Unternehmensstruktur häufig nicht nachweisbar wäre. Dadurch käme es zu einer Benachteiligung kleiner und mittlerer Unternehmen.“

Diese grundsätzliche Bedeutung hat nun auch das Kammergericht Berlin als höhere Instanz bestätigt. Es lässt vom EuGH per Vorabentscheidung klären, ob



Bild: Deutsche Wohnen / Georgios Anastasiadis

In der Zentrale des DAX-Konzerns Deutsche Wohnen befinden sich „Leitungspersonen“, die aber laut Gerichtsbeschluss nicht für Datenschutzverstöße haftbar gemacht werden können.

in Deutschland die Einschränkung gilt oder ob Art. 83 der DSGVO als Europarecht Vorrang hat. Diese Regelung sieht explizit hohe Bußgelder gegen Konzerne als juristische Personen vor. Wann mit einer Entscheidung gerechnet werden kann, ist bislang offen. (hob@ct.de)

Y2K22-Bugs: Keine Mails, kein Warmwasser

In der Silvesternacht, genauer gesagt am 1.1.2022 ab 00:00 Uhr UTC, konnten viele **Exchange-Mail-Server** keine Mails mehr transportieren. Betroffen waren solche Server, die die produkteigene Funktion zum Scannen nach Malware verwendeten. Diese benutzt offenbar einen Long-Integer-Wert für das Datum. Werte ab 2201010000 für Daten und Uhrzeiten im neuen Jahr liegen allerdings außerhalb des Bereichs, den man mit einem Long Integer darstellen kann. Daraufhin hat die Malware-Engine die Zustellung von E-Mails eingestellt.

Microsoft hat auf seinen Technet-Seiten eine Anleitung veröffentlicht, die das Problem beheben soll, ohne das Scannen nach Malware abschalten zu müssen. Ein PowerShell-Skript soll das Verfahren vereinfachen. Manche Administratoren berichten, dass die neuen Maßnahmen erst nach einem Server-Neustart greifen.

Einen Y2K22-Bug ganz anderer Art haben rund 1600 Haushalte im österreichischen Bundesland Kärnten erlebt. Dort ist in der Silvesternacht der Nachtstrom ausgefallen. Schuld ist ein Softwarefehler in Schaltuhren, die etwa zehn Jahre alt sind. Damit haben diese Haushalte kein Warmwasser mehr und in manchen Fällen auch keine Heizung. Sie müssen nun auf den Hausbesuch eines Monteurs warten.

Nachtstromanschlüsse sind in Österreich sehr verbreitet, das elektrische Strom zu etwa vier Fünfteln aus Wasserkraft erzeugt. Nachts können die Wasserkraftwerke oft mehr Strom erzeugen, als gebraucht wird. Das Angebot ist für Elektrogeräte mit Speichervermögen gedacht, etwa Warmwasserspeicher und elektrische Speicherheizgeräte. (jo@ct.de)

Microsofts Tipps zur Problembehebung:
[ct.de/yr62](https://www.microsoft.com/de-de/office/updates/faq/2022/01/2022-01-01-y2k22-bug)

Kurz & knapp: Internet

Mit Version 8.4 enthält die Instant-Messenger-App **Telegram** eine Übersetzungsfunktion. In den Spracheinstellungen lässt sich wählen, welche Sprachen der Messenger übersetzen soll. Weitere Neuerungen: Man kann jetzt direkt mit Emojis auf Nachrichten reagieren und sogenannte Spoiler-Texte zunächst verstecken, die der Empfänger erst antippen muss, um den verborgenen Text zu lesen.

Ein Gericht in Moskau hat **Google und Meta** zu Strafen von rund 86 Millionen Euro beziehungsweise etwa 24 Millionen Euro verurteilt, weil die Unternehmen sich wiederholt geweigert hätten, illegale Inhalte von ihren Plattformen zu entfernen. Erstmals orientiert sich eine solche Strafe am Vorjahresumsatz der Konzerne.

Streit um digitale Ausweise: Banken contra Bund

Künftig soll man am Smartphone ein Konto eröffnen können, ohne lästigen Papierkram. Die Banken setzen dabei jedoch auf eine andere Technik als die Bundesregierung.

Banken und Sparkassen kritisieren den Kurs der Bundesregierung bei digitalen Identitätsnachweisen. Sie verlangen eine staatliche Ausweis-App, die auf allen gängigen Smartphones läuft, damit möglichst jeder am Handy ein Konto eröffnen kann. Die Bundesregierung favorisiert für solche Zwecke jedoch die „Smart-eID“, die zumindest anfangs nur mit wenigen Smartphones kompatibel sein wird.

Die Smart-eID sei „aufgrund ihrer Beschränkung auf wenige Smartphone-Modelle des oberen Preissegments“ nicht barrierefrei für alle Bürger nutzbar, heißt es in einem Ende Dezember veröffentlichten Positionspapier von Commerzbank, Deutscher Bank und mehreren Bankenverbänden.

Die Smart-eID soll die Identitätsdaten des elektronischen Personalausweises in einem speziellen Sicherheitschip (Secure Element) des Smartphones speichern. Solche Chips stecken bei Weitem nicht in allen Modellen. Obendrein muss der Smartphonehersteller die Smart-eID unterstützen, was bislang nur Samsung angekündigt hat.

Die Banken bevorzugen stattdessen die App „ID Wallet“, die auf allen gängigen Smartphones läuft und unter anderem Personalausweisdaten speichern kann – als sogenannte Basis-ID. Da dabei kein Secure Element eingebunden wird, ist das Sicherheitsniveau niedriger.

Die alte Bundesregierung hatte ID Wallet im Herbst veröffentlicht. Zusammen mit Banken und weiteren Partnern aus der Privatwirtschaft wollte sie Einsatzmöglichkeiten schaffen, etwa die schnelle Kon-

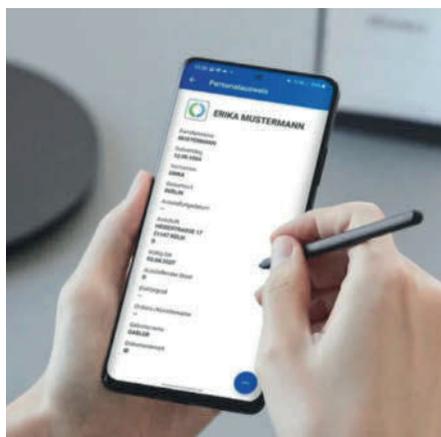


Bild: Samsung

Die Smart-eID soll den E-Perso ins Handy verfrachten. Aus Sicht der Finanzwirtschaft erreicht die Technik jedoch zu wenige Nutzer.

toeröffnung am Handy. Die App scheiterte jedoch: Zuerst waren Server überlastet, dann kritisierten Sicherheitsforscher einen mangelhaften Schutz vor Datendiebstahl. Das Bundeskanzleramt zog ID Wallet daraufhin zurück (siehe c't 22/2021, S. 41).

Die Banken fürchten nun, dass die neue Bundesregierung die Basis-ID nicht für die Kontoeröffnung zulässt. Man verbinde „deutliche Hoffnungen“ mit einem Neustart von ID Wallet samt Basis-ID, heißt es in dem Positionspapier. Sollte die Regierung allein auf die Smart-eID setzen, würde dies „eine Neubewertung des gesamten Engagements aller Beteiligten erfordern“. Das kann man als Drohung der Banken verstehen, notfalls aus dem gemeinsamen Projekt auszusteigen.

Die neue Bundesregierung lässt bislang offen, wann ID Wallet wieder verfügbar sein wird. Unklar ist aber auch, wann die Smart-eID startet: Das Innenministerium sagte auf Anfrage lediglich, man strebe einen „zeitnahen“ Termin an. Ursprünglich sollte die Technik schon 2020 starten, dann im Juni 2021, dann im Dezember 2021, doch auch dieser Termin wurde gerissen. Nach Angaben von Projektbeteiligten versucht die Bundesregierung zurzeit, weitere Smartphonehersteller neben Samsung als Partner zu gewinnen. (cwo@ct.de)

Smartphones, Tablets & Co.: Recht auf Software-Updates in Kraft

Seit Anfang des Jahres haben Verbraucher in Deutschland ein Recht auf Software-Updates. Laut dem neuen § 475b des Bürgerlichen Gesetzbuchs gilt der Anspruch für Waren „mit digitalen Elementen“. Gemeint sind Produkte wie Smartphones, Tablets, PCs, Wearables oder Smart TVs, die Anwendungen enthalten oder Zugriff auf Onlinedienste bieten.

Schwammig bleibt das Gesetz bei der Frage, wie lange das Recht auf Updates gilt. Laut § 475b besteht der Anspruch während des Zeitraums, den man „aufgrund der Art und des Zwecks der Ware und ihrer digitalen Elemente sowie unter Berücksichtigung der Umstände und der Art des Vertrags erwarten kann“.

In der Gesetzesbegründung führt das Justizministerium aus, dass der Zeitraum sich „nach dem Erwartungshorizont eines Durchschnittskäufers“ richtet. Berücksichtigen könne man zum Beispiel Werbeausgaben, die in der Produktion verwendeten Materialien und den Preis des Produkts. Falls es Erkenntnisse über die übliche Nutzungsdauer gebe, seien auch diese „ein wesentliches Auslegungskriterium“.

In der Praxis werden also Gerichte klären müssen, wie lang zum Beispiel ein bestimmtes Smartphone-Modell mit Updates versorgt werden muss.

Das Gesetz verpflichtet nur den Verkäufer dazu, die Updates zu liefern, nicht den Hersteller. Da Händler normalerweise keine Software entwickeln, dürfte ihnen in

der Praxis nichts anderes übrig bleiben, als Produkte zurückzunehmen und den Kaufpreis zu erstatten, wenn ein Gericht eine Verletzung der Updatepflicht feststellt.

Der Bundesverband der Verbraucherschutzzentralen (VZBV) fordert deshalb die Politik auf, künftig die Hersteller direkt in die Pflicht zu nehmen. Außerdem fordert der VZBV eine Unterscheidung zwischen Sicherheits- und Funktionsupdates.

Für Smartphones und Tablets plant die EU-Kommission eine solche Updatepflicht bereits. Laut einem Verordnungsentwurf aus dem vergangenen Sommer sollen die Hersteller künftig fünf Jahre lang Sicherheitsupdates und drei Jahre lang Funktionsupdates liefern. In Kraft treten könnten diese Regeln frühestens 2023. (cwo@ct.de)

Gefährlich, gruselig, genial

Pegasus: Wie die Spyware auf die iPhones kam

Google-Forschern gelang es, ein Exemplar des Supertrojaners Pegasus zu analysieren, der es unter anderem auf iPhones abgesehen hat. Der zur Infektion verwendete Angriffscode ist extrem raffiniert und zugleich besorgniserregend.

Von Wilhelm Drehling und Jürgen Schmidt

Kurz vor Weihnachten haben Forscher des Citizen Lab einen Pegasus-Exploit in freier Wildbahn aufgegebelt, den die israelische Cyberwaffen-Firma NSO verkaufte.

Googles hauseigenes Hacker-Team Project Zero analysierte das Sample und erklärt im Projektblog, wie die Spähsoftware unbemerkt auf die Geräte gelangte (siehe ct.de/yhu3). Erst im Sommer 2021 hatte die Menschenrechtsorganisation Amnesty International aufgedeckt, dass mehr als 50.000 Telefonnummern Opfer der Pegasus-Spyware wurden [1]. Wie genau der Exploit auf iPhones vorging, war damals noch nicht ganz klar.

Leise und heimlich

Die Schadsoftware infiziert das Gerät per fiderweise ohne Zutun des Nutzers – daher nennt man das Vorgehen auch Zero-Click-Exploit. Als Einfallstor dienten Pegasus iMessage-Nachrichten, die iPhones mit der vorinstallierten Nachrichten-App empfangen. Die Angreifer senden eine Chat-Nachricht an ihr Opfer in spe, die eine GIF-Datei enthält.

Im Falle von Pegasus verbirgt sich hinter dem GIF ein PDF. Da GIFs in einer Dauerschleife laufen, verarbeitet das iPhone die Datei intern, noch bevor der Nutzer die Nachricht öffnet. Zu dem Zweck schickt iOS die Datei an den IM-TranscoderAgent-Prozess. Dieser igno-

riert aber die Endung .gif, erkennt mit dem ImageIO-Framework das PDF in der Nachricht und reicht die Datei weiter an den entsprechenden Parser. Ein entscheidender Fehler, denn so kann der Pegasus-Exploit schließlich einen Integerüberlauf in dem Kompressionsverfahren JBIG2 ausnutzen, welches in der von iOS genutzten Xpdf-Bibliothek verankert ist. Apple schloss die verwendete Lücke mit der iOS-Version 14.8 im September 2021.

Virtueller Computer

In dem PDF befindet sich ein JBIG2 komprimiertes Schwarz-Weiß-Bild, mit dem man einen Pufferüberlauf in einem 32-Bit-Integer-Zähler einer JBIG2-Funktion erzwingt. Dadurch fängt der Zähler erneut bei 0 an; als Resultat wird ein mit dem Zähler definierter Speicherbereich viel zu klein angelegt. Beim anschließenden Beschreiben des Bereichs schreibt der Prozess über die Bereichsgrenzen hinaus.

Das klingt nach einem klassischen Pufferüberlauf auf dem Heap. Wie man so etwas ausnutzen kann, hat der Hacker FX bereits 2006 in c't im Detail erklärt [2]. Doch das funktioniert in diesem Fall nicht, weil die Angreifer die Adressen der relevanten Speicherbereiche nicht kennen. Um diese herauszufinden, bauten sie einen virtuellen Computer.

Aus der Rekonstruktionsfunktion für JBIG2-komprimierte Bilder konstruierten sie sogenannte NAND-Gatter. Das ist eine

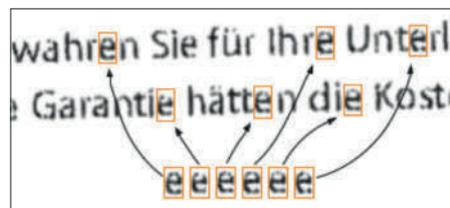


Bild: Project Zero

Das Kompressionsverfahren JBIG2 eignet sich besonders gut für Dokumente, da es ähnlich aussehende Blöcke sucht und von jedem lediglich ein Exemplar aufbewahrt. Beim Öffnen wird das ursprüngliche Dokument aus diesem Vorrat rekonstruiert.

logische Operation (NOT und AND), aus der man alle anderen logischen Operationen zusammenbauen kann. Insgesamt verschalteten sie mehr als 70.000 solcher NANDs zu einem kleinen virtuellen Computer. Und mit dem berechneten sie dann die benötigten Speicheradressen, um schlussendlich die Sicherheitsvorkehrungen von iOS auszutricksen und das iPhone in eine Wanze zu verwandeln. Wie das genau gelang, soll ein noch folgender Teil der Analyse von Googles Project-Zero-Team enthüllen. Der Exploit beeindruckte sogar die abgebrühten Star-Hacker von Google Project Zero: „Einer der technisch raffiniertesten Exploits, die wir je gesehen haben“, staunte das Team.

Fazit

Die Analyse der Pegasus-Spyware zeigt, dass man wahrscheinlich alle gängigen Sicherheitsmaßnahmen austricksen kann, wenn man genug Geld in die Hand nimmt. Der Angriffscode ist äußerst gefährlich, aber auch genauso beeindruckend und clever. Solche Zero-Day-Exploits sind kostbar und werden nur gegen ausgewählte Ziele eingesetzt. Denn sobald ein solcher Exploit die Runde macht, wird es nicht lange dauern, bis der betroffene Hersteller die ausgenutzte Sicherheitslücke schließt. Das bedeutet im Umkehrschluss auch, dass sich Otto Normal wenig Sorgen machen muss, zufällig Bekanntschaft mit einem solchen High-Tech-Trojaner zu machen.

Der Bericht von Project Zero deutet an, dass NSO vergleichbare Software für Android-Geräte verkauft. Das Google-Team hat aber den dazu verwendeten Exploit bisher nicht gefunden.

(wid@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Hartmut Gieselmann, Infiziert ohne Klick, Amnesty International deckt Massenüberwachung durch Pegasus auf, c't 17/2021, S. 40
- [2] Felix „FX“ Lindner, Ein Haufen Risiko, Pufferüberläufe auf dem Heap und wie man sie ausnutzt, c't 9/2006, S. 186

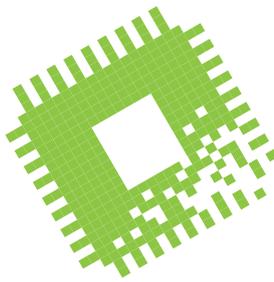
Analyse des iOS-Exploits: ct.de/yhu3



Einfach. Professionell. Verbunden.

Zuverlässige und flexible Telekommunikation für jedes Unternehmen.

easybell



Bit-Rauschen

Trübere Aussichten für AMD, Intel attackiert Apple M1, russischer ARM

Die AMD-Mobilprozessoren der Serie Ryzen 6000U/H rechnen kaum schneller als ihre Vorgänger. Intels Core i9-12900HK soll hingegen sogar den Apple M1 Max überholen. Im Baikal S1000 sitzen 48 ARM-Kerne.

Von Christof Windeck

Für AMD trübt sich die Aussicht, jedenfalls bei Prozessoren für Notebooks und Desktop-PCs. Denn die neuen AMD-Mobilprozessoren der Baureihen Ryzen 6000U/H bringen zwar dank RDNA2-GPU deutlich mehr 3D-Performance, aber kaum mehr CPU-Rechenleistung, siehe Seite 52. Unterdessen hofft Intel, dass der mobile Core i9-12900HK (Alder Lake) sogar am Apple M1 Max vorbeizieht. Nvidia wiederum präsentiert Benchmarks, die GeForce-RTX-Mobilgrafikchips deutlich vor der M1-Max-GPU zeigen.

Intel bringt zunächst die „dicken“ H-Versionen des Core i-12000. Erst später folgen die viel weiter verbreiteten, billigeren und sparsameren „U“-Typen. Doch auch den AMD Ryzen 6000U gibt es nur mit sechs oder acht Kernen. Billigere Quad-Cores liefert AMD nur als aufgefrischte Ryzen 5000U. Der im Ryzen 6000U eingebaute Microsoft-Controller „Pluton“ mit Sicherheitsfunktionen für Windows 11 dürfte nicht jedem Käufer gefallen.

Die Vorstellung des ersten Desktop-Ryzens mit aufgestapelter L3-Cache-Vergrößerung enttäuschte etwas. Eigentlich hatte man schon Ende 2021 einen Zwölfkerner mit 192 MByte L3-Cache erwartet. Nun ist bloß der Achtkerner Ryzen 75800X3D mit 96 MByte L3-Cache angekündigt, und zwar erst „für den Frühling“. Er soll in PC-Spielen aber immerhin seinen zwölfkernigen Bruder Ryzen 9 5900X schlagen sowie sogar den Core i9-12900K. Intel sah sich genö-

tigt, den Core i9-12900KS mit 5,5-GHz-Turbo nachzuschieben – im Frühling.

Auch Intel hadert mit Problemen. So tauchen nun zwar mehr DDR5-Speicherriegel im Einzelhandel auf, aber zu Mondpreisen. Möglicherweise kommen Adapter, um vorhandene DDR4-Speicherriegel auf DDR5-Boards zu nutzen – derlei gab es vor 18 Jahren schon für DDR-RAM auf DDR2-Boards.

AMD hat auf der CES die Spekulation bestätigt, im Herbst mit Zen-4-Ryzens auf eine LGA-Fassung mit 1718 Kontaktfedern statt CPU-Kontaktstiften zu wechseln. Außer DDR5-RAM will man wie Intel auch PCIe 5.0 anbinden. Der Ryzen 7000 „Raphael“ tritt dann aber wohl schon gegen den Core i-13000 „Raptor Lake“ an.

Spätere Fab-Verkündigung

Intel wollte eigentlich schon 2021 verraten, wo die neuen europäischen Fabs gebaut werden sollen, in die über mehrere Jahre mehr als 80 Milliarden Euro fließen könnten. Doch die Entscheidung hat sich offenbar verzögert. Angeblich ist mit Ita-

lien ein weiteres Land mit den Anfangsbuchstaben „I“ im Intel-Standort-Rennen, nach Israel und Irland.

Intel Irland ließ entschlüpfen, dass man sich für Lithografie mit Licht aus dem extremen ultravioletten Spektrum (EUV) mit hoher numerischer Apertur (High NA) rüstet, wie schon im Bit-Rauschen in c't 16/2019 spekuliert. Die EUV-Belichtung mit 0,55 statt wie bisher 0,33 NA ist für die Fertigungstechnik „Intel 18A“ gedacht, die 2025 anlaufen soll. Zuvor soll Intel 20A – aus guten Gründen nicht wie das A20-Gate benannt – die ersten „Ribbon-FETs“ ermöglichen, also Feldeffekttransistoren mit mehreren länglichen Gate-Elektroden. Die heißen bei der Konkurrenz Nanosheet- oder Gate-All-Around-(GAA)-FETs.

Intel wird künftig stärker auf Zulieferer angewiesen sein. Doch Intel-Chef Pat Gelsinger verärgerte Anfang Dezember den wichtigsten Auftragsfertiger TSMC mit unbedachten Äußerungen. Als Argument für höhere Subventionen für die Halbleiterfertigung in den USA behauptete er, am Fertigungsstandort Taiwan drohten höhere Risiken. Dabei geht es außer um Erdbeben, Dürren und Taifune vor allem um militärische Bedrohung durch China. TSMC-Chef Mark Liu reagierte außergewöhnlich deutlich und wies die Behauptungen öffentlich zurück. Gelsinger sah sich genötigt, auf einer Dienstreise nach Asien einen Zwischenstopp in Taiwan einzulegen, um die Wogen zu glätten. Wie sich das mit den harten Covid-Quarantänebestimmungen in Taiwan vertrat, blieb offen. Wenige Wochen später entschuldigte sich Intel dann auch bei der chinesischen Regierung, weil man wegen der Menschenrechtsverletzungen in der Provinz Xinjiang keine Zulieferer von dort beauftragen will.

Baikal-ARM

Gut Ding will Weile haben: Die russische Firma Baikal wollte eigentlich schon vor vier Jahren den Serverprozessor Baikal-S mit ARMv8-Rechenkernen vorstellen. Nun präsentierte man den BE-S1000 mit 48 Kernen vom Typ Cortex-A75 alias Neoverse N1, gefertigt von TSMC mit 16-Nanometer-Technik. So richtig fertig fürs Rechenzentrum wirkt die Baikal-ARM-Technik aber noch nicht, auf dem Prototypen-Mainboard war ein dickes nachgelötetes Kabel zu sehen. Erste Geekbench-Ergebnisse des BE-S1000 deuten auf eher mäßige Rechenleistung hin. (ciw@ct.de)



Bild: Baikal Electronics

Die russische Firma Baikal Electronics packt 48 ARM-Kerne vom Typ Neoverse N1 in den Serverprozessor BE-S1000.

Audio-Podcast Bit-Rauschen: ct.de/y3np

Core i-12000 für Desktop-PCs mit neuen Boxed-Kühlern

Intel komplettiert mit 35- und 65-Watt-Modellen die zwölfte Generation der Core-i-Prozessoren. Zusätzliche Effizienzkerne haben nur die teuren CPUs.

Bislang konnte man für LGA1700-Mainboards nur übertaktbare K-Prozessoren der Serie Core i-12000 kaufen, zum Jahresbeginn hat Intel 22 weitere Alder-Lake-CPU's vorgestellt. Die Spanne reicht vom 65 Euro günstigen Celeron G6900 mit zwei Kernen bis zum 600 Euro teuren Core i9-12900, der acht Performance- und acht Effizienz-Kerne auf seinem Halbleiter-Die

vereint. Die in 10-Nanometer-Technik (Intel 7) gefertigten Prozessoren eignen sich je nach Leistungsfähigkeit für Office-, Allround- und Gaming-PCs. Speziell für letztere gibt es etwas billigere F-Modelle, bei denen Intel die integrierte Grafikeinheit mit Xe-Architektur abschaltet.

Im Vergleich zu den Vorgängern sollen vor allem die mit zusätzlichen E-Cores ausgestatteten Core i7- und Core i9-12000 bei Anwendungssoftware mit vielen Threads um bis zu 55 Prozent schneller rechnen. Dank überarbeiteter Architektur der P-Kerne steigt auch die Singlethreading-Leistung.

Typischerweise treten die vorgestellten Core-i-12000-CPU's mit einer Processor Base Power (PBP) von 65 Watt an, dürfen diese aber bis zur Maximum Turbo Power überschreiten, die teils um ein Mehrfaches höher liegt. Zusätzlich bietet Intel T-Modelle mit 35 Watt PBP und niedrigeren Taktfrequenzen an, die für schlanke All-in-One- und flache Mini-PCs taugen. Die mitgelieferten Kühler hat der Prozessorhersteller durch drei neue Typen namens Laminar RH1, RM1 und RS1 ersetzt. (chh@ct.de)



Bild: Intel

Intel bringt seine mitgelieferten Kühler über RGB-LEDs zum Leuchten. Zumindest gilt das für den Laminar RH1 der Core i9-12000.

Core i-12000 „Alder Lake“, 10 nm, LGA1700

Prozessor	Kerne / Threads	Takt (Turbo): P- / E-Kerne	L3-Cache	PBP / MTP	Preis / F-Variante
Core i9-12900(F)	8P+8E / 24	2,4 (5,1) / 1,8 (3,8) GHz	30 MByte	65 / 202 W	489 / 464 US-\$
Core i7-12700(F)	8P+4E / 20	2,1 (4,9) / 1,6 (3,6) GHz	25 MByte	65 / 180 W	339 / 314 US-\$
Core i5-12600	6P+0E / 12	3,3 (4,8) GHz	18 MByte	65 / 117 W	223 US-\$
Core i5-12500	6P+0E / 12	3,0 (4,6) GHz	18 MByte	65 / 117 W	202 US-\$
Core i5-12400(F)	6P+0E / 12	2,5 (4,4) GHz	18 MByte	65 / 117 W	192 / 167 US-\$
Core i3-12300	4P+0E / 8	3,5 (4,4) GHz	12 MByte	60 / 89 W	143 US-\$
Core i3-12100(F)	4P+0E / 8	3,3 (4,3) GHz	12 MByte	60 / 89 W ¹	122 / 97 US-\$
Pentium Gold G7400	2P+0E / 4	3,7 GHz	6 MByte	46 W	64 US-\$
Celeron G6900	2P+0E / 2	3,4 GHz	4 MByte	46 W	42 US-\$

F: ohne UHD-770- bzw. UHD-730-Grafik, PBP: Processor Base Power, MTP: Maximum Turbo Power ¹ Core i3-12100F: 58 / 89 W

Neue Radeon- und GeForce-Grafikkarten unter 300 Euro

Im Januar will AMD den Verkauf der **Radeon RX 6500 XT** und – in Fertigungsreihen – der RX 6400 starten. Erstere soll 199 US-Dollar (ohne Steuern) kosten, könnte hierzulande also bei rund 220 Euro starten, sofern die Preise sich nicht am völlig überbelegten Markt orientieren und sofort in die Höhe schießen. Das betrifft potenziell auch Nvidias schnellere GeForce RTX 3050 mit 8 GByte Grafikspeicher. Die soll im selben Monat für rund 280 Euro merklich teurer angeboten werden als die Einstiegs-Radeon mit knapperen 4 GByte. Braucht die RTX 3050 130 Watt und einen 8-Pin-Anschluss, kommt die RX 6500 XT mit 107 Watt und einem 6-Pin-Stecker aus.

Beide Karten wird es ausschließlich von den bekannten Herstellern geben, nicht aber als Referenzmodell oder Founders Edition. Sie unterstützen Raytracing in Hardware, sind aber schon bei Spielen ohne diese aufwendigen Effekte in Full-HD-Auflösung und hoher Detailstufe schwer am Schuffen, sofern man den von den Herstellern vorgelegten Benchmarks trauen kann. Damit eignen sie sich vor

allem als Ablösung für Spielergrafikkarten älteren Datums. AMD nennt als Konkurrenten etwa die verbreiteten GeForce GTX 1650 oder die Radeon RX 570, die um 10 bis 60 Prozent geschlagen werden sollen.

Nvidia stellt für die RTX 3050 in vielen Spielen rund doppelt so viele Bilder pro Sekunde im Vergleich zur GTX 1650 in Aussicht, auch der grafisch aufwendige Titel Control soll auf 60 fps kommen. Mit Raytracing muss die RTX 3050 für 60 fps zum KI-Upscaler DLSS greifen, der in niedrigerer Auflösung rendert.

Die GeForce RTX 3050 steht ihren RTX-3000-Geschwistern bei den technischen Merkmalen in nichts nach, bekommt in der Regel aber nur zwei statt der üblichen drei Display-Ports für 4K- und 8K-Bildschirme. AMD gönnt der Radeon RX 6500 XT nur je einen HDMI- und Display-Port-Anschluss. Auch knappste man an der Videoengine herum: Encoding-Unterstützung für die CPU fehlt komplett und beim Decoding wurde der moderne AV1-Codec gestrichen, sodass der Prozessor bei der Video-Wiedergabe selbst ran muss. (csp@ct.de)

Radeon RX 6500 XT und Nvidia GeForce RTX 3050

Grafikkarte	Radeon RX 6500 XT	GeForce RTX 3050	GeForce RTX 3060	Radeon RX 6600
Markteinführung	19.01.2022	27.01.2022	12.01.2021	13.10.2021
Rechengruppen / Shader-Recheneinheiten	16 / 1024	20 / 2560	28 / 3584	28 / 1792
Typ. Boost-Takt in Spielen	2610 MHz	1780 MHz	1670 MHz	2044 MHz
Rechenleistung (FP32)	5,8 TFlops	9,1 TFlops	12,0 TFlops	7,3 TFlops
Raster-Endstufen	32	32	48	64
Typische TDP	107 Watt	130 Watt	170 Watt	132 Watt
Grafikspeicher	4 GByte GDDR6	8 GByte GDDR6	12 GByte GDDR6	8 GByte GDDR6
Speicher-Interface	64 Bit (144 GByte/s)	128 Bit (256 GByte/s)	192 Bit (384 GByte/s)	128 Bit (224 GByte/s)
Straßenpreis	Unbekannt (UVP: ca. 220 €)	Unbekannt (UVP: ca. 280 €)	790 €	540 €

Firmennetz ins Homeoffice

Mit einem Firmware-Update liefern Aruba-Access-Points Angestellten daheim dieselbe Netzwerkumgebung wie im Büro. Sie müssen beim Firmen-Notebook nicht mehr darauf achten, ob das VPN aktiviert ist.

Womöglich hat sich Aruba Networks, Teil von Hewlett-Packard Enterprise (HPE), an Huawei Office@Home-VPN-System (Test in c't 17/2020, S. 74) ein Beispiel genommen, dieses aber weitergetrieben: Arubas WLAN-Basen (Access-Points, AP) holen sich mit der jüngst angekündigten Funktion EdgeConnect-Microbranch in ArubaOS 10.x ihre Konfiguration von der Controller-Instanz des Unternehmens (SD-WAN, siehe c't 23/2021, S. 128). Sie bauen damit IPsec-VPN-Verbindungen zur Firma auf.

Abhängig von der Anwendung (Policy-based Routing) leitet der AP den Datenverkehr entweder übers VPN oder zu freigegebenen Clouddiensten direkt ins Internet, etwa für Videokonferenzen. Webtraffic zu anderen Zielen kann das System

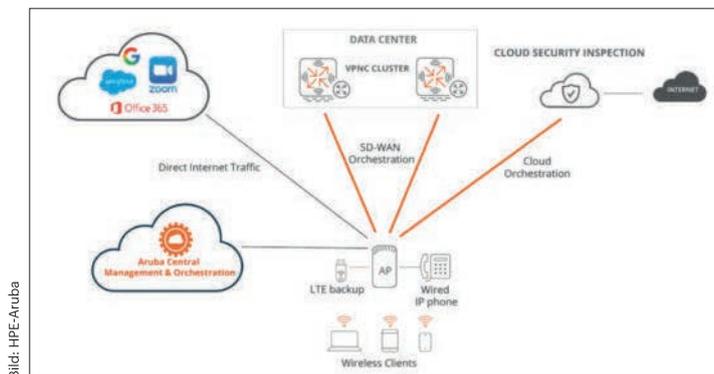


Bild: HPE-Aruba

durch einen externen Filter schleusen, um beispielsweise Malware-ausliefernde Sites zu blockieren.

Hängt man einen Microbranch-fähigen Access-Point an den heimischen Router, bietet der AP per WLAN und an seinen weiteren Ethernet-Ports dieselbe Netzwerkumgebung wie im Büro an. Spürbar sind nur einige Millisekunden mehr an Latenz und die niedrigere Geschwindigkeit des heimischen Internetanschlusses gegenüber dem Firmen-LAN. Unterm

Strich erleichtert die Technik den Wechsel zwischen Büro und Homeoffice erheblich: Manuell hinzugeschaltete VPN-Verbindungen auf den Firmen-Notebooks sind nur noch für Dienstreisen nötig.

HPE-Aruba nennt WLAN-Basen der Serien 300, 500 und 600 mit ArubaOS 10.x als geeignet. Ein AP-303H mit Wi-Fi 5 (IEEE 802.11ac-300/867) ist zurzeit für 300 Euro zu haben. Die Variante AP-503H mit Wi-Fi 6 (11ax-300/1200) kostet rund 410 Euro. (ea@ct.de)

WFA zertifiziert Wi-Fi 6 Release 2

Die Herstellervereinigung Wi-Fi Alliance (WFA) erweitert ihr Testspektrum um Merkmale, die für die **zweite Welle von Wi-Fi 6-Geräten** wichtig sind, damit diese das Wi-Fi-Siegel tragen dürfen: Uplink-MU-MIMO, drei Funktionen für geschicktes Energiesparen und „Uplink Extended Range“. Letzteres soll beim WLAN-Einsatz im Freigelände mehr Reichweite und stabilere Verbindungen ermöglichen. Mit Multi-User-MIMO im Uplink können mehrere Clients gleichzeitig Daten an die Basis schicken, was Sendezeit spart und so der gesamten Funkzelle mehr Durchsatz ermöglicht.

Mittels der Energiesparfunktionen Broadcast Target Wake Time und Extended Sleep Time belassen die Mobilgeräte ihre WLAN-Schnittstelle länger im akkuschonenden Standby. Mit Dynamic Multi-user Spatial Multiplexing Power Save legt der WLAN-Chip eine oder mehrere seiner Transceiver-Chains schlafen, wenn ein Stream ausreicht, um die Verbindung zur Basis zu halten. Unterm Strich sollen die Verbesserungen beim Firmeneinsatz ebenso wie im Heimnetz mehr Leistung und längere Laufzeiten bringen. (ea@ct.de)

Ping-Upgrades für EoC-Adapter

Kurz nach Redaktionsschluss des Tests von Ethernet-over-Coax-Adaptoren in der c't-Ausgabe 2/2022 (S. 98) stellte uns Allnet eine **latenzoptimierte Firmware** für seine ALL-GHN102v2-Coax-Geräte bereit. Damit trat das im Test festgestellte Streuen der Signallaufzeit zwischen 1 und 40 Millisekunden nicht mehr auf.

Die mittlere Ping-Zeit ging von 16 auf 1,6 Millisekunden zurück. Doch die Idle-

Leistungsaufnahme der Adapter kletterte von 2,0 auf 2,5 Watt. Interessenten am Firmware-Update können sich per E-Mail an support@allnet.de wenden.

Die baugleichen Modelle EOC1-32 von Axing zeigten im Test denselben Effekt. Der Hersteller kündigt dafür nun einen Upgrade-Service an: Wen das Ping-Streuen beim Gaming stört, kann seine Adapter für den Firmware-Tausch einschicken. (ea@ct.de)

Kurz & knapp: Netze

Der in Hamburg und Kiel tätige Glasfaser-Provider GlobalConnect hat seinem Tarif HomeNet 1.000 ein Upstream-Upgrade gegeben: Für 40 Euro pro Monat bekommen Kunden unter dem neuen Namen HomeNet Internet Unlimited nun einen **symmetrischen Anschluss mit 1 Gbit/s** im Down- und Upstream. Bestandskunden sollen das Upgrade ohne Änderung der Vertragslaufzeit ebenfalls erhalten.

Infineon legt mit dem Airoc CYW20829 ein **System-on-Chip für Bluetooth 5.3 LE** auf. Es hat zwei mit maximal 96 MHz getaktete ARM-Cortex-M33-Kerne. Einer agiert als Bluetooth-Controller für 125 kbit/s (Long-Range, LE-LR) oder 500 kbit/s Datenrate. Der andere Kern bearbeitet Anwendungen für IoT/Smarthome oder HID (Tastatur, Maus, Fernbedienung). Peripherie wie Sensoren oder Aktoren koppelt der Baustein über verschiedene Schnittstellen an (UART/I2C/SPI, Timer/Counter-PWM, I2S, PDM, CAN, LIN).

Prozessormodule (auch) für Roboter

Die „Sitara“-Chips von Texas Instruments(TI) kombinieren flexibel nutzbare ARM-Prozessorkerne mit Spezialfunktionen für Echtzeitsteuerung und (Industrie-)Vernetzung.

Die Firmen SolidRun und Phytex bestücken kompakte System-on-Module (SoMs) mit dem TI-Chip Sitara AM6442 sowie mit RAM und eMMC-Flash-Speicher. Die SoMs erleichtern den Einbau des Sitara AM64x in andere Geräte wie Roboter, Maschinensteuerungen und Fahrzeuge.

TI-Sitara-Bauelemente kombinieren ARM-Kerne vom Typ Cortex-A für allgemeine Rechenaufgaben mit mehreren Cortex-R-Kernen für die Echtzeitsteuerung sowie mit programmierbaren Schnittstellencontrollern namens PRU-ICSSG (Programmable Real-Time Unit and Gigabit Industrial Communications Subsystem). Diese Funktionsblöcke lassen sich als Schnittstellen etwa für Gigabit-Ethernet (GbE), Profinet oder EtherCAT programmieren, aber auch als ausgefeilte Analog-Digital-Umsetzer. Im TI AM64x sitzen zwei Cortex-A53 mit bis zu 1 GHz sowie fünf Cortex-R5F. Hinzu kommen noch ein abgeschotteter Cortex-M4F zur Überwachung des Systems sowie zahlreiche Controller für Schnittstellen, darunter dreimal GbE, USB 3.2 Gen 1 und PCIe 2.0.

SolidRun wiederum bestückt sein TI AM64x Sitara SoM mit drei GbE-PHYs und liefert das dazu passende Breakout-Board Hummingbird, optional auch mit Gehäuse und Netzteil. Das Phytex phyCore-AM64x hat zweimal GbE und bis zu vier Industrial-Ethernet-Ports. *(ciw@ct.de)*

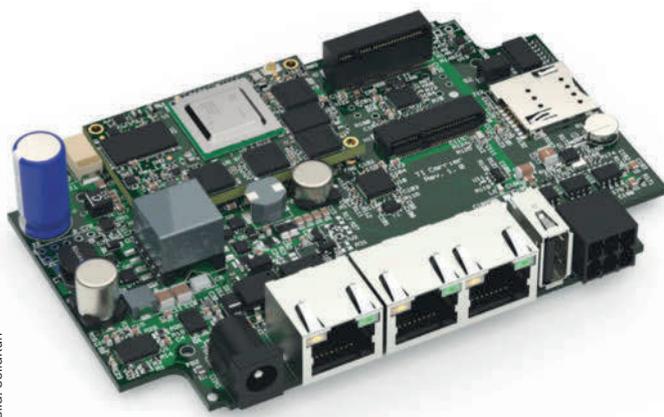


Bild: SolidRun

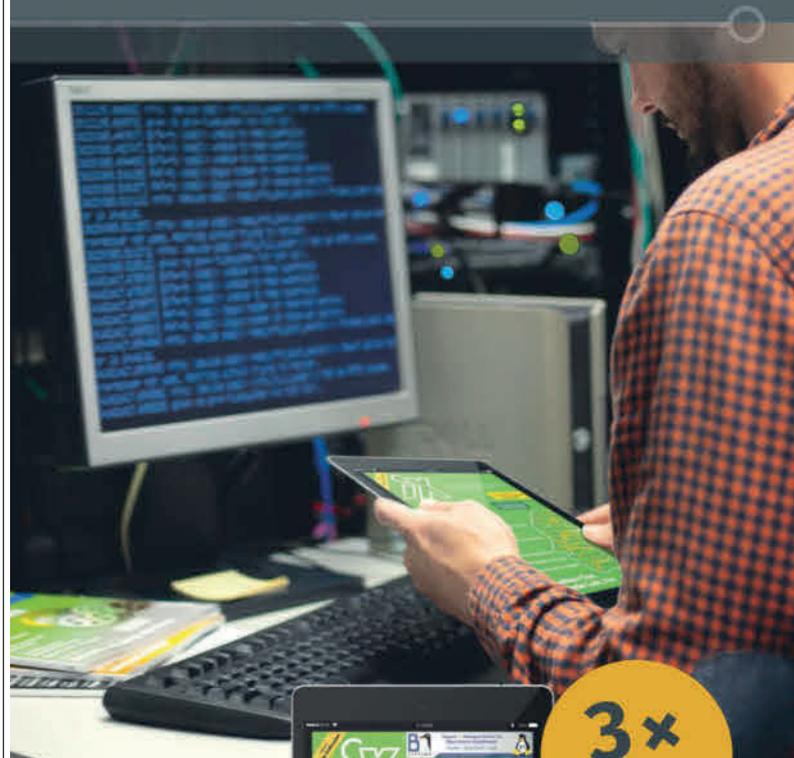
Entwickler können das System-on-Module SolidRun TI Am64x Sitara SOM auf dem Breakout-Board Hummingbird in Betrieb nehmen.

Raspi-RP2040-Briefmarke

Für 14 Euro verkauft Pimoroni das Platinchen „RP2040 Stamp“ mit 2,5 Zentimetern Kantenlänge. Es ist mit dem Mikrocontroller Raspberry Pi RP2040, 8 MByte Flash-Speicher, RGB-LED sowie Akkuladeschaltung bestückt und hat 40 Kontakte. Die „RP2040-Briefmarke“ lässt sich von Hand verlöten und ist als Open Source Hardware dokumentiert. Es gibt dazu auch ein Basisboard. *(ciw@ct.de)*

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

Berührungslose Lebensmittelkontrolle

Ein innen im Behälter angebrachter Biosensor analysiert Milch laufend und zeigt umgehend an, wenn das Lebensmittel mit Bakterien kontaminiert ist.

Um die Gefahr von Magen-Darm-Infekten zu minimieren, zieht die Industrie Nahrungsmittel aus dem Verkehr, wenn Laboranalysen Kontaminationen mit bakteriellen Erregern aufdecken. Aber bis die üblichen Methoden Ergebnisse liefern, vergehen Stunden bis Tage. Auch wird längst nicht jeder verdächtige Behälter untersucht, sondern im Zweifel entsorgt. Gleiches widerfährt einem angezweifelt Nahrungsmittel beim Verbraucher, der schlicht kein Labor hat.

Forschende an den kanadischen Universitäten von Toronto und Hamilton stellen nun ihr von der Firma Toyota Tsusho gefördertes Projekt vor, mit dem sich flüssige Nahrungsmittel von der Abfüllung bis zum Verbrauch laufend prüfen lassen.

Die Grundlage bilden Biosensoren (DNAzyme, kurze katalytisch wirksame DNA-Stücke), die auf bakterielle Stoffe ansprechen. Kommt ein DNAzym damit in Kontakt, setzt es eine molekulare Boje frei, die sich optisch detektieren lässt (Fluorophor, fluoreszierender Stoff).

Die Methode kennt man seit Jahren, aber bisher lieferte sie nur ein ungenügendes Signal-Rauschverhältnis von 3:1. Die Ursache sind Nahrungsmittelbestandteile, die als Klümpchen unspezifisch an den Sensor binden und falschpositive Signale auslösen. Auch erzeugen autofluoreszierende Stoffe, die in vielen Nahrungsmitteln natürlich vorkommen, falschpositive Ergebnisse. Dazu zählen aromatische

Aminosäuren, Chlorophyll oder auch die Vitamine A und B2.

Besonders Vitamin B2 bereitet den Wissenschaftlern Kopfzerbrechen, weil es ebenso wie das übliche Fluorophor 6-Carboxyfluorescein (oft FAM abgekürzt) bei 520 Nanometern emittiert. Dieses Problem umschiffte die Arbeitsgruppe, indem sie zu einer anderen molekularen Boje griff (Carboxytetramethylrhodamin). Deren Emissionsspitze liegt bei 615 Nanometern.

Zusätzlich beschichteten die Forscher die Sensorfläche mit einem geschmacks- und geruchlosen Nanomaterial, das die US-amerikanische Behörde Food and Drug Administration für den Einsatz freigegeben hat. Es wirkt der unspezifischen Bindung von Nahrungsbestandteilen als Schmiermittel entgegen – die Klümpchen gleiten daran ab, sodass nur erwünschte bakterielle Substanzen an das DNAzym binden.

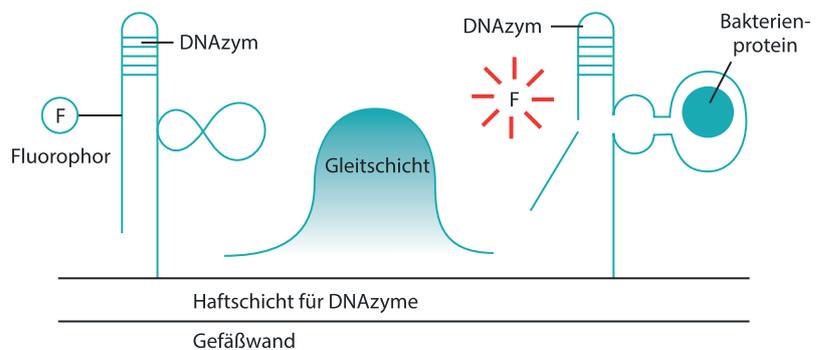
So habe man in Experimenten mit Milch und dem Testbakterium *Escherichia coli* das Signal-Rauschverhältnis auf praxistaugliche 8:1 verbessert. Dabei schlägt der Sensor schon bei geringen Bakterienmengen an (ab 250 koloniebildenden Einheiten pro Milliliter innerhalb einer Stunde). Laut der Arbeitsgruppe liefert bisher keine andere optische Methode eine so hohe Empfindlichkeit.

Die Technik lasse sich für andere Keime erweitern, darunter lebensgefährliche Listerien und Clostridien. Im nächsten Schritt will Toyota Tsusho Produkte für die Industrie entwickeln. Anschließend könnten Verbraucher Handscanner kaufen, um Messergebnisse nach Bedarf auszulesen. (dz@ct.de)

Fachbeitrag zum Biosensor: ct.de/yg27

Biosensor mit DNAzym

Mit einem neuartigen Biosensor lassen sich Bakterien in flüssigen Nahrungsmitteln wie Milch berührungslos detektieren. Wenn ein bakterienspezifisches Protein an ein DNAzym bindet, setzt es über eine Kettenreaktion ein bei 615 Nanometer leuchtendes Fluorophor frei (rot).



Sensormodule zur Maschinenüberwachung

Der Bauteilehändler Mouser hat eine Reihe von Modulen der Firma Mikroe ins Lieferprogramm aufgenommen. Mikroe hat das Modul Accel 20 Click mit dem Drei-Achsen-Beschleunigungssensor Rohm KX134-1211 bestückt und für die Überwachung von Maschinen ausgelegt. Der Sensor lässt sich auf die Messbereiche ± 8 g, ± 16 g, ± 32 g und ± 64 g einstellen und kommuniziert mit der Außenwelt über SPI- und I²C-Ports.

Auf dem Accel 16 Click setzt Mikroe den von Analog Devices gefertigten Chip ADXL363 ein. Dieser enthält einen **Drei-Achsen-Beschleunigungssensor** und einen **Temperatursensor**. Ein Analog-zu-Digital-Konverter nimmt externe Signale auf. Der ADXL363 misst Beschleunigungen in den Bereichen ± 2 g, ± 4 g und ± 8 g und liefert Sensordaten via SPI.

Sein Turbidity Click Bundle hat Mikroe für Trübheitsmessungen von Flüssig-

keiten konzipiert. Auch könne man damit die Dichte einer Flüssigkeit und die Konzentration fremder Substanzen per Refraktion messen. Außerdem bietet Mouser die Module Accel 17 Click (Zwei-Achsen-Beschleunigung), Humidity Click (Luftfeuchtemessung), Air Quality 8 Click (Luftqualitätsanalyse) und Altitude 5 Click (Luftdruckmessung) an. (dz@ct.de)

Module von Mikroe: ct.de/yg27

Die schärfsten Augen der Menschheit

Das James-Webb-Weltraumteleskop soll Ende Januar seine Endposition weit draußen im All erreichen. Seine empfindlichen Infrarotkameras funktionieren nur bei extremer Kälte.

Die drei Weltraumorganisationen NASA (USA), CSA (Kanada) und ESA (Europa) haben am ersten Weihnachtstag 2021 ein neues Kapitel in der Geschichte der Astronomie aufgeschlagen: Eine Ariane 5 startete vom Weltraumbahnhof Kourou/Französisch-Guayana, brachte das leistungsfähigste Weltraumteleskop ins All und gab ihm einen Schubs auf dem Weg zu seinem Bestimmungsort. Das James Webb Space Telescope (JWST) soll künftig am Lagrange-Punkt L2 den Himmel beobachten, eine Position in 1,5 Millionen Kilometer Entfernung von der Erde. Hier bilden Sonne, Erde und das Teleskop eine Linie und dessen Fliehkraft hebt die Anziehung durch Erde und Sonne auf.

Viele technische Herausforderungen ergeben sich daraus, dass kein Reparaturteam vorbeikommen kann. So musste das JWST beispielsweise eigenständig mit 107 Aktoren, acht Motoren sowie zahllosen Scharnieren und Zugverbindungen einen komplexen Sonnenschild aufspannen – fünf übereinanderliegende Folien, jede

etwa 14 × 21 Quadratmeter groß. Am 4. Januar war diese technische Hürde genommen. Wenige Tage nach Redaktionsschluss sollte sich der Hauptspiegel entfalten.

Der aufwendige Sonnenschild, der auf Temperaturen von –235 Grad Celsius auf der kalten Seite bis 125 Grad Celsius auf der Sonnenseite ausgelegt ist, spielt eine entscheidende Rolle. Anders als etwa sein Vorgänger Hubble setzt das JWST auf mehrere Kameras und Spektrografen im Infrarotbereich (Wärmestrahlung), die nur bei großer Kälte hochgenaue Ergebnisse liefern und zum Teil aktiv auf –266 Grad Celsius abgekühlt werden. Das gilt etwa für das Mittel-Infrarot-Instrument (MIRI), an dessen Entwicklung das Max-Planck-Institut

für Astronomie in Heidelberg (MPIA) beteiligt war. MIRI nimmt Licht mit Wellenlängen zwischen 5 und 28 Mikrometern wahr und soll damit insbesondere neu entstehende Sterne und schwach sichtbare Kometen aufspüren. Es könnte auch eine Kerze auf einem der Jupitermonde ausmachen. Ebenso hat das MPIA einen Nahinfrarot-Spektrografen mitentwickelt, der Licht mit Wellenlängen von 0,6 bis 5 Mikrometern in sein Spektrum zerlegen kann. Dieses Instrument soll gezielt die schwächste Strahlung der ersten Galaxien nach dem Urknall aufspüren. (agr@ct.de)

Aktuelle Webb-Missionsdaten:
[ct.de/ycun](https://www.mpa-garching.mpg.de/ct.de/ycun)

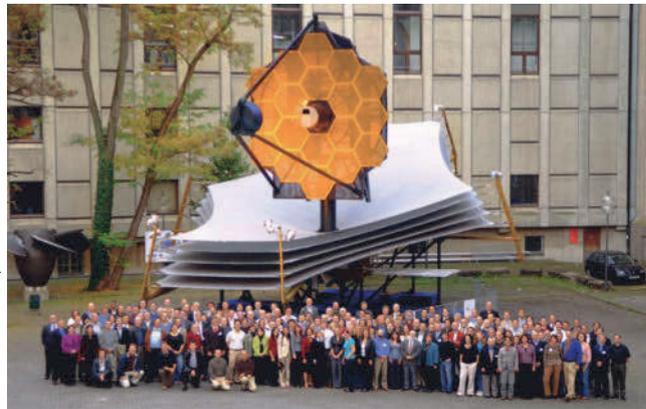


Bild: Özgün Hunor Detre / MPIA

Das James-Webb-Teleskop – hier ein größengetreues Modell am Max-Planck-Institut für Astronomie in Heidelberg – ist auf dem Weg zu seiner Zielposition 1,5 Millionen Kilometer von der Erde entfernt.

VR-Brillen in der Hirnforschung

Die Stärke der Emotionen, die Probanden während aufreibender Situationen in der Virtual Reality durchleben, ist in deren Hirnaktivität deutlich nachweisbar. Das



Bild: MPI CBS

Eine aufregende Achterbahnfahrt in der virtuellen Realität, hier kurz vor einem Sprung ins Ungewisse, erzeugte bei Probanden (rechts oben) starke Emotionen, die sich im EEG zeigten.

haben Forscher des Max-Planck-Instituts für Kognitions- und Neurowissenschaften (MPI CBS) in Leipzig nachgewiesen. Dazu zeichneten sie die Elektroenzephalogramme (EEGs) von Versuchspersonen auf, die mithilfe einer VR-Brille an einer aufregenden virtuellen Achterbahnfahrt teilnahmen. Dabei zeigte sich, dass die **emotionale Erregung an speziellen rhythmischen Gehirnaktivitäten ablesbar** ist.

Vor dem Einsatz von VR-Brillen verwendeten Forscher in Laborexperimenten zumeist Fotos mit emotionalen Szenen, auf die einige Teilnehmer aber kaum reagierten. Immersive Situationen in der virtuellen Realität erregen offenbar heftigere Emotionen. Mit den Studienergebnissen können Therapeuten den Zustand eines Patienten etwa während einer VR-Expositionstherapie direkt einschätzen, ohne ihn zu fragen und die Situation dadurch zu stören. (agr@ct.de)

China: KI statt Staatsanwalt

Zusammen mit der Staatsanwaltschaft in Shanghai Pudong haben chinesische Forscher eine künstliche Intelligenz entwickelt, die anhand von Fallbeschreibungen die acht häufigsten Vergehen bewerten kann, von rücksichtslosem Fahren bis zu Behinderung der Staatsgewalt. Das Desktop-Programm **erstellt eine Klageschrift und schlägt ein Strafmaß vor**. Laut Prof. Shi Yong, Leiter des Knowledge Management Laboratory der Chinese Academy of Sciences, erreiche die KI eine Trefferquote von 97 Prozent und könne „Staatsanwälte ein Stück weit ersetzen“, wie die South China Morning Post zitiert. Seit 2016 setzen einige Staatsanwaltschaften in China bereits die KI „System 206“ ein, die zu Fallbeschreibungen die Beweislage bewertet und die Voraussetzungen für eine Inhaftierung prüft. (agr@ct.de)

Maii: Nitrox stellt neue Bedienoberfläche vor

Die Entwickler der Debian-basierten Linux-Distribution Nitrox haben die „Maii Shell“ präsentiert: Die grafische Bedienoberfläche soll sich gleichermaßen für Desktop-PCs, Tablets und Smartphones eignen.

Bislang veröffentlichte das Maii-Projekt Anwendungen, die mit dem UI-Framework MauiKit entwickelt wurden, etwa den Dateimanager Index oder den Texteditor Nota. Jetzt kommt eine grafische Benutzerschnittstelle auf Basis desselben Frameworks dazu: die Maii Shell. Maii soll das neue Zuhause für die Maui-Apps werden. Diese lieferten die Nitrox-Entwickler bislang mit einem modifizierten KDE-Plasma-Desktop aus. Die Maii Shell folgt den gleichen Richtlinien zur Gestaltung der Benutzerschnittstelle (Human Interface Guidelines) wie bereits die Maui-Apps, was für einen konsistenten Look sorgen soll.

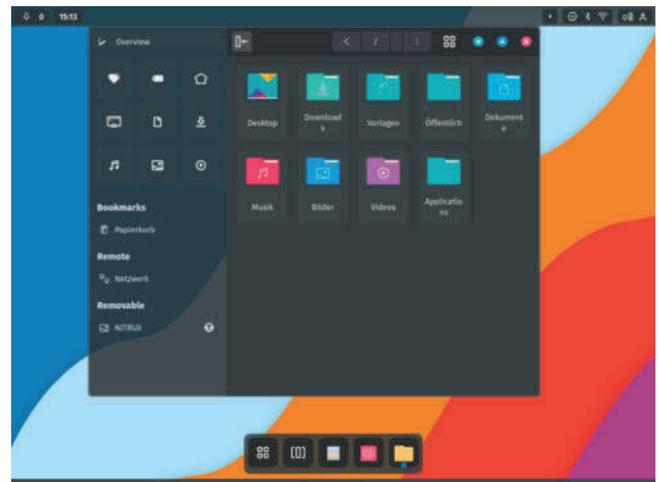
Die Maii Shell setzt sich aus „Cask“ als Shell-Container und „Zspace“ als Compositor zusammen. Cask liefert Bedienelemente wie das Dock oder das Panel am oberen Bildschirmrand. Zspace nutzt das

Qt-Wayland-Compositor-API und kümmert sich um Form und Position der Fenster. Besonderen Fokus legt Maii auf die sogenannte Konvergenz: Die grafische Oberfläche der Shell sowie der Apps soll sich flexibel an den Formfaktor des Bildschirms anpassen, je nachdem, ob sie auf einem Desktop-PC, Tablet oder Smartphone läuft

Interessierte probieren die Maii Shell am einfachsten mit dem gerade erschie-

nenen Nitrox 1.8 aus. Die Maii Shell lässt sich beim Login über die Schaltfläche in der linken, oberen Ecke anwählen. Die Entwickler weisen jedoch darauf hin, dass es sich noch um eine frühe Testversion handelt. Elementare Bestandteile der Shell, beispielsweise ein Session-Manager oder ein Einstellungsmenü, fehlen noch. Eine Vollversion, die sich für den produktiven Einsatz eignet, soll im Herbst 2022 bereitstehen. (ndi@ct.de)

Die Maii Shell wirkt bei einem Testlauf wie ein Mittelweg aus Gnome und dem KDE-Plasma-Desktop.



Apple und Ericsson erneut vor Gericht

Apple und der Netzwerkausrüster Ericsson streiten wieder um Lizenzgebühren für Mobilfunkpatente. Bisher durfte Apple Ericssons Patente auf Basis eines 2015 geschlossenen Lizenzabkommens nutzen, das auf sieben Jahre befristet ist. Schon diesem Vertrag war ein monatelanger Streit vorausgegangen.



Bild: Apple

Ericsson verlangt von Apple für jedes verkaufte 5G-Smartphone 5 US-Dollar an Lizenzgebühren. Apple will die Kosten im Rahmen einer gegenseitigen Lizenz deutlich drücken.

Ericsson verlangt für die anstehende Verlängerung pro verkauftem Gerät 5 US-Dollar und bot Apple sogar einen Rabatt von 1 US-Dollar, falls der Vertrag schnell zustande kommt. Doch seit 2015 hat sich die Lage verändert, denn Apple hat 2019 Intels Mobilfunksparte inklusive zahlreicher Patente übernommen und will nun die Gebühren deutlich senken. Deshalb reichte Ericsson im Oktober 2021 Klage vor einem US-Gericht ein. Dieses solle rechtskräftig feststellen, dass Ericsson übliche Rahmenbedingungen für Lizenzierungen einhält (Ericsson vs. Apple, Aktenzeichen 2:21-cv-00376, United States District Court for the Eastern District of Texas).

Dass der Streit überhaupt vor Gericht verhandelt wird, liegt an den Regeln für grundlegende Patente der Mobilfunkbranche: Sie müssen nach branchenüblichen Maßstäben „fair, vernünftig und nichtdiskriminierend“ sein (Fair, Reasonable and Non-Discriminatory, kurz FRAND).

Apple schlug im Dezember 2021 mit einer Gegenklage zurück: **Ericsson fordere**

viel höhere Lizenzgebühren als bisher und versuche diese auf dem Rechtsweg „rücksichtslos“ durchzusetzen. Weiter führt Apple in der Klageschrift an, dass Ericssons Anteil an den angemeldeten Mobilfunkpatenten seit 2015 um 25 Prozent geschrumpft sei, während Apples Anteil um rund 500 Prozent zugenommen habe. „Heute hält Apple einen Anteil an 5G-Patenten, der mit dem von Ericsson vergleichbar ist.“ Deshalb sollten die Nettozahlungen von Apple an Ericsson im Rahmen einer gegenseitigen Lizenz im Vergleich zu 2015 sinken (Apple vs. Ericsson, Aktenzeichen 2:21-cv-00460, United States District Court for the Eastern District of Texas).

Insgesamt dürfte es für beide Unternehmen um eine Milliardensumme gehen, denn Fachleute erwarten, dass Apple allein 2022 über 200 Millionen Smartphones mit 5G-Modems verkaufen wird.

(dz@ct.de)

Klageschriften von Ericsson und Apple: ct.de/yz87

Samsung Galaxy S21 FE 5G kommt in vier Farben

Samsungs Neuling bietet ein Dreifach-Tele, viel Speicher und einen schnellen Prozessor. Mit der Preisgestaltung macht sich der Hersteller allerdings selbst Konkurrenz.

Das hier ist für die Fans: Samsung zeigte auf der CES in Las Vegas das Galaxy S21 FE 5G. Das Kürzel „FE“ steht für die „Fan Edition“-Serie, die mit dem S20 FE im Herbst 2020 ihren Anfang nahm. Das neue Modell startet kurz vor der zum Frühjahr erwarteten Galaxy-S22-Baureihe und soll mit vernünftigem Preis/Leistungsverhältnis auf Kundennachfrage gehen.

Das Galaxy S21 FE 5G sieht bis auf den leicht abgewandelten Kamerabuckel aus wie die verwandten Modelle der S21-Serie. Der Prozessor ist ein Snapdragon 888 von Qualcomm, je nach Variante stecken 6 oder 8 GByte Arbeitsspeicher und 128 oder 256 GByte Flash im Gerät. Das 6,4 Zoll große OLED-Display mit abgerundeten

Ecken und kleinem Loch für die Frontkamera stellt 2340 × 1080 Pixel dar. Die maximale Bildwiederholfrequenz beträgt 120 Hz. Unter dem Display sitzt ein Fingerabdrucksensor zum Entsperren als Alternative zur Gesichtserkennung.

Im 177 Gramm schweren S21 FE haben insgesamt vier Kameras Platz, die höchste Auflösung besitzt die Selfie-Knipse mit 32 Megapixel. Die Hauptkamera bilden Weitwinkel (12 Megapixel), Dreifach-Tele (8 Megapixel) und Ultra-Weitwinkel (12 Megapixel). Das Galaxy S21 FE wird mit Android 12 ausgeliefert. Der 4500-mAh-Akku lässt sich wahlweise per USB-C-Kabel mit maximal 25 Watt oder drahtlos mit bis zu 15 Watt mit Strom versorgen. Das Gehäuse des Samsung Galaxy S21 FE 5G ist nach IP68 gegen das Eindringen von Staub und Wasser geschützt.

Das Smartphone ist seit dem 11. Januar zu kaufen, es kostet 749 Euro für die kleine Speicherversion und 819 Euro für die Variante mit 8/256 GByte. Damit sortiert sich das Galaxy S21 FE 5G in der gehobenen Mittelklasse ein – genau neben einem anderen Galaxy-Smartphone. Mit dem Galaxy S21 ohne FE-Zusatz hat Samsung nämlich bereits ein Android-Smartphone in genau dieser Preisklasse im Sortiment, allerdings mit dem selbst entwickelten Exynos 2100 statt des Snapdragon 888. Die Fan-Edition wird in vier Farbvarianten angeboten: Neben Schwarz und Weiß stehen auch Olivgrün und ein blasses Lila zur Wahl. (sht@ct.de)

OnePlus 10 Pro mit Snapdragon 8

Das **OnePlus 10 Pro** wird eines der ersten Smartphones mit Qualcomms neuem Spitzenchip Snapdragon 8 Gen 1 sein. Details zu Preis und dem Marktstart in Europa verriet der Hersteller bis Redaktionsschluss ebenso wenig wie die Speicherausstattung – und auch nicht, ob es auch eine günstigere Version ohne Pro-Zusatz geben wird. Wie gehabt verwendet OnePlus fürs Display ein 120-Hertz-OLED mit LTPO-Technik. Fotos schießt das 10 Pro mit drei rückseitigen Kameras (48 MP, 50 MP und 8 MP) und einer 32-MP-Selfiecam; wahlweise im Look eines Fisheye-Objektivs. Einmal mehr prangt das Logo des Mittelformatkamera-Herstellers Hasselblad werbewirksam auf dem Smartphone. Wie viel Hasselblad diesmal zur Entwicklung beisteuert, ist unklar – beim OnePlus 9 Pro war es eher wenig. Der 5000 mAh fassende Akku des 10 Pro lässt sich kabelgebunden mit bis zu 80 Watt laden, drahtlos sollen bis zu 50 Watt möglich sein. Dafür verwendet OnePlus ein proprietäres Ladeprotokoll, per Qi sind maximal 15 Watt möglich.

Das OnePlus 10 Pro ist eines der ersten Smartphones mit dem neuen Snapdragon 8 Gen 1 von Qualcomm.



Samsungs erstes neues Smartphone des Jahres 2022 ist das Galaxy S21 FE 5G, das in vier Farben erhältlich ist.

Bild: Samsung



Bild: OnePlus

Make: DAS KANNST DU AUCH!



2x Make testen und über 9 € sparen!

Ihre Vorteile:

- ✓ **GRATIS** dazu: Make: Tasse
- ✓ Zugriff auf Online-Artikel-Archiv*

- ✓ Jetzt auch im Browser lesen!
- ✓ Zusätzlich digital über iOS oder Android lesen

Für nur 16,10 € statt 25,80 €

Jetzt bestellen:

make-magazin.de/miniabo

* Für die Laufzeit des Angebotes.

GRATIS!



Saugroboter reinigt seinen Wischmopp

Oberklasse-Saugroboter haben KI-Kameras und Basisstationen, die den Staubbehälter leeren. Der S7 Max V Ultra kümmert sich auch um den Wischmopp.

Der Wisch/Saug-Roboter S7 Max V Ultra erkennt Objekte KI-gestützt, seine Basisstation entleert den Staubbehälter automatisch – bislang hatte Hersteller Roborock beide Funktionen nicht in einem Modell vereint, die KI-Objekterkennung beherrschte nur der S6 Max V und die automatisch entleerende Basisstation gabs nur beim S7 Plus. Zusätzlich kümmert sich der S7 Max V Ultra um die Wischeinheit: Dazu stecken in der Basis ein Wassertank, der den kleineren Tank des Bots automatisch wieder auffüllt, sowie ein Schlitten, der den am Bot montierten Wischmopp abbürstet. Roborock verspricht, dass der Saugroboter damit Wohnungen und Häuser mit bis zu 300

Quadratmetern autark reinigt. Zudem wurde der Staubbeutel in der Station vergrößert.

Wie üblich navigiert ein Laser-Distanz-Sensor durch die Räume, übersieht aber gerne flache Hindernisse wie Kabel, Bauklötze, Personenwaagen oder Haustierkot. Der S7 Max V Ultra hat zusätzlich ein Kameramodul, das mithilfe von KI die Bilddaten analysiert, damit der Roboter solche Hindernisse umfährt. Er projiziert offenbar mit Laser-Dioden ein unsichtbares Gitter auf seinen Fahrweg und soll mit einer zweiten Kamera anhand von Formänderungen dieses Rasters kleine Hindernisse noch genauer erkennen. Wie beim Vorgänger S6 Max V verspricht Roborock, dass die Bilddaten nur der Echtzeitanalyse dienen und nicht dauerhaft gespeichert werden. Das Wischmodul arbeitet wie beim S7 mit einem Vibrationsmotor und hebt den Mopp auf Teppichen an; die Wassermenge lässt sich in der App einstellen.

Der S7 Max V Ultra soll im April für happige 1400 Euro erhältlich sein.

(spo@ct.de)



Bild: Roborock

Die Basisstation des Roborock S7 Max V Ultra entleert nicht nur den Staubbehälter des Saugbots, sondern reinigt auch seinen Wischmopp und füllt seinen Wischwassertank wieder auf.

Sonys Streamingdienst bewirbt die Konkurrenz

Unter dem Titel „Discover TV“ will Sony innerhalb seines Videostreamingdienstes Bravia Core künftig Probepäckchen von TV-Serien fremder Dienste anbieten. Nutzer sollen die Möglichkeit bekommen, bis zu **drei Folgen einer Serie ohne Zusatzgebühren und frei von Werbung** abzurufen. Die Serien stammen allerdings von anderen, noch nicht genannten Diensten; möchte man weiterschauen, verweist Sony an den eigentlichen Anbieter, dessen Kosten dann anfallen.

Vermutlich will Sony auf diese Weise preisgünstige Inhalte für Bravia Core heranschaffen; bisher stammen die Inhalte aus-

schließlich vom hauseigenen Hollywood-Studio Sony Pictures, das zwar für 2022 zwölf Kinopremieren angekündigt hat, damit aber kaum einen kompletten Videodienst befüllen kann. Besonders attraktiv erschienen die zur Ankündigung präsentierten Serien nicht: Die 2018 abgesetzte Sitcom „Kevin Can Wait“ war noch die neueste Produktion, „Bezaubernde Jeannie“, „Verliebt in eine Hexe“ und „Stargate“ stammten sogar aus den 1960ern und 1970ern. Außerdem war keine Serie dabei, die nicht bereits im deutschen Free-TV lief. Sony plant den Start von „Discover TV“ im ersten Quartal 2022. (nij@ct.de)

Kurz & knapp

Der AXE300 ist ein **WLAN-Router mit 4x Wi-Fi 6 (davon einmal 6E im 6-GHz-Band), 2x 10-GBit/s-LAN, einer davon als SFP+-Kombi** für Glasfaser-Module, 4x GBit/s-LAN, NBase-T-Anschluss für 2,5-GBit/s-LAN sowie USB 3.2 Gen1. Preis und Verfügbarkeit nannte Hersteller TP-Link noch nicht.

Shure zeigt den faltbaren **Over-Ear-Kopfhörer Aonic40 mit regelbarem ANC und Transparenzmodus**. Er findet per Bluetooth 5.0, analog oder USB-C Anschluss, wobei ungewöhnlicherweise per USB-C auch das Mikrofon durchgereicht wird. Für 249 Euro ist er ab sofort erhältlich.

Die Webcam AnkerWork B600 kommt mit integrierter **Videoleuchte, Lautsprecher** und Mikrofon. Das verkleinert den Kabelsalat. Sie zeichnet allerdings nur 2K-Auflösung mit 30 Bildern pro Sekunde auf. Anker liefert sie Ende Januar für 230 Euro.

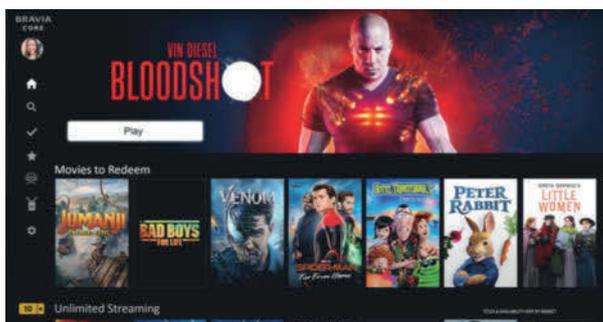


Bild: Sony

Bravia Core zeigt bis zu drei Folgen von TV-Serien kostenlos und verweist danach auf einen kostenpflichtigen Dienst.

Displays auf Achse

Riesige Displays, künstlerische Innenräume, frische Chips für Lidar, Radar und mit Supercomputer-Innenleben – da der Fahrspaß unter verstopften Straßen leidet, müssen die Autofahrer anders bei Laune gehalten werden.

Autos muss man sehen, um sie zu begreifen. Da die CES unfreiwillig fast zur virtuellen Messe wurde, fiel dies auch in diesem Jahr schwer. Gerade die schnittigen Concept-Cars wie den Mercedes EQXX würde man sich doch lieber live anschauen: ein Elektroauto mit 1000 Kilometer Reichweite und einem über die ganze Breite gezogenen Display von A-Säule zu A-Säule.

Im Showcar erreicht es eine Breite von 47,5 Zoll (1,21 Meter) mit einer Auflösung von 7680 x 660 Pixel – viel Platz. Mercedes nutzt ihn mit einem neuen Bedienkonzept: Das Display soll eine gerenderte 3D-Weltkarte anzeigen, in die KI-gestützt einzelne Bedienelemente eingeblendet werden.

Der zweite große deutsche Hersteller BMW setzt ebenfalls auf E-Mobilität und riesige Displays im Innenraum: Dessen jüngster E-SUV iX M60 hatte mit seinem bulligen und kantigen Design schon im Vorfeld polarisiert. Unstrittig ist, dass der iX M60 technisch einiges zu bieten hat. Er verfügt über zwei angetriebene Achsen und erreicht kombiniert eine Systemleistung von 619 PS sowie ein Drehmoment von 1015 Nm. Damit soll er in nur 3,8 Sekunden auf Tempo 100 beschleunigen.

Der Fond ist auf Unterhaltung ausgelegt: Auf Knopfdruck klappt aus dem Dachhimmel ein 31 Zoll großes Display im 32:9-Format herunter. Auf dem 8K-Display sollen die Passagiere Filme und Videos mit Surround-Sound genießen können.

Mehr Displays, weniger Ablenkung?

Displays, wohin man schaut: Zulieferer Continental zeigt Lösungen, die die Ablenkung des

Fahrers dennoch so gering wie möglich halten sollen. Das dynamische Privacy Display etwa ermöglicht ein Umschalten vom Public- in den Private-Modus. Im System stecken zwei LED-Hinterleuchtungseinheiten mit einer Lichtverteilung für den Moduswechsel. Durch das Zuschalten der gerichteten Hinterleuchtung geht der Private-Modus an, dessen Bildinhalt nur aus dem Betrachtungswinkel des Beifahrers voll sichtbar ist. Einen ähnlichen Effekt erzielen die Shy-Tech-Displays, die im ausgeschalteten Zustand komplett unter Holz-, Carbon- oder anderen Oberflächen verschwinden.

Zusammen mit dem Partner AEye präsentiert Conti sein Fernbereichs-LiDAR HRL 131. Die Sensorkomponente soll in künftigen Fahrzeugen automatisiertes Fahren nach Level 3 und 4 ermöglichen. Die Kombination von hoher räumlicher Auflösung und hoher Reichweite mit softwaredefinierten Scannmustern soll das System besonders flexibel machen. Die Serienproduktion startet 2024. Daran lässt sich in etwa ablesen, wie lange sich die Kundschaft bis zur Verfügbarkeit hochautomatisierter Serienfahrzeuge gedulden muss.

Chiphersteller NXP zielt mit hochauflösenden Radarsystemen auf die nahe Zukunft. Radartechnik gilt als solide und ist günstiger als LiDAR-Sensorik. Mit den neu vorgestellten Steuerchips der S32R-Familie nutzt NXP herkömmliche Radarsensorik, um im Fahrzeug ein hochaufgelöstes Bild der Umgebung zu erzeugen. Die 3-in-1-Radarkerkennung kombiniert Kurz-, Mittel- und Langstreckenradar für einen 360-Grad-Blick ums Fahrzeug. Das System erzeugt eine Punktwolke, die eine detaillierte Analyse der Fahrzeugumgebung inklusive der Klassifizierung von umgebenden Objekten ermöglicht. Die Technik lässt sich für die günstige Umsetzung von erweiterten Assistenzfunktionen einsetzen (Level 2+), soll in ihrer besten Ausbaustufe aber auch für Robo-Autos nach Level 5 nutzbar sein. (sha@ct.de)

Im Mercedes EQXX läuft ein Display-Band von A-Säule zu A-Säule.



einfach .
richtig .
lüften .



Lüften hilft

In einem gut gelüfteten Raum fällt es uns leichter, wach, konzentriert und munter zu bleiben. Zugleich hilft das Lüften beim Schutz vor Krankheiten, die durch Aerosole übertragen werden.

CO₂ & Zeit

Im Vergleich zu reinen CO₂-Sensoren gibt der timeair nicht nur den aktuellen Kohlendioxidgehalt der Umgebungsluft an, sondern stellt auch die verbleibende Zeit dar, bis ein kritischer Grenzwert erreicht ist.

Mehr Infos unter:
timeair.de

timeair
ein Produkt der
Wiesemann & Theis GmbH

Display-Mysterien

Wie LCD-Technik den OLEDs das Wasser abgräbt

Die LCD-Technik behauptet sich dank Mini-LEDs in High-End-Fernsehern und PC-Monitoren. Neue Displaytechniken wie Samsungs QD-OLEDs tun sich dagegen auffallend schwer.

Von Ulrike Kuhlmann

Die Mini-LED-Technik für lokal gedimmte LCD-Backlights stellt derzeit die preiswerteste Möglichkeit dar, sehr kontraststarke, helle Displays zu fertigen. Die Anzahl der gezielt ansteuerbaren LED-Cluster a.k.a. Dimming-Zonen entscheidet dabei über die Bildqualität: Bei zu großen Zonen legt sich ein heller Schleier um die hellen Bildstellen (Blooming). Sind die Übergänge zwischen den Zonen zu abrupt, erscheint eine Art Schatten an hellen Objektkanten. Sony verspricht für seine LCD-TVs der Z9K- und X95K-Serie mit Mini-LED-Backlight feine Übergänge, weniger Blooming und dennoch strahlende Bilder.

Besser als LCDs meistern OLEDs und Displays aus Mikro-LEDs den Übergang zwischen hellen und dunklen Stellen im Bild, denn sie steuern die Pixelhelligkeit direkt, haben also 8 Millionen Dimming-Zonen im 4K-Display. Ihre Nachteile:

OLEDs leuchten nicht so hell wie LCDs, Displays aus Mikro-LEDs sind sehr teuer und werden aktuell nur in sehr großen Diagonalen angeboten.

LG hat seine G2-Topserie um das weltweit erste 97-zöllige 4K-OLED erweitert; insgesamt stehen damit in der G2-Serie OLED-TVs in 55, 65, 77, 83 und 97 Zoll bereit. Seinem 48-Zoll-Modell aus der C2-Serie hat LG einen noch kleineren 42-Zoll-Schirm zur Seite gestellt. Die 48-Zöller waren im vergangenen Jahr vor allem in Europa begehrt. Sony legt sogar eine eigene Modellreihe namens A90K für kleine OLED-TVs mit 48- und 42-Zoll-Diagonale (1,06 m und 1,22 m) auf. OLEDs sind auch für Gamer interessant, weil sie mit minimaler Latenz und kurzen Schaltzeiten arbeiten, ihre Bildrate mit Grafikkarten synchronisieren und die an PCs und Konsolen üblichen HDR-Formate beherrschen.

Mehr Gaming

Der Gaming-Bereich hat in Pandemiezeiten deutlich zugelegt. Deshalb gehören Funktionen wie die Variable Refreshrate VRR, der automatische Low Latency Modus ALLM und 4K/120 inzwischen in besseren OLEDs und LCD-TVs ebenso zum guten Ton wie HDMI 2.1-Ports – vor nicht einmal einem Jahr war das noch anders. Etliche Hersteller spendieren ihren TVs und Monitoren einen Gaming Hub: Die digitale Konsole hält wichtige Ga-

ming-Einstellungen während des Spiels bereit. Etliche TVs sollen zudem Cloud Gaming via Google Stadia oder Nvidia Geforce Now unterstützen, oder sie halten wie bei TCL im Hub einfache Spiele bereit.

Samsung hat einen neuen Gaming-Monitor aus der Odyssey-Reihe vorgestellt: Das gebogene LC-Display des Neo G8 32" zeigt 4K-Auflösung, soll innerhalb einer Millisekunde das Bild wechseln können und bis zu 2000 cd/m² hell leuchten. Dell setzt beim Alienware 34 dagegen auf ein gebogenes Panel in der lang erwarteten QD-OLED-Technik von Samsung (siehe c't 12/2020, S. 32). Das 34-Zoll-Display zeigt 3440 × 1440 Pixel, hat Grauschaltzeiten von 0,1 Millisekunden und einen Panelrefresh von 175 Hertz. Während seine Spitzenhelligkeit bei 1000 cd/m² liegt, leuchtet ein komplett weißer Schirm noch 250 cd/m² hell, für den Schwarzwert des OLED-Monitors nennt Dell 0,0005 cd/m². Die Synchronisation mit den Grafikkartensignalen erfolgt per Nvidia G-Sync Ultimate, wofür der Monitor ein G-Sync-Modul mit Intel-FPGA integriert.

Sony und Dell mit QD-OLEDs

Es war bemerkenswert, dass Samsung seine neue QD-OLED-Technik auf der CES nicht selbst präsentierte. Stattdessen kündigte Sony für das zweite Quartal 2022 neue TVs mit QD-OLED-Technik an und Dell einen Alienware-Monitor. Es scheint, dass die neue OLED-Technik von Samsung Display noch nicht so große Stückzahlen liefert wie erhofft.

Sonys A95K-Fernseher mit Samsungs QD-OLED-Panel wird es 2022 in nur in 55 und 65 Zoll geben, also mit 1,40 und 1,65 Meter Diagonale. Auch das könnte ein Hinweis auf noch ungelöste Fertigungsprobleme sein, denn aktuelle Highend-TVs – und dort platziert Sony den A95K – gibt es üblicherweise auch in 75 Zoll und größer.

Mögliche Fertigungsprobleme

Samsung nutzt eine blau leuchtende organische Schicht und statt Farbfiltren farbkonvertierende Quantenpunkte für die roten und grünen Subpixel. Die OLED-Pixel strukturiert der koreanische Panelhersteller mit einer Metallmaske im Vakuumdampfverfahren. Solche Fine Metal Masks (FMM) ließen sich bisher nicht beliebig skalieren: Ist das Gitter sehr groß, hängt es durch, woraufhin sich keine sauberen Pixelstrukturen mehr erzielen lassen. Die FMM war einer der Gründe, weshalb Sam-



Dells Gaming-Monitore aus der Alienware-Familie nutzen ein flinkes OLED-Panel von Samsung.

sung seine ersten Gehversuche mit großen OLED-TVs 2014 aufgegeben hatte.

Außerdem mutmaßen Spezialisten von Display Supply Chain Consultants (DSCC), dass die versprochene höhere Leuchtdichte der QD-OLEDs eine weitere organische Schicht erfordern könnte und dass zusätzlich Farbfilter über den Quantenpunkten eingebaut werden. Beides wäre aus Effizienz- und Kostengründen ungünstig und es würde Erklärungsbedarf nach sich ziehen – die Farbfilter sind ja ein wesentlicher Kritikpunkt Samsungs an LGs OLED-Technik. Ohne zusätzliche Schichten sind QD-OLEDs prinzipiell günstiger in der Herstellung. Berücksichtigt man die Ausbeute an „guten“ Panels, könnte sich das Blatt aber zumindest anfangs zugunsten der WOLEDs von LG wenden.

Evo statt OLED EX

Der koreanische Elektronikspezialist LG präsentierte OLED-Fernseher mit seiner aus dem vergangenen Jahr bekannten Evo-Technik und versprach, diese nun auch in den TV-Modellen der C2-Serie einzusetzen. Währenddessen stellte die Konzerntochter LG Display auf der CES seine neue Displaytechnik OLED EX vor, die die Leuchtstärke der OLED-Panels signifikant steigern soll.

In OLED-EX-Panels ersetzt Deuterium die flüchtigeren Wasserstoffverbindungen als Bindeglied im organischen Material. Das schwere Deuterium ist we-

niger reaktiv und wird deshalb in der leuchtenden organischen Schicht nicht so schnell abgebaut – die Lebensdauer des OLEDs steigt, Einbrenneffekte nehmen ab. Weil sich der Abbau und die Lichtstärke proportional zur Stromstärke durch die Leuchtschicht verhalten, kann das OLED bei gleicher Lebensdauer heller leuchten. Bisher war die synthetische Erzeugung des seltenen Deuteriums recht kostspielig. OLED EX darf man als Reaktion auf die lichtstärkere QD-OLED-Technik von Samsung verstehen: Hier droht LG Displays erstmals echte Konkurrenz.

Samsung will bei LG einkaufen

Wenn die Analysten richtig liegen, will Samsung Electronics in diesem Jahr 500.000 QD-OLED-Panels von der Konzernschwester beziehen und zugleich 1,5 Millionen WOLED-Panels von LG Displays kaufen. Da wird es spannend, wie der TV-Hersteller die Wende zu OLED-Fernsehern im Allgemeinen und zu WOLEDs im Speziellen nach außen vertritt: In den vergangenen Jahren hat Samsung große Marketingkampagnen gegen LGs WOLED-Technik gefahren. Möglicherweise hat man diese Auseinandersetzung auf der CES gescheut.

Wie vor einiger Zeit bekannt wurde, möchte sich Samsung Display zudem komplett aus der LCD-Fertigung zurückziehen und die eigenen LCD-Fabriken entweder zu OLED-Fabs umwandeln oder



Bild: Sony

Sony stellte mit der A95K-Serie OLED-TVs vor, die Samsungs neue QD-OLED-Paneltechnik nutzen; Samsung selbst zeigte auf der CES keine entsprechenden Fernseher.

an die chinesische Konkurrenz verkaufen. Die für seine LCD-Fernseher erforderlichen Panels will Samsung dann vor allem von LG beziehen – 2022 bis zu fünf Millionen Stück. Laufen diese Verträge in den kommenden Jahren weiter, könnte Panel-fertiger LG Displays seine LCD-Fabriken weiter betreiben, statt sie wie ursprünglich geplant ebenfalls zu verkaufen oder stillzulegen. Vielleicht verbünden sich die beiden koreanischen Konzerne auf diese Weise gegen die chinesische Konkurrenz, die gerade mit eigenen OLED-Fabriken durchstarten will. (uk@ct.de) **ct**

KIOXIA



Gemeinsam erfassen.



EXCERIA



EXCERIA PLUS



EXCERIA PRO



Bild: Intel

Mobile Jahresvorschau

Der Jahrgang 2022 bei Mobilprozessoren und Notebooks

Auf der CES 2022 haben AMD, Intel und Nvidia neue Mobilchips angekündigt – und die Notebookhersteller ihre damit bestückten Highlights. Außer schnelleren (Grafik-)Prozessoren gibt es dabei Innovationen wie DDR5-RAM, faltbare Displays und Wasserkühlung.

Von Florian Müssig

Gleich zu Jahresbeginn hat Intel die Technikmesse CES genutzt, um die nächsten Core-i-Prozessoren für Notebooks vorzustellen: Die unter dem Codenamen Alder Lake entwickelten CPUs treten offiziell als zwölfte Core-i-Generation an. Ihre Besonderheit: Es gibt deutlich mehr Kerne als bislang – aber sie haben nicht mehr alle dieselbe Architektur (siehe auch [1]). Stattdessen hält das von ARM-Prozessoren bekannte big.LITTLE-Prinzip

Einzug: Es gibt bis zu sechs Performance-Kerne und bis zu acht Effizienz-Kerne – macht summa summarum 14 im Vollausbau. Wie üblich sind Kernanzahl, Abwärmeklasse, Taktfrequenz, Cache-Größe und Ausbaustufe der integrierten Grafikeinheit die Stellschrauben, über die Intel etliche CPU-Modelle erzeugt (siehe Tabelle).

Die H-Serie für leistungsstarke Gaming-Notebooks und mobile Workstations hat weiterhin nominal 45 Watt Thermal Design Power (TDP), darf aber weit darüber hinaus (bis 115 Watt), solange Grenzwerte bei Stromaufnahme oder Temperatur nicht überschritten sind. Für normale Notebooks ist das zu viel, doch innerhalb der U-Serie gab es viel Spielraum für Hersteller – und damit Unsicherheit für Kunden. Das löst Intel mit der neuen P-Serie, die die ehemalige U-Spitzen-TDP 28 Watt (Turbo bis 64 Watt) übernimmt. Die weiterhin vorhandene U-Serie kehrt hingegen zum traditionellen TDP-Budget von 15 Watt (Turbo bis 55 Watt) zurück, bekommt aber auch 9-Watt-Ableger (Turbo bis 29 Watt) für besonders flache und potenziell

lüfterlose Notebooks. H und P haben bis zu sechs P-Kerne, U hingegen maximal zwei. E-Kerne sind in allen Baureihen bis zu acht vorgesehen.

Zuerst kommen Notebooks mit H-Modellen, was wenig wundert: Intel musste bei Gaming-Notebooks im letzten Jahr harte Konter einstecken, weil man AMDs Ryzen-Achtkernern nichts entgegenzusetzen hatte. Intel stichelte bei der Präsentation aber nicht nur gegen AMD, sondern auch gegen Apples M1 Max. Was da dran ist, werden in Kürze unabhängige Benchmarks zeigen müssen.

Ryzen 6000

Apropos Ryzen: Auch AMD hat zur CES eine neue Prozessorgeneration mitgebracht. Ryzen-6000-CPU's nutzen allerdings die bekannten Zen3+-Rechenwerke mit identischen Cache-Größen. Damit gibt es keinen größeren Performancesprung, um Intel im H-Segment zu konkurrenzen.

Bei den U-Modellen, die für normale Notebooks gedacht sind und weiterhin 15 bis 28 Watt verbraten dürfen, kommen allerdings wichtige Änderungen am SoC-De-

sign (System-on-Chip) zum Tragen: Der Speichercontroller spricht DDR5, SSDs können endlich mit PCIe-4.0-Geschwindigkeit gekoppelt werden und die integrierte GPU verwendet jetzt RDNA2- statt betagter Vega-Einheiten. Auch der Microsoft-Sicherheitscontroller namens Pluton ist an Bord. Zudem gab es Feinschliff, der beim Stromsparen helfen soll – nicht zuletzt durch einen besseren Fertigungsprozess (TSMC N6 statt N7). Günstige mobile Quad-Cores enthält die Ryzen-6000U-Familie nicht; dafür kommen einige überarbeitete Ryzen-5000U-Typen.

Die Ryzen-6000U/H-Prozessoren werden nicht nur in etliche 2022er-Neuauflagen bekannter Notebook-Serien zum Einsatz kommen, sondern auch in einer nagelneuen: Lenovo hebt für AMD die ThinkPad-Z-Serie aus der Taufe. Sie kommt ab Juni in den zwei Größen (Z13 ab 1650 Euro, Z16 ab 2250 Euro) und verwendet Recycling-Materialien fürs Gehäuse (Aluminium, veganes Lederimitat). Die Verpackung aus Bambus und Zuckerrohr ist kompostierbar. Das ThinkPad Z13 bekommt sogar das exklusive CPU-Modell Ryzen 7 Pro 6860Z – zu dem es aber noch keinerlei technischen Daten gibt.

GPUs von AMD, Nvidia – und Intel

AMD hatte zudem mit Radeon RX 6000S eine neue Grafikkchip-Serie im Gepäck, die für dünne Notebooks gedacht ist – sprich: Es gibt GPUs mit vielen Einheiten, denen vergleichsweise wenig TDP zugestanden



Das Asus ZenBook 17 Fold hat ein riesiges knickbares OLED-Panel. Legt man die Tastatur auf, so bleibt immerhin noch ein alltagstauglicher 12,5-Zoll-3:2-Bildschirm übrig.

wird. Hier werden ebenfalls erste Tests in naher Zukunft zeigen müssen, ob das Rezept tatsächlich schmeckt.

Das gilt umso mehr für Intels Arc A370M – ein eigenständiger Grafikkchip für Notebooks, der wohl in Mittelklasse-Leistungsregionen vorstoßen soll. Er wird zuerst nur in wenigen Geräten wie dem Acer Swift X 16 (ab April, ab 1200 Euro) zum Einsatz kommen.

Am oberen Ende der 3D-Performanceskala hat Nvidia nachgelegt: Der mobile Ampere-Refresh bringt GeForce RTX 3070 Ti und RTX 3080 Ti. Beide kommen in High-End-Gaming-Notebooks nahezu aller Hersteller zum Einsatz – mal in Kombination mit Core i-12000H, mal mit Ryzen 6000H.

Weil CPUs und GPUs immer energiehungriger werden, kommt es bei Notebooks schon lange nicht mehr auf die Modellbezeichnungen der Chips an, sondern darauf, wie die Hersteller die jeweiligen Kühlsysteme ausgelegt haben. Ehemals exotische Techniken wie Flüssigmetall statt herkömmlicher Wärmeleitpaste oder Ventilatoren mit einer hohen Anzahl an besonders



Das Lenovo ThinkBook Plus Gen3 hat einen sehr breiten Hauptbildschirm und ein stiftbedienbares 8-Zoll-Zweitdisplay neben der Tastatur.

dünnen Lüfterblättern verwenden immer mehr Gaming-Notebooks, um ein paar Prozent mehr Leistung herauszukitzeln.

WaKü fürs Notebook

Schenker geht bei seinem neuen XMG Neo 15 noch einen Schritt weiter: Das Kühlsystem enthält eine zusätzliche Rohrschleife und zwei Anschlüsse am hinteren

Intels zwölfte Core-i-Generation für Notebooks

Modell	Kerne / Threads	Takt P-Kerne	Takt E-Kerne	L3-Cache	GPU-EUs
H-Serie (45 Watt)					
Core i9-12900HK	14 (6P + 8E) / 20	2,5-5,0 GHz	1,8-3,8 GHz	24 MByte	96
Core i9-12900H	14 (6P + 8E) / 20	2,5-5,0 GHz	1,8-3,8 GHz	24 MByte	96
Core i7-12800H	14 (6P + 8E) / 20	2,4-4,8 GHz	1,8-3,7 GHz	24 MByte	96
Core i7-12700H	14 (6P + 8E) / 20	2,3-4,7 GHz	1,7-3,5 GHz	24 MByte	96
Core i7-12650H	10 (6P + 4E) / 16	2,3-4,7 GHz	1,7-3,5 GHz	24 MByte	64
Core i5-12600H	12 (4P + 8E) / 16	2,7-4,5 GHz	2,0-3,3 GHz	18 MByte	80
Core i5-12500H	12 (4P + 8E) / 16	2,5-4,5 GHz	1,8-3,3 GHz	18 MByte	80
Core i5-12450H	8 (4P + 4E) / 12	2,0-4,4 GHz	1,5-3,3 GHz	12 MByte	48
P-Serie (28 Watt)					
Core i7-1280P	14 (6P+8E) / 20	1,8-4,8 GHz	1,3-3,6 GHz	24 MByte	96
Core i7-1270P	12 (4P+8E) / 16	2,2-4,8 GHz	1,6-3,5 GHz	18 MByte	96
Core i7-1260P	12 (4P+8E) / 16	2,1-4,7 GHz	1,5-3,4 GHz	18 MByte	96
Core i5-1250P	12 (4P+8E) / 16	1,7-4,4 GHz	1,2-3,3 GHz	12 MByte	80
Core i5-1240P	12 (4P+8E) / 16	1,7-4,4 GHz	1,2-3,3 GHz	12 MByte	80
Core i3-1220P	10 (2P+8E) / 12	1,5-4,4 GHz	1,1-3,3 GHz	12 MByte	64
U-Serie (15 Watt)					
Core i7-1265U	10 (2P+8E) / 12	1,8-4,8 GHz	1,3-3,6 GHz	12 MByte	96
Core i7-1255U	10 (2P+8E) / 12	1,7-4,7 GHz	1,2-3,5 GHz	12 MByte	96
Core i5-1245U	10 (2P+8E) / 12	1,6-4,4 GHz	1,2-3,3 GHz	12 MByte	80
Core i5-1235U	10 (2P+8E) / 12	1,3-4,4 GHz	0,9-3,3 GHz	12 MByte	80
Core i3-1215U	6 (2P+4E) / 8	1,2-4,4 GHz	0,9-3,3 GHz	10 MByte	64
Pentium 8505	5 (1P+4E) / 6	1,2-4,4 GHz	0,9-3,3 GHz	8 MByte	48
Celeron 7305	5 (1P+4E) / 6	1,1 GHz	0,9 GHz	8 MByte	48
U-Serie (9 Watt)					
Core i7-1260U	10 (2P+8E) / 12	1,1-4,7 GHz	0,8-3,5 GHz	12 MByte	96
Core i7-1250U	10 (2P+8E) / 12	1,1-4,7 GHz	0,8-3,5 GHz	12 MByte	96
Core i5-1240U	10 (2P+8E) / 12	1,1-4,4 GHz	0,8-3,3 GHz	12 MByte	80
Core i5-1230U	10 (2P+8E) / 12	1,0-4,4 GHz	0,7-3,3 GHz	12 MByte	80
Core i3-1210U	6 (2P+4E) / 8	1,0-4,4 GHz	0,7-3,3 GHz	10 MByte	64
Pentium 8500	5 (1P+4E) / 6	1,0-4,4 GHz	0,7-3,3 GHz	8 MByte	48
Celeron 7300	5 (1P+4E) / 6	1,0 GHz	0,7 GHz	8 MByte	48



Bild: Schenker

Schenker will Core-i-12000-Prozessoren und GeForce-RTX-GPUs im XMG Neo 15 mit der optionalen Wasserkühlung XMG Oasis besonders viel Performance entlocken.

Ende, um optional eine externe Wasserkühlung namens XMG Oasis anschließen zu können. Die Luftkühlung ist dann nur noch leise Unterstützung beziehungsweise Ausfallsicherung. Wie bei vielen anderen neuen Gaming-Notebooks sollen erste Exemplare im Februar ausgeliefert werden; in sinnvoller Ausstattung liegen die Preise jenseits von 2000 Euro.

In einem wichtigen Punkt nähern sich Gaming-Notebooks ihren Normalo-Geschwistern an: Auch dort findet man in teuren Serien künftig mehr Bildhöhe dank 16:10-Seitenverhältnis – und trotzdem hohen Bildwiederholraten weit jenseits von 60 Hz, die bislang nur 16:9-Panels schafften.

Mini-LED-Bildschirm

Selbst unter den 16:10-Geräten mit flotten Panels nimmt das ROG Zephyrus Duo 16 eine Sonderstellung ein: Asus verwendet ein 16-Zoll-Panel, das von Mini-LEDs in zig getrennten Zonen beleuchtet wird – damit ist es für HDR-Inhalte bestens geeignet. Der Namenszusatz Duo rührt wiederum daher, dass zwischen nach vorne versetzter Tastatur und hinterer Gerätekannte ein breiter Zweitbildschirm sitzt. Das Duo 16 soll mindestens 3300 Euro kosten, noch im ersten Quartal starten und sich im Maximalausbau mit Ryzen 9 und GeForce RTX 3080 Ti kaufen lassen.

Bei den normalen ZenBooks setzt Asus schon seit 2021 verstärkt auf OLED-Bildschirme; 2022 kommen solche farbkraftigen Panels auch bei mehreren anderen Herstellern als Option zum Einsatz. OLED bedeutet bei Notebooks in der Regel dann auch Touchbedienung und damit verbunden spiegelnde Oberflächen. Es gibt sie wie LCDs auch in Kombination mit anderen begehrenswerten Features wie Bildwiederholraten über 60 Hz oder mehr Bildhöhe dank 16:10-Format.

Apropos mehr Bildhöhe: Mit den üblichen ein bis zwei Jahren Versatz gegenüber Consumer-Notebooks zieht 16:10 jetzt auch in größerem Maßstab in Business-Geräte ein – bei HP etwa in den Serien EliteBook 1000 und 800. Das unter ein Kilogramm leichte CEO-Notebook Elite Dragonfly bekommt in der dritten Iteration sogar 3:2. Bei HPs 600er-EliteBooks und den ProBook 400 bleibt es hingegen bei 16:9, während Lenovo seine ThinkBook getauften KMU-Gegenstücke schon mit 16:10-Panels bestückt. Das leichte ThinkBook 13x Gen2 (ab 1100 Euro, ab Juni) bekommt als Zubehör eine Ladematte (200 Euro), deren Metallpads das Notebook mit Energie versorgen, wenn man es darauf abstellt – und ein Qi-Lader fürs Smartphone ist zusätzlich integriert.

Dell als Dritter im Business-Bunde hat noch nichts zur 2022er-Generation der Latitudes und Vostros gesagt, sondern als einziges Nicht-Gaming-Notebook das nächste XPS 13 mitgebracht – das jetzt XPS 13 Plus heißt. Es gibt ein komplett neues Design ohne das vormals übliche sichtbare Karbongeflecht, aber mit gehäusebreiter Tastatur. Andere vorgesehene Neuerungen wie das randlose Touchpad und

eine Touch-Bar-ähnliche Sensorleiste statt echter F-Tasten müssen sich im Alltag erst noch beweisen: Wie schon vergangenes Jahr hat c't pandemiebedingt nur online an der CES teilgenommen, sodass kein Hands-on an den Neuheiten drin war.

Individualisten

Das ist schade, denn wir hätten etwa gerne das (frühestens Mitte 2022 erhältliche) ZenBook 17 Fold zusammengeklappt – ein Convertible im Stil des ThinkPad X1 Fold [2], aber mit viel größerem knickbaren 17-Zoll-OLED. Oder eine Runde auf dem ROG Flow Z13 (soll im ersten Quartal ab 1900 Euro kommen) probegezockt, dem ersten Windows-Tablet mit integrierter GeForce-RTX-GPU für volles Gaming-Vergnügen.

Oder schon mal das 21:10-Notebook ThinkPad Plus Gen3 ausprobiert, das ein 8-Zoll-Zweitdisplay rechts im Gehäuse integriert. Letzteres wird nicht vor September(!) in den Läden stehen – klar, denn der noch mit einem anderen Konzept angetretene Gen2-Vorgänger ist ja erst ein paar Wochen im Handel [3]. Wegen der bekannten globalen Stolpersteine von Chipmangel über regionale Lockdowns bis Logistiküberlastung halten wir keine der genannten Termine übrigens für in Stein gemeißelt, sondern rechnen eher mit der ein oder anderen Verschiebung nach hinten. (mue@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Christian Hirsch, Das Imperium schlägt zurück, Intel Core i9-12900K und Core i5-12600K für Desktop-Rechner, c't 25/2021, S. 84
- [2] Florian Müssig, Kannste knicken!, Lenovo ThinkPad X1 Fold: das erste Windows-Gerät mit faltbildschirm, c't 2/2021, S. 102
- [3] Florian Müssig, Mobiler Notizdeckel, Lenovo ThinkBook Plus G2 mit großem E-Ink-Zweitbildschirm, c't 25/2021, S. 78

AMD Ryzen 6000U und 6000H für Notebooks

Modell	Kerne / Threads	Takt	L3-Cache	GPU-CUs
H-Serie (45 Watt)				
Ryzen 9 6980HX	8 / 16	3,3-5,0 GHz	16 MByte	12
Ryzen 9 6900HX	8 / 16	3,3-4,9 GHz	16 MByte	12
Ryzen 7 6800H	8 / 16	3,2-4,7 GHz	16 MByte	12
Ryzen 5 6600H	6 / 12	3,3-4,5 GHz	16 MByte	6
HS-Serie (35 Watt)				
Ryzen 9 6980HS	8 / 16	3,3-5,0 GHz	16 MByte	12
Ryzen 9 6900HS	8 / 16	3,3-4,9 GHz	16 MByte	12
Ryzen 7 6800HS	8 / 16	3,2-4,7 GHz	16 MByte	12
Ryzen 5 6600HS	6 / 12	3,3-4,5 GHz	16 MByte	6
U-Serie (15-28 Watt)				
Ryzen 7 6800U	8 / 16	2,7-4,7 GHz	16 MByte	12
Ryzen 5 6600U	6 / 12	2,9-4,5 GHz	16 MByte	6

Mit dir sind wir wir.

Werden Sie Teil eines
**unschlagbaren
IT-Teams!**

Das Unmögliche möglich machen: Sie sind Experte (m/w/d) auf Ihrem Gebiet und möchten mit Spaß Ihre eigenen Projekte voran treiben? Dann sind Sie bei ROSSMANN genau richtig! In unserer IT wird aus vielen klugen Köpfen ein einzigartiges Team.

Jetzt bewerben!
jobs.rossmann.de



Online-Workshops und Webinare

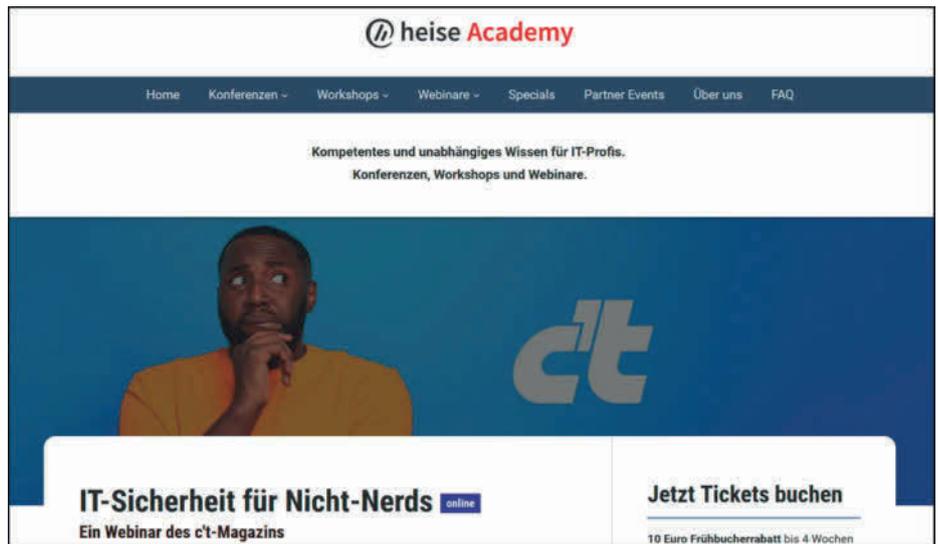
c't startet mit Workshops und Webinaren ins neue Jahr. Ein Workshop dauert meist den ganzen Tag und hat nur sehr wenige Teilnehmer, oft bis zu 15. Ein Webinar ist kürzer und mit deutlich mehr Teilnehmern sehr viel günstiger.

Das Event-Jahr 2022 fängt für c't mit dem Workshop „**Internetausfälle kompensieren**“ an, der sich vor allem an KMUs richtet. Falls Ihnen das bekannt vorkommt: Dieser Workshop war letztes Jahr ausgebucht, wir wiederholen ihn deshalb am 25.1.2022. Schnell sein hilft, um einen der 15 Plätze für 799 Euro zu bekommen.

In einem Workshop arbeiten die Teilnehmer selbst mit und können vom Coach intensiv und gezielt betreut werden. Das hat seinen Preis, die Teilnahme kostet zwischen 500 und 900 Euro.

Im Unterschied dazu richten sich Webinare an einen größeren Kreis von Teilnehmern, über 100 sind möglich. Zwar sind Fragen auch hier gewollt und erlaubt, doch der Coach kann natürlich nicht auf jeden Teilnehmer intensiv eingehen. Ein typisches Webinar dauert eine bis drei Stunden und ist mit weit unter 100 Euro erheblich günstiger als die Intensiv-Workshops.

Das erste c't-Webinar des Jahres ist „**IT-Sicherheit für Nicht-Nerds**“. In zweimal 1,5 Stunden beleuchtet c't-Redakteur Keywan Tonekaboni allgemeinverständlich die Grundlagen der Sicherheit im Netz. Er gibt praktische Tipps rund um Datensicherheit und -schutz im digitalen Raum. Das Webinar richtet sich



Die c't-Workshops und -Webinare finden Sie in der heise Academy.

an alle, die Smartphone, Tablet oder Laptop nutzen, spezielles Security-Wissen ist nicht notwendig. Das Webinar kostet 45 Euro und findet am 2.2. und am 9.2.2022 statt.

Weiter geht es am 24.2. mit einem Workshop über **WordPress**. Von einem Blogging-System hat sich Wordpress zum populärsten **Content-Management-System (CMS)** der Welt gemausert. Längst werden auch komplizierte Webseiten damit verwaltet. Mit den Fähigkeiten des Systems wuchs seine Komplexität. Der praxisorientierte Workshop richtet sich an Neu- und Quereinsteiger in WordPress und bietet eine grundlegende und fundierte Einarbeitung in die aktuelle Version des

CMS. Denn nicht jeder Tipp im Internet ist wirklich gut und nicht jede Anleitung passt auch zum aktuellen Stand der Software. Der Intensiv-Workshop hat maximal 15 Teilnehmer.

Abschließend noch ein bekannter Workshop: „**Docker und Container in der Praxis**“ wird so oft nachgefragt, dass wir ihn ab 1.3.2022 wiederholen, wieder für maximal 15 Teilnehmer. c't-Redakteur Jan Mahn schult Entwickler und Admins, die neu in das Thema einsteigen wollen – oder sollen. Alle Teilnehmer erhalten eine Cloud-Instanz, um auch in diesem Workshop selbst loszulegen. (jr@ct.de)

Die ersten c't-Events 2022: ct.de/ypw2

c't tummelt sich bei Reddit

Die Kommunikationsplattform Reddit hat bei einigen einen zweifelhaften Ruf. Wie fast immer differenziert sich das Bild, wenn man genauer hinschaut: Bei Reddit kommunizieren Nutzer mit gleichen Interessen in Unterforen, den sogenannten Subreddits. Die Bandbreite an Themen ist enorm, es gibt Schmutzdecken, aber auch Experten-Communities mit vielen Diskussionen.

Gute Kommentare werden mit Upvotes belohnt. Je mehr Upvotes ein Kommentar bekommt, desto weiter rutscht er nach oben. Sehr gut bewertete Posts werden auf der Plattform nach oben gespült und auch in den Feeds der Nutzer ange-

zeigt, die nicht Mitglied in dem Subreddit sind. Die gesammelten Karma-Punkte eines Accounts stehen für die gesammelten Upvotes.

c't engagiert sich als User, betreibt aber kein eigenes Subreddit. Derzeit hat



Reddit ist bunt, anders und eine spannende Spielwiese für c't.

u/ctmagazin in sechs Monaten ungefähr 1800 Karmapunkte gesammelt. c't-Redakteur Niklas Dierking ist dabei unser Mr. Reddit. Wir posten Artikel und klinken uns in Diskussionen ein, beispielsweise zu Themen, die wir bereits im Heft behandelt haben (siehe ct.de/ypw2).

Zudem transportiert die c't-Redaktion Fachwissen in öffentlichen Frageunden, sogenannten AMAs (Ask-Me-Anything). Bis jetzt gab es drei AMAs. Unter ct.de/ypw2 haben wir sie zum Stöbern verlinkt. (jr@ct.de)

Reddit-AMAs von c't: ct.de/ypw2



TOP
NATIONALER
ARBEITGEBER
2021

FOCUS

DEUTSCHLANDS
BESTE ARBEITGEBER
IM VERGLEICH

IN KOOPERATION MIT
Humana
FOCUS
09/2021

Florian Rösel, Entwicklungsingenieur bei ITK Engineering

» VOM BORDNETZ ZUR DIGITALEN MEDIZINTECHNIK

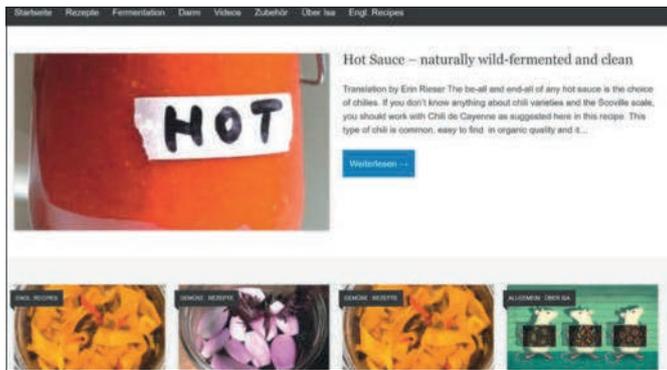
„An innovativen Technologien arbeiten und sich immer wieder in neuen Disziplinen beweisen – das ist es, was mir am täglichen Arbeiten Spaß macht. Bei ITK Engineering habe ich 2019 in der Automotive-Produktentwicklung begonnen, wo es um die Auslegung und Inbetriebnahme eines knapp 1.000-Ampere starken DCDC-Wandlers ging. Ein sehr spannendes Feld, werden doch E/E-Architekturen immer komplexer, gerade für autonomes oder hochautomatisiertes Fahren. Heute bin ich in einer anderen Ecke unterwegs, nämlich in der Medizintechnik. Wir entwickeln und validieren Software und die nötigen Plattformen, damit Medizingeräte noch mehr von der Digitalisierung profitieren. Mein Schwerpunkt aktuell ist die Connectivity: wie gelingt es, dass Plattformen beispielsweise LTE- oder bluetooth-fähig werden? Wie müssen Controller, Motortreiber und Stromversorgung ausgelegt sein? Was ich kommendes Jahr bei ITK Engineering mache, wird sich zeigen. Vielleicht schaue ich mir was ganz Neues an – das liegt ganz an mir. Genau das schätze ich an meiner Arbeit!“

Interesse, künftig Kollegin oder Kollege von Florian zu sein? Dann lohnt sich ein Blick auf unsere offenen Stellen in den Bereichen Software Engineering, Embedded Systems, Cloud Computing, künstliche Intelligenz oder Cybersecurity. Besuchen Sie uns auf www.itk-karriere.de!

Hippes Einwecken

<https://wildefermente.de>

Anstatt an langen, kalten Winterabenden passiv mit Chips auf dem Sofa zu hocken, kann man die Zeit aktiv nutzen und sich ein neues Hobby suchen. Wie wäre es beispielsweise mit Fermentation? Anregungen gibts auf der Website **Wildefermente**.



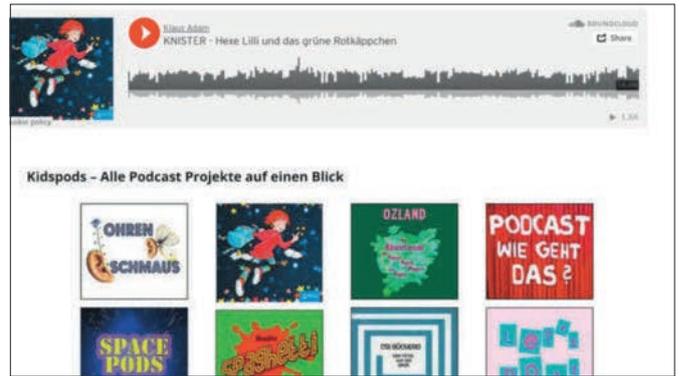
Anders als beim Einkochen setzt man beim Fermentieren auf natürlich vorkommende Mikroorganismen. Was zunächst wie Essen aus dem Chemiebaukasten klingt, ist gar nicht so kompliziert. Für klassisches Sauerkraut benötigen Sie zum Beispiel nur Weißkohl und Salz. Die Milchsäurebakterien auf dem Kraut bringen den Prozess in Gang. Wie es genau geht, verrät die promovierte Biologin Barbara Hosfeld auf ihrer Website. Außerdem gibt es viele grundlegende Einblicke ins Thema, zum Beispiel, welche Rolle die richtige Temperatur spielt und warum simple Bügelgläser statt teurer Spezialtöpfe ausreichen. Für manche Rezepte kommen weitere Zutaten hinzu: Kefir und Kombucha benötigen einen Starter, auch Scoby (symbiotic community of bacteria and yeast) genannt. Solche Zugaben gibts häufig in Fermentations-Gruppen zum Beispiel auf Facebook geschenkt. (abr@ct.de)

Hörspiel-Podcasts für Kinder

<https://kidspods.de>

Um erste Podcasts zu produzieren, braucht man kein teures Equipment. Für den Anfang genügt ein gutes Smartphone und zur übersichtlicheren Bearbeitung des Materials ein Rechner samt geeigneter Software. Der Kölner Geschichtenerzähler Klaus Adam will mit seiner Website **Kidspods** Schulkindern Lust machen, eigene Hör- und Videogeschichten zu erschaffen.

Auf der Website kann man bereits produzierte Episoden anhören und sich von ihnen inspirieren lassen. Entstanden sind viele der Podcasts während verschiedener Workshops in Schulen und Bibliotheken. Zu jeder Reihe gibt es ein ausführliches Exposé zum Download. Aus diesem geht hervor, wie ein solcher Workshop in Bildungseinrichtungen ablaufen könnte. In der



Download-Sektion bietet Adam viele Hinweise zum Thema „Podcast selber machen“ sowie ein Zip-Archiv mit Geräuschen und Sounds, die von Kindern gesprochen worden. Statt eines „klonk“-Geräuschs sagt ein Kind einfach „klonk“. Sie bieten Abwechslung zu den üblichen, von Geräuschemachern erzeugten Klängen. (abr@ct.de)

Damals wars

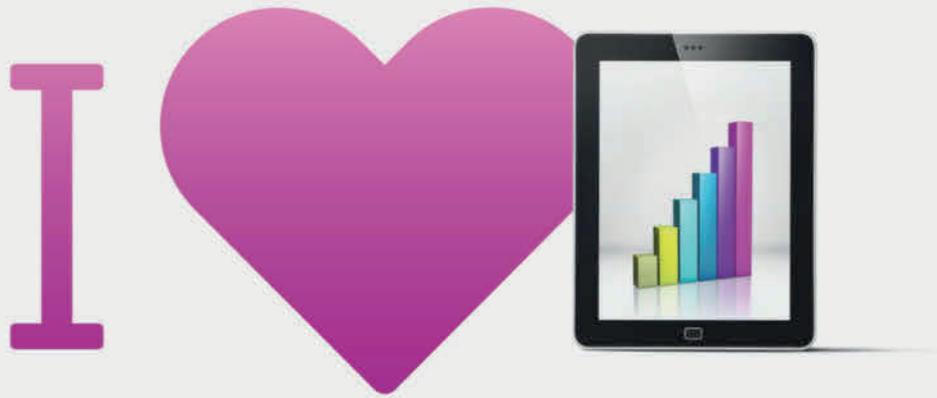
<https://hiddencities.eu/hamburg>

Einmal Landungsbrücken, St. Pauli, weiter übers Karo bis zur Schanze – so oder so ähnlich könnte eine typische Hamburger Stadtführung aussehen. Eine etwas andere Tour bietet die Website **Hidden Cities Hamburg**. Sie nimmt Besucher mit auf eine Reise durch die Geschichte des 17. Jahrhunderts der Hansestadt.



Über der OpenStreetMap-Karte liegt ein historischer Stadtplan, auf dem sich derzeit sieben Punkte anklicken lassen. An ihnen entlang bewegt man sich durch Kirchen, Marktplätze und das alte Opernhaus. Spannende Texte auf Deutsch und Englisch sowie Illustrationen und Fotos von heute bringen einem das alte Hamburg näher. Entstanden ist das Projekt „Hidden Cities“ aus einem Forschungsprojekt (Public Renaissance: Urban Cultures of Public Space between Early Modern Europe and the Present). Die App will die Geschichte europäischer Städte zwischen 1450 und 1700 erlebbar machen. Außer durch das historische Hamburg kann man noch durch ältere Versionen von Exeter, Deventer, Trient und Valencia streifen. (abr@ct.de)

Diese Seite mit klickbaren Links: ct.de/yysa



Bring mit uns das Land Baden-Württemberg voran. Als Förderbank des Landes unterstützen wir Wirtschaft, Kommunen und Menschen, damit Baden-Württemberg ebenso leistungsstark wie lebenswert bleibt. Wir sind in Karlsruhe und Stuttgart mit 1.300 Beschäftigten vertreten.

Eine wichtige Säule ist unser eigener IT-Bereich mit:

- 200 Mitarbeitenden
- eigenem Rechenzentrum
- agilen Entwicklungsmethoden

Wir betreiben und entwickeln sowohl Standardsoftware als auch eigenentwickelte IT-Lösungen mit agilen Methoden. IT-Security, Private Cloud mit hyperkonvergenter Infrastruktur sowie weitere aktuelle Themen sind bei uns gelebter Alltag. In der Softwareentwicklung setzen wir auf agile Methoden. Aktuell entwickeln wir gemeinsam ein neues IT-Leitbild (IT 2025), um die vorhandenen Stärken der Teams und Führungskräfte optimal zu nutzen und die Arbeitskultur den aktuellen Begebenheiten anzupassen.

Wir suchen für unseren Standort in Karlsruhe unter anderem:

- Agile Coach (m/w/d)
- Cloud Manager (m/w/d)
- Anforderungsmanager/Product Support (m/w/d) – Produkt Nelos
- Senior Softwareentwickler und Systemverantwortlicher für die zentrale finanzmathematische Bewertungsplattform des Risikocontrollings (m/w/d)
- DevOps Engineer/Site Reliability Engineer (m/w/d)
- Senior Security Specialist (m/w/d)
- Auszubildender zum Fachinformatiker Anwendungsentwicklung 2022 (m/w/d)
- Dualer Student Wirtschaftsinformatik 2022 (m/w/d)
- Fullstack Java Entwickler (m/w/d)
- Product Owner Digitale Akte (m/w/d)

Wir bieten unter anderem:

- Gleitzeitmodell
- attraktive betriebliche Altersversorgung
- Talentmanagement
- eigenes Betriebsrestaurant
- zentrale Innenstadtlage mit guter Verkehrsanbindung
- kostengünstiges Firmenticket
- Fitnesszentrum

Informiere dich über die L-Bank: <https://www.l-bank.info/fuer-bewerber-innen/ihr-einstieg/it-spezialisten.html>

Erzähl uns, womit wir Dein Interesse geweckt haben und bewirb dich in nur wenigen Minuten online. Wir freuen uns auf Deine Bewerbung!

Aus Liebe zum Land

 **L-BANK**
Staatsbank für Baden-Württemberg



Nummernwechsel

Amazons Missmanagement für Rückzahlungen

Wie kundenfreundlich ein Händler ist, zeigt sich dann, wenn er mal Geld zurückzahlen soll. Eine geänderte Bankverbindung wird bei Amazon schnell zum Problem.

Von Tim Gerber

Sylvia G. kauft regelmäßig bei Amazon ein. Im Januar 2020 erwarb sie dort einen Akkuschauber. Doch wider Erwarten gab das Markengerät bereits anderthalb Jahre später seinen Geist auf. Deshalb reklamierte sie das Werkzeug Anfang Oktober 2021 beim Verkäufer. Ihre erste Rücksendung, wie die Kundin betont.

Am 6. Oktober erhielt sie die Bestätigung, dass das Gerät bei Amazon eingegangen sei. Und schon am 7. Oktober schrieb Amazon der Kundin, dass man ihr den Kaufpreis von knapp 171 Euro erstatten werde. „Die Erstattung erfolgt auf Ihre

ursprüngliche Zahlungsart“, hieß es dazu. Deshalb machte die Kundin den Einzelhandelsriesen vorsorglich darauf aufmerksam, dass sie schon seit einigen Monaten ein neues Bankkonto habe, das sie auch in ihrem Amazon-Account hinterlegt und seither regelmäßig zur Zahlung ihrer Bestellungen genutzt habe. Den Akkuschauber hatte sie aber noch von ihrem früheren Konto bezahlt.

Untröstlich

Da könne man nichts machen, bekam die Kundin zu hören. Erstattungen müssten

grundsätzlich an dasselbe Konto erfolgen, von dem die Ware bezahlt wurde, antwortete man sowohl im Kundenchat von Amazon als auch an der Telefonhotline. Man wolle ihren Fall aber prüfen. Doch es tat sich nichts. Auf Nachfrage schrieb man der Kundin am Montag, 1. November, die Anfrage sei an die Zahlungsabteilung weitergeleitet worden. Wenn nach zwei Werktagen keine Rückmeldung erfolgt sei, solle sich die Kundin erneut melden. Sie solle unbesorgt sein, ihr Geld gehe bestimmt nicht verloren.

Da die angekündigte Rückmeldung nicht kam, fragte Sylvia G. ein weiteres Mal nach. Am Freitag, 5. November bat Amazon um weitere Geduld: „Ihre Anfrage wird noch recherchiert. Leider dauert dies ein wenig länger als ursprünglich angenommen. Sie hören auf jeden Fall von uns.“ Eine weitere Woche später hatte die Kundin noch immer nichts gehört und erneut nachgefragt, wann sie endlich das Geld erhalten soll. Doch darauf bekam sie von Amazon nur Bedauern darüber zu hören, dass sich die Sache verzögert. Man habe ihr Kundenkonto für sie überprüft, schrieb Amazon am 12. November, und dabei folgendes festgestellt: „Dieses Anliegen wird zurzeit von der zuständigen Abteilung bearbeitet. Um Ihnen weiterzuhelfen, habe ich Ihr Anliegen an die Gutschrift-Abteilung weitergeleitet und gebeten, die Erstattung bald zu veranlassen. Je nach gewählter Zahlungsart ist die Erstattung innerhalb der nächsten 4–5 Werktage auf Ihrem Konto ersichtlich.“

Doch bis zum Ende der darauffolgenden Woche kam das Geld nicht bei Sylvia G. an. Deshalb wandte sie sich am 21. November an c't. Wir fragten deshalb am 24. November bei Amazon nach und wollten vor dem Hintergrund des Falles von Sylvia G. von dem Internetkonzern wissen, was Kunden in solchen Fällen eines Kontowechsels denn tun können, um nicht wie Sylvia G. in einer Endlosschleife hängen-zubleiben und ewig auf ihre Erstattung warten zu müssen.

Sprachlos

Aber auch für uns hatte der Onlinehandelskonzern keine Antworten. Wie immer hieß es in der Antwort einer Amazon-Sprecherin vom 30. November lapidar, sie bitte um Verständnis, dass sie sich nicht zu einzelnen Kundenkonten äußern könne. Dabei hatten wir gar nicht nach einem einzelnen Kundenkonto gefragt,

sondern lediglich exemplarisch auf den Fall von Sylvia G. hingewiesen und um Auskunft zum generellen Vorgehen in solchen Fällen gefragt. Wir fragten deshalb zurück, ob es für Amazon-Kunden wirklich keine Möglichkeit gebe, eine Erstattung tatsächlich zu erhalten, wenn sie inzwischen eine neue Bankverbindung haben. Das kann schließlich vorkommen, wie der Fall von Sylvia G. zeigt, zumal die gesetzlichen Gewährleistungsansprüche erst nach zwei Jahren entfallen.

Die Sprecherin widersprach unseren Zweifeln ganz energisch und verwies auf die auf der Webseite enthaltenen Informationen zu Erstattungen, die man auch der Kundin gegeben habe. Nur ist dort über geänderte Bankverbindungen nichts zu lesen. Darauf angesprochen wies uns die Sprecherin auf folgende Passage hin: „Falls Sie Ihre Erstattung nicht unter ‚Mein Konto‘ sehen und die voraussichtliche Bearbeitungszeit für die von Ihnen ursprünglich verwendete Zahlungsart bereits überschritten ist, kontaktieren Sie uns bitte.“

Das hatte Sylvia G. nun fast zwei Monate lang vergeblich versucht. Zeitgleich mit der Antwort an uns schrieb Amazon der Kundin, dass die Erstattung nun auf die von ihr gewünschte Bankverbindung angewiesen sei und innerhalb der nächsten zehn Tage gutgeschrieben werde. Tatsächlich traf das Geld schon am Folgetag bei ihr ein. Noch einen Tag später schrieb ihr Amazon allerdings erneut den bereits bekannten Text, dass eine Erstattung veranlasst sei: „Der Betrag wird auf die in der Bestellung hinterlegte Zahlungsart gebucht.“ Eine automatisierte E-Mail, vermutet Sylvia G.

Kundennervensystem

Fast zwei Monate Nerverei hatte die Kundin, ohne dass Amazon sich imstande gesehen hätte, die fällige Zahlung auf ihr Konto zu überweisen. Erst auf eine Anfrage von c't und dem damit verbundenen öffentlichen Druck sah sich der Großkonzern in der Lage, eine geänderte Kundenbankverbindung zu berücksichtigen.

Andere Unternehmen erweisen sich eher dankbar, wenn man sie auf solche Fälle aufmerksam macht und geloben dann Besserung, wie wir an dieser Stelle des Öfteren berichten können. Amazon gibt keinerlei Auskünfte, Nach-

fragen werden abgebügelt. Offenbar ist das Rückzahlungssystem dort darauf ausgerichtet, Rückzahlungen abzuwickeln, die anfallen, wenn Kunden von ihrem gesetzlichen Rücktrittsrecht im Onlinehandel innerhalb von 14 Tagen Gebrauch machen. In diesen Fällen schreibt nämlich das BGB in Paragraph

357 Abs. 3 Satz 1 vor, dass die Rückzahlung mit demselben Zahlungsmittel erfolgen muss, das der Verbraucher bei der Zahlung verwendet hat. Damit will der Gesetzgeber verhindern, dass die Unternehmen dem Kunden zusätzliche Kosten verursachen. Eine geänderte Bankverbindung des Kunden

ist aber kein anderes Zahlungsmittel im Sinne dieser Vorschrift. Außerdem sagt das Gesetz in Satz 2, dass Abweichungen erlaubt sind, wenn ausdrücklich – also nicht in den AGB – etwas anderes vereinbart wurde und dem Kunden dadurch keine Kosten entstehen.

Im Fall von Sylvia G. handelt es sich indessen um eine gesetzliche Gewährleistung. Für die hier zu erbringende Leistung des Verkäufers, also die Erstattung des Kaufpreises, gibt es keine speziellen gesetzlichen Regeln. Es gilt der seit über 120 Jahren im BGB (Paragraph 242) verankerte Grundsatz: „Der Schuldner ist verpflichtet, die Leistung so zu bewirken, wie Treu und Glauben mit Rücksicht auf die Verkehrssitte es erfordern.“ Bei bargeldlosen Zahlungen erfordert es schlicht die Verkehrssitte, dass der Schuldner, hier also Amazon, diejenige Bankverbindung nutzt, die der Kunde ihm als die seinige angibt. Was für zigtausende von kleinen und großen Onlinehändlern eine Selbstverständlichkeit ist, scheint für den Internetriesen Amazon eine schier unlösbare Aufgabe. Die Kundin wird hin und her vertröstet und ihr Fall von den verschiedensten zuständigen Abteilungen recherchiert und geprüft. Als ob es da etwas anderes zu prüfen gäbe als die Gültigkeit der hinterlegten IBAN.

Für genervte Kunden wie Sylvia G. besonders pikant ist der Werbespruch, den Amazon unter alle seine Vertröstungsmails schreibt: „Unser Ziel: das kundenfreundlichste Unternehmen der Welt zu sein.“ Doch das Naheliegendste ist für Amazon-Verantwortliche offenbar fernliegender als der Mars. (tig@ct.de) **ct**

**VOR
SICHT
KUNDE!**

Schall und Rauch

Wie Rauchmelder Leben retten



Funktionsweise und Technik Seite 62
Rauchmelder im Test Seite 66

Bild: Thorsten Hübner

Rauchmelder gehören zu den Geräten im Haushalt, denen man wohl die wenigste Beachtung schenkt. Zu Unrecht: Wir haben uns bei einem echten Feuer davon überzeugt, wie wichtig die kleinen Lebensretter sind. Entscheidend ist dabei, sie richtig zu montieren – darüber hinaus sind einige technische und rechtliche Hintergründe interessant.

Von Nico Jurran und Stefan Porteck

Zwei Minuten. Das ist die Zeit, die man laut Feuerwehr ungefähr hat, um sich bei einem typischen Zimmerbrand in Sicherheit zu bringen. Danach verliert man aufgrund der Rauchgase erst die Orientierung und dann das Bewusstsein. Dafür reichen bereits zwei bis drei Atemzüge. Die meisten Opfer sterben nicht an den Verbrennungen, sie ersticken schon vorher.

Zwei Minuten, um das Feuer zu bekämpfen oder zu flüchten. Das Bekämpfen ist selten möglich – am ehesten noch, wenn der Brand direkt vor einem ausbricht und man gleich einen Feuerlöscher zur Hand hat. Oft geht es jedoch nur noch darum, auf möglichst kürzestem Weg nach draußen zu gelangen.

Zwei Minuten, die darüber entscheiden, ob man aus der Situation mit heiler Haut herauskommt, mit leichten oder schweren Verletzungen oder eben gar nicht – und die sind bei einem Brand in der Nacht ohne das ohrenbetäubende Piepen eines Rauchmelders schnell verstrichen, bevor die Bewohner überhaupt aufwachen.

Wenn Sie in gewöhnlichem Tempo lesen, ist an dieser Stelle bereits rund eine Minute vergangen. Den meisten müsste es daher eigentlich selbstverständlich erscheinen, sich und die Familie mit Rauchmeldern zu schützen. Die Realität sieht freilich ganz anders aus: Erhebungen zeigen, dass in vielen deutschen Haushalten noch immer keine Rauchmelder installiert sind (siehe Kasten „Bittere Realität“ auf Seite 64).

Aus diesen Gründen beschlossen in den frühen 2000er-Jahren die Bundesländer als zuständige Stellen in ihren Lan-

desbauordnungen eine Rauchmelderpflicht. Sie galt zunächst nur für Neu- und Umbauten, doch seit spätestens Ende vergangenen Jahres müssen alle Wohnungen nachgerüstet sein – nur Sachsen hat bislang keine Regelung zu Bestandsbauten (siehe Tabelle auf Seite 65).

Gesetzliche Pflicht

Die Regelungen der Länder unterscheiden sich teilweise im Umfang – für Schlafräume besteht jedoch generell Rauchmelderpflicht. Dazu zählen auch Kinderzimmer, in denen die Kinder schlafen. Fast alle Bundesländer führen sie aber noch einmal explizit auf (Links zu den Regelungen siehe ct.de/you8f). Hinzu kommen die Wohnungsflure, die als Rettungswege dienen. Berlin und Brandenburg gehen einen Schritt weiter und führen alle Aufenthaltsräume mit Ausnahme der Küche auf. Wer vorsätzlich oder fahrlässig gegen die Verordnungen verstößt, kann mit einer Geldbuße von bis zu 500.000 Euro belegt werden.

Nach den Regelungen müssen Gebäude aber nicht nur mit den Rauchmeldern ausgestattet werden, auch die Sicherstellung ihrer Betriebsbereitschaft ist vorgeschrieben. Nach DIN 14676-1 sollte die Funktionsprüfung mindestens einmal jährlich durchgeführt werden. Außer Brand-

schutz-Fachbetrieben bieten auch viele Schornsteinfeger an, die Funktionsfähigkeit von Rauchmeldern zu protokollieren.

Verantwortlich dafür sind die Eigentümer, nicht die Mieter. In größeren Wohneinheiten beauftragen die Hausverwaltungen häufig Drittfirmen mit der Installation und einer jährlichen Wartung der Rauchmelder. Um diese Prozesse zu vereinfachen, wird üblicherweise in allen Wohnungen das gleiche Modell installiert. Laut Bundesgerichtshof kann auch eine Eigentümergemeinschaft beschließen, dass in allen Wohnungen eines Hauses einheitliche Rauchmelder eingebaut werden. Ebenso kann sie über deren Wartung entscheiden (Az. V ZR 273/17).

Auswahl

Beim Rauchmelderkauf wird man von der Auswahl fast erschlagen: Das Angebot reicht von Modellen aus dem Baumarkt oder dem Discounter ab 5 Euro bis hin zu High-End-Ausführungen für mehr als 100 Euro.

Etliche Rauchmelder bieten heute auch die Möglichkeit der Vernetzung – über oft proprietären Funk untereinander, teilweise aber auch per WLAN zur Cloud des Herstellers. So können die Rauchmelder die Warnung an alle Geräte im Haus weitergeben beziehungsweise zusätzlich ein Smartphone einbeziehen. Das ist beispielsweise sinnvoll, wenn man Keller, Garage oder Gartenschuppen mit absichern will – aber auch bei mehrgeschossigen Häusern, bei denen der Melder in dem Raum, in dem man sich befindet, ohne Vernetzung eventuell erst anspringt, wenn bereits das übrige Haus lichterloh brennt.

Im nachfolgenden Test ab Seite 66 haben wir uns smarte Rauchmelder angeschaut, die über eine WLAN-Verbindung sogar ganze „Alarmketten“ auslösen können sollen. Im Falle eines Falles triggern sie also weitere Smart-Home-Komponenten – beispielsweise vernetzte Lampen, die dann rot blinken.



In der Messkammer optischer Rauchmelder messen Fotodioden die Partikeldichte der Luft.

In Häusern mit elektrischen Außenrollen könnte über eine Anbindung der Rauchmelder die Smart-Home-Zentrale die Rollos automatisch öffnen. Das erleichtert der Feuerwehr den Zugang.

Selbst eine simple Benachrichtigung am Smartphone ist keine sinnlose Spielerei: Falls man nicht daheim ist, hat man wenigstens die Möglichkeit, die Nachbarn anzurufen und zu fragen, ob alles in Ordnung ist oder ob es wirklich brennt.

Generelle Funktionsweise

Praktisch alle Rauchmelder für den Heimgebrauch arbeiten nach dem gleichen Prinzip: Im Inneren der Melder befindet sich eine runde Kammer, in die zwar Gase, aber kein Licht eindringen kann. Darin sitzt eine Infrarot-Leuchtdiode (bei manchen Modellen auch ein IR-Laser) und eine Fotodiode, die versetzt zueinander angebracht sind. Das von der LED abgegebene Licht trifft also nicht direkt auf den Empfänger.

Bei einem Brand bilden sich mikroskopisch kleine Ruß- und Feinstaubpartikel. Sobald Qualm in die Melder eindringt, streuen die Rauchpartikel das Licht der LED. Jede dichter der Rauch, desto mehr Streulicht wird in Richtung der Fotodiode abgelenkt. Je mehr Licht sie empfängt, desto dichter ist also der Rauch in der Messkammer. Beim Überschreiten eines Schwellenwertes gibt der Melder Alarm.

Die optische Erkennung gilt als sehr zuverlässig. Problematisch ist eher, dass dabei nicht zwischen Rauch und Wasserdampf unterschieden werden kann. Dunst, wie er beim Duschen und Kochen entsteht, vernebelt die Luft aus Sicht der Melder genauso wie Rauch – die Folge ist ein Fehlalarm.

Manche Modelle versuchen dieses Problem mit weiteren Sensoren zu lösen. So hat der Nest Protect von Google zusätzlich einen Feuchtigkeitssensor. Misst dieser eine hohe Luftfeuchtigkeit, bleibt der Alarm aus, weil der Melder davon ausgeht, dass die Trübung der Luft durch Wasserdampf statt durch Rauch verursacht wurde. Sogenannte Wärmemelders haben (ausschließlich oder zusätzlich) einen Temperatursensor integriert und geben nur Alarm, wenn die Temperatur in einem sehr kurzen Zeitfenster massiv ansteigt.

Um Fehlalarme möglichst zu minimieren, detektieren manche Melder nicht nur die Menge der Partikel der Raumluft, sondern sind mit speziellen Fotodioden zu-

Bittere Realität

Niedersachsen gehört zu den Bundesländern, in denen man nicht in jedem Raum der Wohnung einen Rauchmelder installieren muss. Die Landesbauordnung nennt nur Schlafräume, Kinderzimmer und als Rettungswege dienende Flure. Anders als in Berlin und Brandenburg müssen gewöhnliche Aufenthaltsräume hier laut Gesetz nicht mit Rauchmeldern gesichert werden.

Doch als die Landesinnung für das Schornsteinfegerhandwerk Niedersachsen im Jahr 2020 knapp vier Millionen Haushalte des Bundeslandes untersuchte, zeigte sich, dass gerade einmal 44,5 Prozent der Wohnungen auch nur über diese Mindestausstattung verfügten. In rund 26 Prozent der Haushalte gab es sogar keine Rauchmelder.

Eine weitere Erkenntnis: In 16 Prozent der erfassten Haushalte waren zwar Rauchmelder vorhanden, wurden aber fehlerhaft installiert. Im Zweifel sorgen diese Geräte für ein trügerisches Sicherheitsgefühl, das im Brandfall Leben kosten kann.

sätzlich in der Lage, die Wellenlänge zu bestimmen. Sie sollen beispielsweise nicht bei der Nutzung von E-Zigaretten auslösen.

Teurere Geräte haben zudem einen zusätzlichen Melder für Kohlenstoffmonoxid (CO, umgangssprachlich Kohlenmonoxid) integriert. Dieses Gas entsteht bei unvollständiger Verbrennung aufgrund zu geringer Sauerstoffzufuhr. Das ist aus mehreren Gründen tückisch und gefährlich: Von außen sieht man Feuerstätten wie Gasthermen oder Kachelöfen aber nicht an, ob sie sauber verbrennen.

Ein technischer Defekt kann schnell dazu führen, dass bei der Verbrennung statt CO₂ das giftige CO entsteht. Dummerweise ist Kohlenmonoxid farb- und geruchlos, weshalb sich eine drohende CO-Vergiftung nur durch diffuse Symptome wie Kopfschmerzen und Müdigkeit äußert. Bis man den Grund für die Beschwerden erkannt hat, ist man meist schon bewusstlos – die Zeitungen berichten zu oft von ganzen Gruppen, bei denen die dumme Idee, drinnen zu grillen, tödlich endet. CO-Melder sind deshalb eine sinnvolle Ergänzung zu Rauchmeldern.

Montage

Damit Rauchmelder zuverlässig warnen, müssen sie so angebracht sein, dass der Rauch auch zum Melder gelangt. In der Praxis bedeutet dies, dass die Geräte nicht in Ecken montiert werden sollen, da hier eventuell zu wenig Luftaustausch stattfindet. Aus dem gleichen Grund sollte man das Gerät auch nicht direkt über einem Schrank oder einem Regal montieren.

In größeren Räumen kann es auch nötig sein, zwei Rauchmelder zu installieren, um rechtzeitig gewarnt zu werden. Dies gilt auch und vor allem, wenn die Form des Raumes verhindert, dass sich der Rauch gleichmäßig verteilt. Ein Beispiel hierfür wäre etwa ein L- oder U-förmiger Flur als Rettungsweg.

Idealerweise hat ein Melder so viel Abstand wie möglich zu allen vier Wänden und anderen Hindernissen – mindestens aber 50 Zentimeter. Eine Faustregel für den besten Montageplatz gibt es leider nicht, da sich die einzelnen Melder im Aufbau unterscheiden. Unumgänglich ist daher ein Blick auf die Montagehinweise in der beiliegenden Anleitung. Insbesondere in Räumen mit Dachschrägen gibt es teils deutliche Unterschiede zwischen den Montageempfehlungen der Rauchmelder, weshalb man sich genau in die Anweisungen einlesen sollte.

Energie und Lebensdauer

Um Menschen warnen zu können, müssen Rauchsensor und Sirene mit Strom versorgt werden. Üblicherweise werden Rauchmelder aber ausschließlich mit Batterien betrieben. Diese lassen sich in vielen Fällen leicht wechseln. Ein sinnvolles Detail hier: Eine Sperrvorrichtung verhindert bei einigen Rauchmeldern, dass sie sich ohne eingesetzte Batterie überhaupt montieren lassen.

Anders als günstige Melder vom Discounter haben die Geräte unseres nachfolgenden Tests den Vorteil, dass sie den aktuellen Status von der Smartphone-App abfragen und beispielsweise bei niedrigem Batteriestand automatisch eine Benachrichtigung schicken. Man wird also rechtzeitig vorgewarnt und kann neue Batterien besorgen, bevor die Geräte anfangen, alle paar Minuten mit einem Piepser auf den nunmehr kritischen Energiestand hinzuweisen – was nach Murphys Gesetz nämlich immer mitten in der Nacht passiert.

Daneben gibt es Rauchmelder, die mit fest installierten Batterien ausgeliefert

werden. Bei den meisten dieser Modelle ist eine Laufzeit von zehn Jahren angegeben, danach kann man das Gerät nur noch wegschmeißen. Dieser Umstand wäre in vielen Tests ein klares K.-o.-Kriterium, bei Rauchmeldern ist dies aber auf mehreren Gründen sinnvoll – angefangen damit, dass man hier nicht in die Verlegenheit kommt, Batterien wechseln zu müssen beziehungsweise den rechtzeitigen Austausch nicht verpasst, weil man vielleicht bei Meldung des niedrigen Batteriestandes gerade im Urlaub war.

Zudem stellen die Permanentbatterien sicher, dass die Rauchmelder als solche – wie vorgeschrieben – alle 10 Jahre erneuert werden. Tatsächlich dürfte es besonders in Eigenheimen einige Rauchmelder geben, die dort schon 15 oder 20 Jahre hängen. Doch über die Jahre setzt sich in vielen Fällen so viel Schmutz in der Kammer der Rauchmelder ab, dass sie nicht mehr rechtzeitig auslösen würden. Ein Austausch nach einem Jahrzehnt ist also angeraten – vor allem in Haushalten, in denen geraucht oder gelegentlich mit offenem Feuer geheizt wird.

Versteht man die Rauchmelder jedoch als Lebensretter, relativiert sich daher der Frust über diese geplante Obsoleszenz. Sie dürfte lediglich manchem Käufer teurer Modelle mit Zusatzfunktionen sauer aufstoßen – solche Kombinationsgeräte sind erst empfehlenswert, wenn es einzeln austauschbare Sensorkammermodule gäbe.

Wartung und Test

Die vorgeschriebene Funktionsprüfung eines Rauchmelders beginnt üblicherweise

mit einer Sichtprüfung, ob das Gerät nicht bei der letzten Renovierung der Wohnung – beispielsweise beim Auszug des Vormieters – überstrichen wurde und keine Insektenleichen die Gitter verstopfen.

Der eigentliche Test startet dann durch das Drücken einer Testtaste am Rauchmelder, der darauf einen Bestätigungston abgibt. Sofern der Melder nach DIN EN 14604 zertifiziert wurde, kann man sich als Kunde darauf verlassen, dass er auch im Ernstfall funktioniert, wenn nach einem Druck auf die Prüftaste ein Testalarm ertönt. Bei einigen smarten Modellen kann man das Ergebnis dieses Selbsttests auch auf der verknüpften Smartphone-App nachlesen. Alles in allem läuft der Test also recht unspektakulär ab.

Das ist nicht zuletzt ein Grund, weshalb manche Anwender auf die Idee kommen, dem Rauchmelder mal einen „lebensnahen Test“ zu unterziehen – beispielsweise, in dem sie ihn Rauch aussetzen. Besonders verlockend sind auch im Handel frei erhältliche „Rauchmelder-Prüfsprays“, etwa von der Firma Hekatron, selbst Hersteller von Rauchmeldern.

Doch schaut man einmal in der Anleitung zum Hekatron-Modell Genius Plus (X), dann liest man, dass man den Funktionstest ausschließlich durch Drücken der Testtaste durchführen soll, der Melder sei „für die Verwendung von Prüfgas nicht geeignet“. Wie kann das sein?

Das Problem ist, dass die Prüfsprays für den Test Partikel enthalten, die mittels Treibgas mit hohem Druck in die Kammer des Rauchmelders gesprüht werden – sekundenlang, bis das Gerät Alarm schlägt.

Im Endeffekt sorgt man so meist dafür, dass sich ein Schmierfilm auf der Lichtquelle und dem Lichtempfänger ablegen. Durch den Test mit dem Prüfgas verringert sich letztlich also möglicherweise die Empfindlichkeit des Rauchmelders. Überspitzt ließe sich sagen: Man weiß nach dem Einsatz von Prüfgas, dass der Melder vorher funktioniert hat, aber nicht, ob er auch fortan noch funktioniert.

Fazit

Unbestritten retten Rauchmelder Leben. Auch wenn die meisten Bundesländer nur eine minimale Grundausstattung vorschreiben, sollte man daher aus Selbstschutz alle Räume mit einem Rauchmelder ausstatten. Vernetzte Modelle können dabei die Sicherheit zusätzlich erhöhen, indem sich auch in benachbarten Räumen warnen und nicht nur am Brandort. Zudem erleichtern sie die Flucht und die Gefahrenabwehr, indem sie über eine Smart-Home-Zentrale alle Fluchtwege beleuchten oder gar die Haustür aufschließen.

Schockiert hat uns bei der Feuerprobe auf einer Brandschulungsanlage, wie wenig Zeit verbleibt, bis selbst der Rauch eines mickrigen Feuers die Orientierung und das Atmen unmöglich macht. Wem die vernetzten Geräte unseres Tests zu teuer sind, der sollte wenigstens in jedem Raum ein günstiges Modell aus dem Baumarkt installieren. Auch die günstigen Melder helfen, da es im Ernstfall um jede Sekunde geht. (spo@ct.de) **ct**

Rauchmelderverordnungen der Bundesländer: ct.de/ju8f

Rauchmelder-Pflicht in Deutschland

Bundesland	Neu-/Umbauten	Bestandsbauten	Regelung LBO	Montage	Wartung	Schlafzimmer	Kinderzimmer	Rettungswege	Aufenthaltsräume
Baden-Württemberg	seit 23.07.2013	endete 31.12.2014	§ 15 Abs. 7	Eig./Verm.	Mieter ¹	Pflicht	Pflicht als SZ	Pflicht	keine Pflicht
Bayern	seit 1.1.2013	endete 31.12.2017	Art. 46 Abs. 2	Eig./Verm.	Mieter ¹	Pflicht	Pflicht	Pflicht	keine Pflicht
Berlin	seit 1.1.2017	endete 31.12.2020	§ 48 Abs. 4	Eig./Verm.	Mieter ¹	Pflicht	Pflicht	Pflicht	Pflicht
Brandenburg	seit 1.7.2016	endete 31.12.2020	§ 48 Abs. 4	Eig./Verm.	Eig./Verm.	Pflicht	Pflicht	Pflicht	Pflicht
Bremen	seit 1.1.2010	endete 31.12.2015	§ 48 Abs. 4	Eig./Verm.	Mieter ¹	Pflicht	Pflicht	Pflicht	keine Pflicht
Hamburg	seit 1.1.2006	endete 31.12.2010	§ 45 Abs. 6	Eig./Verm.	Eig./Verm.	Pflicht	Pflicht	Pflicht	keine Pflicht
Hessen	seit 1.1.2005	endete 31.12.2014	§ 14 Abs. 2	Eig./Verm.	Mieter ¹	Pflicht	Pflicht	Pflicht	keine Pflicht
MVP	seit 1.1.2006	endete 31.12.2009	§ 48 Abs. 4	Eig./Verm.	Eig./Verm.	Pflicht	Pflicht	Pflicht	keine Pflicht
Niedersachsen	seit 1.1.2012	endete 31.12.2015	§ 44 Abs. 5	Eig./Verm.	Mieter ¹	Pflicht	Pflicht	Pflicht	keine Pflicht
NRW	seit 1.1.2013	endete 31.12.2016	§ 47 Abs. 3	Eig./Verm.	Mieter ¹	Pflicht	Pflicht	Pflicht	keine Pflicht
Rheinland-Pfalz	seit 1.4.2005	endete 31.12.2010	§ 49 Abs. 4	Eig./Verm.	Mieter ¹	Pflicht	Pflicht	Pflicht	keine Pflicht
Saarland	seit 1.6.2004	endete 31.12.2016	§ 46 Abs. 4	Eig./Verm.	Mieter ¹	Pflicht	Pflicht	Pflicht	keine Pflicht
Sachsen	seit 1.1.2016	keine Regelung	§ 47 Abs. 4	Eig./Verm.	Mieter ¹	Pflicht	Pflicht als SZ	Pflicht	keine Pflicht
Sachsen-Anhalt	seit 17.12.2009	endete 31.12.2015	§ 47 Abs. 4	Eig./Verm.	Eig./Verm.	Pflicht	Pflicht	Pflicht	keine Pflicht
Schleswig-Holstein	seit 1.4.2005	endete 31.12.2010	§ 49 Abs. 4	Eig./Verm.	Mieter ¹	Pflicht	Pflicht	Pflicht	keine Pflicht
Thüringen	seit 28.02.2008	endete 31.12.2018	§ 48 Abs. 4	Eig./Verm.	Eig./Verm.	Pflicht	Pflicht	Pflicht	keine Pflicht

¹ Regelungen der Landesbauordnungen verdrängen nicht die Pflichten des Vermieters aus Mietrecht

LBO = Landesbauordnung, SZ = Schlafzimmer, Eig./Vermieter = Eigentümer bzw. Vermieter



Bild: Thorsten Hübner

Fernalarm

Sechs Rauchwarnmelder mit WLAN im Härtestest

Rauchmelder retten Leben. Sind sie über WLAN angebunden, weisen sie per App auf Gefahren hin, selbst wenn man sich hinten im Garten oder auch am anderen Ende der Welt befindet. Sechs smarte Modelle mussten sich der c't-Feuerprobe stellen.

Von Sven Hansen

Seit der Einführung der Rauchmelderpflicht in Berlin und Brandenburg Anfang 2021 sind Rauchwarnmelder in allen 16 Bundesländern ein Muss. Erste Auswertungen der Brandstatistik machen Mut: Schon jetzt ist die Zahl der Brandopfer rückläufig. In ihrer einfachsten Form weisen die Geräte in der direkten Umgebung durch ein laut piependes Piezo-Element auf ein in Entstehung begriffenes Feuer hin.

Bessere Modelle lassen sich untereinander vernetzen, sodass sie ein Alarmereignis raumübergreifend signalisieren. Will man seine Immobilie aus der Ferne

im Blick behalten, bei größeren Liegenschaften Gebäude außerhalb der Hörweite überwachen oder einem älteren Menschen im Brandfall schnell zur Seite stehen, sind Melder sinnvoll, die sich mit dem Internet verbinden lassen.

Die Vernetzung bringt einen weiteren Vorteil: Unabhängig von der lokalen Warnung durch die integrierte Sirene, die alle Rauch-

warnmelder beherrschen, können die vernetzten Geräte den Alarm als Trigger für weitere Smart-Home-Aktionen nutzen. So lässt sich ein vernetztes Lichtsystem zum Anzeigen eines Alarms einsetzen,

Frisch aus
c't Nerdistan

damit auch gehörlose Menschen rechtzeitig gewarnt sind. Je nach Ausstattung des Smart Home kann man auch die Lüftungsanlage herunterfahren, Fenster schließen oder Rettungswege im Außenbereich beleuchten. Weitere Details zum rechtlichen und technischen Hintergrund finden Sie im vorangegangenen Artikel auf Seite 62.

Im Test sind sechs Rauchwarnmelder, die sich ohne zusätzliches Gateway per WLAN vernetzen lassen. Alle arbeiten ausschließlich im 2,4-GHz-Band. Bei dieser Geräteklasse scheint das sinnvoll, weil die Funkreichweite im 5-GHz-Bereich deutlich geringer wäre und kein hoher Durchsatz vonnöten ist.

Teuerstes Gerät im Test ist Googles Nest Protect (130 Euro), ein kombinierter Rauch- und CO-Melder mit allerhand Zusatzfunktionen. Vom französischen Hersteller Netatmo stammt der „Smarte Rauchmelder“ – bekannt ist der Smart-Home-Spezialist eher durch seine stylische Wetterstation und Sicherheitsprodukte wie die Netatmo-Kameras.

Gleich drei Geräte sind Teil des chinesischen Tuya-Universums, zu erkennen an ihrer Verknüpfung mit der Smart-Life-App des Herstellers. Wer genau schaut, wird baugleiche Modelle unserer Kandidaten von Gafild, Xindum und X-Sense auch unter anderen Namen im Netz finden.

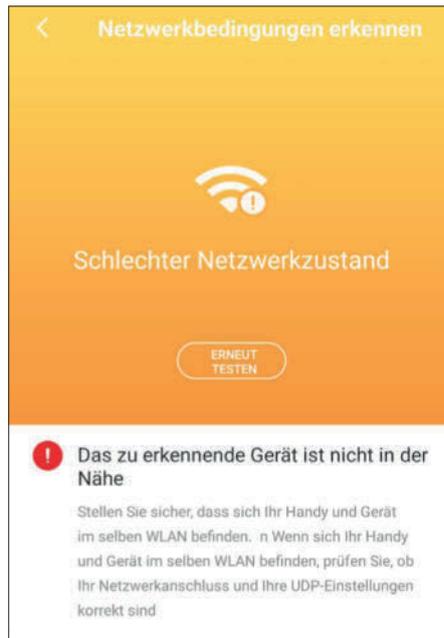
Streng genommen gehört auch Pearls „Rauchmelder WLAN“ zu dieser Gruppe. Allerdings fasst Pearl seine Smart-Home-Produkte nebst Rauchmelder unter der Elesion-App zusammen, die der Versandhändler als OEM-Kunde in Tuyas Baukastensystem zusammengestellt hat. Elesion ist daher weitgehend identisch mit Tuyas Smart Life.

Melder scharfschalten

Eines vorab: Ihre Basisfunktion als Rauchwarnmelder erfüllen alle Kandidaten, sobald man sie mit Batterien bestückt beziehungsweise die fest verbauten Batterien durch das Entfernen der Transportsicherung aktiviert. Branderkennung und Piezo-Element sind sofort aktiv.

Als Nächstes muss man die Geräte mit dem WLAN verbinden. Hierfür lädt man die jeweiligen Apps für iOS oder Android aufs Smartphone, sie sind bei allen Anbietern kostenfrei. Zugriff auf die smarten Funktionen gibt es nur mit einem Nutzer-Account beim jeweiligen Dienst.

Die drei Tuya-Melder nutzen unterschiedliche Wege zur Anmeldung. Zu-



Die Netzwerkinfo in der Tuya-App meldet für batteriebetriebene Geräte grundsätzlich einen Verbindungsfehler.

nächst muss man sie durch mehrfaches oder langes Drücken des Tasters am Melder in den Einrichtungsmodus versetzen. Bei Xindum genügt dann ein Drücken auf den Scan-Button der App, bei den anderen beiden sucht man den WiFi-Rauchmelder aus der Geräteliste und startet den Einrichtungsassistenten manuell, so auch bei Pearls Visortech-Melder.

Will man den Rauchmelder von Netatmo anlernen, scannt man über die Security-App einen QR-Code, der eine Verbindung mit dem Gerät ermöglicht. Nach Eingabe der WLAN-Informationen verbindet sich auch dieser smarte Rauchmelder mit dem Router.

Überraschend holprig verläuft die Einrichtung des Google Nest Protect. Google hat die Firma Nest übernommen, die bisher über eine eigene App verwalteten Geräte sollen auf lange Sicht in der Google Home-App integriert werden. Dieser Prozess stockt offenbar.

Über die Nest-App ließ sich das Gerät zwar problemlos ins WLAN befördern, doch wir schafften nicht, es nachträglich in Google Home zu integrieren. Die Home-App ruft eine Seite zur Verknüpfung des Nest-Cloud-Accounts auf, diese wiederum verweist zurück auf die Google-Home-App. Das Anmelden über Google Home scheint zwar vorbereitet zu sein – aber auch dieser Dialog verweist zurück in die Nest-App.

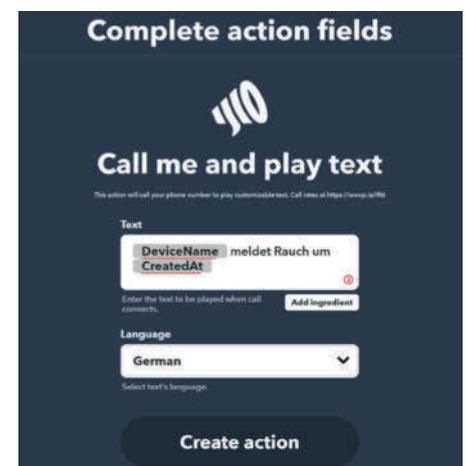
Am Ende gelingt es nicht, den Google-Melder in Googles Smart-Home-App zu integrieren. In einem entlegenen Winkel der Nest-Support-Seite findet sich der lapidare Hinweis: „Nest Protect [...] will only appear in the Nest app.“ – Schade eigentlich.

Auch der Einstellungsbereich aller vier Geräte mit Tuya-Hintergrund verwirrt uns. In dem kann man sich die WLAN-Qualität zwischen Router und jeweiliger Smart-Home-Komponente anzeigen lassen. Am Stromnetz betriebene Tuya-Komponenten vermelden hier brav die Wi-Fi-Stärke – bei den batteriebetriebenen Meldern wird stets eine nicht vorhandene Verbindung angezeigt. Tatsächlich befinden sich die Rauchwarnmelder nur im Schlummermodus und können einen Alarm kurzfristig durchleiten. Die Qualitätsanzeige ist also nicht zu gebrauchen.

Gruppenalarm

Positiv: Die Produkte von Google, Xindum und X-Sense lassen sich für einen lokalen Gruppenalarm koppeln, wenn man mehrere von ihnen besitzt. Bei den beiden Kandidaten mit Smart-Life-App funktioniert das auch herstellerübergreifend, indem man eine entsprechende Automatisierungsregel anlegt. Schlägt ein Melder Alarm, stimmen die anderen Tuya-Melder mit ein.

In dieser Disziplin spielt Googles Nest Protect den Vorteil der Sprachausgabe über seinen integrierten Lautsprecher voll aus. Verbundene Protect im selben WLAN teilen nicht nur mit, dass eine Gefahrensituation vorliegt, sondern auch in welchem



Über IFTTT und den Kommunikationsdienst Woopla lassen sich automatisierte Telefonanrufe ausführen, wenn der Netatmo-Melder anschlägt.



Bei den Brandexperten von FeuReX konnten wir die Rauchmelder unter Realbedingungen testen.



Alle sechs Kandidaten waren im Übungsraum montiert, in dem Feuerwehrleute sonst für den Einsatz trainieren.

Raum. So wissen Bewohner und eintreffende Rettungskräfte sofort, wo es brennt.

Die Melder von Netatmo und Xindum werden mit fest verbauten Batterien geliefert, die jeweils 10 Jahre halten sollen. Nach dieser Zeitspanne muss man Rauchmelder qua Gesetz austauschen. Googles Nest Protect hat zwar auswechselbare Akkus, allerdings begrenzt der Hersteller die Lebenszeit per Software auf 10 Jahre. Nach dieser Zeit meldet sich der Protect zunächst mit Ablaufnachrichten in der App und beginnt am Ende alle paar Minuten nervig zu piepen, sodass man ihn „freiwillig“ von der Decke nimmt. Die zehn Jahre gelten ab Produktionsdatum. Man sollte also tunlichst darauf achten, einen

möglichst frischen Melder zu ergattern.

Bei einem 130-Euro-Gerät, das auch als Nachtlicht, zur Bewegungserkennung oder Raumtemperaturüberwachung nutzbar ist, hätte man sich auch im Sinne der Nachhaltigkeit eine weniger rigide Austauschpolitik gewünscht. Schließlich könnte man einen alten Protect selbst ohne Brandsensorik dazu nutzen, den Alarm eines anderen Protect per Sprache in einem weiteren Raum im Haus zu signalisieren.

Alarmpketten im Eigenbau

Fünf der sechs Rauchwarnmelder lösen bei einem Alarmereignis einen Trigger aus, mit dem man eine individuelle Alar-

mierungskette aufbauen kann. Vorsicht: Solche handgestrickten Lösungen ersetzen keine professionelle Brandmeldeanlage. Dennoch bieten sie ein Plus an Sicherheit, das man gerne mitnimmt.

Im Falle von Netatmo führt der Weg zur Einbindung ins Smart Home über den inzwischen kostenpflichtigen Metadienst IFTTT. Hat man den Netatmo-Account verknüpft, kann man über das Plug-in „Netatmo Security“ unterschiedliche Trigger abrufen. Hierzu zählen Alarm-Anfang und -Ende sowie die temporäre Stummschaltung des Melders. Als Aktionen bietet IFTTT etwa das Schalten von Philips-Hue-Lampen, aber auch die Sprachausgabe durch Alexa oder eine Be-



Vor dem Container lagen unsere Smart-Home-Hardware und die mit Meldern verknüpften Handys.



Nachdem alle Melder ausgelöst hatten, öffneten wir vorsichtig die Außentür des Übungsraumes.



Kleiner Eimer, große Wirkung: Eine Blechtonne mit ein wenig Papier und Holz genügte, um die „Wohnung“ einzuräuchern.



Minuten nach dem Test: Der Rauch ist längst nicht verzogen und der Container lässt sich nur mit Vollschutz betreten.

nachrichtigung über die IFTTT-App auf dem Smartphone.

In den USA kann man sich via IFTTT auch auf dem Smartphone anrufen lassen,

in Deutschland lässt sich diese Alarmierungsart über den Umweg des Dienstes Woopla umsetzen. Für 13 Cent ruft der Service eine Mobilfunknummer im Inland

an und liest eine in IFTTT hinterlegte Meldung vor oder spielt eine MP3-Datei ab.

Auch die Nest-Produkte unterstützten mal IFTTT – das war vor der Google-Über-

So werden Sie zum **DEV-TEAM-SUPERHELDEN!**

**Heft + PDF
mit 29 % Rabatt**

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

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

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

 shop.heise.de/ix-sichere-softwareentwicklung21





Gafild Rauchmelder WLAN

Gafilds Rauchmelder WLAN macht einen soliden Eindruck. Über eine Montageplatte schraubt man ihn an der Decke fest oder befestigt ihn mit dem mitgelieferten, großflächigen Klebe-Pad. Mit einem leichten Dreh lässt er sich jederzeit aus der Platte entfernen.

Die insgesamt zehn LEDs sind hinter einem Streifen aus transparentem Kunststoff verborgen. Im Alarmfall sorgen sie als animiertes Lauflicht dafür, dass man den Rauchwarnmelder selbst in verräucherter Umgebung optisch gut wahrnimmt und den 3,5 Zentimeter großen Reset-Knopf leicht findet.

Mit zwei AAA-Batterien ist der Melder schwach bestückt, häufigere Batteriewechsel dürften die Folge sein.

- ↑ gut sichtbar bei Alarm
- ↑ günstiger Cloud-Alarm
- ↓ geringe Batteriekapazität

Preis: 40 Euro



Google Nest Protect

Der Nest Protect von Google steckt voller Sensorik und schaut dabei schick aus. Der LED-Kranz dient nicht nur als gut sichtbare Alarmanzeige, sondern lässt sich auch als Nachtllicht nutzen. Im Alarmfall zeigt die Nest-App wertvolle Hinweise an.

Lokale Alarmierungen lassen sich per Sprache auch an mehreren Protect im WLAN ausgeben. Der Melder warnt per Sprache, bevor der Piezo-Alarm ertönt. Wegen der fehlenden Einbindung in die Google-Home-App kann man die überlegene Hardware allerdings nicht für eigene Smart-Home-Programmierungen nutzen. Die aufwendige Sensorik liegt brach und wird zusammen mit der Rauchmelderfunktion nach zehn Jahren per Firmware von Google unbrauchbar gemacht.

- ↑ viele Sensoren
- ↑ hochwertige Verarbeitung
- ↓ keine Smart-Home-Anbindung

Preis: 130 Euro



Netatmo Smarter Rauchmelder

Der Smarter Rauchmelder von Netatmo kommt schlicht in modernem Design daher. Mit 4,5 Zentimeter Dicke wirkt er allerdings vergleichsweise wuchtig. Zwei Mini-LEDs dienen als Statusanzeige, sind allerdings in einem Schlitz verborgen und kaum zu sehen. Die Montageplatte ist stabil, das Aufsetzen des Melders allerdings etwas fummelig.

Die Feuerprobe bestand der Melder mit Bravour, auch weil der IFTTT-Trigger der Netatmo-Cloud unsere Alarmkette schnell anstieß. Die Security-App liefert zudem wertvolle Verhaltenshinweise im Alarmfall. Als einziger Melder lässt er sich auch per HomeKit verbinden und dort als Trigger für Automationsregeln nutzen.

- ↑ hilfreiche Warnmeldung
- ↑ IFTTT-Anbindung
- ↓ LEDs kaum sichtbar

Preis: 90 Euro

nahme. Zuerst kappte der Konzern die Taue, da man mit den Nest-Produkten in der hauseigenen Home-App Großes vorhatte. Dann streckte man zumindest den verärgerten Bestandskunden die Hand aus, damit sie ihre mühsam in IFTTT aufgebauten Smart-Home-Regeln weiter nutzen konnten. Für Neukunden bedeutet dies: IFTTT ist mit dem Nest Protect nicht zu nutzen. Durch die ebenfalls kaputte Google-Home-Anbindung tendieren die Smart-Home-Fähigkeiten des teuersten Kandidaten im Test hart gegen null.

Auch Tuyas Smart-Life-Account kann man prinzipiell mit IFTTT verknüpfen,

allerdings bot das System dort keine Trigger für unsere vernetzten Rauchmelder an. Stattdessen ist eine Benachrichtigung per SMS oder Telefonanruf direkt über die Tuya-Cloud möglich. Hierzu muss man ein entsprechendes SMS- oder Telefonpaket buchen. Letzteres kostet für ein Jahr mit maximal 50 Anrufen moderate 6,90 Euro. Dieselben Pakete bietet auch Pearls Elesion-App an. Die Anrufe schlagen mit identischer Nummer aus New Jersey auf dem hinterlegten Smartphone ein. Der Kasten auf Seite 72 erklärt, wie man ähnliche Alarmierungsketten auch mit nicht smarten Meldern umsetzen kann.

Feuerprobe

Außer bei Trockenübungen auf dem Schreibtisch mussten sich die smarten Rauchwarnmelder auch in echten Krisenfällen behaupten. Wir unterzogen sie im Labor zunächst einem Auslösetest mit einem Prüfspray.

Am empfindlichsten reagierten die Geräte von Google und Netatmo. Der Nest Protect schnappte vom Spezialgas sogar etwas auf, als er ein paar Meter vom eigentlichen Testort entfernt lag. In einer ersten Eskalationsstufe warnte er durch Sprachausgabe und Lichtsignale vor ansteigenden Werten. Erst in der zweiten Stufe er-



Pearl Visortech Rauchmelder WLAN

Versandhändler Pearl hat das OEM-Angebot von Tuya genutzt, um sich sein Elesion-System aufzubauen. Man bekommt chinesische Smart-Home-Komponenten zu deutschen Garantiebedingungen. Die Kurzanleitung zum Melder ist gut aufbereitet, bei der Übersetzung in der Elesion-App hapert es aber. Einen erfolgreichen Rauchmeldertest quittiert sie als „Bewegungsereignis“.

Die Verarbeitung ist nicht besonders wertig, mit dem dicken zentralen Bedienknopf kann der Melder Punkte gutmachen. Unglücklich: Wer dreimal drückt, setzt das Gerät zurück und entfernt es unbemerkt aus der Cloud. So wird er schneller zum „dummen“ Melder, als man denkt.

- ↑ günstiger Cloud-Alarm
 - ↓ schlechte Übersetzung
 - ↓ versehentlicher Reset möglich
- Preis: 30 Euro



Xindum Rauchmelder vernetzt

Wenn man den Xindum-Melder in der Hand hält, wirkt er in seinem dünnen Kunststoffkleid recht zerbrechlich. An der Decke montiert fällt er durch sein schlichtes Design kaum auf. Auch die Montageplatte ist recht dünn geraten: Zieht man die Schrauben etwas zu fest an, lässt sich der Melder nicht mehr einsetzen.

Die gesamte Oberfläche des Melders dient als Taster, um etwa einen Alarm zu deaktivieren. Die schwache LED im Gehäuse bietet wenig Orientierung.

Mit anderen Tuya-Komponenten lässt er sich für allerlei Smart-Home-Regeln nutzen. Einen externen Trigger für weitere Aktionen liefert er nicht. Dafür lässt sich über die App recht günstig eine Alarmierung via Telefon oder SMS einrichten.

- ↑ günstiger Cloud-Alarm
 - ↑ beherrscht Gruppenalarm
 - ↓ schlechte Verarbeitung
- Preis: 30 Euro



X-Sense Wi-Fi Smoke Alarm

Das technische Design mit sichtbarem Piezo-Element und rundum laufenden Lufteinlässen aus Metall verleiht dem X-Sense-Melder ein „offizielles“ Aussehen. Das TÜV-Rheinland-Logo verstärkt den Eindruck, die dort angegebene ID führt jedoch nicht wie erhofft auf ein Prüfergebnis zum Melder, sondern nur auf eine Info-Seite zum Hersteller.

Der Bedienknopf ist seitlich angebracht. Er ist hinterleuchtet und lässt sich im Alarmfall gut erkennen, allerdings nur schlecht erreichen. Da er knapp unter der Decke an der Basis des Melders sitzt, braucht man statt Besen eine Leiter, um den Knopf zu drücken. Eine Deaktivierung per App ist nicht vorgesehen. Der X-Sense-Melder taucht als einziger in Googles Home-App auf, leider kann man ihn nicht einbinden oder seinen Status abfragen.

- ↑ günstiger Cloud-Alarm
 - ↑ beherrscht Gruppenalarm
 - ↓ Bedienknopf schlecht erreichbar
- Preis: 40 Euro

klänge – ebenfalls nach kurzer Sprachansage – die Alarmsirene.

Die übrigen Kandidaten zeigten sich etwas träger. Das kann mit einem unempfindlichen Sensor zusammenhängen oder damit, dass die batteriebetriebenen Geräte aus Energiespargründen nur alle paar Sekunden eine Messung durchführen. Da die Befüllung der Messkammer beim Spraytest stark vom Einsprühwinkel und den Lufteinlässen des jeweiligen Melders abhängt, wollten wir es genauer wissen.

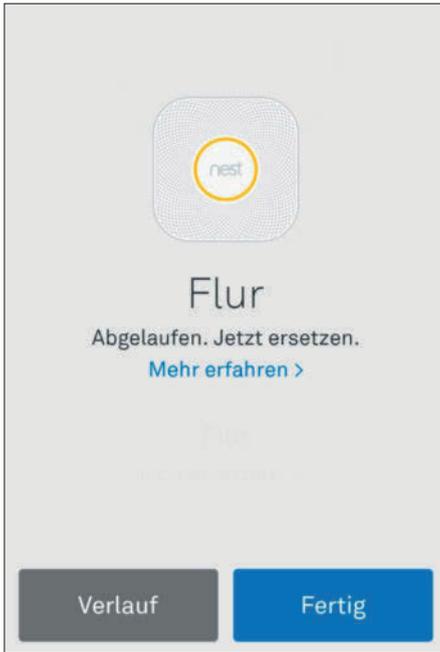
Weil das Prüfspray die empfindliche Sensorik der Rauchwarnmelder schon

nach einmaligem Gebrauch beeinträchtigen kann, gingen wir mit einem frischen Testset zu den Schulungsspezialisten bei Feurex-Nord in Helmstedt. Wo sonst Feuerwehrleute für den harten Einsatz trainieren, konnten wir die sechs Kandidaten in der Brennkammer unter Realbedingungen stressen.

Auf dem Gelände in Helmstedt steht ein Ensemble aus Containern, die den Grundriss einer typischen Wohnung nachbilden: Küche, Eingangsbereich, Flur, Schlafzimmer. Wir installierten unsere sechs Rauchmelder in der Mitte der Wohnung. Das eigentlich recht kleine Holzfeu-

er in einem mülleimergroßen Kübel entzündeten die Brandexperten in Vollschutz in einem Nebenraum. Wir schlossen die Türen und warteten ab. Durch die aufsteigende Hitze zogen Rauch und Brandgase nach oben und verbreiteten sich über die Decke unserer Testwohnung.

Das beruhigende Ergebnis: Alle sechs Rauchwarnmelder schlugen an, und das erfreulich schnell. Das Feuer im Nebenraum hatte gerade einmal zweieinhalb Minuten Zeit, sich zu entwickeln, als der Gafild-Melder lautstark und – dank der zehn verbauten LEDs – optisch auf sich aufmerksam machte.



Abgelaufen? Neu kaufen! Googles Nest Protect wird per Software nach 10 Jahren durch Dauergepiepe entwertet.

Nur zehn Sekunden später folgten die Melder von Google Nest, Visortech und Netatmo, wobei der Anstieg an Brandgasen für den Nest Protect offensichtlich so abrupt war, dass er die erste Sprachwarnung übergang und gleich Alarm schlug. Sein Leuchtring war besonders deutlich zu erkennen, der rote Leuchtring des Visortech hingegen war nur schwach sichtbar. Von den winzigen LEDs des Netatmo-Melders sah man im Rauch nichts mehr.

Nach je zehn weiteren Sekunden zogen die Melder von Xindum und X-Sense nach. Letzterer hat eine seitlich hell blitzende LED verbaut, die hinter dem Bedientaster liegt, beim Xindum leuchtet eine recht schwache LED unter der Frontplatte. Innerhalb von 30 Sekunden hatten alle Rauchwarnmelder unser Brandereignis lokal signalisiert, doch wie sah es mit den zuvor konfigurierten Alarmwegen über die Apps und die Cloud aus?

Auf den Smartphones, die im lokalen WLAN hingen, gingen Benachrichtigun-

gen über die Rauchwarnung fast gleichzeitig mit dem lokalen Alarmereignis ein. Einzig Pearls Elosion-App blieb stumm. Wie eine Analyse des Protokollmittschnitts unseres Routers zeigte, war er zum Zeitpunkt der Alarmierung nicht im WLAN angemeldet.

Besonders hilfreich gaben sich die Apps von Nest und Netatmo: Auf dem Smartphone zeigten sie nicht nur eine Alarmmeldung, sondern gaben konkrete Anweisungen, was zu tun ist. Für Menschen, die sich von jetzt auf gleich in einer Gefahrensituation befinden, eine wertvolle Stütze. Die Melder mit Smart-Life-App zeigten zumindest noch einen deutlichen Warnhinweis in der App.

Auch unsere Alarmketten in die Cloud funktionierten überraschen schnell. Telefonanruf und SMS aus der Tuya-Cloud der Geräte von Gafild, Xindum und X-Sense gingen eine Minute nach dem lokalen Alarm auf der hinterlegten Nummer ein, fast gleichzeitig kam auch der Sprachan-

Fernalarm um die Ecke

Netatmos Wetterstation mit Innenraumüberwachung bieten wie auch die Netatmo Welcome eine recht einfache Möglichkeit, um dumme Rauchwarnmelder nachträglich zu „versmarten“. Der kleine Kniff nutzt den Umstand, dass im Falle eines Alarms die Sirene mit mindestens 85 dB ertönt. Das wiederum hört ein Audio-Sensor im Innenteil der Station – zur Sprachaufzeichnung taugt er zwar nicht, erfasst sehr wohl aber die Lautheit von Geräuschen. Die Welcome bietet die Erkennung von Alarmsignalen direkt in der App an.

Der Weg zum Fernalarm führt über den Metadienst IFTTT, bei dem man zunächst den Cloudzugang seines Netatmo-Kontos hinterlegen muss. Danach lassen sich IFTTT-Automatisierungsregeln erstellen, die ein von der Station erfasstes, akustisches Ereignis als Auslöser nutzen. Hierzu gibt man lediglich den gewünschten Schwellwert in dB an. Er sollte nicht zu niedrig liegen, um Fehlalarme durch andere laute Ereignisse zu vermeiden. Die Welcome erkennt den Alarm nach einem eigenen Algorithmus.

Auch Amazons Echo-Geräte lassen sich als Alarmverlängerung nutzen. Die

smarten Displays und Speaker sind mit Mikrofonen ausgestattet, die man über Alexa-Routinen auf bestimmte Geräusche ansetzen kann. Über die Alexa App legt man hierzu eine neue Routine an und wählt für den Trigger „Wenn folgendes passiert“ den Punkt Geräuscherfassung. Es öffnet sich eine Liste fest hinterlegter Audiomuster. „Piepsende Haushaltsgeräte“ ist das Muster der Wahl. Anschließend kann man beliebige Aktionen verknüpfen. Hierzu zählen Benachrichtigungen auf der Alexa App oder allen verbundenen smarten Endgeräten. Ein weiterer Weg aus dem System führt auch hier über die IFTTT-Brücke, denn auch beim Metadienst lassen sich über die Alexa-Routine weitere Applets starten, um etwa per Telefonanruf oder SMS eine Nachricht zu versenden.

Problem beider Lösungen ist eine potenziell hohe Anzahl von Fehlalarmen. Netatmos Wetterstation beurteilt nur die Lautheit eines Geräusches, der Algorithmus der Welcome hält schon mal einen aufheulenden Staubsauger für eine Sirene und auch Alexas Geräuschmodell lässt sich nicht anpassen. Für die temporäre Fernüberwachung aus dem Urlaub genügen beide Wege.



Sag mal piep: „piepsende Haushaltsgeräte“ erkennen und als Auslöser für Smart-Home-Aktionen einsetzen.

ruf, den wir über Netatmos IFTTT-Brücke und den Woopla-Dienst als Alarmierungsregel hinterlegt hatten.

Vier Minuten nachdem das Feuer in der Container-Küche entzündet war, pieperten die Rauchmelder und alle Alarmwege waren ausgelöst. Lokal war der Alarm nicht zu überhören. Auf dem Smartphone erwiesen sich im Vergleich die getriggerten Sprachanrufe als auffälligste Form der Alarmierung. Die diversen Benachrichtigungen der Apps dürften im Ernstfall eher untergehen.

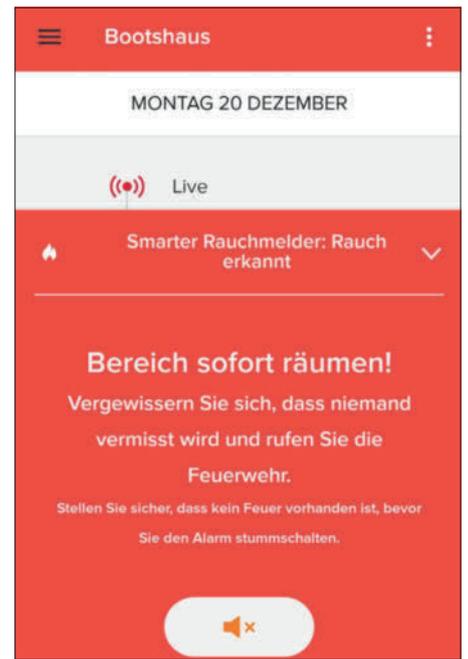
Fazit

Einfache Rauchwarnmelder retten Leben, mit der smarten Option holt man sich ein wenig mehr Komfort und Sicherheit ins Haus. Die zusätzliche Alarmierung per Anruf aufs Smartphone ist praktisch und hat im Test problemlos funktioniert. Von namhaften Herstellern wie Google und Netatmo wünscht man sich allerdings deutlich mehr Anknüpfungspunkte in Form von Alarm-Triggern, die

man für andere Aktionen im smarten Heim nutzen könnte.

Gut zu wissen: Es muss nicht immer ein Gerät jenseits der 100 Euro-Marke sein – auch die günstigeren WLAN-Melder mit China-Cloud erledigten den Job. Googles Nest Protect brachte mit der Sprachausgabe ein fettes Komfort-Plus, wobei man die nette Frauenstimme im besten Fall nur beim Gerätetest zu hören bekommt.

Die Sache mit der begrenzten Haltbarkeit der Produkte kann man so oder so betrachten. Aus Sicherheitsgründen ist es nicht nur sinnvoll, sondern notwendig, die Sensorik in gewissen Abständen zu erneuern. Doch besonders nachhaltig ist die verordnete Verschrottung von Millionen Rauchmeldern sicherlich nicht. Spätestens, wenn ein Gerät so opulent ausgestattet ist wie Googles Nest Protect, knirscht man mit den Zähnen. Ein standardisiertes, austauschbares Sensormodul könnte vielleicht eine Lösung sein. Hier ist die Politik gefragt. (sha@ct.de) **ct**



Netatmos Security-App gibt im Alarmfall wertvolle Hinweise.

Rauchwarnmelder mit WLAN

Hersteller	Gafild	Google	Netatmo	Visortech	Xindum	X-Sense
Produkt	Rauchmelder WLAN	Nest Protect	Smarter Rauchmelder	Rauchmelder WLAN	Rauchmelder vernetzt WLAN	Wi-Fi Smoke Alarm
Modell	WIFI-302	A13	NSD01	RWM-200.app	SM11W	XS01-WT
Firmware	V2.1.0	3.4rc6	1.15.0	V1.1.1	V1.0.10	V2.1.0
Ausstattung						
Sensor	fotoelektrisch	fotoelektrisch, Näherung, Licht, Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Bewegung, Mikrofon	fotoelektrisch	fotoelektrisch, Temperatur	fotoelektrisch	fotoelektrisch
LED-Anzeige	10 Status-LEDs	RGB-Ring mit 6 LEDs	2 Status-LEDs	2 Status-LEDs	1 Status-LED	1 Status-LED
Batterie	2 x AAA	6 x AA Lithium	2 x AA Lithium	2 x AA	CR14505, 3 Volt	CR132A
Fest verbaut	–	–	✓	–	✓	–
WLAN	Wi-Fi 4 (2,4 GHz)	Wi-Fi 4Wi-Fi 4 (2,4 GHz)	Wi-Fi 4Wi-Fi 4 (2,4 GHz)	Wi-Fi 4Wi-Fi 4 (2,4 GHz)	Wi-Fi 4Wi-Fi 4 (2,4 GHz)	Wi-Fi 4Wi-Fi 4 (2,4 GHz)
Bedienelemente	Taster (zentral)	Taster (zentral)	Taster (flächig)	Taster (zentral)	Taster (flächig)	Taster (seitlich)
App	Smart Life	Nest	Security	Elesion	Smart Life	Smart Life
Lieferumfang	Schrauben, Klebepad, Halterung	Schrauben, Halterung	Schrauben, Halterung	Schrauben, AA-Batterien	Schrauben, Klebepad, Halterung	Schrauben, Klebepad, Halterung
Alarmierung						
lokal	Piezo-Element, LED-Band	Sprache, Piezo-Element, LED-Ring	Piezo-Element, LED	Piezo-Element, LED-Ring	Piezo-Element, LED	Piezo-Element, LED
Gruppenalarm	–	✓	–	–	✓	✓
IFTTT	–	–	Alarm Start/aktiv/Stopp	–	–	–
Alexa / Google Home / HomeKit	– / – / –	– / – / –	– / – / ✓	– / – / –	– / – / –	– / ✓ / –
Stummschaltung App / Gerät	– / –	✓ / ✓ (15 Min.)	✓ / ✓ (15 Min.)	– / ✓	– / –	✓ / ✓ (9 Min.)
SMS / Telefon	✓ / ✓	– / –	– / – (nur über IFTTT)	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Messungen						
Gewicht	173 g	402 g	221 g	163 g	143 g	103 g
Abmessung	12,7 cm x 12,7 cm x 4 cm	13,5 cm x 13,5 cm x 3,9 cm	11,5 cm x 11,5 cm x 4,4 cm	12 cm x 12 cm x 3,5 cm	11,9 cm x 11,9 cm x 3,1 cm	7,8 cm x 7,8 cm x 4,8 cm
Lautheit Alarm	96,2 dB(A)	96,4 dB(A)	95,6 dB(A)	99,4 dB(A)	96,3 dB(A)	99,0 dB(A)
Bewertung						
Funktionen	○	⊕⊕	⊕	○	○	○
Smart-Home-Fähigkeiten	○	⊖⊖	⊕	○	○	○
Ausstattung	⊕	⊕⊕	⊖	○	⊖	○
Preis	40 €	130 €	90 €	30 €	30 €	40 €
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden						



Elektro-Cruiser

Unterwegs im Mercedes EQS mit Hyperscreen

Der Mercedes-Benz EQS führt nach langer Wartezeit Daimlers reine Elektro-Plattform ein. Im elektrischen Top-Modell konnten wir ausprobieren, was man von Mercedes' Infotainment-Systemen in Zukunft erwarten kann.

Von Clemens Gleich

Mercedes' hervorragende Aerodynamik sorgte bei einer ersten Testfahrt im Sommer für erstaunlich niedrige Verbrauchswerte auf dem Niveau viel kleinerer Autos. Bei konstant 130 km/h etwa liegt der Mercedes rechnerisch bei unter 20 kWh/100 km. Als wir den EQS580 nun für einen längeren Zeitraum bei winterlichen Temperaturen bewegten, sah es mit den Verbrauchswerten ganz anders aus.

Im Mischbetrieb 180 Kilometer Autobahn (Tempomat 130) und Landstraße plus 40 Kilometer Landstraßen-Kurzstrecke ergab sich ein Brutto-Stromverbrauch am Stecker von 33,7 kWh/100 km. Netto

am Bordcomputer zeigt der Wagen dabei 28,3 kWh/100 km an.

Die Physik lässt sich auch von einem Mercedesfahrer nicht überlisten: Die große, kuschelig warme Kabine kostet Strom. Man kann zwar über diverse Eco-Einstellungen nachregulieren, das aber immer mit Komfortverlust.

Hyper, Hyper

Zweites Highlight nach der Aero-Effizienz ist der „Hyperscreen“, der im EQS 580 serienmäßig verbaut ist. Eine 141 Zentimeter breite, gebogene Glasfläche mit drei Bildschirmen erstreckt sich von A-Säule zu A-Säule. Einer der Bildschirme ist nur für den Beifahrer bestimmt. Das System ist superschick und gut zu reinigen, aber die Rechen-Hardware unterscheidet sich nicht vom „normalen“ MBUX des EQS.

MBUX kommt im EQS 450 ohne große Glasplatte mit einem aufrechten Bildschirm wie in der aktuellen S-Klasse. Er wird von einem Hochleistungs-SoC von Nvidia (Xavier) befeuert, der aus 24 GByte Hauptspeicher schöpfen kann.

Die üppige Hardware bringt einen Vorteil gegenüber den Mitbewerbern: Die Sprachsteuerung im EQS funktioniert selbst offline (etwa in Tunnels) tadellos. Wie wich-

tig dies ist, hängt von der heutigen und künftigen Netzabdeckung ab. In einem Netzabdeckungsentwicklungsland wie Deutschland ist es auf absehbare Zeit sehr hilfreich. Die Sprachbedienung erkennt sogar, wer gerade spricht, schaltet also zum Beispiel die Sitzheizung des Befehlenden ein.

Wenn alle durcheinander reden, funktioniert sie nicht wirklich gut. Aus diesem Grund können Eltern Eingaben von der Rückbank deaktivieren. Seit Kurzem steuert das System von Mercedes ausgewählte Smart-Home-Systeme, unter anderem das von Bosch. Hier also prüfen, ob das eigene System bereits funktioniert und ansonsten: Fragen kostet fast nichts.

UX à la MB

Die „User Experience“ (UX) des großen, mittleren Bildschirms nennt Mercedes „Zero Layer“. Soll bedeuten: Möglichst keine Untermenüs, alles liegt auf einer Ebene. Implementiert ist das über Widgets, die über der Hauptanwendung Navi schweben – für Radio, Akkueinstellungen, Telefonie und anderes.

In der Praxis spart das System tatsächlich ein paar Klicks und nutzt den Bildschirmplatz gut aus. Da stört es dann wenig, dass aus „zero“ Layers dann doch

oft eher zwei bis drei Menüebenen innerhalb eines Widgets werden. Wem das nicht gefällt, der kann (kabellos) auf Android Auto oder Apple CarPlay wechseln. Das funktioniert im Test reibungslos und ermöglicht zum Beispiel Zugriff auf das tolle E-Auto-Tool „A Better Route Planner“. Wie in anderen Mercedes-Autos bedient ein Steuerelement auf der rechten Lenkradseite die Mittelkonsole, die linke steuert die Tachoeinheit. Die kleinen Touchpads dort sind als Idee gut, in der Praxis vermischen sich gelegentlich senkrechte mit waagrechten Wischern.

Ein sehr großes Head-up-Display (HUD) auf der Frontscheibe stützt die Telematik. Es zeigt beim Navigieren zum Beispiel einen fliegenden Fischgräten-Pfeil an, der auf die zu fahrende Abzweigung zeigt. Bei aktivierter Spurführung markiert das HUD vorausfahrende Fahrzeuge mit einer kleinen Halo unten. Beide Systeme funktionieren so latenzarm, dass sie sogar die Fahrwerksbewegungen des Wagens ausgleichen.

Mercedes' Stärke ist das entspannte Reisen. Der EQS fährt sich entsprechend relaxt und mit geringer Fehlerrate ohne Fahrerzutan. Er übernimmt die Längsregelung (Geschwindigkeit) komplett, die Querregelung (Lenkung) teilweise, liest Schilder fast immer richtig, kennt das nächste Schild und beschleunigt/bremst StVO-konform.

Mit aktivierter Zielführung funktioniert das noch besser, weil das Auto dabei weiß, was vor ihm liegt. Es optimiert die Effizienz des Antriebsstrangs, plant dynamisch Ladestopps und temperiert rechtzeitig den Akku für eine möglichst kurze Wartezeit am Kabel. Dann lädt der Wagen mit bis zu 200 Kilowatt bei 400 Volt.

Von 10 bis 80 Prozent Akkufüllstand kommt der EQS auf eine durchschnittliche Ladeleistung von 164 Kilowatt. Schneller lädt nur Porsches Taycan mit durchschnittlich 184 Kilowatt. In geladenen Kilometern in dieser Zeit steht der EQS sogar an der Spitze, weil er effizienter fährt als Porsches Elektro-GT. Zur üppigen 108-kWh-Batterie passt der optionale 22-Kilowatt-AC-Lader (Serie: 11 kW), mit dem das Auto die großflächig verfügbaren AC-Ladestationen zeiteffizient nutzt.

Problemchen

Bei manchen Komfortfunktionen sackt Mercedes versehentlich in Bereiche des Netto-Komfortverlusts ab. Die Tür etwa bleibt per Servo auf jeder beliebigen Posi-

tion stehen statt nur wie üblich auf zwei oder drei mechanischen Rastpunkten. Damit der Servo die Tür wieder loslässt, ist jedoch erheblich mehr Kraft erforderlich als bei einer gewöhnlichen mechanischen Rastung. Dazu kommen die fetten Türgriffe, die Mercedes schon bei der S-Klasse eingeführt hat. Man gewöhnt sich an alles, doch ergonomischer wird es davon nicht.

Die Türen haben über der Scheibe keinen Rahmen. Da der EQS besonders dicht ist, fährt Mercedes die Scheiben zum Türenöffnen und -schließen recht weit herunter. Manchmal schließen die Fenster jedoch nicht ganz, sondern lassen einen Luftspalt von einem halben Zentimeter. Die Insassen müssen die Fenster dann mit den Fensterheberknöpfen vollends schließen und das bei Unwetter möglichst früh bemerken.

Der Fühler für einen korrekt angesteckten Typ-2-Stecker (AC-Ladung) reagiert zu früh. Wer zu langsam ansteckt, stößt gegen den übereifrig bereits geschlossenen Steckerschlussbolzen. Das System fängt sich zum Glück einfach durch Abziehen des (so ohnehin nicht richtig sitzenden) Steckers.

Lenken wie ein Lkw

Obwohl der EQS über 5 Meter lang ist, fährt er sich erstaunlich handlich. Das liegt vorrangig an der Hinterachslenkung, die serienmäßig bis 4,5 Grad und per Option bis 10 Grad einlenkt. Damit wird das Fahrzeug bei langsamen oder engen Kurven deutlich wendiger (Achsen lenken entgegengesetzt ein), während die Lenkung bei

hohen Geschwindigkeiten stabilisiert, etwa bei Spurwechseln (Achsen lenken in die gleiche Richtung ein).

Das beschert dem großen Auto den Wendekreis des viel kleineren VW Golf, nämlich 10,9 Meter mit dem optionalen größeren Lenkwinkel. Es führt jedoch außerdem zu einem viel einfacher zu fahrenden Auto. Sie müssen sich nicht darum sorgen, ob die normalerweise einen kleineren Kurvenradius fahrende Hinterachse beim Abbiegen hängen bleibt, denn die hintere Lenkung lenkt gegen. Das Rangieren mit dem EQS ist eine Freude.

Wir testeten den EQS 580 mit Allradantrieb. Der Antrieb hat den Vorteil hoher Leistung. Die wenigsten Kunden werden aber den EQS über Pässe scheuchen wie einen Sportwagen. Deshalb ist die schlaunere Motorisierung der EQS 450+: Heck- statt Allradantrieb, selbe Batteriegröße. Denn der EQS fährt extrem leise – so leise, dass der vordere Motor in manchen Lastbereichen trotz aufwendigster Entkoppelung mit leisem Sirren auffällt. Der 450 fährt also noch stiller, noch weiter und hat keinen relevanten Nachteil, denn 245 kW Boost-Leistung reichen immer noch für souveränes Überholen (EQS 580: 385 kW Boost).

Ähnlich schaut es wie beschrieben beim Hyperscreen aus: Er ist beim 580 Serie, beim 450 kostet er fette 8568 Euro Aufpreis. Ohne ihn fehlt jedoch außer etwas Bling und einem Beifahrerbildschirm nichts. Für 8568 Euro kann man eine Menge Beifahrer-iPads kaufen. Intelligentes Weglassen kann das EQS-Leben so erheblich verbessern. (sha@ct.de) **ct**



Im EQS kann man den Hyperscreen konfigurieren, der sich hinter einer Glasplatte von A-Säule zu A-Säule erstreckt (Pillar-2-Pillar-Design).

Stäbchentest

Roku Streaming Stick 4K versus Fire TVs

Dolby Atmos und 4K-Streams von allen wichtigen Diensten – wenn das Smart TV dabei schwächelt, hilft ein Streaming Stick. Rokus Topmodell „Streaming Stick 4K“ ist preiswerter als der Fire TV Stick 4K Max, soll dem Amazon-Player aber ebenbürtig sein. Tatsächlich kam es im Test zu einem Kopf-an-Kopf-Rennen.

Von Nico Jurrán

Ende September feierte Roku mit den Streaming-Playern „Roku Express“ und „Roku Express 4K“ seinen Eintritt auf dem deutschen Markt – und schuf, wie der Test in c't 23/2021, Seite 124, zeigte, damit Alternativen zu Amazons Fire-TV-Modellen. Die Erwartungen an den „Roku Streaming Stick 4K“ als Konkurrenz zum „Fire TV Stick 4K Max“ waren daher hoch.

Mit einem Listenpreis von 60 Euro ist Rokus 4K-Stick fünf Euro billiger als das Amazon-Modell, Abstriche bei der Leistung soll man laut Hersteller aber nicht machen müssen. Der Stick bringt Video-streams mit bis zu ultrahoher Auflösung auf TVs – inklusive HDR-Bild in den Formaten HDR10, HDR10+ und Dolby Vision. Damit liegt er gleichauf mit dem 4K Max – und vor dem Roku Express 4K, der kein Dolby Vision beherrscht. Während Amazon damit wirbt, dass der 4K Max im Next-Generation-Codec AV1 komprimierte Videos abspielt, bestätigte Roku dies bei seinem Stick erst auf Nachfrage.

Beim Ton macht der neue Roku-Player was her, da er bei Amazon Disney Plus, Apple TV+, Disney+, Netflix und iTunes alle Formate bis zur 3D-Variante Dolby Atmos ausgibt. Damit hätte er bis vor Kurzem sogar vor dem 4K Max gelegen, der bei Apple TV+ und Disney+ im Test in c't 24/2021, Seite 92 kein Dolby Atmos ausgab. Diese Lücke hat Amazon aber mittlerweile per Update geschlossen.

Bei der Konnektivität hängt Rokus Stick seine Brüder ab, da er Wi-Fi 5 in Kombination mit MIMO-Dual-Band bietet. Amazon ist beim 4K Max allerdings schon bei Wi-Fi 6. Letzteres ist aber erst relevant, wenn man über mehrere Wi-Fi-6-Geräte und einen geeigneten Router gleichzeitig Streams wiedergeben möchte.

Wir konnten den Roku-Stick mit einem 16 Euro teuren Ethernet-Adapter

mit Micro-USB-Anschluss und separatem USB-Netzkabel für die Stromversorgung auch per Kabel verbinden. Jedoch ließ er sich dann nur noch über das gekoppelte Smartphone steuern, nicht mehr über die Fernbedienung. Tatsächlich führt Roku den Stick aber auch nicht unter den Playern auf, bei denen sich ein Ethernet-Adapter nutzen lässt.

Bedienung

Apropos Fernbedienung: Diese bietet vier Direktwahl-tasten für Netflix, Rakuten.TV, Spotify und Apple TV+ – statt wie heute üblich Amazon Video beziehungsweise Disney+. Auch sonst ist Rokus Verbindung zu Apple gut: Über AirPlay 2 kann man Inhalte vom iPhone, iPad oder Mac auf den Roku-Stick streamen, zudem unterstützt er HomeKit, und lässt sich mit Siri oder über die Home-App auf einem Apple-Gerät steuern. Letzteres geht auch mit Sprachbefehlen über Amazon Alexa und Google Assistant, womit der Stick flexibler ist als die Fire-TV-Modelle.

Beim Test der anderen Roku-Modelle hatten wir bemängelt, dass man sich beim Hersteller registrieren und dabei auch stets eine Zahlungsmethode für Kauf- und Mietinhalte hinterlegen muss. Hier hat Roku nachgebessert: Alle Player, inklusive des Sticks, lassen sich nun ohne Angabe einer Zahlungsmethode in Betrieb nehmen.

Die Roku-Oberfläche ist entspannter als die bei den Fire TVs: Hier sieht man auf der Startseite lediglich die Icons der einzelnen Dienste, die man in einer beliebigen Reihenfolge anordnen kann. Klickt man ein Icon an, startet der jeweilige Dienst mit seiner eigenen Oberfläche – fertig.

Werbung gibt es auf Rokus Startseite wie bei Amazons Fire TV in Form eines Banners an der Seite neben den Icons. Aktuell werden bei Roku allerdings lediglich



Tipps zur Nutzung der Roku-Player und Werbung zu Titeln der verfügbaren Dienste präsentiert – allerdings auch zu solchen, die man nicht abonniert hat.

Im direkten Vergleich wirkt der Roku-Stick manchmal etwas behäbiger, ohne dass dies nervt. Spürbar langsamer verläuft lediglich der Wechsel zwischen Diensten: Hier schaltet der Fire TV 4K Max oft sofort um, während sich der Roku-Stick schon mal 2 oder 3 Sekunden gönnt, um die Daten in seinem Speicher zu ordnen. Wirklich störend ist dies aber nicht, zumal die wenigsten Nutzer ständig zwischen den Diensten springen dürften.

Fazit

Hätte Amazon mit dem letzten Update nicht die Unzulänglichkeiten hinsichtlich des Tons beim Fire TV Stick 4K Max behoben, wäre das Urteil klar zugunsten des Roku Streaming Stick 4K ausgefallen. So liegen die beiden Streaming-Sticks so dicht beieinander, dass die Entscheidung rein durch den persönlichen Geschmack oder den Preis getrieben wird.

Wer die Oberfläche der Fire TVs für überladen hält, dürfte Rokus Ansatz als angenehme Alternative empfinden. Wer die „Big Player“ Amazon Prime Video, Netflix und Disney abonniert hat, freut sich wiederum darüber, diese über die neue Fire-TV-Fernbedienung direkt anzu-steuern zu können. (nij@ct.de) ct

Roku Streaming Stick 4K

Streaming-Player	
Hersteller, URL	Roku, roku.com
Anschlüsse	HDMI, Micro-USB
WLAN	Wi-Fi 5, Ethernet über Adapter (eingeschränkt)
Lieferumfang	5-Volt-Netzteil, Micro-USB-Kabel, Fernbedienung (inkl. Batterien)
Abmessungen	9,4 cm × 2 cm × 1 cm (H × B × T)
Preis	60 €



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

ct

ct.de/angebot

Jetzt gleich bestellen:

 ct.de/angebot

 +49 541/80 009 120

 leserservice@helse.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.**





Bild: Airalo

Reisebegleiter

Wer im Ausland unterwegs ist und online bleiben möchte, findet in der Airalo-App einen interessanten Mitreisenden. Wir haben uns die App von Airalo angeschaut, die Smartphones mit eSIM zu einem Mobilfunkzugang verhilft – wahlweise lokal, regional oder gleich global.

Auf Reisen, egal ob beruflich oder privat, sind Smartphone und mobiles Internet mittlerweile genauso wichtig wie daheim. Um auch außerhalb der Grenzen des eigenen Mobilfunktarifs online zu bleiben, gibt es mehrere Möglichkeiten: Roaming, WLAN-Zugänge und eine zweite SIM-Karte für das ausländische Handynet. Die Airalo eSIM stellt eine komfortable und oft günstige Option für die letzte Variante dar.

Die wichtigste Einschränkung gleich vorweg: Airalo funktioniert nur mit Smartphones, die eine eSIM unterstützen, also eine programmierbare, fest eingebaute SIM-Karte, kein Plastikkärtchen zum Einschleiben. Aktuelle iPhones von Apple seit dem iPhone XS, die Google-Pixel-Smartphones seit dem Pixel 3, Samsungs Galaxy-S-Modelle seit dem S20 sind die prominentesten Vertreter der Gattung, hinzu kommen eine Handvoll weiterer Smartphones sowie ein paar Tablets und Smartwatches.

Wir haben Airalo eine Woche lang in den USA auf Android- und Apple-Smart-

Airalo

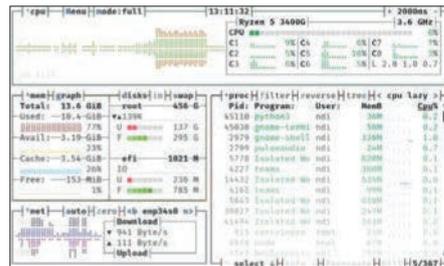
Reise-eSIM per App	
Hersteller, URL	Airalo, airalo.com
Systemanf. App	Android ab Version 5.0, iOS ab Version 12.0
Systemanf. Smartphone	eSIM-Unterstützung
Preis	App kostenlos , eSIM ab 4,50 \$ (ca. 4 €)

phones getestet. Die Installation der kostenlosen App ist auf beiden Plattformen schnell erledigt, nach der Anmeldung kann die gewünschte eSIM mit wenigen Klicks gekauft werden. Als Zahlungsmethoden akzeptiert Airalo Kreditkarten und PayPal. Für den Kauf von eSIMs sowie erfolgreiche Weiterempfehlungen wird Guthaben als sogenannte „Air-money“ gutgeschrieben

Zur Wahl stehen eSIMs für einzelne Länder, ganze Regionen mit mehreren Staaten sowie eine globale eSIM. Wir haben einen US-Tarif mit 3 GByte Datenvolumen für 11 Dollar gekauft, also knapp 10 Euro. Das ist günstiger als viele Roaming-Datenpakete der hiesigen Provider. Das kleinste Paket mit 1 GByte Daten kostet 4,50 Dollar, das größte mit 10 GByte schlägt mit 26 Dollar zu Buche. Die Preise sind je nach Land unterschiedlich. Das Datenvolumen ist 30 Tage gültig, falls es vorher zur Neige geht, kann man welches nachkaufen. Die Installation der eSIM auf dem Gerät gelingt am iPhone direkt durch die Airalo-App. Unter Android mussten wir den QR-Code von einem zweiten Display scannen, aber auch das ist flott erledigt.

Mit der Airalo-SIM bekommt man keine Telefonnummer und kann ausschließlich mobile Daten nutzen, telefonieren geht nicht. Da die eigene SIM gesteckt bleibt, ist man unter seiner normalen Nummer erreichbar und kann telefonieren, falls man sich das leisten möchte. Die eSIM als mobilen Hotspot zu nutzen, was bei vielen Prepaid-SIM-Karten in den USA gesperrt ist, funktioniert bei Airalo – eigentlich. Wir haben trotz entsprechender Anleitung auf der Airalo-Seite weder unter Android noch iOS eine Datenverbindung über WLAN-Tethering mit anderen Geräten herstellen können. Über USB am Notebook klappte es wiederum problemlos.

Die Airalo-eSIM ist nicht 5G-fähig, LTE muss reichen. Dafür hat sie in den USA einen unschätzbaren Vorteil: Sie funkt sowohl im Netz von T-Mobile als auch in dem von AT&T. Das ist möglich, da es sich hier nicht um eine originäre US-SIM handelt, sondern um eine des Anbieters Three (3) aus Hongkong. Deshalb muss auch auf der Reise-eSIM im Zielland Datenroaming aktiv sein. Nach der Reise kann man die eSIM dann problemlos wieder abschalten. (sht@ct.de)



Systemmonitor mit Zuckerguss

Darf es auch etwas mehr sein? Wir schauen uns das Werkzeug bpytop an, mit dem Nutzer auf einen Blick den Status des Systems erfassen und widerspenstige Prozesse beenden.

bpytop ist ein extravaganter Systemmonitor für unixoide Betriebssysteme. Er informiert Nutzer über die laufenden Prozesse und Systemressourcen wie die CPU-Auslastung und Belegung des Arbeitsspeichers. bpytop zeigt darüber hinaus den verbleibenden Speicherplatz der Laufwerke, die Lese- und Schreiboperationen (I/O), die Temperatur der Prozessorkerne sowie den Akku-Ladestand und die Netzwerkauslastung an.

All diese Daten visualisiert bpytop übersichtlich und farbenfroh in einer textlastigen Oberfläche, die sowohl mit der Maus als auch Tastatur bedient werden kann. Der Monitor sendet bei Bedarf SIGTERM-, SIGKILL- und SIGINT-Signale an aufsässige Prozesse. Poweruser passen den Systemmonitor über die Konfigurationsdatei oder über das grafische bpytop-Menü an ihre Bedürfnisse an.

Mit btop++ haben die Entwickler kürzlich eine neue Fassung in C++ vorgelegt, die bereits mit Linux und macOS kompatibel ist. Eine FreeBSD-Version folgt. Die Entwickler konzentrieren sich zukünftig mehr auf btop++, Linux- und macOS-Nutzer greifen also am besten direkt zu btop++ statt bpytop. (ndi@ct.de)

bpytop, btop++

Systemmonitor	
Hersteller, URL	Jakob P. Liljenberg, github.com/aristocratos/bpytop , github.com/aristocratos/btop
Systemanf.	Linux, macOS, FreeBSD, Terminal mit 24-Bit-Truecolor
Preis	kostenlos , Open Source (Apache 2.0 Lizenz)



Docker für Faule

Wer viel mit Docker-Containern auf der Kommandozeile arbeitet, hantiert schnell in unübersichtlich vielen Terminal-Fenstern. Lazydocker vereint Informationen über Container und wichtige Docker-Befehle unter einem Dach. Wir haben uns das mal angesehen.

Wenn ein Docker-Container mal zickt, dann kann sich die Fehlersuche auf der Kommandozeile mühsam gestalten. Das gilt umso mehr, wenn man mehrere Container mittels Docker-Compose miteinander verdrahtet. Zunächst lässt man sich mit `docker ps` den Status der laufenden Container anzeigen: Der zickige Container startet laufend neu, da stimmt also etwas nicht. Als Nächstes wirft man mit `docker logs` einen Blick in den Container. Dabei springen mögliche Probleme ins Auge, also wird der Texteditor geöffnet und etwas in der `docker-compose.yml`-Datei angepasst. Jetzt schaut man dem Container mit `docker-compose up` beim Starten über die Schulter, dafür ist jetzt aber das Terminal-Fenster belegt. Ärgerlich.

Das alles kostet Zeit und Nerven. Eine grafische Oberfläche hilft dabei, schnell die Situation im Container-Park zu überblicken. Mit Portainer oder Rancher gibt es dafür bereits mächtige Tools mit eigener Web-Oberfläche. Wer es eine Nummer kleiner mag, freut sich über Lazydocker. Die in Go geschriebene Anwendung fasst die wichtigsten Informationen über Ihre Container in einem Terminal-Fenster zusammen und sendet Befehle an den Docker-Daemon.

Sie navigieren Lazydocker mit der Maus oder Tastatur. Das Programm informiert über laufende Container und listet Images und Volumes auf. Für einzelne Container oder ganze Compose-Konfigu-

rationen können Sie sich die Dockerfiles, Logs, Systemauslastung sowie laufende Prozesse anzeigen lassen. Besonders praktisch: Ein Kontextmenü, das sich mittels Druck auf die X-Taste öffnet, kann direkt mit dem Container interagieren und ihn etwa stoppen, neu starten, entfernen oder eine interaktive Shell öffnen. Auch ungenutzte Images lassen sich so leicht entfernen. Lazydocker ist größtenteils auf Deutsch übersetzt. Auf GitHub hat der Entwickler eine Übersicht über die Tastaturbefehle veröffentlicht.

Wer Lazydocker auf die eigenen Anforderungen zuschneiden möchte, bearbeitet die Konfigurationsdatei. Das funktioniert auch in Lazydocker selbst, indem man in der linken, oberen Ecke des Fensters auf „Projekt“ klickt und anschließend die E-Taste betätigt.

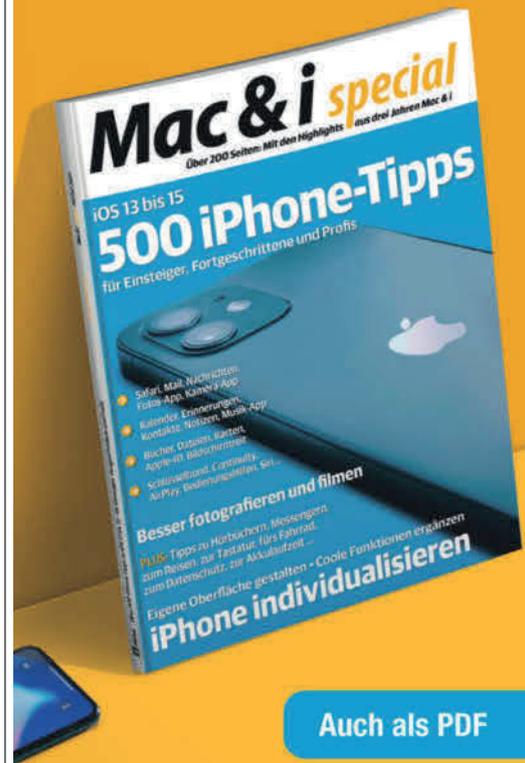
Lazydocker steht kostenlos im GitHub-Repository des Entwicklers zum Download bereit. Linux-Nutzer laden das aktuelle Release als Archiv herunter und verschieben die entpackte Binärdatei in das Verzeichnis `/usr/local/bin`. Danach ruft man den Docker-Helfer mit dem Befehl `lazydocker` auf. Versionen für Windows und macOS stehen ebenfalls zur Verfügung. Als Docker-spezifisches Werkzeug liegt Lazydocker auch selbst als Container-Image vor.

Insgesamt: Lazydocker greift Docker-Nutzern unter die Arme, die sich etwas Arbeit abnehmen lassen wollen, aber dafür keine ausgewachsene Container-Verwaltung mit Web-Oberfläche brauchen. (ndi@ct.de)

Lazydocker

Docker-Helfer	
Hersteller, URL	Jesse Duffield, github.com/jesseduffield/lazydocker
Systemanf.	Docker (Windows, macOS, Linux)
Preis	kostenlos, Open Source (MIT Lizenz)

iLearn!



Warum brauchen Sie dieses Sonderheft?

Wenn Sie Ihr iPhone über 1 Stunde täglich nutzen und dieses überwiegend für Ihre Kommunikation verwenden, können wir Ihnen noch vieles beibringen:

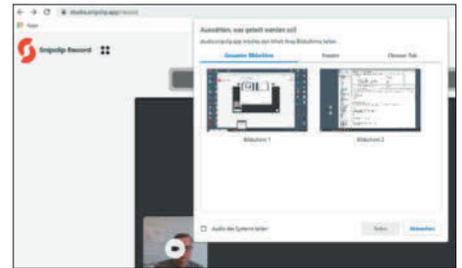
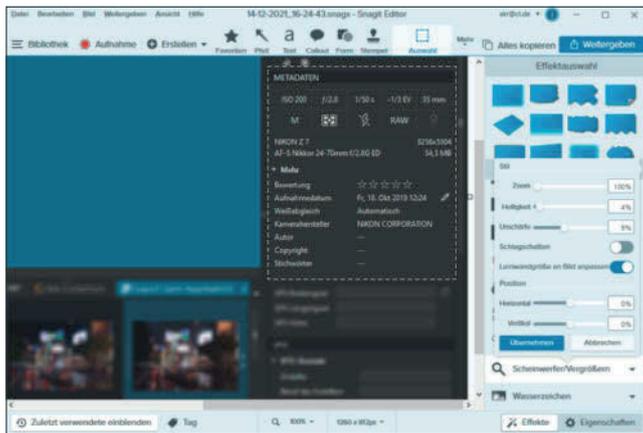
- ▶ Über 200 Seiten aus 3 Jahren Mac & i
- ▶ iPhone individualisieren, coole Funktionen ergänzen
- ▶ Besser fotografieren und filmen
- ▶ Für Abonnenten portofrei

Heft für 12,90 € • PDF für 9,99 €

shop.heise.de/mi-iphone21

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



Teamshots

Screenshots und Screencasts besser als mit Windows- und macOS-Bordmitteln: Wir haben uns angeschaut, ob Snagit das Versprechen für eine bessere Video-Engine und unkomplizierte Teamarbeit einlöst.

Das Screenshot-Tool Snagit klinkt sich ins System ein: Auf Tastendruck erscheint ein Auswahlwerkzeug, das ein Fadenkreuz samt Lupe zum pixelgenauen Markieren mit automatischer Fensterwahl kombiniert. Nach dreisekündigem Countdown gehts los. Die Screenshot-Funktion erfasst nicht nur statische Fenster, sondern auch Teilfenster und solche, die man nur durch Scrollen vollständig erfassen kann, beispielsweise Webseiten. Auch Video-Player und nicht mehr ganz aktuelle Spiele, die DirectX bis Version 10 nutzen, erfasst Snagit. Für Spielvideos reicht die Bildrate jedoch nicht.

Die Screenshot-Bibliothek kann Snagit jetzt auf synchronisierten Laufwerken der Cloud-Dienste Dropbox, Google Drive, OneDrive und Box sichern, sodass sie sich auch auf anderen Systemen nutzen lassen. Das neue systemübergreifende Dateiformat SNAGX ersetzt die früheren systemgebundenen Formate SNAG unter Windows und SNAGPROJ unter macOS.

Im Snagit Editor kann man eine Vielzahl Grafiken nutzen, unter anderem Pfeile, geometrische Umrandungen wie Rechtecke und Ellipsen, Sprechblasen und nummerierte Grafiken, die bei Klickanleitungen Orientierung bieten. Die unter Windows und macOS bisher unterschiedlichen Grafiken hat der Hersteller angeglichen; unter macOS stehen jetzt auch anpassbare Pfeilspitzen und verbesserte Schlagschatten zur Verfügung.

Farbpaletten aus jeweils vier Tönen stellen einen einheitlichen Look sicher;

über Hexadezimalwerte lassen sich eigene Farben einbinden. Anti-Aliasing glättet Kanten und Kurven. Mit einem vielseitigen Textwerkzeug gestaltet man Schriftzüge. Praktisch sind die Funktionen „Vereinfachen“, die Textblöcke oder andere Bereiche durch Farbflächen stilisiert, und „Smart Move“ zum halbautomatischen Verschieben von Bereichen.

Bei der Videoaufnahme kann man sowohl System-Audio als auch den Mikrofoneingang als Quelle wählen und per Tastendruck zwischen Bildschirmaufzeichnung oder Webcam wechseln. Das ist einfach gelöst und erspart den Videoschnitt im Nachgang. Die neue Version integriert das Webcam-Signal wahlweise über die Bild-in-Bild-Funktion auch als kleinen Rahmen in den Screencast. Die Größe des Rahmens und seine Position kann man mit der Maus ändern.

Snagit kann Videos mit bis zu 30 Bildern pro Sekunde aufnehmen, verwendet aber eine variable Bildrate, weil beim Bildschirmvideo oft weniger Bilder pro Sekunde ausreichen. Im Resultat wirken auch Webcam-Videos die eine sprechende Person zeigen, hakelig. Für Klickanleitungen ist die Bildrate ausreichend. Videos exportiert Snagit als H.264-kodierte MP4-Datei. Die Videofunktion wirkt immer noch wie eine Notlösung – hier verweist Hersteller TechSmith auf das mächtigere, allerdings auch viel kompliziertere Camtasia. Für sauber aufgezeichnete und mit ansehnlichen Grafiken aufbereitete Screenshots gibt es zu Snagit aber derzeit keine bessere Alternative. (akr@ct.de)

Instant-Rekorder

Um mal eben ein Bildschirmvideo aufzunehmen, benötigen Sie nicht unbedingt eigene Software: Eine clever gemachte Webapp erledigt das schnell und komfortabel.

Mit dem kostenlosen, englischsprachigen Dienst Snipclip lässt sich sehr einfach der Bildschirm abfilmen. Der Clou: Man muss dafür weder ein Programm noch ein Add-on installieren. Snipclip läuft plattformunabhängig direkt im Desktop-Webbrowser, und das ohne Nutzerregistrierung. Das Tool zeichnet entweder ein Fenster oder den gesamten Desktop auf, außerdem blendet es auf Wunsch ein Webcam-Fenster ein und nimmt Mikrofonton mit auf. So kann man ohne Aufwand mal eben Tutorials produzieren oder einfach nur eine Videobotschaft drehen.

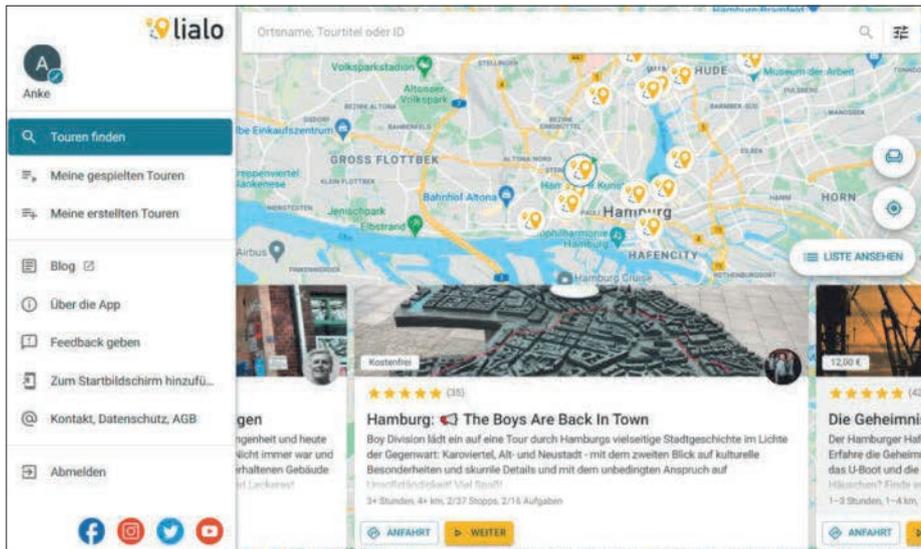
Videos kodiert Snipclip on the fly mit VP9 in einen WebM-Container, die es als Blob-Objekt im Browser-Speicher ablegt. Das ist maximal datenschutzfreundlich, denn so verlassen sie den Rechner nicht. Die Länge ist nur vom verfügbaren Speicher begrenzt. In unseren Experimenten fielen pro 60 Sekunden rund 10 MByte an. Ist die Aufnahme beendet, lädt man das Video per Mausklick aus dem Speicher auf die Festplatte herunter. Ansonsten verliert man es, sobald die nächste Aufzeichnung startet. Zwar ist WebM mittlerweile recht verbreitet, vorsichtshalber bietet Snipclip gleich noch einen Konverter an, der die Videos von WebM ins gebräuchlichere MP4 umwandeln kann. (hob@ct.de)

TechSmith Snagit 2022

Screenshot-Tool	
Hersteller, URL	TechSmith, techsmith.de
Systemanf.	Windows 10/11, macOS 11/12
Preis	63,71 € (Upgrade 35,39 €)

Snipclip

Screenrecording-Web-App	
Hersteller, URL	Snipclip, snipclip.app
Systemanf.	Windows, macOS, Linux mit Firefox, Chrome, Edge oder Brave
Preis	kostenlos



Stadtentdecker

Mit Lialo erkundet man per Web oder App Städte – live vor Ort oder vom Sofa aus. Manche Routen folgen denen üblicher Stadtführungen, andere schicken Nutzer auf eine Kiez-tour abseits der üblichen Wege. Wer Lust hat, seine Lieblingsorte zu teilen, kann eigene Touren anlegen.

Lialo verbindet Stadtführung mit Schnitzeljagd: Während der meisten Rundgänge gilt es, mehr oder weniger knifflige Rätsel zu lösen. Viele Touren kann man kostenlos ablaufen. Für andere muss man zahlen. Im Schnitt kosten sie um die 10 Euro und sind damit günstiger als klassische Stadtführungen.

Lialo lässt sich als Webanwendung im Browser nutzen. Das klappt auch auf dem Smartphone. Alternativ installiert man die Apps für Android und iOS. Ohne Anmeldung speichert Lialo absolvierte Touren nur im Cache. Wer dauerhaft und geräteübergreifend auf seine Lialo-Historie zugreifen möchte, muss sich anmelden. Sobald man eine Tour startet, lädt Lialo sie automatisch, sodass man ohne Internetverbindung auskommt, sofern man nicht auf externe Links zugreifen möchte.

Auf der Google-Karte markieren Kreise mit Lialo-Logo die einzelnen Touren. Alternativ gelangt man über die Textsuche (Ort, Tour-ID, Tour-Titel) zur gewünschten Stadt. Diverse Suchfilter grenzen die Treffer ein und listen dann beispielsweise nur barrierefreie Touren. In Großstädten findet man viele verschiedene Stadtrallyes. Weite Teile der Landkarte dagegen sind noch ohne Lialo-Einträge. Hinter dem Sofa-Button verstecken sich virtuelle

Touren, zum Beispiel die „Reise zum Planeten Wikipedia“.

Zu jeder Tour gibt es Informationen zur Länge, der Dauer, der Anzahl der Stops und der Rätsel, ob es eine Rundtour ist und andere. Außerdem verrät eine Einleitung weitere Details. Während der Tour folgt man dem Text der Wegbeschreibung. Dadurch beachtet man seine Umgebung aufmerksamer, als wenn man nur auf die Google-Karte starren würde. In der App weisen Fotos auf bestimmte Gebäude oder markante Punkte in der Umgebung hin. Darunter findet man die Informationen zur aktuellen Position.

Der Name Lialo ist ein Akronym aus „Like a Local“. Die Touren sind laut den Machern der App so aufgebaut, als wäre man mit einem Freund unterwegs, der einem die weniger bekannten Highlights seiner Stadt zeigt. Das gelingt unterschiedlich gut. Mancher Text klingt, als sei er direkt aus Wikipedia kopiert, andere wiederum sind lockerflockig geschrieben und machen Lust auf den Text zum nächsten Stopp.

Lialo ist klar strukturiert, lässt sich intuitiv bedienen und hat viele schöne kostenlose Touren mit spannenden Informationen im Repertoire. Allerdings ist das Angebot abseits von Großstädten zu dünn. Interessant aber: Man kann verschiedene Städte von zu Hause aus erkunden und glänzt dann beim nächsten Städtetrip mit Insiderwissen. (abr@ct.de)

Lialo

Stadtführung per App	
Hersteller, URL	AS Apps, lialo.com
Systemanf.	Webbrowser, Android ab 4.4, iOS ab 14.1, Internetverbindung
Preis	App: kostenlos, Touren: viele kostenlos, kostenpflichtige ab 5 €

Ihr Erste-Hilfe-Set:

Das Notfall-System für den Ernstfall



Heft + PDF mit 29 % Rabatt

Mit der neuen Version c't Desinfec't 2021/22 sind Sie für den Ernstfall bestens gerüstet:

- ▶ Vier der neuesten Viren-Scanner
- ▶ Notfallsystem, das Ihre Daten retten kann
- ▶ Notfallarbeitsplatz
- ▶ Verbesserte Hardware-Kompatibilität

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

shop.heise.de/desinfec't21

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



Premiumbretter

Z690-Mainboards für leistungsstarke Core i-12000-Systeme

Mainboards mit Z690-Chipsatz bringen zusammen mit Alder-Lake-Prozessoren neue Funktionen wie PCI Express 5.0 und DDR5-RAM. Je zwei Boards für DDR4- und DDR5-Speicher haben wir getestet; einige verheizen unnötig viel Energie.

Von Christian Hirsch

Der erste Rutsch von Core-i-Prozessoren der zwölften Generation beschränkt sich aufs High-End-Segment. Das betrifft nicht nur die Prozessoren, von denen Ende Oktober zunächst nur die drei über-taktbaren K-Modelle Core i5-12600K, Core i7-12700K und Core i9-12900K kamen, sondern auch die Chipsätze. Erhältlich waren zunächst ausschließlich teure Mainboards mit dem Spitzenmodell Z690. Günstigere CPUs und Chipsätze hat Intel erst zum Jahresbeginn 2022 im Rahmen der IT-Messe CES vorgestellt (siehe S. 41).

Bei der Auswahl der vier Z690-Boards mit der für die Alder-Lake-Prozes-

soren notwendigen Fassung LGA1700 haben wir uns auf das untere Preissegment zwischen 180 und 320 Euro beschränkt. Dazu zählen das Asrock Z690 PG Riptide, das Asus TUF Gaming Z690-Plus WiFi D4, das Gigabyte Z690 UD und das MSI Pro Z690-A WiFi. Wir haben darauf geachtet, jeweils zwei Mainboards für DDR4- und DDR5-RAM dabei zu haben. Der preisliche Median der Z690-Boards liegt mit rund 400 Euro deutlich über den Preisen des Testfelds. Damit sind sie teurer als die Vorgänger mit LGA1200 und Z590-Chipsatz.

Schon die Ausstattung der günstigsten Z690-Boards übertrifft den derzeit übli-

chen Standard. Vier DIMM-Slots nehmen bis zu 128 GByte Arbeitsspeicher auf. Hinzu kommen schnelles USB 3.2 mit 10 und 20 Gbit/s, 2,5-Gbit/s-Ethernet, mindestens zwei PEG-Slots für Grafikkarten und drei oder mehr Steckplätze für NVMe-SSDs im M.2-Format. Weil High-End-Boards vor allem in Rechner wandern, die mit einer Grafikkarte ausgestattet sind, führen die Hersteller nur zwei, im Fall von Asrock sogar nur einen der vier Displayausgänge der Core-i-12000-Prozessoren nach außen.

Bei der Audio-Hardware kommt jedoch nur Standardware zum Einsatz. Das Signal-Rausch-Verhältnis der Analogsignale liegt deshalb mit rund 100 dBA etwa 20 dBA tiefer als mit besseren Audio-Chips möglich wären. An Extras bringen die vier Mainboards Kühlkörper für M.2-SSDs und zum Teil eine RGB-LED-Beleuchtung mit, die sich glücklicherweise im BIOS-Setup ausschalten lässt.

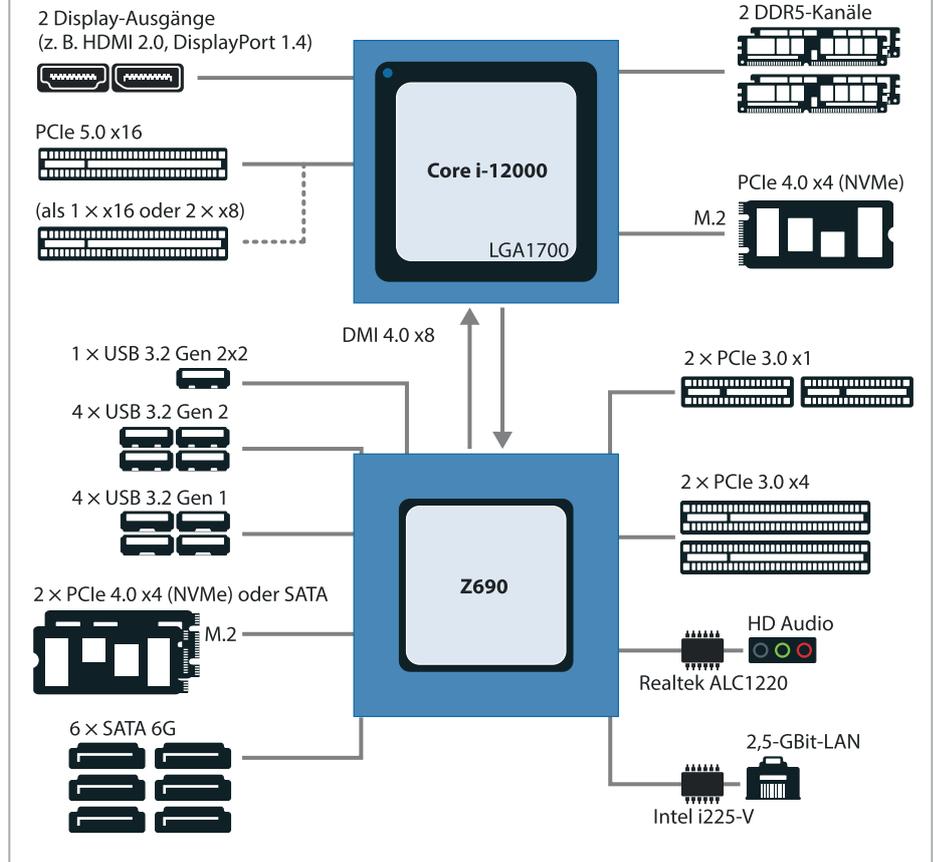
Speicherwahl

Bei den Core-i-12000-Prozessoren hat Intel extrem viele Baustellen abgearbeitet, die sich im Laufe der letzten Jahre angestaut haben. Das betrifft nicht nur die CPU an sich, sondern auch die I/O-Fähigkeiten, und hat somit direkte Auswirkungen auf die Fähigkeiten der Mainboards.

Der Speichercontroller in den Alder-Lake-Prozessoren kann sowohl mit DDR4- als auch dem neuen DDR5-RAM umgehen – aber entweder nur mit dem einen oder nur mit dem anderen. Die Entscheidung, welche der beiden Speichertechniken man verwenden will, muss man folglich beim Kauf des Mainboards treffen. Boards mit DDR4-DIMM-Slots sind bei ansonsten vergleichbarer Ausstattung ähnlich teuer wie welche für DDR5. Im Unterschied dazu sind DDR5-Module sehr viel teurer und obendrein Mangelware. Es

Typische Konfiguration eines Z690-Boards

Die Board-Hersteller können die SATA- und PCIe-Leitungen von Prozessor und Chipsatz relativ flexibel verteilen. Um schnelle PCIe-4.0-SSDs nicht auszubremsen, hat Intel die Geschwindigkeit des DMI-Links zur CPU auf 16 GByte/s verdoppelt.



fehlt an Spezialchips für die bei DDR5 neuen Spannungswandler auf den DIMMs. In einigen wenigen Benchmarks wie beim Komprimieren mit 7-Zip bringt die höhere Datentransferrate von DDR5-4800-RAM im Vergleich zu DDR4-3200 Vorteile von bis zu 43 Prozent. Bei den allermeisten Anwendungen und Spielen liegt der DDR5-Zuwachs unterhalb von 5 Prozent, falls

bei Letzteren nicht ohnehin die Grafikkarte limitiert [1].

Alder-Lake-Prozessoren binden Grafikkarten nun per PCI Express 5.0 statt über PCIe 4.0 an, wodurch sich die Transferrate bei 16 Lanes von 32 auf 64 GByte/s verdoppelt. Bisher ist das Theorie, weil es noch keine PCIe-5.0-GPUs gibt. Bei Mainboards mit Z690-Chipsatz erlaubt Intel, die Leitungen optional auf zwei PEG-Slots aufzuteilen. Steckt nur eine Karte im System, erhält sie die vollen 16 PCIe-5.0-Lanes, bei zwei Grafikkarten bekommt jede 8 PCIe-5.0-Lanes. Bei den von uns getesteten Boards macht aber keiner der Hersteller davon Gebrauch. Stattdessen hängen die weiteren PEG-Slots per PCIe 4.0 oder PCIe 3.0 am Chipsatz. Unverändert zu den Vorgängern stellen die Core-i-12000-CPU's vier PCIe-4.0-Lanes für einen M.2-Slot einer NVMe-SSD bereit. PCIe-5.0-SSDs sind noch Mangelware, wir konnten bisher keine testen. Auf den hier vorgestellten

Serie-600-Chipsätze für Core i-12000

Chipsatz	Z690	H670	B660	H610
Anbindung zur CPU	DMI 4.0 x8	DMI 4.0 x8	DMI 4.0 x4	DMI 4.0 x4
PCIe-4.0-Lanes	bis zu 12	bis zu 12	bis zu 6	–
PCIe-3.0-Lanes	bis zu 16	bis zu 12	bis zu 8	bis zu 8
USB-Ports	bis zu 14	bis zu 14	bis zu 12	bis zu 10
davon USB 3.2 Gen 2x2 (20 Gbit/s)	bis zu 4	bis zu 2	bis zu 2	–
davon USB 3.2 Gen 2 (10 Gbit/s)	bis zu 10	bis zu 4	bis zu 4	bis zu 2
davon USB 3.2 Gen 1 (5 Gbit/s)	bis zu 10	bis zu 8	bis zu 6	bis zu 4
davon USB 2.0 (480 Mbit/s)	bis zu 14	bis zu 14	bis zu 12	bis zu 10
SATA 6G	bis zu 8	bis zu 8	bis zu 4	bis zu 4
RAID	Level 0, 1, 5	Level 0, 1, 5	–	–
Übertakten	✓	nur RAM	nur RAM	–

Boards müsste man sie per M.2-Adapter in den PEG-Slot stecken.

Alle weiteren I/O-Funktionen übernimmt bei Intels Core-i-Prozessoren der Chipsatz, siehe Tabelle auf Seite 83.

Beim Z690 ist die Anbindung an den Prozessor nun doppelt so schnell wie beim Vorgänger. Statt über acht DMI-3.0-Lanes laufen die Daten nun über acht DMI-4.0-Lanes von und zur CPU. Pro Richtung sind jetzt also 16 GByte/s möglich, was den Flaschenhals bei mehreren schnellen NVMe- und USB-SSDs am Z690-Chipsatz aufweitet.

Flexible Chipsatzleitungen

Der Z690-Chipsatz selbst funktioniert größtenteils wie ein Switch für High-Speed-I/O-Leitungen (HSIO) und enthält darüber hinaus noch einige Funktionsblöcke für Audio und WLAN. Als Neuerung können die Serie-600-Chipsätze nun auch CNVio-Module mit Wi-Fi 6E wie Intels AX211 ansteuern.

Der Z690 enthält 46 HSIO-Leitungen, von denen die Mehrzahl fest einem Schnittstellentyp wie PCIe, DMI oder USB zugeordnet ist. Einige Lanes sind jedoch vom Board-Hersteller flexibel nutzbar, beispielsweise für einen M.2-Port, der sowohl PCIe- als auch SATA-SSDs aufnimmt.

Acht der 46 Lanes dienen als DMI-4.0-Verbindung zum Prozessor. Weitere 28 Lanes lassen sich für PCIe-Express-Geräte verwenden. Dazu gehören nicht nur Steckplätze für PCIe-x4- und PCIe-x1-Erweiterungskarten und M.2-SSDs, sondern auch aufgelötete USB-, SATA-, Ethernet- und WLAN-Controller. 16 der 28 PCI-Express-Lanes arbeiten im PCIe-3.0-Modus, die anderen 12 mit PCIe-4.0-Geschwindigkeit. Jeweils vier der PCIe-3.0- und -4.0-Leitungen davon lassen sich alternativ als SATA-6G-Port einsetzen. So kommt man auf die maximal acht SATA-6G-Ports beim Z690.



MSI hat die SATA-Boards beim Pro Z690-A WiFi ein Stück zurückgesetzt. Das erleichtert in PC-Gehäusen mit Festplattenkäfig das Anstecken der Kabel.

Die verbleibenden zehn HSIO-Lanes sind USB 3.2 vorbehalten. Beim schnellsten Modus USB 3.2 Gen 2x2 mit 20 Gbit/s gibt es eine Besonderheit. Um diese Geschwindigkeit zu erreichen, werden alle Adernpaare von USB-C verwendet und nicht nur die Hälfte. Dadurch belegt USB 20 Gbit/s pro Buchse zwei HSIO-Leitungen des Z690-Chipsatzes. Aus diesem Grund rüsten die Hersteller ihre Boards oft nur mit einer einzigen USB-3.2-Gen-2x2-Buchse aus, damit genügend Leitungen für USB-Ports mit 5 und 10 Gbit/s übrig bleiben.

Beim Z690 handelt es sich um den teuersten Serie-600-Chipsatz für Core i-12000 und nur bei diesem schaltet Intel auch alle Übertaktungsfunktionen frei. Bei den K-Prozessoren lässt sich der Kernmultiplikator sowie der Basistakt verändern und der Arbeitsspeicher schneller als DDR4-3200 beziehungsweise DDR5-4800 betreiben.

Power ohne Limit

Für den Test haben wir die Mainboards mit der schnellsten CPU, dem 8+8-Kerner Core i9-12900K bestückt. Die bisherige Thermal Design Power (TDP) hat Intel bei der zwölften Core-i-Generation abgeschafft und durch die Processor Base Power (PBP) ersetzt, die bei den übertaktbaren K-Prozessoren aber irrelevant ist. Wichtigste Kenngröße für die Leistungsaufnahme ist stattdessen die Maximum Turbo Power (MTP), die die K-CPU dauerhaft verheizen dürfen [2]. Beim Core i9-12900K beträgt sie 241 Watt, weshalb wir eine Wasserkühlung verwendet haben.

Diese war auch sinnvoll, denn drei der vier Boards hielten selbst die bereits erwähnten recht laxen Intel-Vorgaben nicht ein, sodass die CPU an der 300-Watt-Marke kratzt. Das war beim Asus TUF Gaming Z690 Plus WiFi D4, Gigabyte Z690 UD4 und MSI Pro Z690-A WiFi der Fall. Statt 241 Watt schluckte der Core i9-12900K



Asrock Z690 PG Riptide

Als einziges der getesteten Boards schöpft das Asrock Z690 PG Riptide die acht möglichen SATA-Ports des Z690-Chipsatzes aus. Wer also viele 2,5"-SSDs oder Festplatten anschließen will, liegt mit diesem Board richtig. Zusätzlich nimmt es drei M.2-SSDs auf. Bestückt man den untersten M.2-Steckplatz mit einer SATA-SSD, fällt einer der SATA-Ports weg.

Weil das Z690 PG Riptide intern zusätzlich zu USB-C zwei Pfostenanschlüsse für insgesamt vier USB-Buchsen mit 5-Gbit/s-Tempo bereitstellt, hängen diese über einen Hub-Chip Asmedia ASM1074 an einem einzelnen Port des Chipsatzes und teilen sich somit den Durchsatz. Zudem hat sich Asrock dafür entschieden, eine der beiden Typ-A-Buchsen mit USB 3.2 Gen 1 an der I/O-Blende über einen zusätzlichen ASM3042-Controller anzubinden.

Für Monitore stellt das Asrock-Board nur einen einzigen HDMI-Anschluss bereit. Asrock geht wohl davon aus, dass es in einem System mit Grafikkarte zum Einsatz kommt. Für Letztere liefert der Hersteller eine Halterung mit, die ans Board geschraubt wird und die Karte in Tower-Gehäusen von unten stützt.

Im Leerlauf braucht das Z690 PG Riptide auch mit optimierten Energiespareinstellungen 24 Watt und damit ungewöhnlich viel. Mit Werksvorgaben im BIOS-Setup sind es sogar 29 Watt.

- ⬆️ acht SATA-6G-Ports
- ⬆️ hält Power-Limits ein
- ⬇️ energiehungrig im Leerlauf



Asus TUF Gaming Z690-Plus WiFi D4

Mit einem Preis von über 300 Euro kostet das Asus TUF Gaming Z690-Plus WiFi D4 eine ganze Ecke mehr als die anderen drei Boards. Die Unterschiede zu diesen sind aber überschaubar: So bietet es vier M.2-Slots für SSDs, wovon drei mit Zusatzkühlern versehen sind. In der I/O-Blende gibt es zwei USB-C-Buchsen. Die schnellere davon liefert 2 GByte/s (USB 3.2 Gen 2x2), die andere arbeitet mit USB-3.1-Gen-1-Tempo mit 460 MByte/s.

Insgesamt stellt das Asus-Board intern und extern elf USB-3-Ports bereit. Damit das klappt, teilen sich aber die vier USB-A-Buchsen im fest angebrachten I/O-Shield über einen ASM1074-Hub eine Leitung zum Z690-Chipsatz. Wegen der vielen M.2- und PCIe-Slots lassen sich nur vier SATA-Laufwerke anschließen.

Schaltet man die RGB-LED-Beleuchtung auf dem Board ab, sinkt die Leistungsaufnahme bei ruhendem Windows-Desktop um rund 4 Watt auf 22 Watt. Die Übertragungsrate des Wi-Fi-6-Adapters liegt mit 218 Mbit/s auf 20 Meter Entfernung im oberen Mittelfeld. Auf kurze Entfernungen schafft er sehr gute 680 Mbit/s. Das Asus TUF Gaming Z690-Plus WiFi D4 nimmt durch Langlöcher auch CPU-Kühler für frühere Fassungen auf. Dennoch sollte man die Kompatibilität genau prüfen, manche Kühler haben einen zu geringen Anpressdruck.

- 👆 vier M.2-Slots
- 👆 WLAN und kurze Bootdauer
- 👇 hoher Preis



Gigabyte Z690 UD

Das Gigabyte Z690 UD zählt mit einem Preis von 190 Euro zu den günstigsten Z690-Mainboards. Bei der Ausstattung muss man wenige Einschränkungen hinnehmen. Es nimmt drei M.2-SSDs auf und bietet Anschlüsse für schnelles USB 3.2 Gen 2x2, 2,5-Gbit/s-Ethernet sowie für zwei hochauflösende Displays. Für Bastler hilfreich ist die bereits angebrachte Blende für den I/O-Bereich.

Kompromisse muss man bei den Audioanschlüssen eingehen. Das Z690 UD hat lediglich drei Klinkenbuchsen, sodass analoger 7.1-Surroundton nur zusammen mit dem Frontanschluss funktioniert. Ein optischer SPDIF-Ausgang fehlt ebenfalls. Als Netzwerkchip lötet Gigabyte den im Vergleich zum Intel i255-V günstigeren RTL8125BG von Realtek auf. Auf den maximalen Durchsatz hat das aber keinen Einfluss. Sämtliche USB-2.0-Ports, sowohl die vier internen als auch die vier externen, hängen jeweils an einem 4-Port-Hubchip.

Im Auslieferungszustand schluckt das Z690 UD bei ruhendem Windows-Desktop 25 Watt. Durch Aktivieren der CPU Package C-States im BIOS-Setup ließ sich der Wert auf 18 Watt drücken. Für ein High-End-Board ist das ein guter Wert. Mit den Linux-Distributionen Fedora 35 und Ubuntu 21.10 hatten wir das Problem, dass das Gigabyte-Mainboard aus dem Suspend-to-RAM-Zustand nicht wieder aufwacht.

- 👆 unter 200 Euro
- 👆 sparsam unter Windows und Linux
- 👇 nur drei analoge Audioausgänge



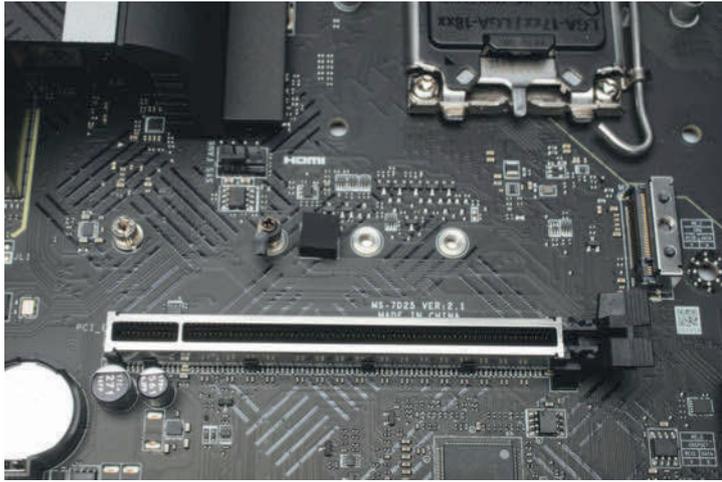
MSI Pro Z690-A WiFi

Als Besonderheit rüstet MSI das Pro Z690-A WiFi mit einem WLAN-Adapter nach der aktuellen Wi-Fi-6E-Norm aus, die zusätzliche Kanäle im 6-GHz-Band bereitstellt. Nutzen lassen sich diese aber nur, wenn auch die Gegenstelle wie der Router diese Technik ebenfalls beherrscht. In der Praxis erreichten wir auf 20 Meter Entfernung einen ausgezeichneten Durchsatz von 541 Mbit/s. Im Nahbereich kletterte dieser auf 856 Mbit/s. Spitze!

Sowohl unter Linux als auch unter Windows 11 verweigerte der Ethernet-Adapter Intel i225-V mit den im Betriebssystem enthaltenen Treibern seinen Dienst. Bei anderen Mainboards mit diesem Chip hatten wir solche Probleme nicht. Erst ein Treiber-Update behob das Problem. Wohl dem, der auch WLAN zur Verfügung hat oder einen USB-Netzwerkadapter. Mit optimierten C-States arbeitet das Pro Z690-A WiFi unter Windows und Linux mit jeweils 18 Watt recht sparsam.

Die internen Pfostenstecker für USB-2.0-Ports hängen über den Hub-Chip Genesys Logic GL850G am Chipsatz. Weil die allermeisten PC-Gehäuse aber heute USB-3.0-Frontanschlüsse verwenden, spielt das quasi keine Rolle. Im Unterschied zu den anderen Herstellern liefert MSI kein vollwertiges gedrucktes Handbuch mit, sondern legt nur noch einen Falzettel mit den wichtigsten Einbausritten bei.

- 👆 schnelles Wi-Fi 6E
- 👆 sparsam
- 👇 Ethernet erfordert Treiber-Update



Der oberste PEG-Slot arbeitet bei Alder-Lake-Boards mit PCI Express 5.0. Grafikkarten und SSDs mit dieser Schnittstelle gibt es aber noch nicht.

darauf 286, 296 beziehungsweise 289 Watt. Dadurch kletterte bei diesen Boards die Kerntemperatur über 94 °C, während der Prozessor auf dem Asrock Z690 PG Riptide maximal 83 °C erreichte.

Performance-Vorteile ziehen die drei Schlamper aus dem Missachten der MTP aber nicht. Sowohl beim Rendering-Benchmark Cinebench R23 als auch im Grafik-Benchmark schnitten alle vier Testkandidaten gleich ab. Unterschiede gab es lediglich beim Office-Benchmark Sysmark, wo die Boards von Gigabyte und MSI um zwei bis vier Prozent schneller waren als die von Asrock und Asus. Das hatte aber nichts mit den Power-Limit-Einstellungen zu tun, sondern liegt am schnelleren DDR5-RAM der erstgenannten Boards.

Um sicherzugehen, haben wir bei allen Boards die korrekten Power-Limits im BIOS-Setup eingestellt und nochmals alle Benchmarks durchlaufen lassen. Unterschiede konnten wir jedoch wie erwartet nicht feststellen. Bleibt als Zwischenfazit festzuhalten, dass das Missachten der Intel-Vorgaben keinerlei Gewinn bringt, sondern der Nutzer stattdessen nur die Nachteile des höheren Energiebedarfs und einer lauten Kühlung hinnehmen muss.

Schnelle SSDs

Die Boards haben drei, teilweise vier M.2-Slots. Um zu prüfen, ob es Flaschenhälse gibt, haben wir diese jeweils vollständig mit PCIe-4.0-SSDs bestückt und auf allen Datenträgern parallel sowohl Lese- als auch Schreibgeschwindigkeit gemessen. Die am Prozessor angebundene SSD lieferte dabei nahezu ihr volles Tempo. Die SSDs am Chipsatz mussten

sich hingegen die DMI-4.0-x8-Verbindung zwischen Z690 und Core i9-12900K teilen.

Dabei schöpften sie beim Lesen zusammen je nach Board zwischen 13,4 und 14,3 GByte/s der theoretisch möglichen 15,8 GByte/s aus. Das geht vollkommen in Ordnung, da auch noch andere Komponenten mit der CPU kommunizieren und es einen Protokoll-Overhead gibt. Beim Schreiben zeigen sich aber deutliche Unterschiede: Das Asrock Z690 PG Riptide mit lediglich zwei M.2-SSDs am Z690 schafft 7,4 GByte/s und bremst diese nur geringfügig aus. Gleiches gilt für das Gigabyte Z690 UD und das MSI Pro Z690-A WiFi mit drei NVMe-SSDs, die am Chip-



Einige Boards wie das Gigabyte Z690 UD haben inzwischen eine fest angebrachte I/O-Blende und ersparen deshalb viel Gewürge beim Einbau.

satz hängen und beim Schreiben 9,8 beziehungsweise 9,9 GByte/s erreichen.

Beim Asus TUF Gaming Z690-Plus WiFi D4 scheint es ein Problem zu geben. Separat gemessen erreichen die vier PCIe-4.0-SSDs eine Schreibgeschwindigkeit von jeweils 4,9 GByte/s, gleichzeitig kumuliert jedoch bloß 7,5 GByte/s.

Linux-Zickereien

Schon bei den Vorgängern der Serie-500-Boards hatten wir unter Linux mit der integrierten Xe-Grafik der Core i-11000-Prozessoren zu kämpfen. Auch bei den Serie-600-Boards und den Core i-12000 mussten wir bei Ubuntu 21.10 das Laden des passenden Kernel-Moduls i915 mit dem Boot-Parameter `i915.force_probe=4680` erzwingen.

Bei den weiteren Tests zeigten sich ebenfalls ungewöhnlich viele Auffälligkeiten, die darauf hindeuten, dass die Alder-Lake-Plattform zu frisch ist für aktuelle Linux-Distributionen. Beim Asus TUF Gaming Z690-Plus WiFi D4 und MSI Pro Z690-A WiFi funktionierte das WLAN erst, nachdem wir den Kernel auf Version 5.15.7 aktualisiert hatten. Allerdings hängt sich dann bei beiden Boards das System auf, wenn man es herunterfahren oder neu starten will.

Zudem waren alle vier Boards unter Ubuntu 21.10 gleichermaßen von einem ungewöhnlich niedrigen Durchsatz bei USB 3.2 Gen 2x2 betroffen. Während die Daten unter Windows 11 mit jeweils 2 GByte/s von und zur angesteckten externen SSD flossen, waren es unter Linux beim Lesen nur 1,1 bis 1,5 GByte/s. Beim Schreiben fiel das Tempo gar auf USB 3.2-Gen-2-Geschwindigkeit von rund 0,9 bis 1 GByte/s zurück.

Erfreulich war hingegen die Leistungsaufnahme mit Ubuntu 21.10. Bei ruhendem Desktop konsumierte jedes Board ein halbes bis zwei Watt weniger als unter Windows 11.

Fazit

An der Ausstattung und dem vielfältigen Angebot des ersten Schwungs von LGA 1700-Mainboards gibt es nichts zu meckern. Alle hier getesteten Z690-Mainboards bieten mehr Funktionen, als der typische PC-Bastler ausschöpfen kann, selbst wenn er sich ein High-End-System zusammenbaut.

Jedes Board hat unterschiedliche Stärken und Schwächen, abraten müssen wir aber von keinem. Das Asrock Z690 PG

Riptide hat uns positiv überrascht, weil es als einziges die Intel-Vorgaben für die Power-Limits ab Werk einhält. Ebenso wie das Gigabyte Z690 UD und das MSI Pro Z690-A WiFi bietet es ein brauchbares

Preis-Leistungs-Verhältnis. Das Asus TUF Gaming Z690-Plus WiFi D4 gehört mit konfigurierbaren RGB-LEDs und großen Kühlkörpern preislich eher ins Premium-segment. (chh@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Christian Hirsch, Voll auf die Zwölf, Core i-12000-Prozessoren ausreizen, c't 26/2021, S. 152
 [2] Christian Hirsch, Das Imperium schlägt zurück, Intel Core i9-12900K und Core i5-12600K für Desktop-Rechner, c't 25/2021, S. 84

Z690-Mainboards für Intel Core i-12000: technische Daten und Messwerte

Hersteller, Modell	Asrock Z690 PG Riptide	Asus TUF Gaming Z690-Plus WiFi D4	Gigabyte Z690 UD	MSI Pro Z690-A WiFi
CPU-Fassung / Chipsatz	LGA1700 / Z690	LGA1700 / Z690	LGA1700 / Z690	LGA1700 / Z690
Format (Abmessungen)	ATX (305 mm x 245 mm)	ATX (305 mm x 245 mm)	ATX (305 mm x 245 mm)	ATX (305 mm x 245 mm)
Chipsatz-SATA-6G	8	4	6	6
LAN-Chip (Eigenschaften)	Intel Killer E3100G (PCIe; 2,5 Gbit/s)	Intel i225-V (PCIe; 2,5 Gbit/s)	Realtek RTL8125BG (PCIe; 2,5 Gbit/s)	Intel i225-V (PCIe; 2,5 Gbit/s)
WLAN-Chip (Eigenschaften)	n. v.	Intel AX201 (CNVio; Wi-Fi 6, 2,4 Gbit/s)	n. v.	Intel AX211 (CNVio; Wi-Fi 6E, 2,4 Gbit/s)
Audio-Chip (Eigenschaften)	Realtek ALC897 (HD Audio)	Realtek ALC897 (HD Audio)	Realtek ALC897 (HD Audio)	Realtek ALC897 (HD Audio)
USB-Chip (Eigenschaften)	Asmedia ASM3042 (2 x USB 5 Gbit/s)	n. v.	n. v.	n. v.
Fehlerdiagnose / Piepser	4 LEDs / n. v.	4 LEDs / n. v.	4 LEDs / n. v.	4 LEDs / n. v.
Speicher-Slots / max. RAM	4 / 128 GByte DDR4	4 / 128 GByte DDR4	4 / 128 GByte DDR5	4 / 128 GByte DDR5
Erweiterungs-Slots	2 x PEG (1 x PCIe 5.0 x16, 1 x PCIe 4.0 x4), 3 x PCIe 3.0 x1	2 x PEG (1 x PCIe 5.0 x16, 1 x PCI 3.0 x4), 2 x PCIe 3.0 x1, 1 x PCIe 3.0 x4	3 x PEG (1 x PCIe 5.0 x16, 1 x PCIe 4.0 x4, 1 x PCIe 3.0 x1), 2 x PCIe 3.0 x1	3 x PEG (1 x PCIe 5.0 x16, 1 x PCIe 3.0 x1, 1 x PCIe 3.0 x4), 1 x PCIe 3.0 x1
M.2-Slots	1 x M.2-22110/80/60, 1 x M.2-2280/60/42, 1 x M.2-2280/60, 1 x M.2-2230	2 x M.2-22110/80/60/42, 2 x M.2-2280/60/42	1 x M.2-22110/80/60, 2 x M.2-2280/60	1 x M.2-22110/80/60/42, 3 x M.2280/60/42
interne Anschlüsse	8 x SATA 6G, 2 x USB-A ¹ (5 Gbit/s), 1 x USB-C (5 Gbit/s), 2 x USB 2.0 ¹ , 1 x HD-Audio, 4 x RGB-LEDs, 1 x Thunderbolt, 1 x TPM	4 x SATA 6G, 1 x USB-A ¹ (5 Gbit/s), 1 x USB-C (10 Gbit/s), 2 x USB 2.0 ¹ , 1 x RS-232, 1 x HD-Audio, 4 x RGB-LEDs, 1 x Thunderbolt, 1 x TPM	6 x SATA 6G, 1 x USB-A ¹ (5 Gbit/s), 1 x USB-C (10 Gbit/s), 2 x USB 2.0 ¹ , 1 x RS-232, 1 x HD-Audio, 1 x SPDIF-Out, 4 x RGB-LEDs, 1 x Thunderbolt, 1 x TPM	6 x SATA 6G, 2 x USB-A ¹ (5 Gbit/s), 1 x USB-C (10 Gbit/s), 2 x USB 2.0 ¹ , 1 x HD-Audio, 3 x RGB-LED, 1 x Thunderbolt, 1 x TPM
Lüfteranschlüsse	1 x CPU (4-Pin), 4 x Gehäuse (4-Pin)	2 x CPU (4-Pin), 1 x Wasserkühlung (4-Pin), 4 x Gehäuse (4-Pin)	2 x CPU (4-Pin), 5 x Gehäuse (4-Pin)	1 x CPU (4-Pin), 1 x Wasserkühlung (4-Pin), 4 x Gehäuse (4-Pin)
ATX-Anschlussfeld	1 x HDMI 2.1, 5 x analog Audio, 1 x SPDIF Out optisch, 1 x USB-C (20 Gbit/s), 2 x USB-A (10 Gbit/s), 2 x USB-A (5 Gbit/s), 2 x USB 2.0, 1 x LAN, 1 x PS/2	1 x HDMI 2.1, 1 x DisplayPort 1.4, 5 x analog Audio, 1 x SPDIF Out optisch, 1 x USB-C (20 Gbit/s), 2 x USB-A (10 Gbit/s), 4 x USB-A (5 Gbit/s), 1 x LAN, 1 x USB-C (5 Gbit/s), 2 x WLAN-Antenne	1 x HDMI 2.1, 1 x DisplayPort 1.4, 3 x analog Audio, 1 x USB-C (20 Gbit/s), 1 x USB-A (10 Gbit/s), 4 x USB-A (5 Gbit/s), 4 x USB 2.0, 1 x LAN, 1 x PS/2	1 x HDMI 2.1, 1 x DisplayPort 1.4, 6 x analog Audio, 1 x USB-C (20 Gbit/s), 1 x USB-A (10 Gbit/s), 2 x USB-A (5 Gbit/s), 4 x USB 2.0, 1 x LAN, 1 x PS/2, 2 x WLAN-Antenne
Lieferumfang	2 x SATA-Kabel, Slotblech, Treiber-DVD, Handbuch, Grafikkartenhalter	2 x SATA-Kabel, Treiber-DVD, Handbuch	2 x SATA-Kabel, Treiber-DVD, Handbuch	2 x SATA-Kabel, Slotblech, Treiber-DVD, Kurzanleitung
Elektrische Leistungsaufnahme, Transfermessungen				
Soft-off (mit ErP) / Energie sparen	2,9 W (0,3 W) / 3,0 W	2,1 W (0,3 W) / 2,5 W	1,4 W (0,3 W) / 2,2 W	1,6 W (0,8 W) / 2,8 W
Leerlauf / Leerlauf optimiert / Vollast (mit Intel-Vorgabe)	29 W / 24 W / 353 W	27 W / 22 W / 357 W (301 W)	25 W / 18 W / 348 W (311 W)	27 W / 18 W / 376 W (330 W)
M.2-1: Lesen (Schreiben)	6,9 (4,9) GByte/s	6,9 (4,9) GByte/s	6,9 (4,9) GByte/s	6,9 (4,9) GByte/s
M.2-2: Lesen (Schreiben)	6,6 (4,9) GByte/s	6,8 (4,9) GByte/s	6,8 (5,0) GByte/s	6,7 (4,9) GByte/s
M.2-3: Lesen (Schreiben)	3,6 (3,5) GByte/s	6,8 (4,9) GByte/s	6,7 (5,0) GByte/s	3,6 (3,5) GByte/s
M.2-4: Lesen (Schreiben)	n. v.	6,8 (4,9) GByte/s	n. v.	6,7 (5,0) GByte/s
USB 20 Gbit/s / USB 10 Gbit/s / USB 5 Gbit/s: Lesen (Schreiben)	2004 (1956) / 1065 (1021) / 463 (466) MByte/s	2017 (1952) / 1066 (1021) / 463 (464) MByte/s	2006 (1959) / 1067 (1010) / 463 (467) MByte/s	2011 (1957) / 1067 (1022) / 463 (467) MByte/s
LAN: Empfangen (Senden)	297 (298) MByte/s	297 (298) MByte/s	297 (298) MByte/s	297 (298) MByte/s
Funktionstests				
Secure-Boot ab- / CSM einschaltbar	✓ / ✓ ²	✓ / ✓ ²	✓ / ✓ ²	✓ / ✓ ²
Wake on LAN: Standby / Soft-off	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
USB: 5V in Soft-off / Wecken per USB-Tastatur aus: Standby (Soft-off)	✓ / ✓ (–)	✓ / ✓ (–)	✓ / ✓ (–)	✓ / ✓ (–)
Bootedauer bis Login	20 s	12 s	16 s	12 s
Parallelbetrieb (Digital Monitore)	1 x UHD 60 Hz (HDMI)	2 x UHD 60 Hz (HDMI+DP)	2 x UHD 60 Hz (HDMI+DP)	2 x UHD 60 Hz (HDMI+DP)
analog Mehrkanalton (Art) / 2. Audiostream	✓ (7.1) / –	✓ (7.1) / ✓	✓ (5.1 ³) / ✓	✓ (7.1) / ✓
Audio: Wiedergabe / Aufnahme	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ○
Lüfterregelung: CPU-Lüfter / Gehäuselüfter 3-Pin / 4-Pin	0 ... 100 % / 0 ... 12 V / 0 ... 100 %	20 ... 100 % / 0 ... 12 V / 0 ... 100 %	0 ... 100 % / 0 ... 12 V / 0 ... 100 %	0 ... 100 % / 0 ... 12 V / 0 ... 100 %
Linux-Kompatibilität				
Energie sparen	✓	✓	–	✓
W-LAN	n. v.	✓ (Kernel-Update 5.15.5)	n. v.	✓ (Kernel-Update auf 5.15.7)
Bluetooth	n. v.	✓ (Kernel-Update 5.15.5)	n. v.	✓
Netzwerk	✓ (r8169)	✓ (igc)	✓ (r8169)	✓ (igc, nach Update)
Leistungsaufn. Leerlauf (optimiert)	28 (22) W	22 (21) W	23 (16) W	27 (18) W
Preis / Garantie	225 € / 36 Monate	320 € / 36 Monate	195 € / 36 Monate	235 € / 36 Monate
¹ je zwei Ports pro Stiftleiste ² nur mit Grafikkarte, nicht mit integrierter GPU ³ mit Frontschlüssen 7.1 ✓ funktioniert – funktioniert nicht n. v. nicht vorhanden ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht				

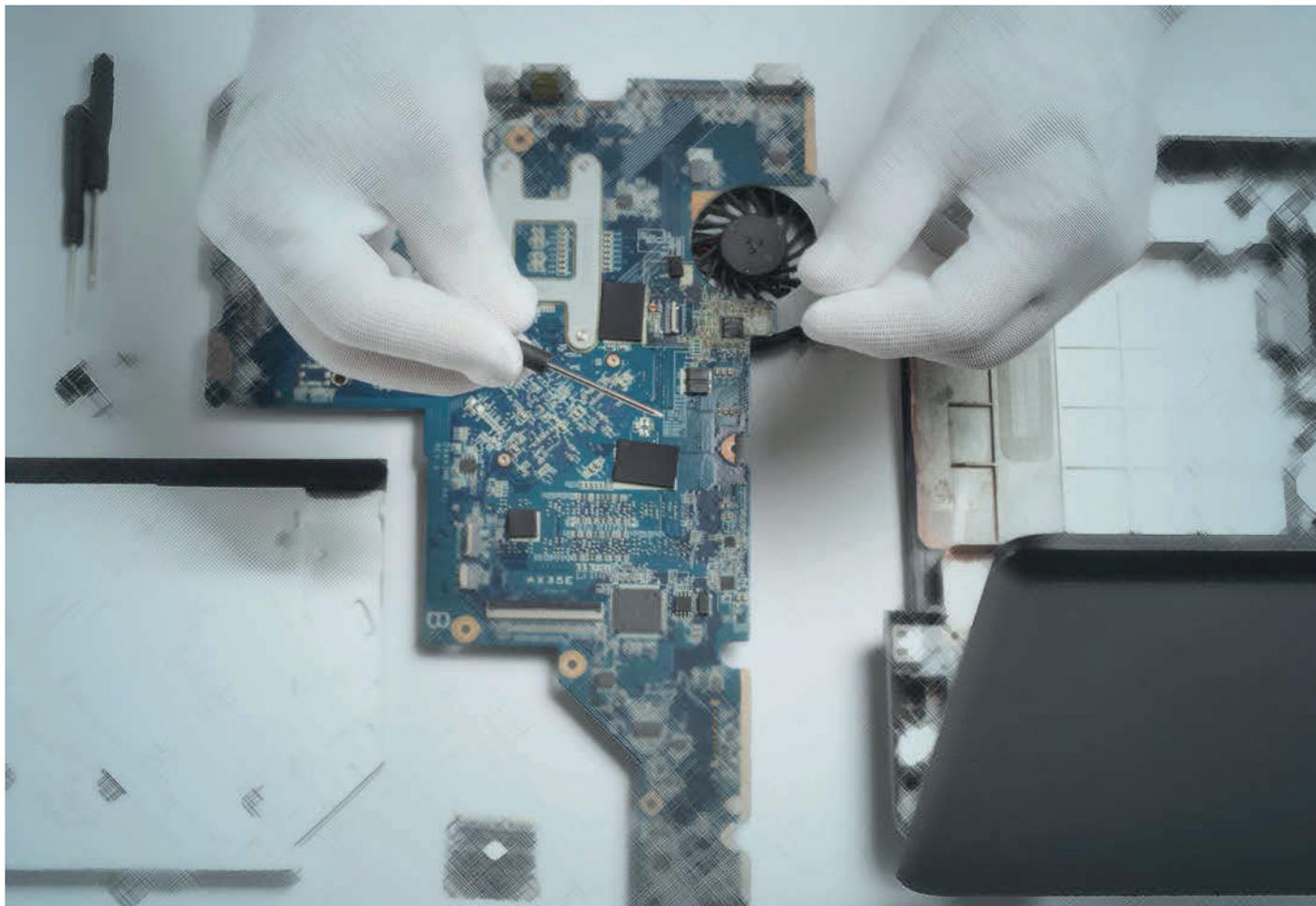


Bild: TATIANA - stock.adobe.com, Bearbeitung: c't

Mobile Lebensverlängerung

Wie lange Notebookhersteller Ersatzteile vorhalten und wann sich eine Reparatur lohnt

Wenn der Akku nur noch 30 Minuten durchhält oder ein Kratzer im Bildschirm stört, stellt sich für Notebooknutzer die Frage, ob ein Neukauf ansteht oder was sich reparieren lässt. c't hat bei den Herstellern nachgefragt, wie lange Reparaturen mit Originalteilen überhaupt möglich sind.

Von Florian Müssig

Viele Notebooks bleiben deutlich länger einsatzfähig als die von den Herstellern vorgesehenen Garantiezeiträume. Kunden nutzen ihre Geräte oft mit kleineren Defekten wie Kratzern im Bildschirm oder gesprungenen Tastenkappen weiter, obwohl sie sich darüber ärgern oder Einschränkungen hinnehmen. Akkus müssen sogar als Verschleißteil betrachtet werden: Durch Alterung nimmt ihre Leistungsfähigkeit immer weiter ab, bis von vielen Stunden Laufzeit womöglich nicht mal mehr eine übrig bleibt.

All das lässt sich zwar mit dem Kauf eines neuen Notebooks beheben, doch der ist derzeit angesichts von schlechter Verfügbarkeit und hohen Preisen (Chipmangel, Logistikauslastung, hohe Nachfrage) weniger attraktiv als vor der Coronapandemie. Ein Neukauf ist zudem oft weder nachhaltig noch zwingend: Selbst ein mehrere Jahre altes Notebook wird im Officebetrieb oder beim Videogucken nicht ausgelastet, sodass flottere Prozessoren für den Nutzer wenig ändern.

Anders als Smartphones und Tablets, die mangels Updates obsolet werden, gibt

ct kompakt

- Die Ersatzteilverhalthezeiten hängen eng mit Garantieverprechen und -optionen der Hersteller zusammen.
- Abgesehen vom Akkutausch lohnt sich eine kostenpflichtige Reparatur selten.
- In naher Zukunft könnte sich die Situation durch Gesetzesvorgaben massiv verändern.

es für Notebooks meistens noch Updates. Selbst wenn die betagte Hardware zu alt für einen Sprung auf das nagelneue Windows 11 ist, so wird Microsoft doch für Windows 10 noch bis ins Jahr 2025 hinein Patches gegen Sicherheitslücken bereitstellen. Notfalls steigt man auf Linux um.

Doch die Reparatur eines Notebooks ist nur dann möglich und wirtschaftlich sinnvoll, wenn es passende Ersatzteile gibt, die nicht zu teuer sind. Die Abschreibungsfrist für ein Notebook beträgt drei Jahre, danach liegt der Restwert nahe null. Wir haben bei Notebookherstellern angefragt, wie lange sie Ersatzteile vorhalten. Die Antworten waren teils überraschend und Einzelfälle können sich von pauschalen Aussagen unterscheiden. Eine von mehreren Unternehmen hinter vorgehaltener Hand getätigte Aussage lässt sich aber als grobe Faustformel für den gesamten Markt verstehen: Es gibt so lange Ersatzteile, bis der Hersteller den letzten möglichen Garantiefall abschließen kann.

Wirtschaftlichkeiten

Dahinter stecken ganz klar wirtschaftliche Überlegungen der Firmen: Kann ein Notebook im Garantiefall nicht repariert werden, weil es keine Ersatzteile mehr gibt, wird es für sie teuer.

Zu den wirtschaftlichen Überlegungen gehört aber auch, dass bereits vorhandene Ersatzteile nicht am Stichtag X vollständig entsorgt werden, sondern auch danach im Sortiment bleiben. Lagerbestände werden aber nicht mehr aufgefüllt, sodass sich ein Kunde im Einzelfall nicht mehr darauf verlassen kann, dass es noch ein Ersatzteil gibt.

Garantiezeiträume können sich stark unterscheiden. Bei günstigen Notebooks gibt es mitunter nur ein Jahr – nicht zu ver-

wechseln mit der gesetzlich vorgeschriebenen zweijährigen Gewährleistung, die man aber gegenüber dem Händler und nicht dem Hersteller geltend machen muss. Bei Premiumgeräten sind wiederum drei Jahre keine Seltenheit, während teure Business-Notebooks, die als unerlässliche Arbeitsgeräte von Unternehmen an ihre Mitarbeiter verteilt werden, gegen Aufpreis mit bis zu fünf Jahren Garantie ausgestattet werden können. Wer privat ein solches Notebook kauft, hat selbst ohne abgeschlossene Garantieverlängerung also gute Chancen, dass er es im Fall des Falls nach vier Jahren noch repariert bekommt – zwar kostenpflichtig, aber immerhin.

Der reine Gerätepreis taugt hingegen nicht als Kriterium: Ein Leser klagte kürzlich sein Leid, dass es für sein 1700-Euro-Consumer-Notebook schon nach vier Jahren keinen Ersatzakku mehr gibt. Die Rückkehr der Marke Vaio auf den deutschen Markt anno 2018, die noch teurere Notebooks mit sich brachte, hatte wiederum nicht den gewünschten Erfolg, sodass die Kooperation mit dem hiesigen Vertriebspartner Trekstor schon nach zwei

Jahren zu Ende ging – und damit auch die Ersatzteilverfügbarkeit.

Kosten vs. Alter

Bei kostenpflichtigen Reparaturen stellt sich zwangsläufig die Frage, ob sie sich noch lohnen. Die in den letzten zehn Jahren immer flacher gewordenen Notebookgehäuse drücken den Platzbedarf im Rucksack und das Gewicht, steigern aber auch die Kosten für Reparaturen.

Prozessoren sind seit Jahren auf die Hauptplatine gelötet, immer häufiger auch der Arbeitsspeicher: Energieeffizientes LPDDR-RAM für längere Laufzeiten gibt es nicht als SODIMM-Steckmodul. SSDs sind meist gesteckt, knapper eMMC-Speicher in günstigen Geräten hingegen häufig aufgelötet – und wir haben auch schon aufgelötete WLAN-Module entdeckt.

Wenn irgendeine Komponente des Mainboards defekt ist (oder auch nur ein festgelöteter HDMI-Ausgang abgerissen ist), wird das Board in der Regel komplett getauscht, was wegen der vielen darauf befindlichen Komponenten ins Geld geht. Schon bei günstigen Notebooks kann ein Ersatzmainboard 350 Euro kosten, bei



Windows-Tablets lassen sich mit Ansteck tastatur wie Notebooks nutzen, doch die Komponenten stecken bauartbedingt alle hinter dem Bildschirm. Die Gehäuse werden in der Regel verklebt, sodass man nicht ohne Weiteres ins Innere kommt.

Gaming-Notebooks auch locker 1400 Euro oder mehr.

Ein kostenpflichtiger Mainboardwechsel kommt also einem wirtschaftlichen Totalschaden gleich, weil man für dasselbe Geld ein Neugerät gleicher Güte bekommt – egal ob kompakter 13-Zöller oder fetter Spielebolide. Selbst wenn das Neugerät eine Klasse tiefer angesiedelt ist: So manches High-End-Feature von früher ist dort inzwischen angekommen.

Bei Gaming-GPUs sind die Fortschritte bei Generationswechseln zudem weiterhin so groß, dass eine Mittelklasse-GPU von heute in etwa die Spieleleistung eines High-End-Modells von vor ein zwei Jahren abliefern. Ein Neugerät hat zudem mindestens die Folgegeneration an CPU und GPU – und bei Gaming kommen auch Feature-Fortschritte in rasanten Schritten daher. Die höhere Effizienz schlägt sich in einem niedrigeren absoluten Energieverbrauch nieder, was auch ein Nachhaltigkeitsaspekt ist. Und bei einem Neugerät sind eben alle Komponenten inklusive Akku nagelneu.

Tauschen statt Löten

Dass komplette Baugruppen statt einzelner Bestandteile getauscht werden, mag erstaunen, ist aber branchenüblich. Gerade die Hauptplatine ist ein hochintegriertes Bauteil; Detaildiagnose und Feinreparatur setzen deshalb (teils firmeninternes) Fachwissen sowie spezialisierte Werkzeuge und Maschinen voraus.

Je nach Detaildiagnose in den Zentralwerkstätten außerhalb des Hochlohnlandes Deutschland werden fehlerhafte Platinen entweder repariert und wieder als Baugruppenersatzteil bereitgestellt oder in den Recyclingkreislauf entsorgt. Die Entscheidung zur Aufbereitung hängt unter anderem davon ab, wie leicht sie zu machen ist und wie groß der Bedarf des Herstellers an Ersatzteilen ist. Asus gab zu Protokoll, dass man als Mainboardspezialist auch Notebook-Platinen hausintern aufbereiten kann und sie deshalb länger als Ersatzteil verfügbar sind als so mancher (zugekaufte) Akku.

Aufgrund der hohen Komplexität lassen sich Ersatzteilkosten nur schwer beziffern. Anfragen beim Hersteller vor dem Kauf eines bestimmten Notebookmodells können bis zum tatsächlichen Eintreten eines Servicefalls überholt sein, wenn genau dieses Ersatzteil dann vergriffen ist oder ihm Tagespreise zugrunde liegen. Globale Verwerfungen wie die anhaltende Chipknappheit brachten in den vergange-



Früher war alles besser: Serviceklappen, über die man einfach an das Notebookinnenleben herankommt, sind wegen immer flacher gewordener Gehäuse ausgestorben.

nen 1,5 Jahren das gesamte Halbleiter-Weltgefüge ins Wanken. Ein Handelsembargo wie das der US-Regierung gegen Huawei können ebenfalls einen Strich durch die Rechnung machen, wenngleich Huaweis Notebooks von diesem bislang nicht betroffen waren. Und wie bereits am Beispiel Vaio erwähnt, verschwindet manche Marke auch ganz vom Markt.

Pauschalen

Eine Besonderheit bei Apple und Microsoft: Beide hantieren nicht nur teilweise (Apple) oder vollständig (Microsoft) mit Reparaturpauschalen, sondern halten diese Preislisten auch öffentlich einsehbar auf ihren Webseiten bereit. Bei MacBooks gibt es Pauschalen – anders als bei iPhones oder iPads – nur für den Akkutausch, aber nicht für Bildschirme oder Mainboards. Zumindest bei Mainboards ist das verständlich, gibt es doch eine hohe Bestückungsvarianz, weil sämtliche Komponenten (auch SSD und WLAN-Modul) aufgelötet sind. Deshalb ist wie bei allen anderen Herstellern ein individueller Kostenvorschlag nach der Erstdiagnose fällig.

Microsoft mittelt hingegen die tatsächlichen Kosten offensichtlich intern: Es gibt pro Surface-Gerät eine Pauschale. Dadurch sind Käufer besonders teurer Ausstattungsvarianten im Vorteil, weil die Reparatur eines vollausgestatteten Surface nicht mehr kostet als eines derselben Baureihe in Minimalausstattung.

Allerdings treibt es Microsoft in anderer Hinsicht auf die Spitze, weil das Unter-

nehmen bei vielen Geräten gar keine Unterscheidung hinsichtlich der Art des Defekts macht: Microsoft tauscht ein defektes Surface-Gerät in der Regel am Stück gegen ein funktionstüchtiges mit identischen Eckdaten aus. Wer da jetzt Angst vor Datenverlust hat: Kein Hersteller garantiert, dass bei einer Reparatur der Inhalt des Massenspeichers erhalten bleibt. Man sollte also immer eine Sicherung persönlicher Daten vorrätig haben – der Admin-Slogan „Kein Backup? Kein Mitleid!“ kommt nicht von ungefähr.

Kleinere oder kosmetische Reparaturen bleiben in diesem Reparaturmodell aber außen vor: Wenn etwa beim Surface Book eine Tastenkappe der Tastatur verloren geht, kann man das bei Microsoft nur gegen eine (für diesen Defekt irrsinnig hohe) 632-Euro-Pauschale beheben lassen. Gleiches gilt, wenn man nach ein paar Jahren einen neuen Akku braucht – auch den gibt es bei Microsoft nicht einzeln. Erst bei Surface-Geräten der letzten zwei Jahre unterscheidet Microsoft grob nach Defektarten (Akku, Bildschirm, Mainboard ...) und verlangt abgestufte Pauschalpreise. Bei Mainboards gibt es aber weiterhin keine Unterscheidung der individuellen Ausstattungsvariante.

K(l)einteile

Cent-günstige Einzelteile sind bei allen Herstellern kaum zu bekommen. Mitunter gibt es zwar Tütchen mit einer Auswahl an gängigen Schrauben, aber etwa Tastenkappen gibt nirgends einzeln. Immerhin:

JavaLand

15. – 17. März 2022

im Phantasialand bei Köln

Die Konferenz der Java-Community!

www.javaland.eu



Jetzt Ticket sichern:



Community-Partner:



Präsentiert von: **DOAG**  Heise Medien

Genau dieses Loch füllen spezialisierte Onlineshops; eine Websuche nach „laptop key“ fördert etliche Anbieter zutage.

Die nächstgrößere Baugruppe, also die gesamte Tastatur, wird in der Regel als Einzelteil geführt – doch auch hier gibt es Sonderfälle: Bei Apples MacBooks ist mitunter die gesamte Oberschale des Gehäuses mit Tastatur, Trackpad und drangeklebtem Akku eine Einheit – wer eines davon neu will, muss auch den Rest mitkaufen. Der Verbund mit Akku ist hier eine Ausnahme, die Kombination Tastatur plus Oberschale hingegen nicht. Da kommt es preislich dann wieder darauf an, ob das Gehäuse aus Kunststoff oder Metall besteht.

Durch Deckelscharniere laufen die Kabel zu Bildschirm, Webcam und WLAN-Antennen, doch die zugehörigen Konnektoren passen nicht durch die engen Hohlräume. Weil selbst Fachwerkstätten kaum die entsprechend feinen Auflegewerkzeuge im Sortiment haben und der Arbeitsaufwand hoch ist, gibt es Scharniere häufig nur im Verbund, also als fertig konfektionierten Deckel. Um ihn besonders dünn zu bekommen, werden seine einzelnen Bestandteile miteinander verklebt – was den Austausch einer gesplitterten Glasscheibe verhindert, selbst wenn das Panel darunter nach einem Sturz heil geblieben sein sollte.

Außer Tasten und Scharnieren gehören Lüfter zu den letzten verbliebenen mechanischen, beweglichen Bauteilen eines Notebooks. Ventilatoren können sich im Laufe der Zeit mit Staub zusetzen und blockieren. Der Austausch ist nicht immer einzeln vorgesehen, aber zumindest das gesamte Kühlsystem mit Lamellen und Heatpipes ist eine gängige Baugruppe. Die Preise beginnen je nach Komplexität des Kühlsystems im mittleren zweistelligen Bereich.

Ob sich ein Lüftertausch lohnt, hängt vom Leidensweg des individuellen Notebooks ab: Das Zusetzen mit Staub ist schließlich ein gradueller und kein plötzlicher Vorgang; in Raucherhaushalten kommen klebrige Aerosolrückstände hinzu. Je nachdem, wie lange ein Notebookinnenleben schon mit höheren Temperaturen vor sich hin geköchelt hat oder wie schnell ein Komplettausfall bemerkt und angegangen wird, können auch Kondensatoren und andere Bauteile auf der Hauptplatine in Mitleidenschaft gezogen worden sein. Das gilt umso mehr, je stärker und damit hitziger die verbauten Komponenten sind: Wenn sich zwei Wochen nach dem Lüftertausch die leistungsstarke GPU auf der Hauptplatine verabschiedet, weil ihre Spannungsversorgung durch die Hitze zu stark gealtert ist, hat man wenig gewonnen.

Laufzeitverlängerer

Beim eingangs erwähnten Verschleißartikel Akku ist die Abwägung hingegen einfach: Hat das Notebook keine anderen Wehwehchen außer der arg kurz gewordenen Laufzeit, kann ein neuer Stromspender nach drei bis vier Jahren Wunder wirken und noch mal so viele Jahre Nutzungsdauer ermöglichen. Die meisten Hersteller halten Ersatzakkus so lange vorrätig wie andere Ersatzteile, teilweise auch länger. Im Mittel muss man 90 bis 140 Euro für einen neuen Akku zahlen – mit Abweichungen in beide Richtungen plus die Frage, ob eine Servicepauschale für den Einbau hinzukommt oder man den Akku einzeln bestellen kann.

Es handelt sich bei den meisten aktuellen Notebooks schließlich um eine interne Komponente, die man nicht ohne Werkzeug und Öffnen des Gehäuses gewechselt bekommt. Je nach Zielgruppe eines Notebooks reicht die Spanne von „für alle Reparaturen immer einschicken“

(etwa Trekstor) bis hin zu „die Teilelogistik machen externe Partner, die auch frei verkaufen“ (bei Business-Notebooks üblich). Leicht wechselbare Akkus, die man ohne Werkzeug entnehmen kann, findet man bestenfalls noch bei wenigen teuren Business-Notebooks.

Apropos externe Partner: Solche sind auch für offizielle Reparaturen gang und gäbe; nur wenige Hersteller unterhalten eigene Werkstätten. Wenn sie es wie etwa Acer oder Medion doch tun, dann erledigen diese wiederum auch Reparaturen für Produkte anderer Hersteller und Kategorien wie etwa Küchengeräte: Die Werkstatt agiert als eigenständige Business-Unit, die Kunden akquirieren muss.

Zurück zum Akku: Der eigenhändige Einbau erfolgt auf eigenes Risiko, sodass Basteln erst nach Ablauf der Garantie sinnvoll ist. Zudem muss man Erfahrung mitbringen, wie man zerstörungsfrei ins Innere eines Notebookgehäuses vordringt, denn Service-Handbücher gibt es vornehmlich für Business-Notebooks. Deren Reparaturdokumentationen sind wiederum hauptsächlich für Firmenkunden gedacht, die hauseigene Techniker haben: Diese bekommen durch die Gerätehersteller Schulungen. Danach dürfen sie ohne Garantieverlust die Schraubendreher schwingen beziehungsweise selbst Garantiefälle diagnostizieren und Ersatzteile anfordern.

Privatleute finden für beliebte Geräte zahlreiche Reparaturanleitungen bei YouTube, bei spezialisierten Webseiten wie iFixit oder auch in Zeitschriften wie c't. Man kann es auch in einem Repair-Café probieren.

Ausblick

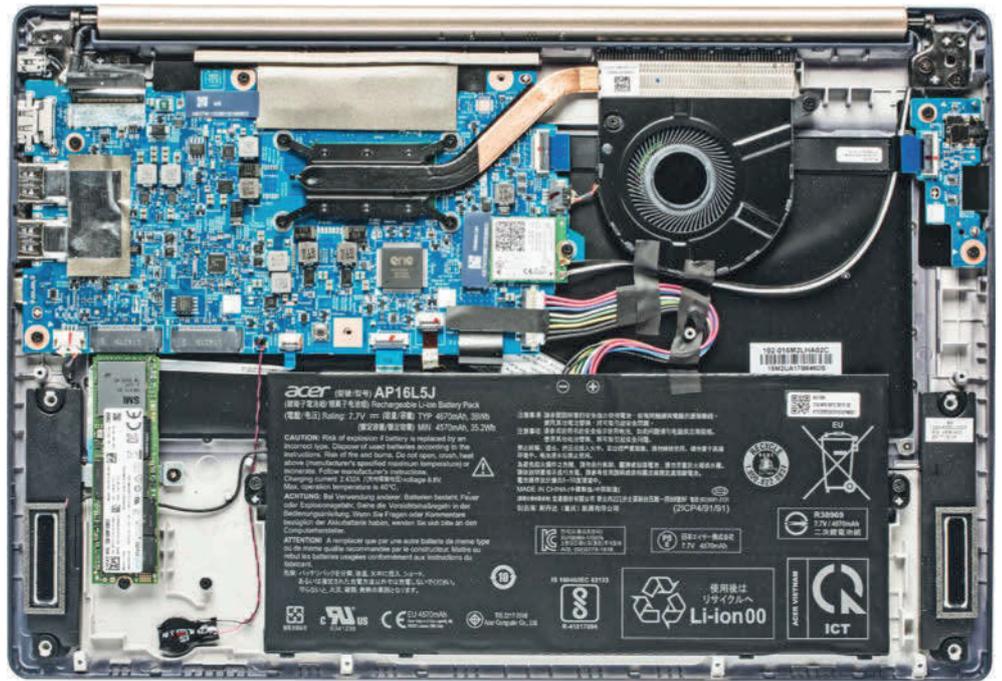
Die Preise von Ersatzteilen schwanken und interne Vorgaben der Hersteller zu Ersatzteilverfügbarkeiten können sich je-

Verfügbarkeit von Notebook-Ersatzteilen (Angaben der Hersteller)

Hersteller	Acer	Apple	Asus	Dell	Dynabook	Fujitsu	HP	Huawei	Lenovo
geplante Verfügbarkeit	mind. 3 Jahre	5-7 Jahre	mind. 4 Jahre	1-7 Jahre	min. 5 Jahre	5 Jahre	2 Jahre (Consumer), 5 Jahre (Business)	5 Jahre	3-5 Jahre
Akku einzeln verfügbar	✓	–	–	k. A.	✓	✓	✓	–	✓
Kosten Akkutausch	ab 59 €	139-209 €	k. A.	k. A.	ab 79 €	k. A.	ca. 100 €	90 € plus Einbau	k. A.
Kosten Mainboard	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	319-899 €	k. A.
Kosten Tastatur	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
Kosten Display	ab 119 €	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	99-419 €	k. A.
Reparaturhandbücher frei verfügbar	–	–	✓	✓	✓	✓	✓	–	✓

✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe ¹ auch Vaio

Notebook-Mainboards sind so komplex, dass ein kostenpflichtiger Austausch oft nicht sinnvoll ist: Prozessoren sind aufgelötet und der Arbeitsspeicher in vielen Fällen ebenfalls. Mitunter sind auch SSD und WLAN-Modul Teil der Hauptplatine – fällt eine Komponente aus, muss alles erneuert werden.



derzeit ändern. Wie eingangs erwähnt dominieren derzeit wirtschaftliche Aspekte der Garantierfüllung das Geschehen.

Das könnte sich in naher Zukunft ändern. In Frankreich gibt es schon jetzt gesetzliche Vorgaben zur Reparierbarkeit von technischen Geräten und den damit zusammenhängenden Reparatur-Index (analog zum Energie-Label für Waschmaschinen und andere Haushaltsgeräte). Die EU-Kommission plant Ähnliches für ihren gesamten Zuständigkeitsbereich und auch in den USA herrscht eine rege Diskussion um das „Right to Repair“.

Reinen Business-Notebook-Anbietern wie Dynabook oder Fujitsu, die schon jetzt vergleichsweise gut dastehen, spielt das in die Karten. Bei den drei Branchen größten Dell, HP und Lenovo werden die Consumer- von den Business-Bereichen lernen müssen. Dell und Lenovo wollten

bei unserer Anfrage, anders als HP übrigen, nicht zwischen Business und Consumer differenzieren – womöglich aus Angst, dass der Eindruck einer Zweiklassengesellschaft entsteht. Diese ist allerdings de facto bereits gegeben.

Der ein oder andere Hersteller geht das Thema (vielleicht wegen der drohenden Gesetzespflicht) schon jetzt offensiv an: Medion ist etwa nur im Consumergeschäft tätig, hält Ersatzteile nach eigenen Angaben dennoch mindestens fünf Jahre vor und verkauft sie an alle Interessenten. Zudem arbeite man schon jetzt daran, die Verfügbarkeit auf sieben bis zehn Jahre auszudehnen und will für künftige Geräte Reparaturanleitungen bereitstellen. Samsung hat solche für manche Produkte, die nach dem 1.3.2021 erschienen sind, aber darunter sind bislang keine Notebooks. Apple will künftig ausgewählte Ersatzteile frei verkaufen:

Anfang 2022 soll es erst mal in den USA für iPhones losgehen.

Asus will Kunden künftig wiederum tiefergehende Reparaturen anbieten, etwa den Ersatz einer abgerissenen oder verbogenen HDMI-Buchse, ohne dass wie bisher dafür das gesamte Mainboard getauscht werden muss. Huawei will in Kürze einen pauschalen Akkutauch über seinen Webshop anbieten – derzeit gibt es nur wenige lokale Anbieter, die das für Akkukosten plus Servicepauschalen handhaben. HP kooperiert für Reparaturanleitungen mit iFixit. Microsoft vertreibt seit Mitte Dezember Spezialwerkzeuge zum Surface-Öffnen über iFixit – vorerst aber nur an Werkstätten.

Schließlich gibt es im Notebookmarkt noch den Neueinsteiger Framework, dessen Laptop gleich mit einem ganz anderen Konzept antritt: Wie beim Fairphone gehört Reparierbarkeit schlicht zum Produkt dazu [1]. Ersatzteile werden frei im hauseigenen Webshop angeboten; QR-Codes auf den Ersatzteilen führen zu Videoanleitungen, wie man das Teil tauscht. Der Laptop wird ab Februar 2022 auch hierzulande ausgeliefert – wir sind gespannt, ob das auf andere Anbieter abfärbt. (mue@ct.de) **ct**

Literatur

[1] Florian Müssig, „Wir tun alles für das ‚Right to Repair‘, was wir können.“, Interview mit Framework-Gründer Nirav Patel über seinen nachhaltigen Laptop, c't 25/2021, S. 134

LG	Medion	Microsoft	MSI	Samsung	Schenker	Trekstor ¹	Razer
mind. 3 Jahre	mind. 5 Jahre	ca. 5 Jahre	4 Jahre	4-5 Jahre	ca. 4 Jahre	2 Jahre	mind. 2 Jahre
–	✓	–	–	✓	✓	–	–
99-125 € plus Einbau	37-89 €	205-632 €	50-200 € plus Einbau	k.A.	79-19 €	k.A.	40-60 €
k.A.	130-600 €	205-632 €	150-1000 €	k.A.	300-1400 €	k.A.	ca. 1000 €
k.A.	k.A.	205-632 €	k.A.	k.A.	39-79 €	k.A.	k.A.
k.A.	60-300 €	205-632 €	150-1000 €	k.A.	119-179 €	k.A.	ca. 300 €
–	–	–	–	–	✓	–	–



Lesemaschinen

Einzugsscanner fürs Homeoffice

Dokumenteneinzugsscanner sparen enorm Zeit, wenn es darum geht, Prospekte, Akten und die tägliche Post in digitaler Form zu archivieren. Im Test zeigten drei aktuelle Modelle, wie gut das Zusammenspiel von Scanner und Software beim Erstellen automatisierter Workflows klappt und wo es knirscht.

Von Rudolf Opitz

Wer regelmäßig Einzelblattsammlungen scannen muss, kann sich die Arbeit mit einem kompakten Einzugsscanner enorm erleichtern. Anders als große Büro-Multifunktionsdrucker mit einem Vorlageneinzug auf der Klappe des Flachbettscanners sind die eigenständigen Geräte echte Spezialisten. Sie nehmen Vorlagen verschiedenster Dicke und Größe entgegen und digitalisieren sie in Windeseile. Was bei Büro-Mufus die Ausnahme ist, gehört bei den Einzugsscannern zur Grundausstattung: Sie scannen in einem Durchzug mithilfe zweier Scanzeilen beide Seiten eines Dokuments (Duplexscan). Im Zusammenspiel mit speziellen Scanprogrammen lassen sich Arbeits-

schritte bis zum Erstellen durchsuchbarer PDFs automatisieren und per Knopfdruck starten. Zusammengeklappt fallen kompakte Einzugsscanner auch auf kleinen Schreibtischen im Homeoffice kaum auf.

Wir haben drei günstigeren Vertretern zu Straßenpreisen zwischen 235 und 370 Euro im c't-Labor auf die Einzugsrollen, die Scanzeilen und die Software geschaut: Avison AD225WN, Brother ADS-1700W und Canon ImageFormula R40. Die Geräte von Avison und Brother gehören zur Kompaktklasse, die zusammengeklappt in eine Aktentasche passen. Das größere Tischgerät von Canon muss man sich beim Umzug ins Homeoffice unter den Arm klemmen. Welche Klasse besser geeignet

ist, hängt von der Menge an zu scannenden Einzelblättern ab. Die Einzüge der Kompaktscanner nehmen maximal 20 bis 25 Blatt auf, die die Geräte in weniger als einer Minute digitalisieren. Danach kann man nachlegen und den Auftrag neu starten. In den Einzug des Canon R40 passen 60 Blatt, was die Nachlegefrequenz merklich vermindert.

Profile und Workflows

Die größte Zeitersparnis bringt die Automatisierung der nötigen Arbeitsschritte vom Rohscan bis zum im vorgegebenen Archivordner abgelegten, durchsuchbaren PDF-Dokument. Besteht das Scangut etwa aus vielen gleichartigen Textseiten, ist das Arbeiten mit Profilen am bequemsten. Dazu liefern die Scannerhersteller spezielle Scanprogramme mit Profilverwaltungen: Bei Avison heißt die Software Button Manager 2, bei Brother ist es die Windows-App iPrint&Scan und bei Canon Capture-OnTouch. Bei den Profilverwaltungen legt man zunächst Scanmodus, Auflösung und Filter fest.

Gibt es Grafiken, bei denen Farbe eine wichtige Information liefert? Ist das nicht der Fall, empfiehlt sich als Scanmodus für Text Graustufen oder Schwarz-Weiß, das erleichtert einer Texterkennung später die Arbeit. Als Auflösung sollte man pauschal 300 dpi wählen. Die Speicherersparnis geringerer Auflösungen spielt seit Jahren keine große Rolle mehr und höhere Auflösungen braucht man nur für feine Bild-details und sehr kleine Schriften, etwa auf Visitenkarten. Interessanter sind Funktionen, die leichte Schrägeinzüge automatisch korrigieren, Helligkeitsanpassungen, um von schwarzer Schrift auf grauem Papier saubere Schwarz-auf-Weiß-Scans zu erhalten und Filter, die Moirés entfernen oder Buchstabenkanten hervorheben.

Das als Pixelbild vorliegende Scanergebnis lässt sich anschließend von einer Texterkennung (Optical Character Recognition, OCR) bearbeiten und als durchsuchbares PDF abspeichern. Ein durchsuchbares PDF besteht idealerweise aus dem gescannten Pixelbild und dem von der OCR erkannten Text in einer unsichtbaren Schicht darunter. Dieser lässt sich nach Stichworten durchsuchen oder per Copy & Paste in eine Textverarbeitung übertragen. Alle diese Arbeitsschritte speichert man als Profil ab – Brother iPrint&Scan nennt sie Workflows. Am Scanner lassen sich gespeicherte Profile

auswählen und per Druck auf die Scan-taste starten. Alles andere passiert dann automatisch. Beim Brother ADS-1700W stellt die Software die gespeicherten Workflows als „Arbeitsabläufe“ dem Scanner zur Verfügung. Diese kann man „Schnellasten“-Schaltflächen auf dem Touchscreen zuordnen.

Anders sehen die Arbeitsschritte aus, wenn es viele verschiedene Vorlagen zu archivieren gilt, beispielsweise Rechnungen, Ausweise und Kassenzettel. Dann ist es besser, erst zu scannen und die Rohscans je nach Vorlage auszurichten, aufzuhellen, zu beschneiden und danach mit oder ohne OCR-Hilfe auf verschiedene Archivordner zu verteilen. Besonders erfolgreich mit dieser Arbeitsmethode ist Fujitsu mit seinen ScanSnap-Scannern [1]. Avison liefert zum AD225WN dazu ein zweites Scanprogramm mit. AVScanX bietet den typischen ScanSnap-Workflow und ist dabei sehr flexibel, erfordert wegen der vielen Schaltflächen aber etwas Einarbeitung. Bei iPrint&Scan von Brother gibt es für gemischte Aufträge die Standard-schaltfläche „Scannen“. Canons Capture-OnTouch stellt diesen Workflow nicht bereit, als Alternative bieten sich PDF-Editoren wie Adobe Acrobat, Dokumenten-

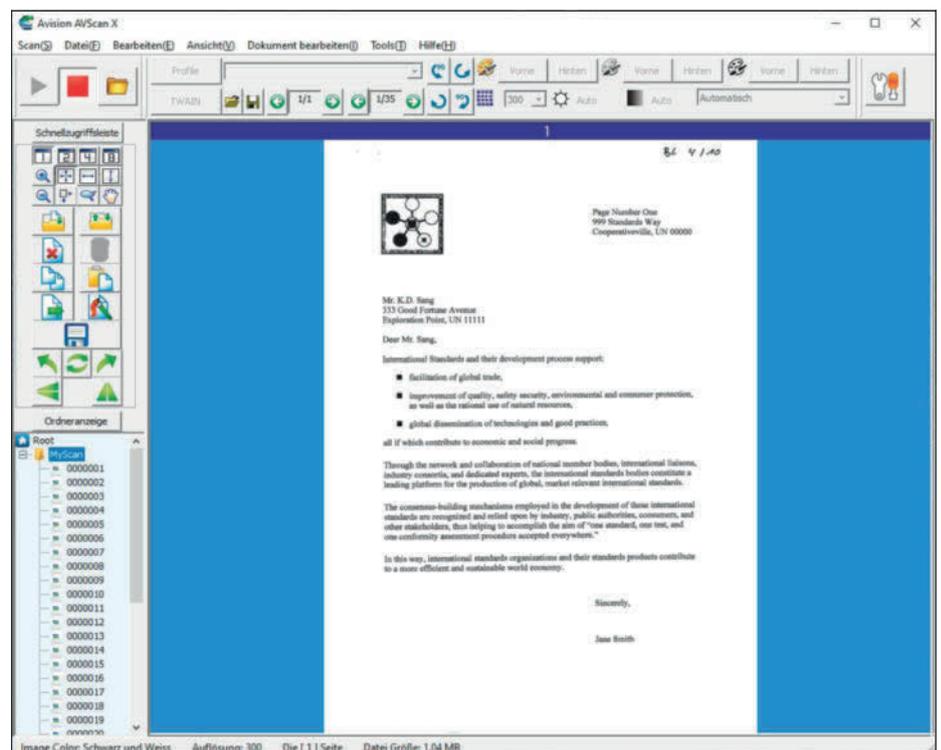
verwaltungen oder die von Canon zum Herunterladen bereitgestellte OCR-Bedienoberfläche Readiris an. In diese Programme lässt es sich mithilfe des Twain-Treibers direkt scannen und die Ergebnisse weiter bearbeiten.

Die Optionen der allen drei Testgeräten beiliegenden Twain-Treiber enthalten viele für Dokumente praktische Filter wie Hintergrundentferner, Blindfarben und Optionen zum Ausrichten der Scans. WIA-Treiber (Windows Image Acquisition) stammen meist vom Windows-Betriebssystem selber und stellen abgesehen von Auflösung, Scanmodus, Helligkeit und Kontrast keine weiteren Scanoptionen und Filter bereit. Einen ISIS-Treiber für professionelle Scanneranwendungen (Image and Scanner Interface Specification) liefert nur Avison mit. Diese Treiber findet man sonst nur bei teureren Unternehmens- und Produktionsscannern.

Wer Einzugsscanner unter Linux betreiben möchte, muss genauer hinsehen [2]; aus diesem Test ist nur das Brother-Gerät dafür geeignet.

Scannerdetails

Auch wenn sich zumindest die beiden Kompaktscanner auf den ersten Blick



Das dem Avison AD225WN beiliegende Programm AVScanX scannt zuerst, danach lässt sich die Scanansicht beschneiden, drehen, filtern und als durchsuchbares PDF abspeichern – ideal für viele verschiedene Vorlagenformate.



Avison AD225WN

Der kompakte Scanner hat wie viele Geräte seiner Klasse eine breite mittige Einzugswalze, die praktisch für sehr kleine Formate ist, aber bei A4-Vorlagen Schrägeinzüge begünstigt. Gescannte Blätter legt er vor sich auf dem Tisch ab, schiebt aber Folgeseiten unter die schon vorhandenen, sodass man sie hinterher sortieren muss. Pluspunkte sind der Doppeleinzugsensor und der gerade Scanweg für Einzelvorlagen.

Für die schnelle WLAN-Kopplung gibt es eine WPS-Taste, die Netzwerkfunktionen taugen aber wenig; das nötige Windows-Tool verbindet nur mit dem Button Manager und mit PaperPort. Das kümmerliche Web-Frontend nützt nur für Firmware-Updates. Der AD225WN lässt sich über Foliensensortasten bedienen, die keine Rückmeldung bieten und beim Einlegen von Vorlagen schnell versehentlich ausgelöst werden können.

Die Software-Beigaben sind reichhaltig. Der Button Manager bietet inklusive individueller Blindfarbe und Imprinter viele Profifunktionen, erfordert aber viel Ausprobieren bis zum gewünschten Scanergebnis. Manche Filter (Optimierung/Hintergrund entfernen) zeigten wenig Wirkung, Moirés (Zeitungsscans) störten nur bei geringen Auflösungen (150 dpi). Der automatische Farbfilter im Twain-Treiber – er lässt sich auch im Button Manager nutzen – entfernt Farbhintergründe wirksam. Gut gefiel im Test die OCR, die sehr wenig Fehler machte und sogar unsere c't-Tabelle komplett erkannte.

- ↑ gerader Scanweg
- ↑ gute OCR
- ↓ Bedienung gewöhnungsbedürftig



Brother ADS-1700W

Der ausklappbare Einzugs des ADS-1700W fasst nur 20 Blatt, die gescannten Vorlagen landen vor dem Gerät auf dem Tisch. Einen geraden Scanweg gibt es nur für Karten und Ausweise, wozu man den Scanweg umschalten muss. Trotz seiner kompakten Abmessungen hat Brother dem Scanner einen Touchscreen mit übersichtlichen Menüs spendiert. Zum Bedienen empfiehlt sich ein Stift, der Touchscreen ist relativ unempfindlich.

Software lädt man von der Brother-Site herunter, außer Treiber für Windows und macOS gibt es einen SANE-Treiber für Linux, mit dem auch Scannen übers Netzwerk funktioniert. Der Scanner funktioniert – anders als das Avison-Modell – gut im lokalen WLAN und mit allen Anwendungen. Gut gefiel auch das umfangreiche Web-Frontend. Für die alternative USB-3-Schnittstelle liegt kein Kabel bei.

Der Kompaktscanner hat nur eine mittige Einzugswalze, im Test kam es häufig zu leichten Schrägeinzügen, die die Software korrigierte. Textscans sahen auf Anhieb gut und kontraststark aus, Farbscans zeigten einen angenehm dezenten Farbkontrast. Scans von gerasterten Vorlagen (Zeitung) waren auch bei 150 dpi frei von Moirés. Bei geknickten Seiten störten deutliche Artefakte an den Knickstellen; bei Fotoscans fielen in der Vergrößerung regelmäßige feine Streifen auf. Die brauchbare OCR machte nur bei kleinen Tabellenschriften mehr Fehler als die des Avison-Scanners. Eine Visitenkarten-Software liefert Brother nicht mit.

- ↑ gute Bedienung
- ↑ autonomes Scannen auf USB-Stick
- ↑ Linux-Treiber



Canon ImageFormula R40

Der USB-Tischscanner macht einen robusten Eindruck. Er wird von einem externen Netzteil versorgt, das aber anders als die anderen Testkandidaten mit Steckernetzteil weniger Platz an der Steckdosenleiste beansprucht. Der Einzugs nimmt 60 Blatt Normalpapier auf, gescannte Vorlagen platziert das Canon-Gerät sauber in einer ausziehbaren Ablage. Im Scanweg befördern zwei große Gummiwalzen die Vorlagen gerade an den Scanzeilen vorbei.

Die Software muss man von der japanischen Canon-Service-Site herunterladen. Mit der Hauptanwendung CaptureOnTouch legt man bis zu 99 Profile an, von denen die ersten 9 direkt am Gerät über die Auswahl Taste und die 7-Segmentanzeige wählbar sind. Wie der Avison-Scanner hat auch der R40 einen Doppeleinzugsensor.

Seine hohe Scangeschwindigkeit erreicht das Canon-Modell nur bei Graustufen- und Schwarz-Weiß-Scans. Der 24-Bit-Farbmodus bremst ihn aus, noch deutlicher Filter wie die „hochqualitative Moiré-reduzierung“, die die Scanzeit verdreifacht, aber exzellente Ergebnisse liefert. Überhaupt erzeugte der R40 im Test bei Text und Farbgrafiken sehr saubere, detailreiche und farbtreue Scans. Nur Fotos zeigten einen fetten Cyan-Stich und keine dunklen Details. Die integrierte OCR taugt nur für Standardtext, die separate OCR Readiris lieferte bei kleineren Schriften etwas bessere Ergebnisse. Das Visitenkartenprogramm „Cardiris“ ist einfach zu bedienen, die Texterkennung war im Test schlicht unbrauchbar.

- ↑ gute Qualität bei Text und Grafik
- ↑ einfache Bedienung
- ↓ mäßige OCR

eher gleichen, gibt es in puncto Ausstattung doch deutliche Unterschiede. Bei den Schnittstellen und der Bedienung setzt sich der Brother ADS-1700W mit USB 3.0, WLAN, einem USB-Host-Port zum direkten Scannen auf einen Speicherstick und Touchscreen-Bedienung ab. Der Avison AD225WN hat außer dem üblichen USB-2.0-Anschluss zwar auch WLAN und sogar eine Ethernet-Buchse, doch die ist erst bei eingeschaltetem WLAN aktiv und die im Netzwerkbetrieb nötige Windows-Anwendung „Virtual Scanner Link“ verbindet den Scanner nur mit den Anwendungen Button Manager und PaperPort. Scannen mit dem Twain-Modul und zu AVScanX klappt nur mit einer USB-Verbindung zum PC. Der große Canon R40 hat lediglich USB 2.0 und eine einfache, aber funktionale Bedienung.

Ein Vorteil von Einzugsscannern: Sie kommen sowohl mit dünnen als auch sehr dicken Vorlagen zurecht, der Brother-Scanner ist allerdings für sehr dünne

Scanzeiten

[Sekunden]	Text Farbe 300 dpi	10 Blatt Duplex 300 dpi	10 Blatt Duplex Grau, OCR	Foto A4 600dpi
	◀ besser	◀ besser	◀ besser	◀ besser
Avison AD225WN	8	34	67	23
Brother ADS-1700W	7	35	80	18
Canon ImageFormula R40	7	36	29	20

Leistungsaufnahme

[Watt]	Aus	Sparmodus	Bereitschaft	Scannen 300dpi
	◀ besser	◀ besser	◀ besser	◀ besser
Avison AD225WN	0,2	1,7	4,4	12,4
Brother ADS-1700W	< 0,1	1,9	3,7	8,4
Canon ImageFormula R40	< 0,1	1,7	3,4	17,2

Geräusentwicklung

[sone]	Scan 300 dpi schwarz-weiß	600 dpi Farbe
	◀ besser	◀ besser
Avison AD225WN	12,1	7,5
Brother ADS-1700W	7,1	2,7
Canon ImageFormula R40	6,7	5,4

VOR AUS:schau!

Orientierung für die Welt von morgen

Diskutieren Sie mit!

Nehmen Sie an unserem virtuellen Livestream teil:
bmbf.de; heise.de

Wie sieht Bildung von und für morgen aus?

Wie ändert sich Bildung in Zukunft? Und wie kann sie uns fit für übermorgen machen? Das Denken in Zukünften hilft bei der Beantwortung dieser Fragen. „Futures Literacy“ ist die Fähigkeit, mögliche Zukünfte zu lesen. Sie in die Bildung zu integrieren, bedeutet, sich für neue Wege im Bildungsbereich zu öffnen.

24. JANUAR 18 Uhr

Die Zukunft der Bildung

Fachleute aus Wissenschaft und Wirtschaft stellen in der vierten Folge „VORAUS:schau live“ mögliche Zukünfte vor.

Papiere und schwere Vorlagen über 200 g/m² nicht ausgelegt. Zum Vergleich: Bei Vorlageneinzügen von Multifunktionsdruckern ist meist bereits bei 105 g/m² Schluss. Der Canon R40 nimmt dagegen auch sehr leichte Papiere an. Am flexibelsten ist der Avision-Scanner, der außer dem aufklappbaren Einzugs auch Einzelblätter bis zur Kartonstärke von der Rückseite her annimmt und gerade an den Scanzeilen vorbeizieht. Ungewöhnlich für einen Kompaktscanner ist der Ultraschallsensor im Scanweg, der zwei gleichzeitig eingezogene Blätter erkennen und dann Alarm geben kann. Auch der Canon R40 ist mit einem Doppeleinzugsensor ausgestattet und stoppt im Alarmfall. Durch einen Druck auf die dann leuchtende DFR-Taste lässt sich der Scanvorgang fortsetzen.

Die beiden Kompaktscanner eignen sich auch gut zum Scannen von Ausweisen und sogar dickeren Kreditkarten. Beim Avision-Modell kommt dazu der Einzelblatteinzug zum Tragen, der Brother ADS-1700W hat einen Hebel zum Umschalten des Scanwegs: Er nimmt Kärtchen bis Kreditkartengröße von vorn entgegen, schiebt sich nach hinten und befördert sie mithilfe einer Federmechanik wieder nach vorn. Auch der Canon-Scanner kann Plastikkarten digitalisieren, prügelt sie aber durch den normalen Scanweg, wobei sie etwas gebogen werden.

Fazit

Wie gesagt: Einzugsscanner sind Spezialisten. Daher lohnt es, vor dem Gerätekauf über die genauen Anforderungen nachzudenken: Wer größere Aktenmengen flott digitalisieren will, ist mit dem Canon ImageFormula R40 gut bedient. Er lässt sich einfach bedienen, doch mangelt es ihm an Flexibilität, wenn es viele unterschiedliche Formate, Schriften und Layouts zu bearbeiten gilt. Hier empfiehlt sich der Avision AD225WN mit geradem Scanweg, dem Programm AVScanX und seiner guten Texterkennung.

Wer eine Kombination aus einfacher Bedienung und aktuellen Netzwerkfunktionen wie Scans an eine Mailadresse oder auf eine Netzfreigabe ohne PC-Hilfe sucht, greift zum Brother ADS-1700W, der übers WLAN kommuniziert und sogar einen USB-Host-Port zum Scannen auf Speichersticks hat. Damit schlägt er außerdem die Brücke zwischen platzsparendem Schreibtisch- und Mobilscanner.

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

Dokumentenscanner fürs Homeoffice

Modell	AD225WN	ADS-1700W	ImageFormula R40
Hersteller	Avision, avision.de	Brother, brother.de	Canon, canon.de
Scantechnik	Dual-CIS, LED	Dual-CIS, LED	Dual-CIS, LED
maximale optische Auflösung ¹	600 dpi	600 dpi	600 dpi
Scanbereich maximal ¹	21,6 cm × 35,6 cm (3 m Langscanmodus)	21,6 cm × 86,3 cm	21,6 cm × 35,6 cm (3 m Langscanmodus)
Scanbereich minimal ¹	5 cm × 5 cm	5,1 cm × 5,1 cm	51 mm × 54 mm
Vorlagengewicht ¹	27 g/m ² ... 413 g/m ²	52 g/m ² ... 200 g/m ²	20 g/m ² ... 209 g/m ²
max. Dicke (Karten) ¹	1,25 mm	1 mm (1,24 mm geprägt)	1,4 mm (Karten mit Prägung)
Scangeschwindigkeit 300 dpi, Farbe (einseitig/beidseitig) ¹	25 Blatt/min / 50 Seiten/min	25 Blatt/min / 50 Seiten/min	3 0 Blatt/min / 60 Seiten/min
Vorlageneinzug / Doppeleinzugs-erkennung	25 Blatt / ✓	20 Blatt / –	60 Blatt / ✓
Duplex-Scan	✓	✓	✓
Scannen auf USB-Stick	–	✓	–
Scannen an Mobilgerät / App	– / –	✓ / iPrint&Scan (Android, iOS, Windows)	– / –
Funktionstasten	5 (Scan, Power, Abbruch, Hoch/Runter)	3 (zurück, Home, Abbruch)	4 (Scan, Abbruch, Profil, DFR)
Display	Symbol-Anzeige beleuchtet	7,1-cm-Touchscreen, Farbe, resistiv	7-Segment-Anzeige
Schnittstelle	USB 2.0, Ethernet, WLAN, IEEE 802.11n	USB 3.0, WLAN IEEE 802.11n, Wi-Fi Direct, USB-Host	USB 2.0
Abmessungen (B × T × H)	31 cm × 15 cm × 7,5 cm	30 cm × 10 cm × 8 cm	29 cm × 25 cm × 24,5 cm
Tiefe betriebsbereit	24,5 cm + Ablage	22 cm + Ablage	58,5 cm
Gewicht ¹	1,5 kg	1,4 kg	2,8 kg
Stromversorgung	Steckernetzteil	Steckernetzteil	externes Netzteil
Lieferumfang	Netzteil, USB-Kabel, Kurzanleitung, CDs	Netzteil, Kurzanleitung	Netzteil, Netzkabel, USB-Kabel, Kurzanleitung
empf. Tagesmaximum ¹	3000 Blatt	1000 Blatt	4000 Blatt
Bemerkungen	Patch-Code-Erkennung, Imprinter, Kensington-Schloss	autonomes Scannen, Kensington-Schloss	Multistream, Kensington-Schloss
Software			
Treiber für	Windows ab 7	Windows ab 7 (SP1); ab Server 2008 (SP1), ab macOS 10.11.6, Linux (SANE)	Windows ab 7, macOS ab 10.12.4
TWAIN / WIA / ISIS	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / –	✓ / – / –
OCR	✓ (integriert)	✓ (integriert)	✓ (integriert, Readiris)
Passwortschutz Profile / Scans	– / ✓ (PDF)	✓ (nur am Gerät) / ✓ (PDF)	– / –
Trennen mehrseitiger Dokumente	Seitenzahl, Leerseiten, Patch-Code	Seitenzahl	Seitenzahl
Software	Button Manager V2, AV Scan X, PaperPort 14 SE, Virtual Scanner Link	Brother iPrint&Scan, PaperPort 14SE, Kofax Power PDF 3 Standard	Canon CaptureOnTouch, Readiris Pro 16 (OCR), Cardiris 5.8
Ausgabeformate Scansoftware	PDF, JPG, BMP, TIFF, GIF, PNG, RTF, TXT, XPS, HTML, XML, DOCX, XLSX, PPTX	PDF, JPG, BMP, TIFF, PNG, RTF, TXT	PDF, JPG, TIFF, BMP, PNG PPTX
Scanmodi	SW, 256 Graustufen, 24 Bit Farbe	SW, 256 Graustufen, 24 Bit Farbe	SW, 256 Graustufen, 24 Bit Farbe
Scan zu ...	PC	PC, USB-Stick, E-Mail, SMB-Freigabe, FTP, Mobile App	PC
Einstellungen / Filter	Helligkeit, Kontrast, Gamma, Schattenfilter, Leere Seite entf., Ausrichten, Drehen, Hintergrund entf., Lochstellen entf.	Helligkeit, Kontrast, Gamma, Schattenfilter, Leere Seite entf., Ausrichten, Drehen, Entzerren, Muster/Hintergrund entf., Zeichenkorrektur, Lochung / Linien entf., Kanten verstärken	Helligkeit, Kontrast, Gamma, Drehen, Leere Seite entf., Entzerren, Schattenfilter, Moiréfilter, Hintergrund entf.
Blindfarbe / Schwellen-Regler	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓ (aktiver Grenzwert)
Bewertung			
Netzwerkfunktion / Bedienung	⊖ / ⊖	⊕⊕ / ⊕	– / ⊕
Softwareausstattung	⊕	○	○
Scangeschwindigkeit	○	○	⊕
Qualität Text / Grafik / Foto	⊕ / ○ / ○	⊕⊕ / ⊕ / ○	⊕⊕ / ⊕⊕ / ⊖
OCR-Qualität (integriert)	⊕	○	⊖ (Readiris ○)
Herstellergarantie	2 Jahre	3 Jahre	3 Jahre
Preis (UVP / Straße)	300 € / 235 €	440 € / 310 €	558 € / 370 €
¹ Herstellerangabe ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden			

Literatur

[1] Rudolf Opitz, Schnelle Einzüge, Kompakte Dokumentenscanner bis 500 Euro, c't 6/2021, S. 90

[2] Rudolf Opitz, Tux als Aktenarchivar, Dokumente mit Einzugsscannern unter Linux digitalisieren, c't 1/2022, S. 162

Kanban Day

Kanban im Unternehmen –
mehr als nur Projektmanagement

Jetzt
anmelden!

22. Februar 2022 ONLINE

Der Kanban Day bietet einen fundierten, praxisorientierten Überblick, wie sich Kanban bei der Implementierung in Organisationen gewinnbringend einsetzen lässt, welche Metriken sinnvoll sind, um Veränderung und kontinuierliche Verbesserung zu verfolgen, und legt einen Schwerpunkt auf die Anwendung von Kanban als Managementmethode.

- ☉ Kanban – das Schweizer Messer zur Unternehmensverbesserung
- ☉ Warum Kanban gerade für Teams wichtig bleibt
- ☉ Flow in der Strategiefindung
- ☉ Kanban und Verantwortung: Leadership auf allen Ebenen
- ☉ Navi für Ihren Change – das Kanban Maturity Model
- ☉ Kanban-Metriken in der Praxis

Veranstalter

 heise Developer

 dpunkt.verlag

in Kooperation mit

it-agile

leanovate
beyond product

kanban.inside-agile.de



Mit 240 in die Kurve

Gebogener Spielemonitor Samsung Odyssey Neo G9 mit 49 Zoll

Gamer werden an diesem überbreiten Bildschirm förmlich in ihre Spielwelt hineingezogen. Im Test lieferte das farbstarke 240-Hertz-Panel mit seinen 2048 Dimming-Zonen ein kontrastreiches Bild. Allerdings funktioniert die Immersion nicht in allen Genres.

Von Benjamin Kraft

Zwei Dinge springen beim Erstkontakt mit dem Odyssey Neo G9 sofort ins Auge. Zum einen das retro-futuristische Design mit der glänzend weißen Rückseite, das die Sci-Fi-Ästhetik der Fünfziger- und Sechzigerjahre zitiert. Den spacigen Eindruck verstärkt der abschaltbare rückwärtige Leuchtring, der farbig strahlen oder pulsieren kann.

Zum anderen beeindruckt die extreme Krümmung von 1000R, die die wahre Breite – immerhin eine Bildschirmdiagonale von beinahe 125 Zentimetern – etwas verschleiert. Dennoch wirkt der Monitor riesig und nimmt nicht nur in der Breite viel Platz ein, sondern auch in der Tiefe; wegen seines großen, weit gespreizten Fußes sind es

41 Zentimeter. Es liegt eine Adapterplatte für eine platzsparende Anbringung an einer VESA-kompatiblen Tisch- oder Wandhalterung bei; die muss 11,9 Kilogramm Kampfgewicht standhalten können.

Feine Zutaten

Technisch ist der laut Hersteller 2200 Euro teure Odyssey Neo G9 ein Leckerbissen: Er zeigt 5120 × 1440 Bildpunkte mit bis zu 240 Hertz und entspricht in Größe, Auflösung und Pixeldichte zwei nahtlos zusammengeschweißten 27-Zöllern mit WQHD-Darstellung (2560 × 1440 Pixel, 109 dpi). Eine Seltenheit sind aber die 2048 Dimming-Zonen des Backlights, deren Mini-LEDs sich in einer 32×64-Matrix individuell ansteuern lassen und damit stellenweise echtes Schwarz und sehr hohe Kontraste erzielen.

Folgerichtig unterstützt der Monitor die Wiedergabe von Hochkontrastinhalten, wenngleich die Wahl der unterstützten Normen verwundert. Den relativ einfachen HDR10 schafft er mit links, eigentlich reichte es auch mindestens für den VESA-Standard DisplayHDR 600. Doch stattdessen nennt Samsung die Fantasiebezeichnung Quantum HDR 2000; ein offensichtlicher Versuch der Marketingabteilung, mehrere Stichworte zu vermischen. Quantum kommt von den Quan-

tum Dots, welche bei diesem Panel die satten Farben erzeugen.

HDR 2000 gibt es als Standard nicht, bei der VESA ist DisplayHDR1400 derzeit die höchste Stufe. Samsung nennt als Maximalhelligkeit zwar 2000 cd/m², verrät aber nicht, auf welcher Fläche. Für eine VESA-Norm muss mindestens 10 Prozent der Bildfläche so hell leuchten – das schafft das Samsung-Display im Test nicht und trägt wohl deshalb kein HDR-Logo der VESA.

Bildsignale nimmt der Odyssey Neo G9 via DisplayPort 1.4 oder HDMI 2.1 an. An beiden kann die Monitorelektronik die Bildwiederholfrequenz per Adaptive Sync mit der Grafikkarte synchronisieren. Der Neo G9 spricht die VRR-Dialekte (variable Refresh-Rate) AMD FreeSync Premium Pro und Nvidia G-Sync compatible. Dabei bestimmt der Anschluss die maximale Refresh-Rate: Per DisplayPort greift die Regelung zwischen 96 und 240 Hertz, an HDMI von 48 bis 144 Hertz. Ergänzt wird VRR durch LFC, also Low Framerate Compensation, die Frames wiederholt anzeigt, wenn die Bildrate der Grafikkarte aus dem FreeSync-Fenster herausfällt. Als Schamankerl beherrscht die Elektronik einen adaptiven Overdrive, der in Abhängigkeit von der Bildwiederholfrequenz geregelt wird. Die hohen Bildwiederholraten sind übri-

gens nicht nur für Gamer spannend: Auf dem Desktop bewirken sie, dass sich bewegte Objekte wie der Mauszeiger butterweich bewegen und Fensterinhalte auch beim Verschieben scharf bleiben.

Samsung baut keine Lautsprecher ein, sondern beschränkt sich auf eine Kopfhörerbuchse. Kein Verlust: Die eingebauten Speaker sind eh meist mäßig. Der Headset-Hänger an der Ständerrückseite ist eine semigute Idee, denn er ist gar nicht so einfach zu erreichen. Peripherie findet an den zwei USB-3.0-Ports des Hubs Anschluss.

Darstellung

Das Display lässt sich neigen, am Ständer zur Seite schwenken und in der Höhe verstellen, mithin gut an die eigene Sitzposition anpassen. Ganz unten bleiben will es aber nicht, die Mechanik drückt es immer wieder etwas hoch. Sein VA-Panel zeigt satte Farben und deckt den Farbraum DCI-P3 größtenteils ab, verfehlt aber das dafür vorgeschriebene Grün. Das volle Farbspektrum wird an HDMI nur angezeigt, wenn die Einstellung „Black Level“ auf „normal“ steht; bei manchen Gegenstellen schaltete der Monitor aber auf „low“, sodass wir nachhelfen mussten.

Mit dem unten im Rahmen eingelassenen Fünfwege-Joystick navigiert man nach kurzer Eingewöhnung souverän durchs gut gegliederte Bildmenü. Manche der Einstellmöglichkeiten schließen sich gegenseitig aus oder blockieren sich zeitweise. Ist Adaptive Sync an, greift automatisch der adaptive Overdrive und eine manuelle Einstellung ist nicht möglich. Außerdem sind dann die Optionen für die Interpolation ausgegraut; will man das Format ändern, muss man Adaptive Sync ausschalten, das passende Format wählen und ihn dann wieder aktivieren. Die neue Einstellung hat aber nur auf dem Desktop Bestand; in Spielen ignorierte der Monitor



Im 32:9-Format (rechts) bekommt die Spielfigur in Control ein sehr breites Kreuz.

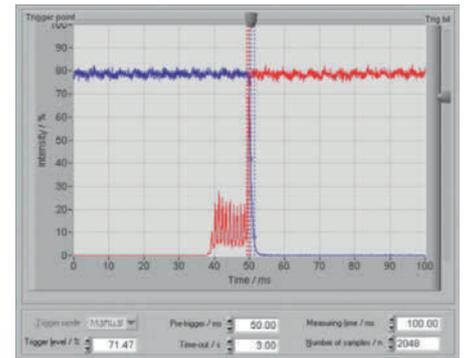
sie. Weitere Merkwürdigkeit: Im Menü legt man auch die maximale Bildwiederholfrequenz fest, die der Monitor dem Betriebssystem melden soll, also 60, 120 oder 240 Hertz. In Windows ließ sich anschließend nur dieser eingestellte Wert oder 60 Hertz einstellen; Zwischenschritte standen nicht zur Verfügung.

Mittels Picture-by-Picture (PbP) oder Picture-in-Picture (PiP) lässt sich die immense Bildfläche nutzen, um das Bild zweier Quellen neben- oder ineinander darzustellen. Bei PbP darf man sich entscheiden, ob der Schirm symmetrisch oder im Verhältnis 1:2 geteilt werden soll. Eine KVM-Funktion, um den Monitor mit einer Maus und Tastatur zu bedienen, gibt es nicht; sie wäre bei einem erklärten Gaming-Monitor aber auch ungewöhnlich. Wer so etwas sucht, wird bei Samsungs Business-Modellen fündig, die es ebenfalls in dieser Breite gibt, allerdings weniger stark gebogen. Alternativ unterteilt man den Schirm mit dem Samsung-Tool Easy Setting Box in Zonen, in denen Anwendungsfenster einer Quelle andocken können.

Mit Werkseinstellung (Preset „Custom“, Einstellung „Local Dimming: Auto“) ermittelten wir eine maximale Helligkeit von 387 cd/m² und einen Kontrast von 9577:1; im HDR-Modus ist er durch das absolute Schwarz der ausgeschalteten Dimming-Zonen de facto unendlich. Die Helligkeit hängt bei HDR-Inhalten wie erwähnt von der Fläche an, die (weiß) leuchtet: Wir maßen in einem weißen Kasten, der 10 Prozent der Bildschirmfläche einnimmt, auf schwarzem Hintergrund an die 900 cd/m², bei bildschirmfüllenden Weiß immerhin noch 480 cd/m².

Trotz der vielen Beleuchtungszonen gelingt die Ausleuchtung nur mittelmäßig. Bei bildschirmfüllendem weißem Bild fiel die Helligkeit nicht nur zu den Ecken merklich ab, es zeigten sich über die Fläche auch mehrere dunklere Längsstreifen, die man auch dann sieht, wenn man ein Explorer-Fenster über den Desktop zieht. Bei hellem Desktophintergrund, etwa dem blauen Standardbild von Windows 10, wirkt das Bild für empfindliche Augen unruhig. Außerdem erkennt man dann bei längerem Hinsehen abwechselnd helle und dunkle Zeilen. Sie stören nicht, fallen aber in die Kategorie „einmal gesehen, immer da“.

Die Monitorelektronik kann kleinere als die physische Auflösung nicht pixelgenau (1:1), sondern entweder bildschirm-



Wie die rote Kurve des Schaltzeitdiagramms zeigt, braucht der Odyssey Neo G9 beim sehr schnellen Wechsel von Schwarz auf helle Farben zunächst eine Anlaufphase.

füllend oder formaterhaltend mit seitlichen Rändern darstellen. Außerdem bietet das Bildmenü an, Monitorgrößen und -formate nachzuahmen, etwa einen 17-Zöller im Format 4:3 oder einen 29-Zöller im 21:9-Format.

An der Schwarzdarstellung gab es bis auf minimal schimmernde Ecken nichts auszusetzen. Auf schwarzem Hintergrund umgibt Icons auf dem Desktop ein leichtes Leuchten, das im HDR-Modus von Windows zu einer größeren Aura wird – da der Neo G9 aber zum Spielen und nicht zum Arbeiten gedacht ist, ist das ein akademisches Problem.

Am MacBook Pro mit M1-Prozessor konnten wir als Auflösung maximal 3440 × 1440 auswählen. Das dürfte eine Einschränkung des Betriebssystems sein, das 5120 × 1440 schlicht nicht kennt. Tools wie SwitchResX bringen macOS solche Auflösungen bei.

Spielen und Arbeit

Anders als beim kürzlich getesteten Asus ROG Strix XG43UQ [1] funktioniert der adaptive Overdrive beim Samsung-Monitor hervorragend. Zwar schafft das VA-Panel die 240 Hertz nur unter beherztem Overdrive-Einsatz mit Überschwängern, doch fallen die kurz genug aus, um nicht wirklich zu stören. Seinen Sweet Spot hat das Panel zwischen 120 und 180 Hertz, in diesem Bereich regelt der Overdrive feinfühlig. Allerdings brauchten die Pixel bei aktiviertem Local Dimming für jeglichen Bildwechsel von Schwarz offenbar immer eine gewisse Aufwärmphase: Im Schaltzeitdiagramm zeigt sich dies als unruhiger Anlauf, der rund 6 bis 12 Millisekunden dauert, gefolgt von einem extrem schnellen Bildwechsel in 0,5 Sekunden.



Die starke Krümmung zieht Spieler in die digitale Welt; zum Über-die-Schulter-Zusehen ist der Monitor hingegen nichts.

In Spielen merkt man davon nichts, gefühlt agiert das Panel jederzeit sehr flink – ein derart scharfes, schnelles Exemplar haben wir noch nicht getestet. Dabei sehen Spielwelten aufgrund der satten Farben meist wirklich umwerfend aus, nur in manchen Fällen im HDR-Modus „Standard“ wirkten sie etwas blasser als erwartet. Blendeffekte funktionieren räumlich präzise, anstatt den ganzen Bildschirm aufzuhellen. Stellt man beispielsweise in Horizon Zero Dawn die Spielfigur Richtung Sonne blickend vor den hellen Himmel, ist ihre Silhouette klar definiert, ihr Rücken auch tatsächlich dunkel. Einziger kleiner Kritikpunkt: Manchmal bemerkten wir ein leichtes VRR-Flackern, allerdings meist bei animierten Ladebildschirmen wie denen von Horizon Zero Dawn oder Shadow of the Tomb Raider, sehr selten im richtigen Spiel.

Die Sternstunde des Odyssey Neo G9 schlägt in Spielen mit Ego-Perspektive, also Shootern, Rennspielen und Flugsimulatoren – das Spiel zieht einen förmlich in die digitale Welt. In den engen Gängen des Endzeitshooters Metro: Exodus hat man beispielsweise die Kreuzungen besser im Blick, auch auf den Schlachtfeldern von Battlefield V sieht man, wer einen von der Seite unter Beschuss nimmt. In F1 2020 ist es ein Genuss, die Szenerie (und die Konkurrenten) an sich vorbeisausehen zu sehen, und wegen der Wölbung des Displays wähnt man sich in Microsofts Flugsimulator beinahe im Cockpit. Leider fehlt

es dem Display an Höhe, sodass man entweder vorn aus den Fenstern oder unten auf die Instrumente und Schalter schauen kann, aber nie beides im Blick hat.

Das Ultrabreitformat bleibt aber selbst im besten Fall nicht ohne Nebenwirkungen, und damit ist nicht einmal gemeint, dass praktisch alle Tester nach dem Spiel meinten, ihnen sei ähnlich wie nach einer Spiel-Session mit VR-Brille leicht schummrig. In Battlefield V und auch Metro zoomt die Spiel-Engine Ladebildschirme und In-Game-Videos heran, um die Fläche zu füllen, schneidet dabei aber oben und unten etwas ab. Zudem müssen Spiele mit dem überbreiten Format umgehen können, was gerade bei älteren nicht gegeben ist. Manche wie CS: GO, aber auch das deutlich jüngere Mass Effect Andromeda oder das Weltraumspektakel Elite: Dangerous verzerren die Darstellung zu den Rändern stark. Andere weigern sich, mehr als 3440 × 1440 zuzulassen, beispielsweise die Städtebausimulation Cities: Skylines. Jesse, die Hauptfigur des Third-Person-Shooters Control, bekommt das breite Kreuz einer Gewichtheberin, obwohl das Spiel die physische Auflösung im Menü anbietet. In Civilization VI strengt die Fläche sogar eher an, denn um die Welt im Blick zu halten, muss man entweder den Kopf oder die Karte viel bewegen.

Gleiches gilt für die Büroarbeit: Durch die starke Krümmung ist es unmöglich, den gesamten Bildschirm zu erfassen. Selbst mit mehreren auf den Bildschirm verteilten Fenstern muss man den Kopf viel hin und her bewegen. Der Bildschirm ist voll darauf ausgelegt, dass man im Mittelpunkt des Radius sitzt; bewegt man sich zu weit hinaus, verändern sich die Farben, die Ablesbarkeit verschlechtert sich an den

Seiten, weil man durch die starke Biegung beinahe seitlich draufschaut. Beim Audio- und Videoschnitt ist die Breite hingegen von Vorteil: Einer unserer Videoproducer schwärmte, dass er damit endlich die ganze Timeline anzeigen lassen und dennoch Details erkennen konnte.

Fazit

Ist der Samsung Odyssey Neo G9 ein empfehlenswerter Gaming-Monitor? Für Shooter-Spieler oder virtuelle Piloten, egal ob im Cockpit eines F1-Racers oder eines Airbus, ist er ein Traum: Er ist sehr flink und zeigt ein scharfes, farbstarkes und kontrastreiches Bild, auch das Immersionsgefühl sucht seinesgleichen. Muss man aber wie in Strategie- oder Aufbauspielen die Außenbereiche konzentriert im Blick behalten, strengt die Breite schnell an, weil man den Kopf ständig drehen muss.

Aus demselben Grund taugt der Neo G9 nicht als Allrounder: Büroarbeiten machen selbst dann keinen Spaß, wenn man die riesige Bildfläche in Zonen unterteilt, in die man Anwendungsfenster klebt. Brillieren kann der überbreite Monitor hingegen, wenn es gilt, lange Zeitleisten wie beim Audio- oder Videoschnitt anzuzeigen.

DJs mit Flugsim-Faible kommen also voll auf ihre Kosten, sofern sie den stolzen Preis von 2200 Euro hinblättern können. Alle anderen Breitformat-Fans sind aus Gründen der Spielekompatibilität mit einem nicht ganz so breiten, weniger stark gebogenen Display im 21:9-Format besser bedient. (bkr@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Benjamin Kraft, Beinahe famos, Gaming-Monitor Asus ROG Strix XG43UQ, c't 1/2022, S. 74

Samsung Odyssey Neo G9 (S49AG954NU)

Gebogener Gaming-Monitor mit 49 Zoll und 240 Hertz	
Hersteller, URL	Samsung, samsung.de
Displaydiagonale / Auflösung (Pixelichte)	49" (124,5 cm) / 5120 × 1440 (108,5 dpi)
Paneltyp / Seitenverhältnis / max. Bildwiederhol-frequenz / HDR-Standards	VA (mattiert, gebogen 1000R) / 32:9 / 240 Hz / HDR 10, Quantum HDR 2000
Farb- / Bildpresets	Kalt 1/2, Normal, Warm 1/2, User / Benutzerdefiniert, Hohe Helligkeit, FPS, RTS, Rollenspiel, AOS, sRGB, Kino, Optimalkontrast
Anschlüsse	2 × HDMI 2.1, 1 × DisplayPort 1.4, USB-Hub (2 × USB-A 5 Gbit/s), Kopfhörerbuchse
Besonderheiten	FreeSync Premium Pro (VRR inkl. HDR und variabler Overdrive), G-Sync compatible, PiP, PbP
Lieferumfang	Kabel: DisplayPort, USB, Netz; Handbuch auf CD, Kurzanleitung, CD (Treiber)
Maße (B × H × T) / Gewicht	114,9 cm × 42,7 - 53,4 cm × 41,8 cm / 14,5 kg
Leistungsaufnahme Soft-off / Standby / Betrieb ¹ / maximale Helligkeit (HDR)	< 0,2 W / 0,4 W / 68,7 W / 111 (107) W
Leuchtdichteregulierungsbereich (HDR)	48 ... 387 (900) cd/m ²
Kontrast min. / erw. Sichtfeld (proz. Abweichung)	9577:1 (26,1 %) / 5052:1 (72,8 %)
Preis / Garantie	2200 € / 2 Jahre
¹ bei 120 cd/m ² , Standard-Windows-Hintergrundbild	

Hybrides Arbeiten mit Microsoft Teams

In 4 Online-Trainings zum Teams-Experten

Unsere Experten erklären Ihnen Schritt für Schritt den Einsatz von Microsoft Teams in einer hybriden Arbeitswelt. Angefangen mit den wichtigsten Funktionen und Neuerungen der Plattform lernen Sie außerdem die Möglichkeiten bezüglich Telefonie, Meeting-Räume und Co. kennen.

DIE TERMINE:

19. Januar 2022

Microsoft Teams in der Praxis

26. Januar 2022

Hybrides Arbeiten mit Microsoft Teams: Telefonie, Meeting-Räume und Co.

9. Februar 2022

Microsoft Teams und Apps im praktischen Einsatz

16. Februar 2022

Bessere Zusammenarbeit mit Microsoft Viva und Microsoft Teams

Exklusiver Kombi-Preis: 499,-

Einzelpreis: 169,-

Jetzt Kombi-Rabatt sichern und über 150,- sparen!

webinare.heise.de/hybrides-arbeiten-mit-ms-teams/





Günstig mobil

Mobilfunk-Laufzeitverträge für den kleinen Geldbeutel

Laufzeittarife sind auch für Wenignutzer und Sparfüchse die richtige Wahl. Die Marktübersicht listet günstige Tarife bis 30 Euro im Monat und zeigt, wo man bei der Auswahl genau hinschauen muss und welche Kostenfallen dort lauern. Wenn Sie eine Multi-SIM gebrauchen können, ist jetzt der richtige Zeitpunkt zum Wechsel.

Von Urs Mansmann

Laufzeitverträge haben gegenüber Prepaid-Tarifen einige Vorteile. Sie bieten beispielsweise Multi-SIMs für zusätzliche Geräte und eine Rechnung, die sich von der Steuer absetzen lässt. Rund 25 Milliarden Euro geben die Deutschen jedes Jahr für mobiles Internet, Telefonate und SMS aus, pro Kopf und Monat sind das rund 25 Euro, Säuglinge und Greise inbegriffen. Fast jeder ist inzwischen mobil unterwegs, viele haben auch zusätzliche SIM-Karten, die in Dual-SIM-Geräten, geschäftlichen Smartphones, Tablets und Notebooks oder in Gadgets wie Fitness-Trackern ihren Dienst versehen.

Um das Geld der Verbraucher und Unternehmen wird mit harten Bandagen gerungen: Die allgegenwärtige Mobilfunkwerbung wimmelt nur so von Sternchen und Fußnoten. Die erklärenden Texte in Tariflisten ziehen sich trotz winziger Schriftgröße in manchen Fällen über mehrere Seiten am Ende des Dokuments. Man muss also ganz genau hinschauen, bevor man sich lange bindet. Wir haben für diese Ausgabe Smartphonetarife untersucht, die Internet und Telefon für maximal 30 Euro im Monat kombinieren. In dieser Preisklasse haben die Netzbetreiber selbst fast nichts anzubieten, hier dominieren die

sogenannten Service-Provider, die Datenvolumen und Gesprächsminuten mit Mengenrabatten als Vorleistung einkaufen und gewissermaßen in kleine Einheiten verpackt ihren Kunden andienen.

Laufzeit oder Prepaid

Wenignutzer haben die Wahl zwischen Laufzeit- und Prepaid-Verträgen. Größter Nachteil der Laufzeitverträge ist das damit meist verbundene Postpaid-Verfahren, also die meist monatliche Zahlung auf Rechnung. Das birgt Potenzial für Überraschungen, insbesondere wenn man im Ausland unterwegs war oder In-App-Zahlungen über den Mobilfunkvertrag abgewickelt werden, dazu später mehr. Beim Abschluss eines Mobilfunkvertrags wird jedoch auch die Kreditwürdigkeit überprüft, denn es handelt sich ja um ein Kreditgeschäft. Wer eine schlechte Bonität hat, wird als Kunde abgelehnt.

Vorteil der Laufzeitverträge ist, dass man sich nicht mehr um Guthaben auf dem Mobilfunkkonto kümmern muss. Wenn man irgendwo in der Pampa steht, kann man also immer ein Taxi rufen – sofern man Netz hat. Am fehlenden Guthaben scheitert man als Laufzeitvertragskunde jedenfalls nicht. Einige attraktive Zusatzleistungen gibt es nur mit Vertrag. Multicards beispielsweise, also zusätzliche Karten auf dem gleichen Mobilfunkvertrag für Zusatzgeräte, sind momentan nur in Laufzeitтарифen erhältlich. eSIMs, also die virtuelle Ausführung der SIM-Karte, gibt es für die große Mehrzahl der Prepaid-Kunden noch nicht, in Laufzeitverträgen ist sie hingegen fast schon Standard, nur bei wenigen Service-Providern ist sie noch nicht erhältlich. Schließlich sind nur die Rechnungen der Laufzeitverträge steuerlich oder als Betriebsausgaben absetzbar, nicht aber die Prepaid-Einzahlungsbelege.

Laufzeitverträge werden, anders als Prepaid-Verträge, pro Kalendermonat abgerechnet, nicht pro vier Wochen. Dieses Detail macht auf ein Jahr gerechnet durchaus einen Unterschied: Laufzeitkunden zahlen die Gebühr zwölfmal, Prepaid-Kunden werden dreizehnmal zur Kasse gebeten.

Lieber reichlich Volumen

Das monatliche Transfervolumen sollte man lieber deutlich zu reichlich als ein klein wenig zu knapp bemessen, denn nachgebuchtes Volumen ist vergleichsweise teuer. Unkomfortabel wird es dann auch: Hat man das Transfervolumen auf-

gebraucht, wird der Anschluss je nach Angebot auf Datenraten zwischen 16 und 64 kbit/s gedrosselt. Das reicht oft noch nicht einmal, um Transfervolumen übers Internet nachzubuchen, denn um das bisschen Bandbreite balgen sich alle Apps, die zumindest hin und wieder Daten aus dem Internet nachladen, vom E-Mail-Client, der neu eingegangene Mails pollt, bis zur Wetter-App, die die aktuelle Temperatur abrufte. Da der Abruf mit der geringen Datenrate ewig dauert, warten die Apps auf dem Smartphone in einer langen virtuellen Schlange auf Daten und laufen dabei gerne auch mal in einen Timeout.

Eine Kostenfalle ist die sogenannte Datenautomatik, die sich immer noch bei einigen Tarifen findet, etwa bei Vodafone, Maxxim, WinSIM und Yourfone. Die Automatik greift, sobald das Transfervolumen aufgebraucht ist und bucht bis zu dreimal kostenpflichtig Volumen nach. Nachbuchungen sind im Vergleich zum Grundtarif sehr teuer. Wenn möglich, sollte man die Funktion deshalb deaktivieren.

Schon im Normalbetrieb ist die verfügbare Datenrate sehr unterschiedlich. Viele Service-Provider bieten hier nur 25 oder 50 Mbit/s im Downstream an, auch wenn die Netze für 225 bis 500 Mbit/s ausgelegt sind. Die Datenrate macht zwar einen Unterschied, aber längst nicht so deutlich, wie man angesichts der großen Differenz erwarten könnte. Das liegt nicht nur daran, dass die theoretisch verfügbaren Datenraten in der Praxis so gut wie nie erreicht werden.

c't kompakt

- Laufzeitverträge bieten einige Vorteile gegenüber Prepaid-Tarifen, etwa Multicards und eSIMs.
- Viele Verträge gibt es auch ohne Mindestvertragslaufzeit.
- Die günstigste Flatrate ist schon für 30 Euro im Monat erhältlich.

Große Downloads, bei denen die hohe Datenrate ihren Vorteil so richtig ausspielen könnte, sind im Mobilfunk die Ausnahme. Die Betriebssysteme von mobilen Geräten sind auf Datensparsamkeit getrimmt und verschieben beispielsweise Downloads von Updates auf Zeiten, in denen ein WLAN-Zugang bereitsteht. Größter Datenfresser unterwegs sind Videos in sozialen Medien, die aber auch auf minimales Volumen optimiert sind und weniger als 25 Mbit/s benötigen, die Verbindung also nicht auslasten.

Von der höheren Datenrate profitieren Apps, die viele Serverabfragen machen, also beispielsweise E-Mail-Clients. Die durch die schnellere Verbindung geringeren Round-Trip-Zeiten für große Datenpakete addieren sich spürbar. Eine Internetverbindung mit 225 bis 500 Mbit/s ist in vielen Fällen auch spürbar schneller als ein heimisches WLAN, das beispielsweise nur mit 50 Mbit/s oder weniger mit der Außenwelt verbunden ist. Letztlich ist das

Dein Warenkorb

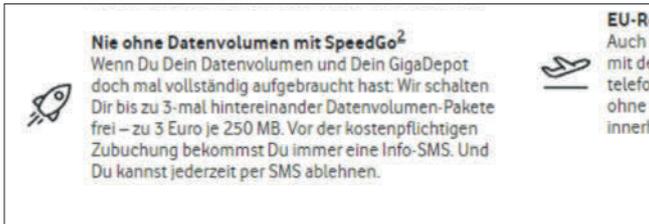
Red XS mit 4 GB inkl. Social-Pass 24 Monate Vertragslaufzeit Alle Infos	Pro Monat	29,99€ 0,00 €
Gesamtpreis pro Monat		0,00 €
Ab dem 7. Monat ⓘ		29,99 €
+ Anschlusspreis		Gratis
+ Versandkosten		Gratis
Einmal		0,00 €
<small>(Alle Preise inkl. 19 % MwSt.)</small>		

Du hast einen Gutschein-Code?

Ich möchte eine eSIM
Diese digitale SIM ist keine Plastikkarte und muss nicht geliefert werden. Du kannst sie einfach auf Deinem Gerät freischalten und sofort nutzen. [Mehr Infos](#)

Ich möchte meine Rufnummer mitnehmen
Du nimmst Deine aktuelle Nummer kostenlos mit. Wir schicken Dir alle nötigen Infos per Mail – sobald Deine Bestellung bei Dir ist.

Auch wenn es auf den ersten Blick günstig aussieht, zahlt der Kunde für diesen 24-Monats-Vertrag mindestens 539,82 Euro.



Dem Kunden werden teure automatische Nachbuchungen als besonderer Service verkauft. Günstiger ist es, gleich genug Volumen zu buchen.

aber nur eine Komfortfrage. Mit 25 Mbit/s funktionieren alle gängigen Mobilfunkanwendungen einwandfrei.

Günstige Flatrate

Eine Besonderheit ist der Unlimited-Basic-Tarif von O2. Mit knapp unter 30 Euro fällt er mit einer echten Flatrate gerade noch unter die Auswahlkriterien. Allerdings ist die Datenrate auf 2 Mbit/s im Downstream beschränkt. Das ist schon eine deutlich spürbare Einschränkung, die viele Apps verlangsamt und auch das Laden von Internetseiten merklich verzögert. Dafür muss man sich über das Datenvolumen keine Gedanken machen. Von diesem Tarif gibt es auch schnellere Varianten, diese kosten aber einen erheblichen Aufpreis.

Wer aufmerksam hinschaut, wird bemerken, dass die Angabe „Verlängerung“

bei den Vertragslaufzeiten in der Tabelle weggefallen ist. Dort führen wir nur noch die Mindestvertragslaufzeit und die Kündigungsfrist auf. Denn bei Telekommunikationsverträgen gibt es seit einer Gesetzesänderung zum 1. Dezember 2021 keine Vertragsverlängerung mehr. Ist die Mindestvertragslaufzeit von maximal 24 Monaten abgelaufen, kann man den Vertrag jederzeit mit einer Frist von einem Monat kündigen. Das gilt auch für Altverträge. Eine dort vereinbarte Verlängerung um bis zu zwölf Monate ist hin-fällig.

Eine lange Laufzeit hat erhebliche Konsequenzen: Schon bei einer monatlichen Gebühr von 30 Euro fallen über 24 Monate insgesamt 720 Euro an – und die müssen Sie in den meisten Fällen bezahlen. Eine vorzeitige Kündigung akzeptieren die Provider grundsätzlich nicht. Viele

Kunden halten solche langen Laufzeiten für gegeben, dabei sind Verträge oft auch mit kurzen Laufzeiten erhältlich, bei einigen Anbietern sogar wahlweise. Eine lange Festschreibung ist ausschließlich für den Anbieter von Vorteil, denn die Preise am Mobilfunkmarkt bröckeln weiterhin. Die Anbieter sind sehr geschickt darin, den einmal in eine Mindestvertragszeit gelockten Kunden in immer neue Laufzeitverträge zu ködern, um ihn langfristig zu binden. Besser ist es, flexibel zu bleiben, um bei Bedarf ohne lange und teure Wartezeiten auf ein günstigeres Angebot umsteigen zu können.

Bei den Kosten muss man genau hinschauen. Oft werden dort niedrige Preise genannt, die aber nur 6 bis 24 Monate lang gelten. Danach steigt der Preis automatisch, unter Umständen lange bevor der Vertrag ausläuft. Wir nennen in der Tabelle stets den Preis, der zum Ende der Mindestvertragslaufzeit gilt. Temporäre Ermäßigungen fassen wir als einmalige Gutschriften zusammen. Über die gesamte Vertragslaufzeit können auf diese Weise bis zu 200 Euro zusammenkommen. Das kann durchaus lohnen, allerdings sollte man sich dann für das Ende der Vertragslaufzeit einen Merker setzen, um gegeb-

Smartphone-Tarife bis 30 Euro/Monat (Auswahl)

Anbieter	1&1	1&1	Blau	Congstar	Freenet	Freenet
Tarif	All-Net-Flat LTE S (M)	All-Net-Flat 5G L	Allnet-L / -XL / Plus Flex	Allnet Flat S (M) mit LTE-Option	Funk 1 GB (unlimited)	Allnet Flat 7 / 12 / 20 GB
URL	1und1.de	1und1.de	blau.de	congstar.de	freetnet-funk.de	freetnetmobile.de
Netz / Mobilfunktechnologie	O2 / LTE	O2 / 5G	O2 / LTE	Telekom / LTE	O2 / LTE	Vodafone / LTE
Grundkonditionen						
max. Datenrate Download / Upload	50 / 25 (225 / 50) Mbit/s	500 / 50 Mbit/s	25 / 11,2 Mbit/s	50 / 25 Mbit/s ³	225 / 50 Mbit/s	21,6 / 3,6 (50 / 25 mit 20 GB) Mbit/s
Drosselung Download / Upload, Nachkauf von Volumen möglich	64 / 64 kbit/s, ✓	64 / 64 kbit/s, ✓	64 / 64 kbit/s	32 / 32 kbit/s, ✓	64 / 64 kbit/s	64 / 64 kbit/s
Grundvolumen ohne Aufpreis	5 (10) GByte/Monat	25 GByte/Monat	3 / 10 / 15 GByte/Monat	3 (15) GByte/Monat	1 GByte/Tag (Flatrate)	7 / 12 / 20 GByte/Monat
Flatrate Telefon / SMS	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Optionen und Erweiterungen						
Optionen Telefonie (alle deutschen Netze)	–	–	–	–	–	–
Schweiz im Roaming zum EU-Tarif abgerechnet	–	–	–	–	Kein Roaming möglich	–
Multi-SIM	–	eine zusätzliche SIM kostenlos, eine weitere 4,99€/Monat	–	–	–	–
eSIM	nur mit Mindestvertragslaufzeit 24 Monate	nur mit Mindestvertragslaufzeit 24 Monate	–	✓	–	–
Kosten für Ersatz-SIM	15,39 €	15,39 €	14,98 €	15 €	10 €	24,95 €
Wunschrufnummer	–	–	–	14,99 €	–	–
Kosten bei Onlinebestellung						
Mindestvertragslaufzeit / Kündigungsfrist	1 Monat / 14 Tage	1 Monat / 14 Tage	– / 1 Monat	1 Monat / 14 Tage	1 Tag / –	1 / 1 Monat
einmalige Kosten abzüglich Rabatte und Guthaben ²	19,90 €	19,90 €	29,99 ¹ €	35 € (kostenlos)	10 €	29,99 €
monatliche Kosten (ohne Rabatte) mindestens	19,99 (24,99) € ¹	29,99 € ¹	6,99 / 9,99 / 14,99 €/Monat	15 (22) € ¹	20,99 (30,11) € ⁴	9,99 / 13,99 / 16,99 €

¹ Ermäßigungen bei 24 Monaten Laufzeit

² gerechnet auf 24 Monate Vertragsdauer

³ 50 Mbit/s im Downstream für 3 €/Monat

⁴ Zahlung ausschließlich per PayPal möglich, Zahlung täglich

nenfalls den Vertrag wechseln zu können, bevor der Preis kräftig ansteigt.

Um Neukundenkonditionen zu erhalten, muss man den Anbieter gar nicht unbedingt wechseln. Wenn Sie einige Monate vor Ablauf der Vertragslaufzeit nachfragen, macht Ihnen der Kundenservice in vielen Fällen ein attraktives Angebot – na-



Die Provider werben gerne mit zusätzlichem Datenvolumen und befristeten Angeboten. Meistens schließen solche Aktionen nahtlos aneinander an.

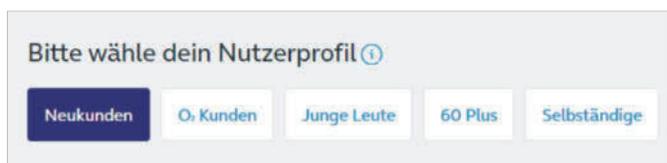
türlich meist mit einer neuen Mindestvertragslaufzeit. Lassen Sie sich nicht blenden, sondern vergleichen Sie solche Angebote immer mit dem, was aktuell am Markt ist. Langfristig kann ein Wechsel zu einem Angebot ohne Mindestvertragslaufzeit die günstigere Variante sein.

Das richtige Netz

Das größte Sparpotenzial steckt übrigens in der Netzwahl: Die günstigsten Angebote finden Sie bei O2 und Providern, die dieses Netz verwenden. Das ist kein Zufall, denn O2 belegt bei Netztests bezüglich der Abdeckung meist den letzten Platz. Solche Rankings sind aber immer Momentaufnahmen, im Laufe der Jahre verändert sich das Bild. O2 hat zwar immer noch das schwächste Netz, aber hat in den vergangenen Jahren offenbar kräftig in den Netzausbau investiert. Der Abstand zu Telekom und Vodafone ist geschrumpft.

Die Telekom hat seit vielen Jahren das Abonnement auf den ersten Platz. Allerdings ist der Abstand zu Vodafone bei den Rankings gering. Es ist regional unterschiedlich, welcher Anbieter den besten Empfang bietet. Je nachdem, wo man zu Hause ist, kann selbst im ländlichen Bereich jeder der drei Anbieter die Nase vorn haben. Erfahrungswerte aus dem Freundeskreis sind da erheblich aussagekräftiger als bundesweite Netztests.

Das mit großem Tamtam eingeführte 5G-Netz bleibt Kunden mit Laufzeitverträgen der untersten Preisklasse in den meisten Fällen verschlossen. Schon beim Start des 4G-Netzes dauerte es viele Jahre, bis die Service-Provider das neue Netz nutzen konnten; die Geschichte scheint sich nun beim 5G-Netz zu wiederholen. Und noch nicht einmal alle Laufzeitvertragskunden beim Netzbetreiber selbst dürfen ins neue Netz: Bei der Telekom gibt



Rabatte für junge Leute gibt es bei vielen Angeboten. O2 wirbt gezielt auch um Senioren.

	High Mobile	High Mobile	Klarmobil	Maxxim	Maxxim	Maxxim	Mobilcom-Debitel	Mobilcom-Debitel
	High Start 1 (2) Flex	High Allnet 5 / 15 / 20	Allnet Flat 5 / 15 GB / 20 GB	LTE Mini SMS 1 / 2 / 3 GB	LTE 1000 (3000)	LTE 5000 / 20000	Green LTE 1 (6) GB	Smart Surf LTE 2 GB
	high-mobile.de	high-mobile.de	klarmobil.de	maxxim.de	maxxim.de	maxxim.de	mobilcom-debitel.de	mobilcom-debitel.de
	Telekom / LTE	Telekom / LTE	Telekom / LTE	O2 / LTE	O2 / LTE	O2 / LTE	Telekom / LTE	Vodafone / LTE
	25 / 10 Mbit/s	50 / 25 Mbit/s ⁵	25 / 10 Mbit/s ³	50 / 32 Mbit/s	50 / 32 Mbit/s	50 / 32 Mbit/s	25 / 10 Mbit/s	21,6 / 3,6 Mbit/s
	32 / 32 kbit/s	32 / 32 kbit/s	32 / 32 kbit/s	16 / 16 kbit/s, Daten-automatik deaktivierbar	16 / 16 kbit/s, Daten-automatik deaktivierbar	16 / 16 kbit/s, Daten-automatik deaktivierbar	64 / 64 kbit/s	64 / 64 kbit/s
	1 (2) GByte/Monat	5 / 15 / 20 GByte/Monat	5 / 15 / 20 GByte/Monat	1 / 2 / 3 GByte/Monat	1 (3) GByte/Monat	5 / 20 GByte/Monat	1 (6) GByte/Monat	2 GByte/Monat
	- / -	✓ / ✓	✓ / ✓	- / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / -	- / -
	-	-	-	50 / 100 / 200 Freiminuten inklusive	-	-	-	50 Freiminuten oder -SMS inklusive
	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	2 weitere SIM je 4,95 € einmalig, 2,95 €/Monat	2 weitere SIM je 4,95 € einmalig, 2,95 €/Monat	2 weitere SIM je 4,95 € einmalig, 2,95 €/Monat	2 weitere SIM je 30 € einmalig, 4,95 €/Monat	2 weitere SIM je 5 € / Monat
	✓ (9,90 €)	✓ (9,90 €)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	14,90 €	14,90 €	24,95 €	14,95 €	14,95 €	14,95 €	25,95 €	25,95 €
	kostenlos	kostenlos	-	✓	-	-	39,99 bis 199,99 €	39,99 bis 199,99 €
	1 / 1 Monat	24 / 1 Monate	24 / 1 Monate	- / 1 Monat	- / 1 Monat	- / 1 Monat	24 / 1 Monate	24 / 1 Monate
	19,90 €	19,90 €	220,01 € Gutschrift	19,99 €	19,99 €	19,99 €	219,77 (268,01) € Gutschrift	220,01 € Gutschrift
	6 (8,50) €	10 / 17,50 / 20 €	19,99 / 24,99 / 29,99 €	5,99 / 9,99 / 12,99 €	6,99 (8,99) €	11,99 / 19,99 €	21,99 (26,99) €	16,99 €

⁵ bei 5 / 15 GB 2,50 €/Monat Aufpreis für 50/25 Mbit/s

- nicht vorhanden

✓ vorhanden



SMS mit Roaming-Informationen sollte man vor der ersten Nutzung sorgfältig durchlesen.

es nur einen einzigen Tarif unter 30 Euro im Monat, den MagentaMobil Special M. Und mit dem gibt es nur LTE.

Für die Abdeckung spielt das keine Rolle, denn 5G-Abdeckung gibt es ausschließlich dort, wo bereits 4G verfügbar ist. Schließlich basiert die aktuelle 5G-

Technik auf einer bestehenden 4G-Verbindung, die durch die neue Mobilfunktechnik lediglich aufgepeppt wird. Erst ganz langsam kommt die neue 5G-Standalone-Technik an den Start, die ohne 4G auskommt. Der einzige Vorteil der 5G-Nutzung ist vorerst also die höhere Netzkapazität, die mancherorts für schnellere Verbindungen sorgt.

Tarife mit Handys

Die Kopplung von Handykauf und Laufzeitvertrag ist inzwischen keine Selbstverständlichkeit mehr. Tarife mit kurzer Laufzeit werden grundsätzlich ohne Handy angeboten, bei Tarifen mit langer Laufzeit ist es, wenn überhaupt, nur optional dabei. Anders als früher ist in den Grundgebühren kein versteckter Handy-Aufschlag mehr enthalten, vielmehr wird er im Produktinformationsblatt und in den Tariflisten deutlich ausgewiesen. Schnäppchen gibt es hier nur noch selten, mitunter legt man bei der Kombi aus Tarif und Smartphone sogar noch kräftig drauf. Wenn Sie unbedingt Handy und Tarif aus

einer Hand haben möchten, sollten Sie auf jeden Fall durchrechnen, was der getrennte Kauf beider Komponenten kosten würde.

Laufzeitverträge gehören nicht in die Hand unerfahrener Mobilfunknutzer. Sie sind für Kinder und Jugendliche genauso wenig geeignet wie für nicht technikaffine Menschen. Das Kernproblem ist, dass die Rechnung mit erheblicher Verzögerung eintrifft. Kosten Telefonate oder kostenpflichtige Dienste erheblich mehr als vermutet, können bis zur nächsten Rechnung enorme Summen aufgelaufen sein.

Kostenfalle Roaming

Eine böse Kostenfalle kann das Roaming sein, obwohl in der EU dafür keine Gebühren mehr berechnet werden. Das Nachbarland Schweiz ist kein Mitglied der EU. Anders als in Norwegen, Island und Liechtenstein gilt dort auch nicht der EU-Tarif, sondern der fürs sonstige Europa. In Bern und Basel gelten bei den meisten Anbietern also die gleichen Tarife wie in Belgrad, Tirana oder Kiew, und das kann richtig ins

Smartphone-Tarife bis 30 Euro/Monat (Auswahl), Teil 2

Anbieter	Mobilcom-Debitel	Mobilcom-Debitel	Mobilcom-Debitel	O2	O2	O2
Tarif	Green LTE 5 (10) GB	Green LTE 4 (6) GB	Green LTE 9 (20) GB	Unlimited Basic Flex	Free S / Free S Boost Flex	Free M Flex
URL	mobilcom-debitel.de	mobilcom-debitel.de	mobilcom-debitel.de	o2.de	o2.de	o2.de
Netz / Mobilfunktechnologie	Vodafone / LTE	O2 / LTE	O2 / LTE	O2 / 5G	O2 / LTE	O2 / LTE
Grundkonditionen						
max. Datenrate Download / Upload	21,6 / 3,6 (50 / 25) Mbit/s	21,6 / 11,2 Mbit/s	21,6 / 11,2 Mbit/s	2 / 1 Mbit/s	225 / 50 Mbit/s	225 / 50 Mbit/s
Drosselung Download / Upload	64 / 64 kbit/s	64 / 64 kbit/s	64 / 64 kbit/s	–	32 / 32 kbit/s	32 / 32 kbit/s
Grundvolumen ohne Aufpreis	5 (10) GByte/Monat	4 (6) GByte/Monat	9 (20) GByte/Monat	Flatrate	3 / 6 GByte/Monat	20 GByte/Monat
Flatrate Telefon / SMS	✓ / –	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Optionen und Erweiterungen						
Optionen Telefonie (alle deutschen Netze)	–	–	–	kostenlose Festnetznummer	kostenlose Festnetznummer	kostenlose Festnetznummer
Schweiz im Roaming zum EU-Tarif abgerechnet	–	–	–	–	–	–
Multi-SIM	2 weitere SIM je 5 €/Monat	weitere SIM je 30 € einmalig, 4,99 €/Monat	weitere SIM je 30 € einmalig, 4,99 €/Monat	bis zu 3 weitere SIM je 39,99 € einmalig, 10 €/Monat	bis zu 3 weitere SIM je 39,99 € einmalig, 4,99 €/Monat	bis zu 3 weitere SIM je 39,99 € einmalig, 4,99 €/Monat
eSIM	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Kosten für Ersatz-SIM	25,95 €	25,95 €	25,95 €	24,99 €	24,99 €	24,99 €
Wunschrufnummer	39,99 bis 199,99 €	39,99 bis 199,99 €	39,99 bis 199,99 €	–	–	–
Kosten bei Onlinebestellung						
Mindestvertragslaufzeit / Kündigungsfrist	24 / 1 Monate	1 Monat / 14 Tage	1 Monat / 14 Tage	– / 1 Monat	– / 1 Monat	– / 1 Monat
einmalige Kosten abzüglich Rabatte und Guthaben ²	244,01 (268,01) € Gutschrift	52,01 (124,01) € Gutschrift	196,01 (172,01) € Gutschrift	80,01 € Gutschrift	39,99 €	39,99 €
monatliche Kosten (ohne Rabatte) mindestens	21,99 (26,99) €	10,99 (15,99) € ¹	20,99 (24,99) € ¹	29,99 € ¹	19,99 / 24,99 € ¹	34,99 ¹

¹ Ermäßigungen bei 24 Monaten Laufzeit ² gerechnet auf 24 Monate Vertragsdauer ³ höhere Datenrate gegen Aufpreis ⁴ Zahlung ausschließlich per PayPal möglich

Geld gehen, insbesondere beim Surfen. Zwar bekommt man beim Einbuchen in ein fremdes Netz eine SMS, die aber ignorieren viele Nutzer oder lesen sie nur flüchtig durch.

Nicht jeder Nutzer kann eine Angabe wie „50 KB kosten 17 ct“ im Kopf in den Megabyte-Preis von 3,40 Euro umrechnen. Wer nur eben ein paar Fotos postet und noch einen kurzen Videocall nach Hause macht, ist im Handumdrehen Hunderte Euro dafür los. Und das ist noch die Billigvariante. Noch viel teurer sind Mobil-

funksysteme an Bord von Flugzeugen oder Kreuzfahrtschiffen. Diese Kosten können im Postpaid-Verfahren schnell zu Rechnungen mit vierstelligen Beträgen führen. Bei Ausflügen an den EU-Außengrenzen, auf Kreuzfahrtschiffen und an Bord von Flugzeugen sollte man das Daten-Roaming in den Einstellungen des Handys sicherheitshalber deaktivieren.

Eine weitere Kostenfalle ist das sogenannte WAP-Billing, bei dem Beträge von Drittanbietern per Mobilfunkrechnung abgerechnet werden. Die Netzbetreiber

verdienen daran kräftig mit und haben es bei vielen Verträgen standardmäßig aktiviert ist. Das lässt sich aber abstellen: Über die sogenannte Drittanbietersperre kann der Abfluss von Geld über diesen oft betrügerisch genutzten Kanal verhindert werden. Für seriöse Angebote, die diesen Zahlungsweg nutzen, gibt es stets eine sichere Alternative, etwa per Lastschrift, PayPal- oder Kreditkartenzahlung. Deshalb sollte man diese Sperre unbedingt setzen.

Fazit

Laufzeitverträge sind eine günstige und leistungsfähige Alternative zu Prepaid-Tarifen. Sie bieten für wenig Geld ordentlich Datenvolumen und zusätzliche Leistungen wie weitere SIM-Karten. Eine Telefon- und SMS-Flatrate ist in den meisten Tarifen kostenlos enthalten. Lange vertraglich binden muss man sich nicht mehr, viele Angebote gibt es standardmäßig oder optional mit kurzen Vertragslaufzeiten. Damit bleibt man flexibel, auch wenn der Bedarf sich ändert. (uma@ct.de) **ct**



eSIMs sind für die meisten Vertragstarife bereits verfügbar. Am bequemsten klappen Buchung und Verwaltung über die App des Anbieters.

Otelo	Sipgate	Telekom	Telekom	Vodafone	WinSIM	Yourfone	Yourfone
Allnet Flat Go 7 / Classic 15 / Max 25 GB	free	fraenk	MagentaMobil Special M	Red XS	LTE All 5 / 7+2 / 10+2 / 20 GB	LTE 1 (3) GB	LTE 5 (20) GB
otelo.de	sipgate.de	fraenk.de	telekom.de	vodafone.de	winsim.de	yourfone.de	yourfone.de
Vodafone / LTE	02 / LTE	Telekom / LTE	Telekom / LTE	Vodafone / 5G	02 / LTE	02 / LTE	02 / LTE
21,6 / 3,6 Mbit/s ³	50 / 32 Mbit/s	25 / 10 Mbit/s	50 / 10 Mbit/s	500 / 100 Mbit/s	50 / 32 Mbit/s	50 / 32 Mbit/s (225 / 50 Mbit/s, 5 €/Monat)	50 / 32 Mbit/s (225 / 50 Mbit/s, 5 €/Monat)
64 / 64 kbit/s	64 / 64 kbit/s	32 / 32 kbit/s	64 / 16 kbit/s	32 / 32 kbit/s, Datenautomatik, fallweise deaktivierbar	16 / 16 kbit/s, Datenautomatik deaktivierbar	64 / 64 kbit/s, Datenautomatik deaktivierbar	64 / 64 kbit/s, Datenautomatik deaktivierbar
7 / 15 / 25 GByte/Monat	1 / 4 / 6 / 10 GByte/Monat	5 GByte/Monat	5 GByte/Monat, inkl. Hotspot-Flat	4 GByte/Monat	5 / 9 / 12 / 20 GByte/Monat	1 (3) GByte/Monat	5 (20) GByte/Monat
✓ / ✓	- / -	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
-	SIP-Account enthalten, kostenlose Festnetznummer, Allnet-Flat 4,95 €/Monat	-	-	-	-	-	-
-	-	✓	mit Einschränkungen	-	-	-	-
-	weitere SIM-Karten je 4,95 €/Monat	-	bis zu 10 weitere SIM für je 4,95 €/Monat	2 weitere SIM je 39,99 € einmalig, 5 €/Monat	2 weitere SIM je 4,95 € einmalig, 2,95 €/Monat	2 weitere SIM je 4,95 € einmalig, 2,95 €/Monat	2 weitere SIM je 4,95 € einmalig, 2,95 €/Monat
-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9,90 €	kostenlos	10 €	29,95 €	9,90 €	14,95 €	14,95 €	14,95 €
-	-	-	-	20 €, nur bei Vertragsabschluss im Shop	-	19,99 €	19,99 €
24 / 1 Monate	1 Monat / 1 Tag	1 Monat / 14 Tage	24 / 1 Monate	24 / 1 Monate	24 / 1 Monate	24 / 1 Monate, in den ersten 30 Tagen fristlos kündbar	24 / 1 Monate, in den ersten 30 Tagen fristlos kündbar
9,99 €	-	-	39,95 €	-	19,99 €	30,01 (42,01) € Gutschrift	90,01 € Gutschrift
14,99 / 19,99 / 29,99 €	4,95 / 9,95 / 14,95 / 24,95 €	10 € ⁴	24,95 €	29,99 €	5,99 / 8,99 / 11,99 / 19,99 €	9,99 (10,99) €	14,99 (24,99) €
- nicht vorhanden	✓ vorhanden						

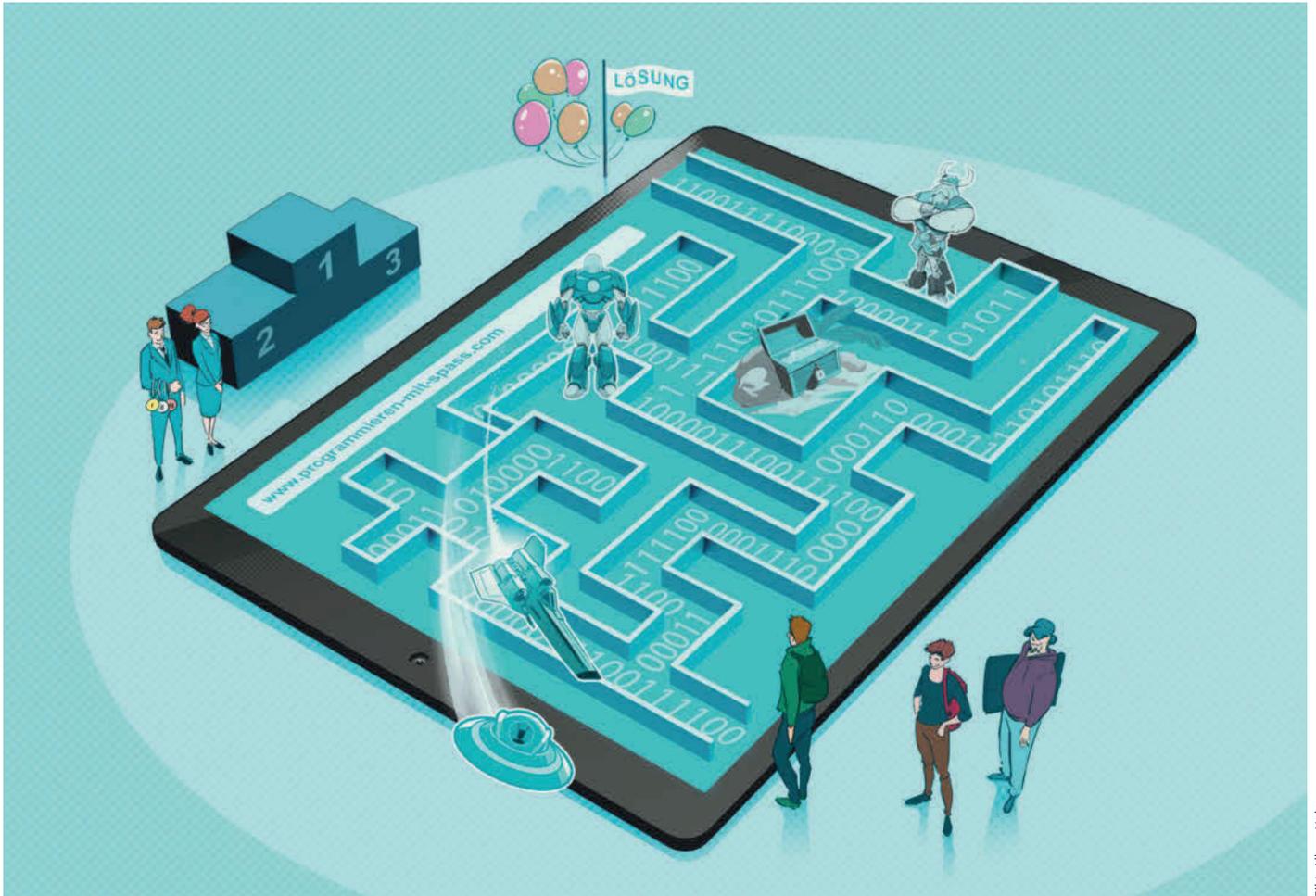


Bild: Albert Hulm

Ein bisschen Spaß muss sein

Gamifizierte Webseiten zum Programmierenlernen

Mit Gamification sollen sonst langweilige, aber nötige repetitive Übungen mehr Spaß machen. Spielerisch präsentierte Aufgaben und die Aussicht auf kleine Belohnungen steigern die Motivation. Unser Vergleich kostenloser Selbstlernangebote für Programmierer zeigt, wobei es bei der Auswahl einer solchen Plattform mit Gaming-Elementen ankommt.

Von Bradley Richards

Auch beim Programmierenlernen gilt: Übung macht den Meister. Aber das Bearbeiten immer gleicher Aufgaben wird schnell langweilig. Unzählige Plattformen im Internet versprechen, den Besucher beim Programmierenlernen zu unterstützen. Für diesen Artikel haben wir uns auf Angebote beschränkt, die von Privatpersonen kostenlos genutzt werden dürfen. Manche der weiter unten genannten Websites sind kostenlos, andere haben zusätzliche, kostenpflichtige Angebote, etwa für Schulen oder Firmen.

Inhaltlich geht es um Angebote, die Programmierübungen auf spielerische Art und Weise präsentieren. Diese sogenannte Gamification lässt sich je nach Art

und Präsentation der Aufgaben grob in drei Klassen unterteilen. Manche Websites stellen gewöhnliche Übungen, werten die Lösungen aber spielerisch aus. Die Übungen selbst haben bei dieser Variante nichts mit einem Spiel zu tun, sondern sind klassische Programmieraufgaben. Das Spielerische entsteht durch Punkte, Auszeichnungen, Level und Ranglisten, die für Spannung sorgen. Manchmal steht man in (teils anonymer) Konkurrenz zu anderen Teilnehmern. Dies ist die häufigste Art von Gamification, da beim Entwickeln der Übungen keine Beschränkungen gelten.

Andere Websites legen Wert auf eine kreative Darstellung und formulieren

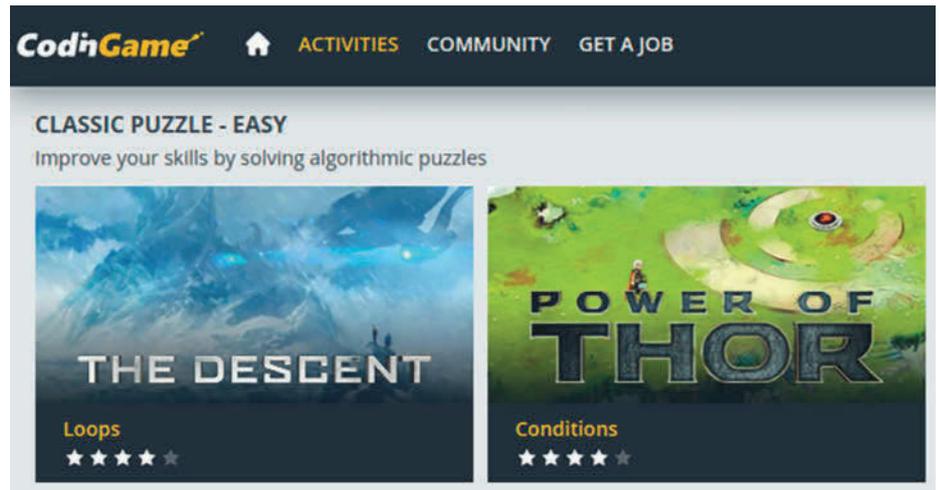
ihre Aufgaben ausdrücklich spielerisch. Diese Sites bieten zwar ebenfalls ernsthafte Übungen, die das Anwenden von Programmierkonzepten fördern, doch die kreative Darstellung macht sie interessanter und spannender. Wie die oben beschriebenen Plattformen verwenden sie zusätzlich Auszeichnungen und Ranglisten, um Fortschritte zu kennzeichnen.

Am stärksten ausgeprägt ist die Gamification bei Websites, deren Übungen explizit Teil eines Spiels sind. Als Spielkomponenten sind diese Aufgaben in die Spielhandlung eingebaut und werden in der Spielwelt ausgeführt. Wer hier programmiert beziehungsweise spielt, steht dabei in direkter Konkurrenz zu anderen. Diese Art von Websites ist selten. Der Grund: Es ist schwierig, eine breite Palette von Programmieraufgaben zu erfinden, die sich sinnvoll in eine Spielhandlung einbauen lassen.

Entwicklungsumgebungen

Fast jeder Programmierer verwendet eine Entwicklungsumgebung (IDE), um seine Programme zu schreiben. Mit nützlichen Funktionen helfen IDEs dabei, Fehler zu vermeiden und Zeit zu sparen. So erkennen sie Syntaxfehler, bieten eine Auto-Complete-Funktion und führen die fertigen Programme mit einem Klick aus.

Die vorgestellten Plattformen enthalten größtenteils eine integrierte Programmierumgebung. Auch in dieser Hinsicht lassen sich die Plattformen grob in drei Arten unterteilen: solche mit vollständiger



Programmierportale wie das hier gezeigte CodinGame verbinden das Erlernen von Programmierkonzepten mit spielerischen Elementen.

IDE, eingeschränkter IDE oder ganz ohne eine eigene Umgebung.

Plattformen mit einer vollwertigen IDE bieten mehr Komfort. Der Programmierschüler muss nicht zwischen Anwendungen hin- und herwechseln, sondern kann sein Programm auf der Plattform entwickeln, ausführen, testen, optimieren und erhält schließlich auch direkt dort Feedback.

Gibt es auf der Plattform dagegen nur eine eingeschränkte IDE, werden Fehler erst bei der Ausführung gemeldet. Typischerweise unterstützt eine solche Programmierumgebung den Nutzer lediglich durch farbiges Markieren von Sprachele-

menten (Syntax Highlighting), während man auf Funktionen wie AutoComplete oder das Markieren von Syntaxfehlern verzichten muss. Wenn eine Website keine vollwertige IDE mitbringt, entwickelt man am besten in einer klassischen IDE wie Eclipse, VSCode oder IntelliJ. Per Copy & Paste lässt sich der fertige Code anschließend in das vorgesehene Feld der Plattform übertragen.

Genauso muss man vorgehen, falls die Plattform der Wahl gar keinen Quellcode sehen will, sondern nur die Resultate des ausgeführten Programms abfragt. In diesem Fall programmiert man in einer frei gewählten IDE, führt das Programm dort

Gamifizierte Webseiten zum Programmierenlernen

	Advent of Code	CheckIO	CodeChef	CodeCombat	CodinGame	cyber-dojo	HackerRank	Kattis	LeetCode	Project Euler
URL	adventofcode.com	checkio.org	codechef.com	codecombat.com	CodinGame.com	cyber-dojo.org	hackerrank.com	open.kattis.com	leetcode.com	projecteuler.net
Zielgruppe	Profis	Anfänger, Fortgeschrittene	Fortgeschrittene, Profis	Anfänger	Fortgeschrittene, Profis	Fortgeschrittene, Profis	beliebig	beliebig	beliebig	beliebig
Entwicklungsumgebung	—	eingeschränkt	eingeschränkt	vollwertig	vollwertig	eingeschränkt	eingeschränkt	eingeschränkt	eingeschränkt	—
Programmiersprachen	beliebig	Python, Type-Script	ca. 40	Python, Type-Script	ca. 25	ca. 35	ca. 20	ca. 20	ca. 15	beliebig
ohne Registrierung nutzbar	(✓) ¹	✓	(✓) ¹	—	✓	✓	—	(✓) ¹	—	(✓) ¹
Zusätzliche Funktionen										
virtuelles Klassenzimmer	—	✓	—	✓	—	✓	—	✓	—	—
für eigene Aufgaben nutzbar	—	✓	—	—	—	✓	✓	—	—	—
regelmäßige Wettbewerbe	—	—	✓	—	✓	—	(✓) ²	✓	✓	—
Recruiting	—	✓	✓	—	✓	—	✓	—	(✓) ³	—
Bewertung										
Bedienkonzept	○	○	⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊖	○	○	○	⊕
Gamification	⊕⊕	○	○	⊕⊕	○	○	○	⊕	○	○
Langzeitmotivation	⊕⊕	○	○	⊕⊕	⊕	○	○	⊕	○	⊕⊕
Preis	gratis	gratis	gratis	gratis, kostenpflichtige Zusatzangebote	gratis	gratis, Spende erbeten	gratis	gratis	gratis, Premium-Angebot kostenpflichtig	gratis

⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden — nicht vorhanden ¹ zum Einreichen von Lösungen notwendig ² gelegentlich ³ Vorbereitung für Vorstellungsgespräche



Klassisches Übungsmaterial macht mehr Spaß, wenn es wie hier beim Portal Kattis ansprechend aufbereitet und präsentiert wird.

auch aus und überträgt lediglich das Resultat auf die Plattform.

Sprachenvielfalt

Sehr wichtig bei der Auswahl der Programmierplattform ist die Frage der unterstützten Programmiersprachen. Es gibt Plattformen, die nur eine Sprache kennen. Andere unterstützen Dutzende oder sogar beliebige Sprachen. Plattformen, die lediglich Resultate verlangen, gehören automatisch zur letzten Kategorie. Die Tabelle auf Seite 111 gibt die ungefähre Anzahl unterstützter Sprachen an; für Plattformen, die nur ein oder zwei Sprachen unterstützen, werden diese genannt.

Bei der Auswahl der vorgestellten Websites haben wir uns auf solche beschränkt, die vollwertige Programmiersprachen vermitteln. Plattformen, die ausschließlich Markup-Sprachen wie HTML und CSS oder die Datenbanksprache SQL kennen, blieben dagegen unberücksichtigt. Es mag sein, dass die getesteten Plattformen auch solche Sprachen kennen, in erster Linie sollen sie jedoch beim Lernen vollwertiger Programmiersprachen helfen.

Bei allen genannten Angeboten handelt es sich um englischsprachige Websites. Das ist sinnvoll, da Englisch de facto die Sprache der Programmierung ist. Auch CodeCombat – ein interessantes Angebot für Kinder – wurde nur teilweise in andere Sprachen übersetzt.

Zielgruppen

Eine weitere wichtige Frage ist die nach den Vorkenntnissen. Wie viel Erfahrung bringen Lernwillige mit? Wie früh in der Ausbildung lassen sich welche Plattformen erfolgreich einsetzen? Wenn im Fol-

genden von Anfängern die Rede ist, so sind Personen gemeint, die noch nie (oder kaum) programmiert haben. Sie benötigen anfangs Übungen, die Grundkonzepte der Programmierung vermitteln. Die typische Zielgruppe einer für Anfänger geeigneten Website sind Studenten, die zum ersten Mal einen Programmierkurs besuchen. Ältere Schüler, die durch Lehrer oder Eltern geeignete Betreuung haben, können die anfängertauglichen Sites ebenfalls gut nutzen. Darüber hinaus richten sich solche Angebote auch an erfahrene Programmierer, die sich eine für sie völlig neue Programmiersprache aneignen möchten.

Fortgeschrittene kennen dagegen bereits die Basiskonzepte der Programmierung einschließlich aller gängigen Kontrollstrukturen. Sie sind auch damit vertraut, Daten darzustellen und zu verwalten. Sie benötigen Übungen, für welche sie komplexere Algorithmen und Darstellungen realisieren müssen. Typische Vertreter dieser Gruppe sind Studenten im zweiten oder dritten Semester eines Informatikstudiums.

Als Profis bezeichnen wir im Folgenden erfahrene Programmierer, die nach neuen Herausforderungen suchen. Sie wollen Algorithmen optimieren, neue Verfahren und Perspektiven kennenlernen und ihre Programmierfähigkeiten beweisen.

Was für wen?

Für Neulinge in der Welt des Programmierens ist es die größte Herausforderung, interessante Aufgaben zu finden, die einerseits Spaß machen und motivieren, aber andererseits keine zu fortgeschrittenen Programmierkenntnisse verlangen.



Advent of Code

Die Website Advent of Code ist das Werk eines einzelnen Enthusiasten: Eric Wastl veröffentlicht auf dieser Website einen Adventskalender für Programmierer. An jedem Tag während der Adventszeit stellt er zwei Aufgaben. Zusammengefasst erzählen die Aufgaben lustige Geschichten von Missgeschicken und Unglücken. Sie müssen all diese Probleme lösen, damit der Weihnachtsmann seine Arbeit erledigen kann.

Wer mitmachen will, schreibt die Programme offline und gibt nur die Antworten auf der Website ein – die Wahl von Sprache und IDE sind hier also freigestellt. Für jede richtige Lösung gibt es einen Stern. Löst man beide Aufgaben an einem Tag, wird neben den zwei Sternen auch die nächste Zeile eines ASCII-Bilds ergänzt. Das sogenannte Leaderboard listet für jede Tagesaufgabe die 100 schnellsten Einsender.

Die Aufgaben fangen bescheiden an, doch dann steigert sich der Schwierigkeitsgrad rapide. Wer tagsüber zur Schule oder zur Arbeit geht, wird es kaum schaffen, alle Aufgaben rechtzeitig zu lösen. Zum Glück bleiben sie permanent online, sodass man sie auch später noch bearbeiten kann.

- 👆 Aufgaben in unterhaltsame Geschichte eingebettet
- 👇 neue Aufgaben nur im Dezember

HackerRank bietet eine gut durchdachte Aufgabensequenz und wer bei „30 days of code“ mitmacht, erhält täglich eine Erinnerung samt Hinweis auf die nächsten Aufgaben.

Auch LeetCode ist für Einsteiger eine gute Anlaufstelle, weil es eine große Auswahl an Übungen bietet, die sich anhand



CheckiO

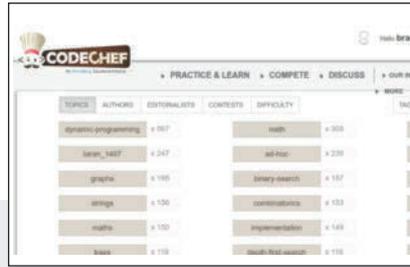
CheckiO bietet Python- und TypeScript-Aufgaben und präsentiert diese auf einer Seekarte mit vielen Inseln. Durch Eingabe der Lösungen schaltet man den Zutritt zu den Inseln frei; unterwegs gibt es Auszeichnungen zu verdienen.

Die Aufgaben sind gut verständlich und kreativ formuliert. Anfangs geht es etwa darum, Strings zu manipulieren oder die Ziffern einer Zahl zu zählen. Inseln einer Gruppe repräsentieren Aufgaben zu einem bestimmten Thema. Nach und nach werden diese schwieriger.

Der Code-Editor färbt Sprachelemente ein, bietet aber keine weitere Unterstützung. Mit Klick auf „Run“ lassen sich Lösungen ausprobieren, während man sie mit Klick auf „Check“ registriert. Erst danach kommt man zur nächsten Aufgabe.

Für Lehrer gibt es die Möglichkeit, virtuelle Klassen einzurichten. Das Angebot ist laut Website für „mindestens ein Jahr“ gratis; Feedback und Vorschläge sind erwünscht. Als Lehrer kann man die Reihenfolge der Aufgaben anpassen und eigene Aufgaben stellen.

- 👆 tolle Seekarten-Navigation
- 👇 unterstützt nur zwei Sprachen



CodeChef

Die indische Website CodeChef beeindruckt mit einer großen Anzahl interessanter Aufgaben in sechs Schwierigkeitsstufen. Bereits die Einsteigeraufgaben haben es in sich. Mit Konzepten wie Eingabe/Ausgabe und Schleifen muss man vertraut sein, um diese Aufgaben zu meistern. Höhere Schwierigkeitsgrade bieten interessante und komplexe Probleme.

Die Aufgaben sind ausführlich und kreativ beschrieben. Kleine Kritikpunkte: Es gibt immer mal sprachliche Fehler und die Aufgabenspezifikationen sind mitunter unklar oder umständlich formuliert.

Der Schwerpunkt dieser Site liegt auf häufigen Wettbewerben und dem Training dafür. Oft laufen zwei oder drei Wettbewerbe parallel an einem Tag. Anhand ihrer bisherigen Aktivitäten teilt CodeChef die Teilnehmer in sogenannte Divisionen ein. Die Zugehörigkeit zur Division entscheidet darüber, an welchen Wettbewerben man teilnehmen darf. Es gibt sogar solche, die mit einem Preisgeld dotiert sind.

CodeChef richtet sich an Fortgeschrittene und Profis, die eigenständig ihre Fähigkeiten verbessern wollen, und bietet dafür viele Trainingsanlässe.

- 👆 umfangreiche Aufgabensammlung
- 👇 teilweise unklar formulierte Aufgaben



CodeCombat

Schätze heben, Ungeheuer besiegen – CodeCombat erinnert an ein Abenteuerspiel, komplett mit Hintergrundmusik, Ausrüstung und Erfahrungspunkten. Durch die Art der Aufgabenstellungen liegt der Schwerpunkt auf der imperativen Programmierung. Beim Ausführen von Code erweckt CodeCombat die einzelnen Aktionen durch Animationen zum Leben.

Diese Plattform bietet Python- und JavaScript-Aufgaben. Die vollwertige Entwicklungsumgebung ist gut durchdacht. Weil die Übungen sehr einfach beginnen, kommen auch Kinder ab der 6. Klasse gut zurecht. Allerdings sind die englischen Texte nur zum Teil übersetzt, die besonders hilfreichen Audio-Anweisungen gibt es nur auf Englisch.

Die IDE ist vollwertig und gut durchdacht. Die Übungen beginnen sehr einfach und bauen gut aufeinander auf – optimal für Anfänger ohne Programmiererfahrung.

Selbstlerner kommen mit dem Gratisangebot von CodeCombat recht weit. Der kostenpflichtige Premium-Account bietet zusätzliche Inhalte. Eltern können für ihre Kinder Kurse und Privatlektionen kaufen, für Schulen gibt es ebenfalls kostenpflichtige Angebote.

- 👆 optimal für Kinder (mit Englischkenntnissen)
- 👇 unterstützt nur zwei Sprachen

von Tags komfortabel durchsuchen lassen. Kattis glänzt ebenfalls mit einer Vielfalt an gut formulierten Übungen; leider ist diese Aufgabensammlung aber etwas unstrukturiert, da man sie nur nach Schwierigkeitsgrad sortieren kann.

Für Python, das momentan sehr beliebt ist, sind auch CheckiO und Code-

Combat eine gute Wahl. CodeCombat verführt geradezu zum Programmieren. Mit seiner rundum gut konzipierten Lernumgebung ist es optimal für Anfänger ohne jegliche Programmiererfahrung geeignet – und längst nicht nur für Kinder.

Wer bereits programmieren kann und seine Fähigkeiten verbessern möch-

te, ist bei CodeChef richtig. Die Plattform organisiert für das eigenständige Lernen immer wieder Anlässe zum Üben. CodinGame ist ebenfalls für Personen mit soliden Vorkenntnissen geeignet. Um sich auf dieser Plattform wohlfühlen, sollte man Freude am Wettkampf und ein Faible für technisches



CodinGame

Diese Plattform ist fürs Recruiting gedacht: Entwickler können ihre Fähigkeiten zeigen und Firmen können Aufgaben stellen. CodinGame bringt einen vollwertigen Code-Editor mit und unterstützt etwa 25 Programmiersprachen. Wer an einem Wettbewerb gegen andere Programmierer teilnimmt, ist dabei nicht auf eine bestimmte Sprache festgelegt: Jeder wählt die Sprache nach eigenem Belieben. Wichtig ist nur, dass der Code funktioniert.

CodinGame setzt solide Programmierkenntnisse voraus. Gleich bei der ersten Aufgabe tritt man gegen andere Programmierer an. Wer diese Hürde gemeistert hat, kann entweder bei weiteren Herausforderungen gegen andere antreten oder eigenständig Aufgaben zu unterschiedlichen Themen lösen.

Durch Bearbeiten von Aufgaben erklimmt man aufeinanderfolgende Level und erwirbt Zertifizierungen. Zu jedem Thema gibt es eine Auswahl an Aufgaben. Um Schleifen zu trainieren, kann man etwa ASCII-Art erstellen, ein geometrisches Problem lösen oder Strings bearbeiten. Aufgaben sind hier überwiegend technischer Natur, etwa wenn es darum geht, eine Unä-re-Kodierung für Texte zu realisieren.

- ↑ spannender Wettbewerb gegen andere Programmierer
- ↓ beschränkte Auswahl an Programmierthemen



cyber-dojo

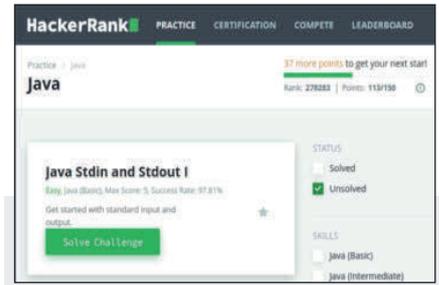
Hinter cyber-dojo steht eine gemeinnützige Stiftung aus Schottland. Privatpersonen dürfen das Angebot gratis nutzen, werden aber um eine Spende gebeten. Firmen müssen einen Betrag zahlen, dessen Höhe sie frei wählen können.

Im cyber-dojo geht es erklärmaßen nicht ums Lernen, sondern ums Üben. Dazu erstellt man einen Practice-Raum, den man alleine oder mit anderen betritt, und wählt dafür eine Aufgabe aus. Jeder, der das Passwort für den Raum eingibt, sieht die Testfälle und kann sich an der Lösung versuchen. Die Seite zeigt einen Überblick über die Fortschritte aller Teilnehmer. Das Ganze ist gut für eine interaktive Präsentation geeignet.

Interessant ist, dass die Eingaben der Nutzer automatisch mit Git verwaltet werden: Jedes Mal, wenn man eine Lösung testet, werden diese Dateien als sogenannter „Commit“ gesichert. So kann man leicht zu früheren Versionen zurückgehen und sogar Branches, also alternative Herangehensweisen erstellen.

cyber-dojo enthält nur eine begrenzte Zahl an Aufgaben. Offenbar ist die Nutzung durch Firmen oder Organisationen so gedacht, dass diese ihren eigenen cyber-dojo-Server betreiben und darauf eigene Aufgaben anbieten.

- ↑ Versionierung durch Git
- ↓ nur für Organisationen geeignet



HackerRank

HackerRank dient ebenfalls als Anwerbeplattform. Firma können Kandidaten eine der vorhandenen Aufgaben zuweisen oder eigene verwenden. Als Kandidat kann man veröffentlichen, welche Aufgaben man bereits gelöst hat.

Auch zum Selbststudium glänzt die Site mit ihrer gut strukturierten Auswahl an Aufgaben für Anfänger und Fortgeschrittene. Profi-Programmierer kommen mit komplexen Aufgaben auf ihre Kosten. Die Entwicklungsumgebung unterstützt den Nutzer lediglich durch Syntax-Highlighting.

Mit Klick auf „Run“ kann man Lösungen beliebig oft mit einer beschränkten Zahl von Testfällen durchprobieren. Über „Submit“ lassen sich ausführlichere Testfälle anwenden; die Lösung wird dann aber gleich an die Aufgabesteller gesendet. Beim individuellen Üben ohne Aufgabesteller bedeutet „Submit“ lediglich, dass erfolgreiche Lösungen als solche markiert werden. Neben typischen Einsteigerübungen gibt es auch extrem komplexe Herausforderungen.

Schulen und Firmen müssen für die Nutzung von HackerRank zahlen. Sie können eigene Aufgabensammlungen zusammenstellen und Berichte über die Fortschritte der Nutzer einsehen.

- ↑ gut strukturierte Aufgabensammlung
- ↓ wenige spielerische Elemente

Programmieren haben. Profis auf der Suche nach neuen Herausforderungen sollen das jährliche Angebot von Advent of Code anschauen. Mathematik-Liebhaber, die ihre Programmierfähigkeiten verbessern möchten, sollten auf jeden Fall Project Euler beitreten. Die Just-for-

Fun-Angebote von Python Challenge, Robocode und Screeps sind gute Optionen, um sich etwas Zeit mit spannenden Aufgaben zu vertreiben.

cyber-dojo ist zwar für das Selbststudium nicht zu empfehlen, aber ideal für Organisationen, die eine vorgefertigte

Plattform für interne Ausbildungs- und Trainingszwecke betreiben möchten und dafür ihre eigenen Aufgaben entwickeln.

Fazit

Gamification hilft beim Programmierenlernen auf vielfältige Weise: Wettbewerbe

Von Hackern lernen!

Heft + PDF
mit 29% Rabatt



Schützen Sie sich vor Angriffen! Das c't-Sonderheft zeigt Ihnen, wie Sie Netzwerk, PC, Smartphone und Online-Accounts absichern:

- ▶ Hacking-Tools als Problemlöser einsetzen
- ▶ Daten in Servern und Webanwendungen absichern
- ▶ Seriösen und sicheren VPN-Anbieter finden
- ▶ Aktuelle Hardware für 2-Faktor-Authentifizierung

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



shop.heise.de/ct-securitytipps21



Kattis

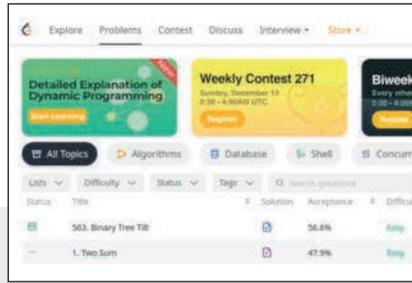
Kattis ist ein Archiv von Programmierübungen, das von vielen Universitäten sowie von einzelnen Personen verwendet wird. Es gibt eine lange Liste von Aufgaben. Diese lassen sich nach Schwierigkeitsgrad filtern. Die schiere Größe der Sammlung macht es leider schwierig, Aufgaben zu bestimmten Themen zu finden.

Die Aufgaben sind speziell für das Portal entwickelt worden – man findet diese Problemstellungen nirgendwo anders. Auch die einfachsten Aufgaben, die in wenigen Zeilen Code gelöst werden können, benötigen oft zuerst eine Analyse. Aus diesem Grund sind sie um so interessanter für Fortgeschrittene, aber für Anfänger mit etwas Vorsicht zu genießen.

Obwohl der Code auf der Plattform ausgeführt wird, sollte man die Lösungen lieber extern entwickeln, da der Editor primitiv ist. Die Website ist sonst einfach und übersichtlich gestaltet. Gamification besteht aus Lösungsstatistiken zu den Aufgaben, einer Rangliste und jeder Menge laufender Wettbewerbe.

Im kostenpflichtigen Angebot für Schulen können Lehrer Fragensammlungen für ihre Klassen zusammenstellen und haben einen detaillierten Überblick über die Fortschritte und Versuche der einzelnen Teilnehmer.

- ↑ riesige Sammlung kreativer Aufgaben
- ↓ thematische Suche schwierig



LeetCode

Mit Fragensammlungen, die laut LeetCode von bekannten Arbeitgebern wie Google, Facebook und Apple stammen, will diese US-amerikanische Website bei der Vorbereitung aufs Vorstellungsgespräch helfen. Dazu gibt es Tutorials über Themen wie Graphentheorie oder Rekursion.

Die Liste der Programmieraufgaben umfasst etwa 2000 Probleme, die sich nach verschiedenen Kriterien sortieren und filtern lassen. Inhaltlich handelt es sich dabei um Klassiker – allerdings gut beschrieben und zum Teil anhand von hilfreichen Diagrammen erklärt.

Die Gamification ist mager, beschränkt auf einfache Statistiken wie die Anzahl der bereits gelösten Aufgaben. Es gibt regelmäßig sogenannte Wettbewerbe mit Ranglisten, wobei ein Wettbewerb jedoch schlicht aus einer Auswahl vorhandener Aufgaben besteht.

Sogenannte „Study Plans“ für zwei oder drei Wochen präsentieren Aufgabensequenzen zu Themen wie „Data Structures“ oder „Dynamic Programming“. Eine vollständige Entwicklungsumgebung ist dem kostenpflichtigen Premiumangebot vorbehalten. Der Editor des Gratisangebots bietet lediglich Syntax-Highlighting.

- ↑ große, gut durchsuchbare Aufgabensammlung
- ↓ wenige spielerische Elemente



Project Euler

Bei Project Euler handelt es sich um eine Sammlung mathematisch orientierter Programmieraufgaben – mittlerweile sind mehrere Hundert zusammengekommen. Die ersten Aufgaben sind relativ einfach: sie benötigen wenig mehr als die Kenntnis um Schleifen und Arrays. Später steigt die Schwierigkeit kontinuierlich. Viele der späteren Probleme im Archiv sind auch für Mathematiker schöne Herausforderungen.

Project Euler erwartet lediglich eine Antwort, keinen Code. Die Site stellt keine Entwicklungsumgebung zur Verfügung – Programmiersprache und Editor können die Einsender also frei wählen. Freiwillig, aber empfohlen: Kein Programm sollte mehr als 60 Sekunden laufen müssen, um eine Lösung zu finden – bei manchen Aufgaben stellt diese Optimierung die größte Herausforderung dar.

Aufgaben haben einen definierten Schwierigkeitsgrad. In der Liste der Probleme sieht man, wie viele Tüftler ein Problem erfolgreich gelöst haben. Durch das Lösen einer bestimmten Zahl von Aufgaben erreicht man höhere Level. Es gibt auch Auszeichnungen für das Meistern spezifischer Problematiken.

- ↑ spannende mathematische Aufgaben
- ↓ nur für Mathe-Liebhaber

spornen an, unterhaltsame Elemente halten die Motivation hoch und sinnvoll aufeinander aufbauende Übungen erleichtern den Einstieg in die anfangs fremde Welt einer neuen Sprache. Einige der Portale helfen darüber hinaus sogar bei der Jobsuche.

Das Angebot an Websites, die Programmierenlernen mit Spaß verknüpfen, ist erstaunlich breit gefächert. So wird vom Mathe-Liebhaber bis zum Videospiele-Fan jeder fündig. Je nach Vorkenntnissen und Lernziel empfehlen sich unterschiedliche Plattformen. Da alle hier vorgestellten An-

gebote kostenlos sind, lassen sie sich problemlos testen und vergleichen. Lassen Sie sich ruhig ein wenig Zeit und probieren Sie zwei oder drei Angebote aus, bevor Sie sich für eines entscheiden. (dwi@ct.de) **ct**

Alle genannten Websites: ct.de/y3fu

Just for fun

Auch Websites, die nicht wirklich nützliche Übungen präsentieren, können zum Programmieren motivieren – und jede Menge Spaß machen. Plattformen dieser Art gibt es viele. Beispielhaft nennen wir drei, deren Besuch sich lohnt.

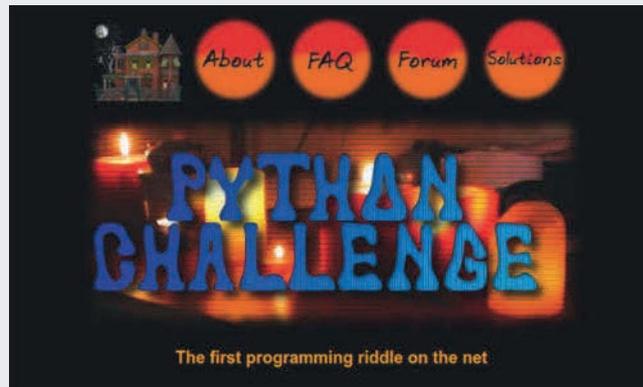
Python Challenge ist nicht mehr und nicht weniger als eine Serie von Rätseln. Die kann man in Python lösen, aber grundsätzlich könnte man sie auch in jeder anderen Sprache bearbeiten. Es gibt weder Code-Fenster noch Statistiken, Login oder anderen Schnickschnack. Jede Seite enthält lediglich Hinweise zum aktuellen Rätsel. Wer es knackt, erhält mit der Lösung die URL zum nächsten Rätsel, die von Hand in die Adresszeile eingetippt wird.

Die Rätsel sind gut durchdacht und machen eine Menge Spaß. Bei der Python Challenge stellt die eigentliche Programmierung die kleinere Herausforderung dar. Die liegt vielmehr darin, das Problem zu analysieren und den grundsätzlichen Lösungsweg zu entdecken.

Robocode ist eine Java-gestützte Anwendung, die man herunterlädt, um sie lokal einzurichten und auszuführen. Es geht darum, einen eigenen Roboter so zu programmieren, dass er die Roboter anderer Spieler im Kampf vernichtet. Jeder Roboter besitzt ein Radar, kann sich bewegen und auf Gegner schießen. Da das bewegliche Radar zu jedem Zeitpunkt jedoch nur in eine Richtung schauen kann, sind die Radardaten fast immer veraltet. Der Spieler muss daher versuchen, die Bewegungen der Gegner vorherzusagen. Für den Einstieg kann man sich Beispiele ansehen und findet im Wiki reichlich Dokumentation und Hilfe.

Obwohl Robocode sich auf Java stützt, können Roboter in jeder Sprache implementiert werden, die in der Java-VM läuft. Außer Java stehen Scala, Mirah, Clojure, Kotlin sowie weitere Sprachen zur Wahl. Es gibt eine eingebaute IDE, aber sobald die eigenen Roboter komplexer werden, will man sie lieber in einer externen IDE schreiben. Roboter lassen sich als JAR-Dateien verteilen. So kann man eigene Robos weitergeben und solche von anderen Spielern aus dem Internet herunterladen.

Bei dem MMO (Massive Multiplayer Online Game) **Screeps** programmiert



Der Lösungsweg ist das Ziel bei der Rätselsammlung namens Python Challenge.



Roboter programmieren, die die Roboter anderer Spieler vom Bildschirm fegen – darum geht es bei Robocode.



Beim Massive Multiplayer Online Game Screeps steuert der Spieler selbst programmierte Einheiten durch die Spielwelt.

man Einheiten (Creeps), die sich durch die Spielwelt bewegen und Aufgaben erledigen. Es geht beispielsweise darum, Energie zu sammeln, Strukturen aufzubauen oder fremde Creeps und Strukturen anzugreifen.

Screeps ist komplex. Nachdem das Nutzerkonto eingerichtet ist, sucht man am besten erst einmal den Trainingsbereich auf, um das Tutorial durchzuarbeiten. Später, im eigentlichen Spiel, teilt man sich mit anderen Spielern eine dreidimensionale Welt. Spieler, die ihre Fähigkeiten nach und nach ausgebaut haben,

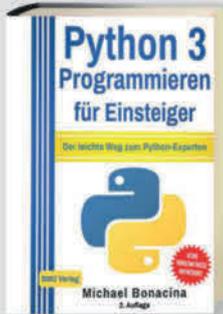
sind in der Lage, eine größere Anzahl Creeps zu steuern und ein größeres Territorium einzunehmen. Es gibt sogenannte Seasons, das sind Wettbewerbe, die über mehrere Monate gehen. Darin gilt es, sich längerfristig gegen andere Spieler zu behaupten.

Screeps bietet eine einfache Konsole, aber nach den ersten Schritten wird man den Code lieber extern schreiben und über das API hochladen. Das Spiel eignet sich gut für alle, die bereits programmieren können und eine längerfristige, spannende Herausforderung suchen.

Für Wissenshungrige

Ausgewählte Fachliteratur

shop.heise.de/buecher



Michael Bonacina
Python 3: Programmieren für Einsteiger

Dieses Buch legt besonderen Fokus auf die Objekt-orientierte Programmierung (OOP) und das Erstellen von grafischen Oberflächen. Nach dem Durcharbeiten der Übungsaufgaben des Buches kann der Leser eigene komplexere Python Anwendungen inklusive grafischer Oberfläche programmieren.

ISBN 9783966450072
shop.heise.de/python3-einsteiger 13,90 € >



Christian Solmecke, Sibel Kocatepe
DSGVO für Website-Betreiber

Ihr Leitfaden für die sichere Umsetzung der EU-Datenschutz-Grundverordnung. Experten erklären Schritt für Schritt, wie Sie Ihren Webaufttritt vollständig rechtskonform gestalten – gut verständlich auch für Nichtjuristen.

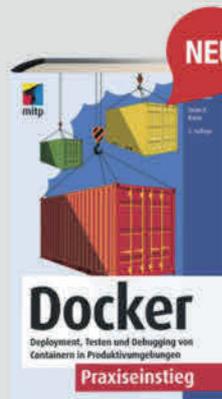
ISBN 9783836267120
shop.heise.de/dsgvo-websites 39,90 € >



Jörg Frochte
Maschinelles Lernen (2. Aufl.)

Maschinelles Lernen ist ein interdisziplinäres Fach, das die Bereiche Informatik, Mathematik und das jeweilige Anwendungsgebiet zusammenführt. In diesem Buch werden alle drei Teilgebiete gleichermaßen berücksichtigt.

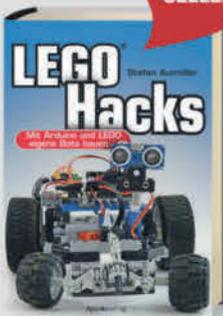
ISBN 9783446459960
shop.heise.de/maschinelles-lernen 38,00 € >



Karl Matthias, Sean P. Kane
Docker Praxiseinstieg (2. Aufl.)

Lernen Sie, wie Sie Docker-Images Ihrer Anwendungen erstellen, testen und deployen sowie skalieren können, und wie Sie die Container in der Produktivumgebung pflegen und warten. Die Einrichtung und das Testen von Docker-Anwendungen kommen ebenso zur Sprache wie das Debugging eines laufenden Systems.

ISBN 9783958459380
shop.heise.de/docker-praxis2 25,99 € >



Stefan Aumüller
LEGO® Hacks

Dieses Buch zeigt, wie aus LEGO und dem Arduino faszinierende Modelle werden. Lernen Sie, Sensoren und Aktoren, mit LEGO-Elementen zu verbinden und daraus viele neue spannende Projekte aufzubauen. Auch Grundlagen der Elektronik werden Ihnen vermittelt

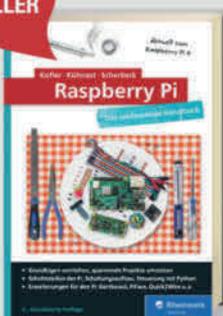
ISBN 9783864906435
shop.heise.de/buch-legohacks 29,90 € >



Wolfgang Ertel, Ekkehard Löhmann
Angewandte Kryptographie (6. Aufl.)

Ziel des Buches ist es, Grundwissen über Algorithmen und Protokolle zu vermitteln und kryptographische Anwendungen aufzuzeigen. Mit so wenig Mathematik wie nötig, aber vielen Beispielen, Übungsaufgaben und Musterlösungen.

ISBN 9783446463134
shop.heise.de/kryptographie6 34,99 € >



Michael Kofler, Charly Kühnast, Christoph Scherbeck
Raspberry Pi (6. Aufl.)

Das umfassende Handbuch mit über 1.000 Seiten komplettem Raspberry-Wissen, um richtig durchstarten zu können. Randvoll mit Grundlagen und Kniffen zu Linux, Hardware, Elektronik und Programmierung.

Aktuell für alle Versionen, inkl. Raspberry Pi 4!

ISBN 9783836269339
shop.heise.de/raspberry-6 44,90 € >



Simon Monk
Der Maker-Guide für die Zombie-Apokalypse

Bereiten Sie sich vor: mittels 20 Survival-Projekten mit einfacher Elektronik, Arduino und Raspberry Pi werden Sie Ihren eigenen Strom erzeugen, unverzichtbare Bauteile vor dem Zombie-Zugriff retten und lebensrettende Elektronikschaltungen bauen, um Untote aufzuspüren.

ISBN 9783864903526
shop.heise.de/zombies 24,90 € >

PORTOFREI
AB 20 €
BESTELLWERT

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

und Maker!

Zubehör und Gadgets

shop.heise.de/gadgets

NEU



ParkLite

ParkLite denkt mit. Die elektronische Parkscheibe stellt automatisch nach ca. 20 Sekunden die Parkzeit ein. Damit ist Schluss mit Bußgeldern! Hitze- und kältebeständig, inklusive Reinigungstuch und Klebepads.

shop.heise.de/parklite

29,90 € >



Aluminium-Case FLIRC

Das hochwertige Gehäuse aus stabilem Aluminium ist ideal, um den Raspberry Pi 4 als Media Center zu verwenden. Das elegante Design integriert sich optimal in jede Wohnumgebung. **Auch im Set mit Raspi 4 Model B 2GB erhältlich.**

shop.heise.de/flirc

23,90 € >

NEU



musegear® finder Version 2

Finden Sie Schlüssel, Handtasche oder Geldbeutel bequem wieder statt ziellos zu suchen. Mit dem Finder können Sie z.B. das Smartphone klingeln lassen oder Wertgegenstände einfach tracken und noch mehr.

shop.heise.de/musegear

24,90 € >



Raspberry Pi-Kameras

Aufsteckbare Kameras, optimiert für verschiedene Raspberry Pi-Modelle mit 5 Megapixel und verschiedenen Aufsätzen wie z. B. Weitwinkel für scharfe Bilder und Videoaufnahmen.

shop.heise.de/raspi-kameras

ab 18,50 € >

NEUER PREIS!



ArduiTouch-Set

Setzen Sie den ESP8266 oder ESP32 jetzt ganz einfach im Bereich der Hausautomation, Metering, Überwachung, Steuerung und anderen typischen IoT-Applikationen ein!

shop.heise.de/arduitouch

~~69,90 €~~
36,90 € >

NEU



PokitMeter – Multimeter, Oszilloskop und Logger

Pokit misst, zeigt und protokolliert eine Vielzahl von Parametern wie Spannung, Strom, Widerstand und Temperatur mittels Verbindung via Bluetooth mit Ihrem Smartphone oder Tablet.

shop.heise.de/pokit

94,90 € >

NEUER PREIS!



Komplettset Argon ONE Case mit Raspberry Pi 4

Das Argon One Case ist eines der ergonomischsten und ästhetischsten Gehäuse aus Aluminiumlegierung für den Raspberry Pi. Es lässt den Pi nicht nur cool aussehen, sondern kühlt auch perfekt und ist leicht zu montieren. Praktisch: alle Kabel werden auf der Rückseite gebündelt ausgeführt – kein Kabelsalat!

shop.heise.de/argon-set

~~117,60 €~~
99,90 € >

NEU



NVIDIA Jetson Nano B01

Die neue Revision B01! Die Leistung moderner KI für Millionen Geräte. Mit dem Jetson Nano von NVIDIA können Sie als Heimbastler oder Entwickler platzsparend und effizient in die Welt der KI eintauchen. Ideale Voraussetzung für die Programmierung neuronaler Netze dank vier A57-Kerne und einem Grafikprozessor mit 128 Kernen. **Inklusive Netzteil!**

shop.heise.de/jetson

134,90 € >

28% RABATT



Make Family + Makey-Paket

Darüber freut sich die ganze Familie: „Make Family“ - das vollgepackte PDF-Magazin mit 21 Anleitungen zum kreativen Basteln mit Kids auf über 200 Seiten. Dazu: der knuffige Makey-Plüschroboter und der Makey-Lötbausatz mit LEDs und Batterie.

shop.heise.de/makey-paket

~~27,70 €~~
19,90 € >

„No Signal“ Smartphone-Hülle

Passend für Smartphones aller Größen bis 23cm Länge blockt diese zusammenrollbare Hülle alle Signale von GPS, WLAN, 3G, LTE, 5G und Bluetooth, sowie jegliche Handy-Strahlung. Versilbertes Gewebe im Inneren der Tasche aus recycelter Fallschirmseide bildet nach dem Schließen einen faradayschen Käfig und blockiert so alles Signale.

shop.heise.de/no-signal-sleeve

29,90 € >

heise Shop

shop.heise.de >

> Bestellen Sie ganz einfach online unter shop.heise.de oder per E-Mail: service@shop.heise.de

Zahlen, Daten, Fakten

Audio-Podcasts

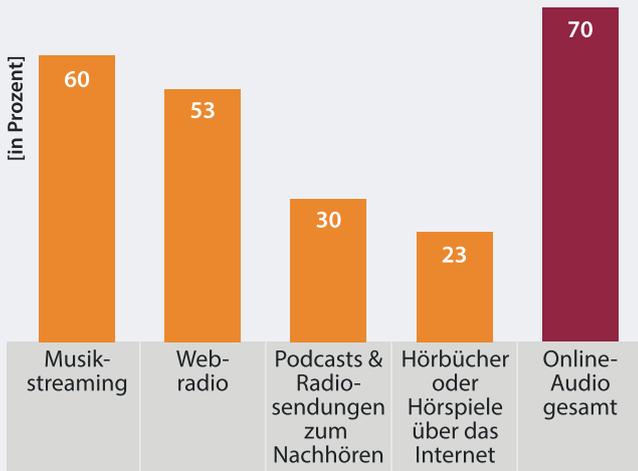
Podcasts haben ihr angestaubtes Image abgelegt. Auch wenn andere Online-Audio-Angebote, nämlich Musikstreaming und Webradio, noch etwas stärker nachgefragt sind – Audio-Podcasts erleben aktuell einen Boom. Morgens liefern sie den ersten Input des Tages, den Weg zur Arbeit machen sie zur Bildungsstunde, beim Kochen oder beim Sport sorgen sie für Unterhaltung und am Abend für Entspannung.

Insbesondere jüngere Menschen mit höherer Bildung haben die vielseitigen Hörstücke für sich entdeckt. Doch auch in der Gruppe der älteren Nutzer steigt die Zahl derer, die zumindest gelegentlich einen Podcast anhören. Deutlich lässt sich eine Gruppe der Vielhörer und eine der Gelegenheitshörer unterscheiden. Das mit Abstand beliebteste Abspielgerät für Podcasts ist das Smartphone.

Anlässlich der Verleihung des Deutschen Podcast-Preises im Sommer 2021 befragte die Data & Analytics Group YouGov Podcast-Hörer in Deutschland nach ihren Favoriten. In der repräsentativen Online-Umfrage im Mai und August dieses Jahres nannten die Teilnehmer am häufigsten „Das Coronavirus-Update“ von NDR Info. Ebenfalls sehr beliebt: die Themen Politik und Krimi. (dwi@ct.de) **ct**

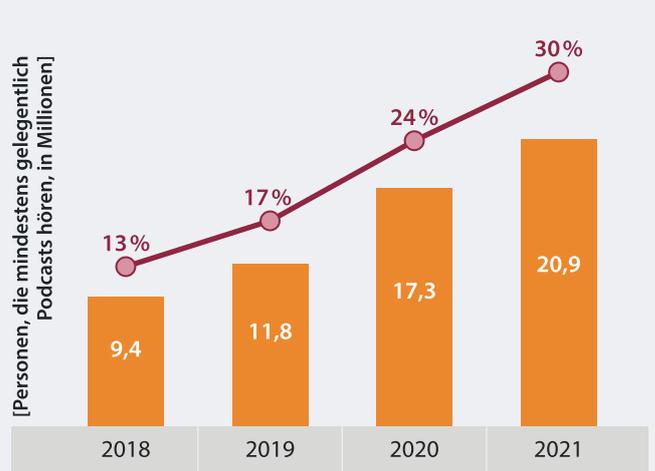
► Online-Audio-Angebote

Musikstreaming liegt bei Online-Audio-Angeboten ganz vorn, doch Podcasts legen zu – im Jahr 2021 um 21 Prozent.¹



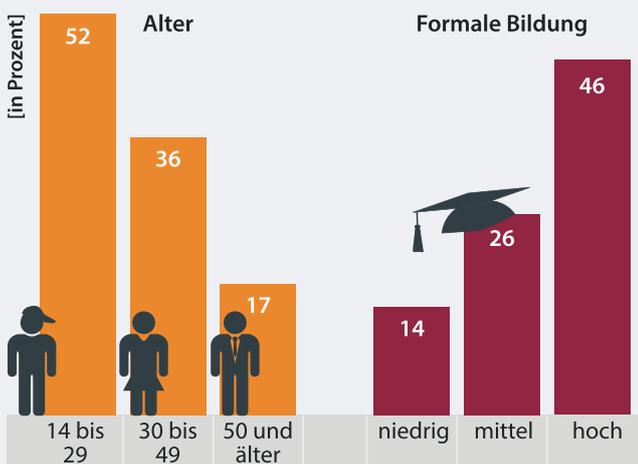
► Podcasts legen zu

2020 hörten 24 Prozent der Deutschen Podcasts. 2021 waren es bereits 30 Prozent – 3,6 Millionen neue Hörer.¹



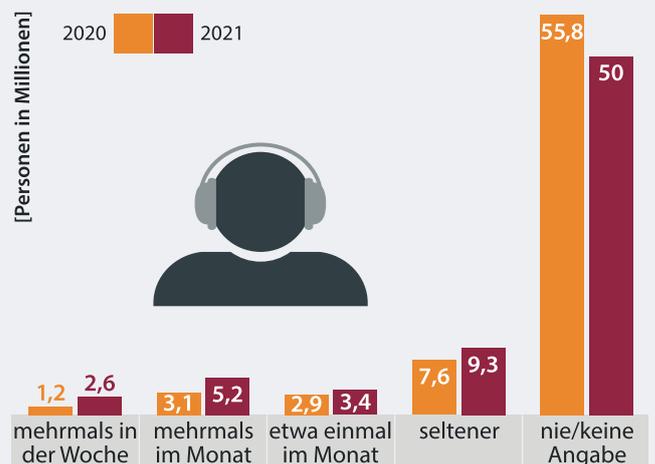
► Wer hört Podcasts?

Der typische Podcast-Hörer ist jung und gut gebildet. Jeder Zweite unter den 14- bis 29-Jährigen hört zumindest gelegentlich rein.¹



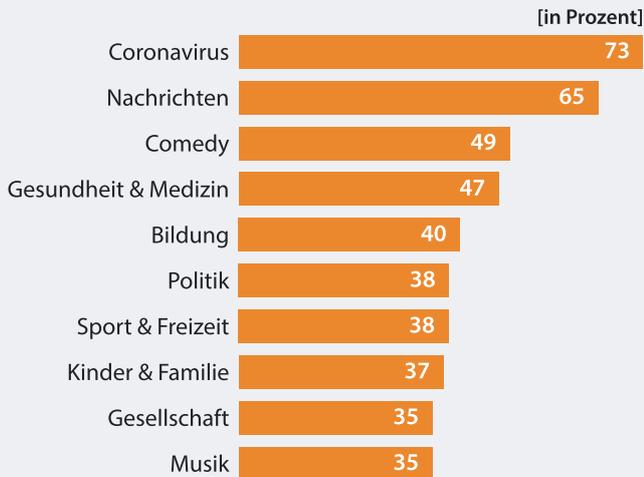
► Viel- und Gelegenheitshörer

Etwa 11 Prozent der Deutschen hören aktuell mehrmals im Monat einen Podcast, weitere 18 Prozent immerhin ab und an.²



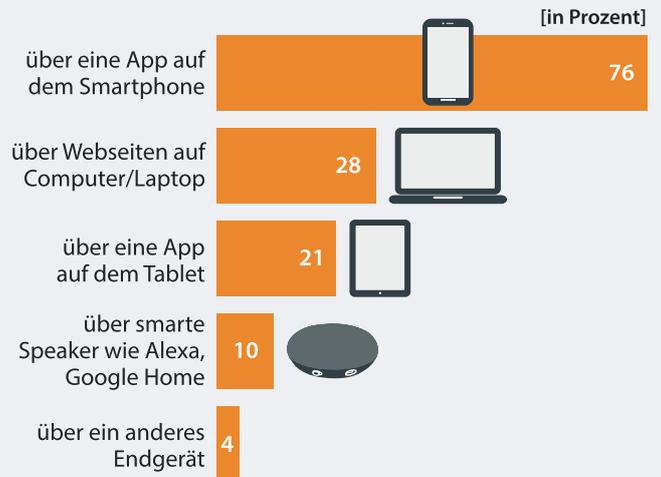
► Top-10-Themen

Top-Thema in 2021: Corona, insbesondere im NDR-Podcast „Corona-Virus-Update“ mit Christian Drosten und anderen Experten.³



► Genutzte Hardware

Das Smartphone ist mit Abstand die meistgenutzte Hardware beim Hören von Podcasts.⁴



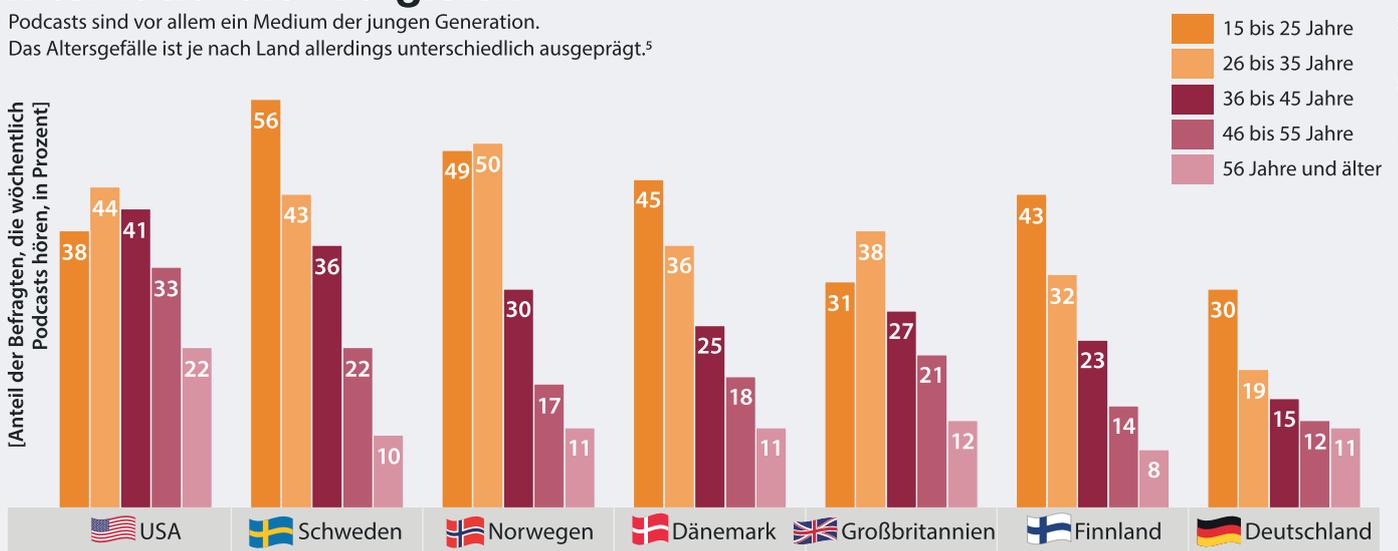
► Wo Nutzer Podcasts hören

Am häufigsten hören die Nutzer unterwegs oder bei der Hausarbeit Podcasts.⁴



► Internationaler Vergleich

Podcasts sind vor allem ein Medium der jungen Generation. Das Altersgefälle ist je nach Land allerdings unterschiedlich ausgeprägt.⁵



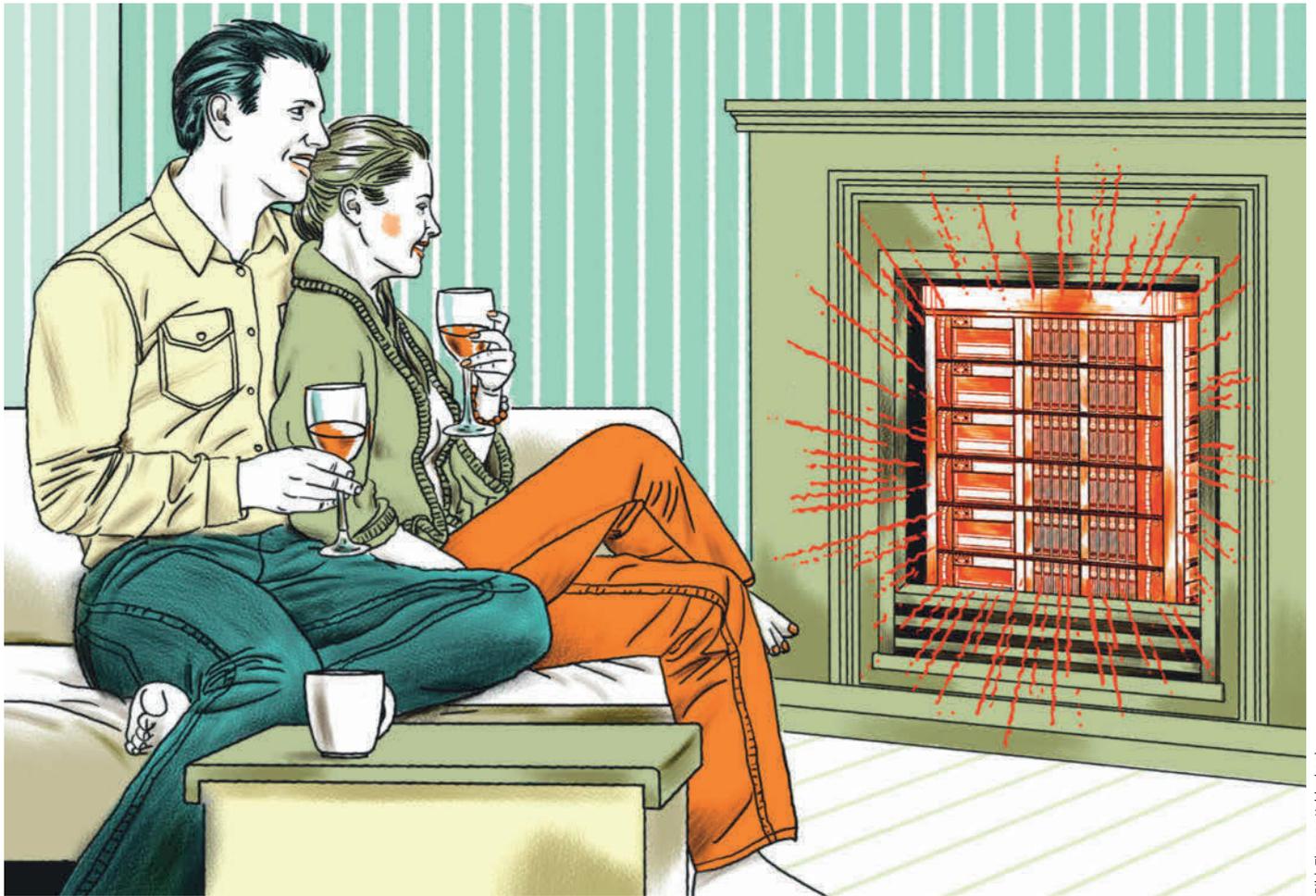


Bild: Thomas Kühlenbeck

WWWärme

Abwärme aus Rechenzentren: klimafreundliche Heizung der Zukunft?

Manche Rechenzentren heizen heute schon Wohnungen, Büros oder Algenfarmen. Doch in den meisten Fällen wird die wertvolle Wärme einfach in die Luft geblasen. Ändern ließe sich das durch eine bessere Standortplanung – und durch Wasserkühlung der Server.

Von Christof Windeck und
Christian Wölbart

Wer im Hotel „Innside“ im Frankfurter Eurotheum-Hochhaus übernachtet, hat es auch dank des Internets wohliger warm: Ein Rechenzentrum, das weiter unten zwei Etagen belegt, speist 60 Grad heißes Wasser in den Heizungskreislauf des Gebäudes ein. Rund 600 Megawattstunden Wärme steuern die Server nach Angaben des Betreibers, der Firma Cloud&Heat, jährlich bei. Mit dieser Energiemenge könnte man auch 30 durchschnittliche Privathaushalte ein Jahr lang heizen und mit Warmwasser versorgen.

Heizen mit Servern, das ist bislang die Ausnahme. Die allermeisten Rechenzentren pusten ihre Abwärme einfach in die

Umgebung. Doch nun will die Politik das ändern: „Wir werden Rechenzentren in Deutschland auf ökologische Nachhaltigkeit und Klimaschutz ausrichten, unter anderem durch Nutzung der Abwärme“, heißt es im Koalitionsvertrag der neuen Bundesregierung aus SPD, Grünen und FDP.

In Frankfurt, wo ein Rechenzentrum nach dem anderen gebaut wird, üben Lokalpolitiker bereits Druck auf die SPD-geführte Stadtverwaltung aus: Serverfarmen sollten künftig dort entstehen, wo Unternehmen und Wohngebiete die Abwärme nutzen können, forderten Anfang Dezember die Grünen, die im Stadtrat die größte

Fraktion stellen. Geht es nach ihnen, soll die Stadt ihr Ansiedlungskonzept überarbeiten – und bis dahin keine weiteren Rechenzentren mehr genehmigen.

Viel heiße Luft

Die Politik ist alarmiert, weil Rechenzentren immer mehr Strom fressen, also auch immer mehr Wärme einfach in die Luft blasen. Nach Berechnungen des Borderstep-Instituts stieg der Stromverbrauch aller deutschen Rechenzentren von gut 10 Terawattstunden im Jahr 2010 auf 16 Terawattstunden im Jahr 2020, was rund 3 Prozent des gesamten Stromverbrauchs entspricht. Für die nächsten Jahre erwarten Experten eine ähnlich schnelle Zunahme. Server und Kühlungssysteme werden zwar immer effizienter, aber der Bedarf an Rechenleistung und Speicherplatz in der Cloud steigt noch schneller.

Gleichzeitig zeigen Beispiele wie das Eurotheum, dass die Nutzung der Serverabwärme nicht nur technisch möglich ist, sondern sich auch rechnen kann. Laut Cloud&Heat spart das System im Vergleich zum Bezug von Fernwärme jährlich rund 65.000 Euro ein. Das entspricht rund zehn Prozent der gesamten Heizkosten des Hochhauses. Andernorts werden bereits Wohnungen, Turnhallen, Algenfarmen oder Büros von Servern mit Wärme versorgt (siehe Kasten auf S. 126).

Klimafreundliche Heizung

Auch beim Klimaschutz kann die Rechnerwärme helfen. Normale Heizkraftwerke verfeuern Kohle oder Gas; Strom stammt in Deutschland immerhin zu gut 40 Prozent aus erneuerbaren Energiequellen.

Vor allem in Städten wie Amsterdam, Stockholm oder Frankfurt, in denen viele Rechenzentren stehen, könnte die Serverwärme einen nennenswerten Beitrag zur Erreichung der Klimaziele leisten. Die Frankfurter Stadtverwaltung beziffert die „nutzbare Abwärme“ der örtlichen Rechenzentren auf 642 Gigawattstunden im Jahr. Dies entspricht 9 Prozent des Wärmeverbrauchs von Wohnungen, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen in der Stadt. 2030 wird der Anteil den Berechnungen zufolge schon bei 27 Prozent liegen. Denn in den nächsten Jahren wird die Leistung der Serverfarmen sich voraussichtlich mehr als verdoppeln, parallel soll der Wärmebedarf der Stadt durch bessere Dämmung sinken.

Doch ob die Stadt die von den Servern produzierte Wärme tatsächlich nutzen

kann, steht auf einem anderen Blatt. In der Praxis stehen Abwärmeprojekte vor zahlreichen Hürden – nicht nur in Frankfurt.

Kanonen auf Spatzen

Eine Herausforderung liegt in der räumlichen Entfernung zwischen den Serverhallen und den Wärmeverbrauchern. Zwar heizen viele Rechenzentrenbetreiber heute schon ihre eigenen Büros und Aufenthaltsräume im selben Gebäude mit. Doch das ist, wie mit Kanonen auf Spatzen zu schießen. „Mit einer solchen Lösung kann oft nur ein Prozent der Abwärme genutzt werden“, heißt es in einer Studie des „Netzwerks energieeffiziente Rechenzentren“ (NeRZ) von 2019 (siehe ct.de/yv1w).

Rechenzentren benötigen also größere Wärmeabnehmer in der Nachbarschaft, etwa Wohngebiete, Schwimmbäder oder Gewächshäuser. Große Colocation-Anbieter und Cloudkonzerne wie Google, Amazon oder Microsoft brauchen allerdings viel Platz und bauen meist auf der grünen Wiese.

Zwar kann Wärme auch über Dutzende Kilometer mit geringen Verlusten transportiert werden. Doch der Bau neuer Leitungen würde Jahre bis Jahrzehnte dauern und Millionen von Euro kosten. Anders kann es aussehen, wenn die nötigen Fernwärmerohre schon in der Nähe verlaufen.

Das zweite große Problem besteht darin, dass die allermeisten Rechenzentren ihre Server mit Luft kühlen. Typischerweise saugen die Racks kalte Luft von vorne an und pusten die erhitzte nach hinten weg. Oft übergeben Klimageräte die Wärme dann an ein Wassersystem. Auf



Bild: Cloud&Heat

„Die Angst vor Wasser im Rechenzentrum ist groß, obwohl die Gefahr einer Leckage extrem gering ist“, sagt Cloud&Heat-Gründer Jens Struckmeier.

diese Weise wird das Wasser jedoch nur 30, bestenfalls 40 Grad warm.

Das reicht nicht aus, um Gebäude direkt zu heizen. Vielmehr muss die Temperatur mit einer Wärmepumpe weiter angehoben werden, also mit Strom, der wiederum Geld kostet. Laut der NeRZ-Studie rechnet sich diese Methode längst nicht immer: „In Deutschland ist der wirtschaftliche Betrieb von Wärmepumpen aufgrund der Strompreise ein ambitioniertes Ziel und führt in vielen Fällen zu einer Nullrechnung.“

Eine weiterer Faktor ist die Saisonalität. Weil Wohnungen und Büros im Sommer nicht geheizt werden, braucht das Rechenzentrum für diesen Zeitraum ein zweites System zur Abführung seiner Wärme. Das verursacht weitere Kosten.

Serverwärme für 1300 Wohnungen

Es muss also viel zusammenkommen, damit Server zum Beispiel Wohnungen heizen. Das spiegelt sich auch in Frankfurt wider. Dort gibt es nach Zählung der Stadt bereits über 60 Rechenzentren, viele weitere sollen in den nächsten Jahren hinzukommen. Doch Projekte zur Nutzung der Abwärme gibt es kaum.

Zu den wenigen Ausnahmen gehört das Projekt „Westville“: Im Sommer schlossen der Colocation-Anbieter Telehouse, die Stadtwerke Mainova und die Immobilienfirma Instone Verträge zur Belieferung eines geplanten Wohngebiets im Gallusviertel mit Serverwärme.

ct kompakt

- Größere Rechenzentren erzeugen genug Wärme, um Hunderte bis Tausende Wohnungen zu heizen.
- Bislang wird die Abwärme allerdings in der Regel in die Luft geblasen, weil die Entfernung zu Abnehmern zu groß oder die Temperatur zu niedrig ist.
- Würden die Server mit Wasser statt mit Luft gekühlt, ließe sich die Abwärme einfacher nutzen.
- Das Umweltbundesamt plädiert deshalb für eine staatliche Förderung von Wasserkühlung.



Bild: Cloud&Heat

Das Cloud&Heat-Rechenzentrum hilft beim Beheizen des 110 Meter hohen Eurotheum-Hochhauses in Frankfurt.

Telehouse betreibt auf der gegenüberliegenden Straßenseite einen Campus mit fünf Rechenzentren. Eines davon soll ab 2023 über einen Wärmetauscher jährlich 2400 Megawattstunden Abwärme liefern und damit den Bedarf der geplanten 1300 Wohnungen zu 60 Prozent decken. Die Voraussetzungen für das Projekt waren relativ günstig, weil das Rechenzentrum nur 500 Meter von der geplanten Heizzentrale des Wohnviertels entfernt liegt. Außerdem gibt Telehouse die Abwärme gratis ab.

„Damit ist es allerdings nicht getan“, betonte Mainova auf Anfrage. Man müsse die Wassertemperatur mit Wärmepumpen von rund 30 auf 70 Grad Celsius anheben. Zu den laufenden Kosten zähle folglich auch der dafür nötige Strom, neben Wartung, Instandsetzung und Betriebsführung. Hinzu kämen „hohe Investitionskosten für die Anlagentechnik und den erforderlichen Trassenbau“.

Auch beim Klimaschutz hat das Projekt noch Potenzial. Laut Mainova werden die Wärmepumpen mit Strom aus dem örtlichen Netz laufen. Den Ökostromanteil beziffert das Unternehmen mit

„über 40 Prozent, Tendenz steigend“. Den Rest des Wärmebedarfs des Wohngebiets deckt Mainova mit Fernwärme.

Selbst Amazon steht am Anfang

Selbst bei Giganten wie Amazon, Google und Facebook ist die Bereitstellung von Abwärme für Dritte noch die Ausnahme – obwohl die US-Konzerne sich allesamt als Öko-Vorreiter gerieren, über mehr als genug Kapital für Umweltprojekte verfügen und Dutzende riesige Rechenzentren betreiben. Amazon verweist auf Anfrage nur auf ein Abwärmeprojekt in Irland, Facebook lediglich auf eines in Dänemark (siehe Kasten). Google erklärte auf Anfrage, dass man die Abwärme „wann und wo immer möglich“ selbst nutze und sich auch für „zusätzliche Möglichkeiten der Wiederverwendung von Abwärme“ einsetze. Konkreter wurde der Konzern nicht.

Experten sehen allerdings noch eine große Chance, künftig mehr Abwärme zu verwenden: die direkte Wasserkühlung von Servern, wie sie Cloud&Heat im Frankfurter Eurotheum einsetzt. Dabei führen die Wasserleitungen direkt über die Mainboards der Server. Mit dieser Metho-

de erzeugen Rechenzentren in der Regel Wasser mit einer Temperatur von mehr als 55 Grad Celsius. Damit können Wohnungen oder Büros direkt geheizt werden, ohne stromfressende Wärmepumpe.

Auch für den Rechenzentrumsbetreiber selbst kann sich Wasserkühlung lohnen. Die Technik ist aufgrund der höheren Dichte und Wärmekapazität des Mediums deutlich effizienter als Luftkühlung. Cloud&Heat spart dadurch in seinem Eurotheum-Rechenzentrum nach eigenen Berechnungen jährlich etwa 190.000 Euro an Stromkosten ein. Trotzdem ist Wasserkühlung bislang die Ausnahme, denn es gibt zahlreiche technische Herausforderungen.

Wasseraufwand

Auf der Ebene des einzelnen Servers ist es aufwendig, sämtliche Wärmequellen an den Kühlkreislauf anzubinden. Mit einem Tausch der Prozessorkühler ist es nicht getan: Die Prozessoren sind zwar (außer etwaigen Rechenbeschleunigern) meistens die stärksten Hitzequellen, aber bei Weitem nicht die einzigen. Auch Mainboard-Chipsatz, RAM-Riegel, SSDs, Festplatten, Hostadapter sowie die Spannungswandler auf dem Mainboard und in den Netzteilen benötigen Kühlung.

Man muss also entweder mit einer Kombination aus Wasser- und Luftkühlung leben und kann nur einen Teil der Abwärme leicht wiedernutzen. Oder man baut aufwendige Kühlsysteme ein, die alle wichtigen Bauteile berühren. Das wiederum kostet zusätzliches Geld, bringt höheres Gewicht mit sich und steigert den Wartungsaufwand, weil man an manche Bauteile schlechter herankommt. Das Gewicht ist kritisch, weil Serverschränke insgesamt nicht zu schwer sein dürfen, wenn sie auf einer Doppelbodenkonstruktion stehen.

Eine Alternative zur Ausrüstung jedes einzelnen Servers mit Flüssigkeitskühlern ist die Immersionskühlung, bei der man den ganzen Server oder komplette Racks in ein elektrisch nichtleitendes Kühlmittel eintaucht. Auch diese Technik kommt seit Jahren zum Einsatz, etwa mit Mineralöl oder inerten Spezialflüssigkeiten. Der Einsatz von Hunderten Litern Öl verlangt aber starken Schutz vor Bränden und Lecks; Spezialflüssigkeiten sind teuer und manche haben hohes Treibhauspotenzial.

Solche Probleme lassen sich zwar lösen, aber das lohnt sich nicht für jeden Anwendungsfall. Colocation-Rechenzentren sind etwa darauf ausgelegt, dass frem-

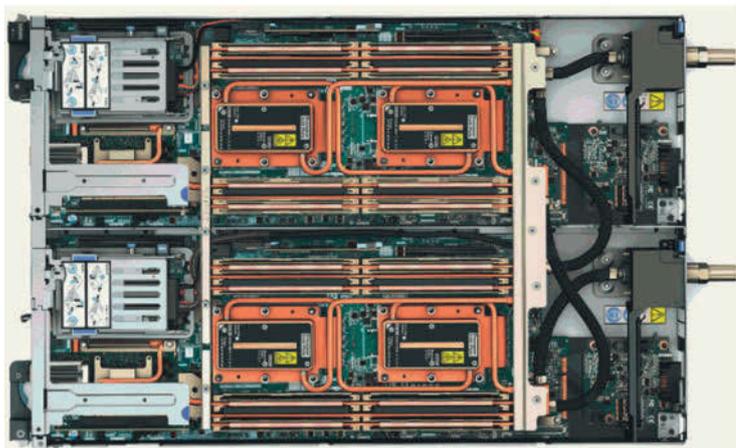


Bild: Lenovo

Die aufwendigen Klempnereien im Lenovo ThinkSystem SD650 zeigen, dass sich Wasserkühlung nicht bei jedem beliebigen Server leicht nachrüsten lässt.

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

Wo Abwärme aus Rechenzentren heute schon genutzt wird

Cloud&Heat baut seit seiner Gründung im Jahr 2011 Rechenzentren mit Wasser-Direktkühlung und Abwärmenutzung. Mittlerweile hat das Dresdner Unternehmen das Konzept an mehreren Standorten umgesetzt, zum Beispiel im Frankfurter Eurotheum-Hochhaus. An einem Vattenfall-Standort in der Nähe von Stockholm betreibt Cloud&Heat seit Kurzem ein Rechenzentrum, das aus zwei Containern besteht. Die Abwärme wird direkt in das örtliche Fernwärmenetz eingespeist.

Die gleiche Idee hat Asetek realisiert, ein dänischer Hersteller von Systemen für Wasserkühlung mit 100 Mitarbeitern. Seit Anfang 2020 fließt 60 Grad heißes Wasser aus dem hauseigenen Asetek-Rechenzentrum in das Fernwärmenetz der Stadt Aalborg. Die Wärmemenge reicht nach Angaben von Asetek für fünf bis sieben Privathaushalte aus.

In den meisten größeren Rechenzentren werden die Server mit Luft gekühlt, sodass die Abwärme mit Wärmepumpen auf ein höheres Temperaturniveau gebracht werden muss. Ein Beispiel für diese Technik findet sich seit 2019 in Braunschweig: Dort leitet ein Rechenzentrum von Volkswagen Financial Services seine Abwärme an ein Neubaugebiet weiter.



Bild: Meta

Das 50.000 Quadratmeter große Rechenzentrum von Facebook im dänischen Odense speist Abwärme in das örtliche Fernwärmenetz ein und heizt so Tausende Gebäude.

In Hamburg heizt ein Rechenzentrum des Colocation-Anbieters Akquinet seit 2021 eine benachbarte Turnhalle. Dafür wird nur ein Bruchteil der gesamten Wärmeleistung der Server benötigt, die Akquinet mit 1,1 bis 2 Megawatt angibt. „Wir würden gerne mehr Wärmeenergie abgeben. Das gestaltet sich in Deutschland bisher allerdings schwierig, unter anderem wegen der räumlichen Entfernung zu möglichen Wärmeabnehmern“, sagt Piet Wienke von Akquinet.

Um größere Dimensionen geht es bei einem Rechenzentrum von Facebook im dänischen Odense. Dieses heizt mit jährlich 100.000 Megawattstunden ein Krankenhaus sowie „Tausende anderer Gebäude“ in der Umgebung. Dem Konzern zufolge würde die Wärmemenge umgerechnet für 6900 durchschnittliche Haushalte ausreichen. Der Strom für die nötigen Wärmepumpen komme zu 100 Prozent aus erneuerbaren Quellen.

Amazon, der weltgrößte Cloud-Dienstleister, hat ein ähnliches Projekt in Irland umgesetzt. Ein AWS-Rechenzentrum in der Nähe von Dublin heizt etwa 50.000 Quadratmeter Büro- und Gewerbefläche sowie 135 Wohnungen.

Als weltweit führend beim Thema Abwärmenutzung gilt allerdings Stockholm. Dort sind nach Angaben der Stadt bereits 30 Rechenzentren an das Fernwärmenetz angeschlossen. Auch dort kommen Wärmepumpen zum Einsatz.

Ein exotischeres Konzept verfolgt das deutsche Start-up Windcloud. Es hat auf das Dach seines kleinen Rechenzentrums im nordfriesischen Enge-Sande eine Algenfarm gesetzt, in die die warme Abluft der Server geblasen wird. Die Algen sollen CO₂ aus der Luft binden und obendrein als Nahrungsergänzungsmittel vermarktet werden. Details wollte Windcloud auf Anfrage nicht verraten – man strukturiere das Unternehmen zurzeit um, hieß es auf Anfrage.



Bild: Meta

Die nötigen Wärmepumpen werden vom dänischen Unternehmen Fjernvarme Fyn betrieben.

de Kunden darin ihre jeweils eigene Hardware betreiben. Das Geschäftsmodell zielt also darauf ab, eine wilde Mischung von Servern, Speichersystemen und Netzwerktechnik verschiedener Hersteller und Fertigungsgenerationen unter einem Dach zu betreiben. Das macht eine Umrüstung auf direkte Flüssigkühlung sehr schwierig.

Billige Freikühlung

Mehr als die Hälfte aller Serverprozessoren wird an Cloudrechenzentren verkauft, dort fällt also weltweit wohl auch der größte Teil der Abwärme aus Servern an. Viele der gewaltigen Hyperscale-Rechenzentren der Cloudgiganten Google, Amazon, Microsoft, Apple und Facebook sind auf möglichst billige „Freikühlung“ mit Luft ausgelegt, möglichst ohne Kältemaschinen oder Wasserpumpen. Deshalb packt man die Maschinen weniger dicht und nimmt eine größere Fläche in Kauf. Das ist genau das Gegenteil dessen, worauf direkte Wasserkühlung für möglichst hohe Kühlmitteltemperaturen abzielt.

Auch Jens Struckmeier, der Technikchef von Cloud&Heat, sieht noch Herausforderungen. Momentan seien wassergekühlte Server noch etwas teurer als luftgekühlte, was vor allem an den geringeren Stückzahlen liege. Außerdem sei die Technik noch nicht ausreichend normiert, zum Beispiel gebe es noch keinen allgemein akzeptierten Standard für den Wasseranschluss am Serverack. Aber auch die Psychologie spiele eine wichtige Rolle: „Die Angst vor Wasser im Rechenzentrum ist groß, obwohl die Gefahr einer Leckage extrem gering ist“, sagt Struckmeier im Gespräch mit c't.

Dennoch registriert Struckmeier einen Trend zur Wasserkühlung. Universitäten und Forschungseinrichtungen setzen stärker auf die Technik, und immer mehr Hersteller böten wassergekühlte Server ab Werk an. Einige Rechenbeschleuniger für Supercomputer verheizen mehr als 400 Watt auf wenigen Quadratzentimetern Fläche, sodass nur noch eine Wasserkühlung sinnvoll funktioniert.

Wasserkühlung fördern

Bela Waldhauser, Deutschlandchef des Colocation-Anbieters Telehouse, sieht Wasserkühlung ebenfalls als „die Technik der Zukunft“. Aktuell verlange zwar noch keiner seiner Kunden die Technik. Doch die Vorteile in puncto Effizienz und Abwärmenutzung seien „eklatant“. In künftige Fernwärmenetze, die mit relativ niedrigen Temperaturen arbeiten, könne man das 50 bis 60 Grad Celsius heiße Wasser aus den Rechenzentren direkt einspeisen.

Aus Sicht des Umweltbundesamts ist wichtig, dass Rechenzentren effizienter mit Energie umgehen. Dabei könne Wasserkühlung helfen, sagt Marina Köhn, Green-IT-Expertin der Behörde. Hinzu käme der Vorteil der leichteren Abwärmenutzung. Köhn bringt deshalb eine staatliche Förderung ins Spiel, die „klimafreundliche Flüssigkühlung“ bei der Markteinführung und -verbreitung unterstützt. (cwo@ct.de) **ct**

NeRZ-Studie: ct.de/yv1w

Goodbye Routinejobs

Hello Automatisierung!



Heft + PDF
mit 29% Rabatt

In diesem Sonderheft erfahren Sie u.a. mit welchen Tools und Arbeitsabläufen Sie **Routinejobs im Rechenzentrum automatisieren** können und noch mehr:

- ▶ GitOps: Modernes Infrastructure as Code
- ▶ Multi-Cloud-Betrieb effizient gestalten
- ▶ Das Netz mit Python steuern
- ▶ **Inkl. Tutorial:** Ansible an die eigenen Bedürfnisse anpassen
- ▶ Für Abonnenten portofrei

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

 shop.heise.de/ix-komp-rechenzentrum21

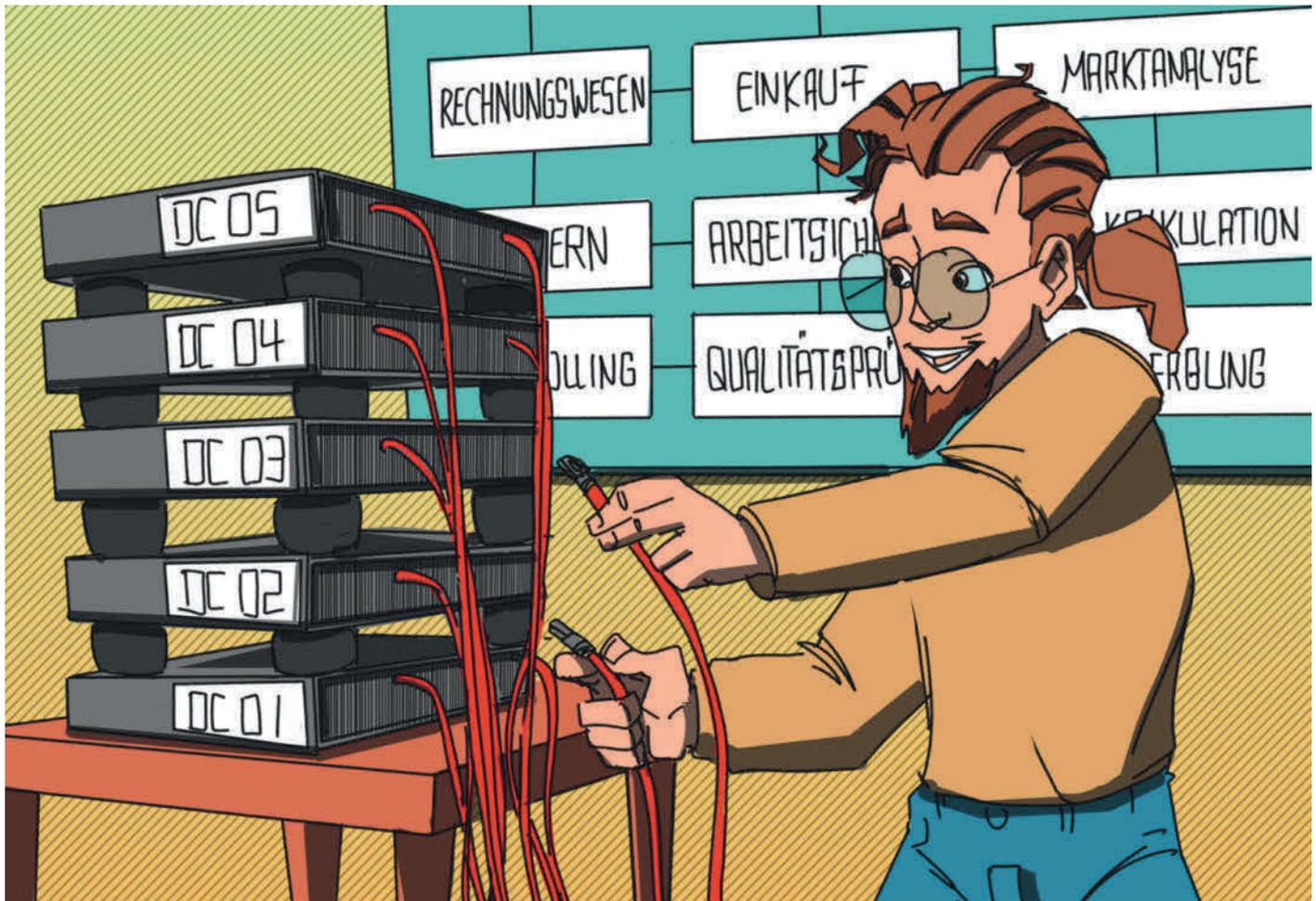


Bild: Thorsten Hübner

FSMO & Co.

Wie das Active Directory redundant läuft

Microsofts Active Directory ist die Schaltzentrale in vielen großen Netzwerken, sodass selbst kurze Ausfälle den gesamten Betrieb lahmlegen und Geld kosten. Daher sollten immer mehrere Server als Domaincontroller im Team arbeiten. In kleinen Umgebungen ist das schnell eingerichtet – und auch für große Netze hat Microsoft da schon mal etwas vorbereitet.

Von Jan Mahn

Admins von Organisationen, die viele Benutzer, Gruppen und Windows-Computer verwalten müssen, schätzen die Funktionen des Active Directory, das tief in Windows Server und die Desktop-Windows-Ausgaben integriert ist. Nachdem eine Domäne mit Benutzern und Gruppen eingerichtet ist, sind Gruppenrichtlinienobjekte (Group Policy Objects, GPO) der nächste Schritt zum zentral verwalteten Netzwerk. Eine Einführung ins Active Directory lesen Sie in [1] und mehr über GPOs in [2]. So praktisch eine zentrale Steuerung auch ist: Fällt der Domaincontroller (DC) aus, geht schlagartig vieles nicht mehr. Eine Domäne läuft zwar grundsätzlich auch auf einem einzelnen DC, das ist aber alles an-

dere als empfehlenswert. Schon ein Neustart des DC nach einem Windows-Update würde Ausfälle für alle Nutzer bedeuten. Deshalb gilt es, jegliche Unterbrechungen beim Betrieb des Active Directory zu vermeiden, was nur funktioniert, wenn man sich nicht auf einen einzelnen Domaincontroller verlässt.

Rudeltiere

Mit der Anforderung, das Active Directory (AD) auf mehrere Schultern zu verteilen, sind Sie bei Weitem nicht allein. Die Microsoft-Entwickler haben sich ein komplexes Verfahren ausgedacht, um das AD redundant zu betreiben. Die Datenbank mit Nutzern, Computern und Gruppen wird dann auf mehreren Servern synchron gehalten (repliziert). Gleichzeitig haben die Erfinder berücksichtigt, dass Organisationen sehr groß werden und Niederlassungen überall auf dem Globus betreiben können. Sobald man so dezentral organisiert ist und nur per Internet (über ein VPN) mit dem Rest des Unternehmens verbunden ist, wird jede Replikation zwangsläufig kompliziert – bestenfalls soll

das lokale Netz auch dann weiter funktionieren, wenn die Verbindung zur Konzernzentrale temporär ausfällt.

Bevor Sie mit der Einrichtung mehrerer Domaincontroller loslegen, brauchen Sie einen Überblick, welche Aufgaben jeder Server übernehmen kann. Damit die Replikation für möglichst viele Gegebenheiten sinnvoll eingerichtet werden kann, hat sich Microsoft nämlich insgesamt fünf Rollen ausgedacht, von denen jeder Domaincontroller mehrere ausfüllen kann. Solange Sie ein AD nur auf einer Maschine betreiben, ist das einfach: Alle Rollen liegen dann auf diesem Server. Sobald der zweite Server dazu kommt, kann die Arbeit aufgeteilt werden. Bei Microsoft heißt dieses Prinzip „Flexible Single Master Operations“ (FSMO) und die Bezeichnung FSMO-Rolle ist in Adminkreisen recht verbreitet. Das Wort „Master“ verrät, dass es trotz replizierter Informationen stets eine Autorität gibt, die Auskünfte über die derzeit geltende Wahrheit geben kann, ohne sich mit anderen abzustimmen. Wer den Master fragt, bekommt jederzeit schnell eine gültige Antwort. Jede Master-Rolle ist dabei für einen Themenbereich zuständig.

Auf Ebene der Gesamtstruktur (der Ebene oberhalb der Domäne) gibt es zwei solcher Rollen, die jeweils nur ein Server gleichzeitig haben kann. Recht unspektakulär ist der Domain-Naming-Master (Domänenbenennungs-Master). Der Server mit dieser Rolle stellt sicher, dass niemand eine Domäne einrichtet, deren Name in der Gesamtstruktur schon vergeben ist. Nur er kann zuverlässig sagen, ob ein gewählter Domänenname schon in Benutzung ist. Kontakt zu einem Server mit dieser Rolle braucht man also immer, wenn man eine neue Domäne anlegen will, also selten. Etwas häufiger gefragt ist der sogenannte Schema-Master. Dieser verwaltet die Schemas der Objekte und wird immer gebraucht, wenn man diese Objektschablonen verändert. Das kommt zum Beispiel vor, wenn man eine Software installiert, die tief ins Active Directory integriert ist, neue Datenfelder braucht und während ihrer Installation Schemaerweiterungen platziert (wie etwa Microsofts Exchange). Auch den Schema Master gibt es nur einmalig in einer Gesamtstruktur.

In einer kleinen Umgebung liegen diese beide Rollen auf einem der Domaincontroller. Wenn man nichts unternimmt, auf dem zuerst eingerichteten, und bestenfalls muss man sich nie wieder damit beschäftigen, dass es die Rollen überhaupt

gibt. Fällt der erste DC mit diesen Rollen unrettbar aus, muss man die Rollen von einem anderen übernehmen lassen – dazu später mehr. Eine solche Rettung ist aber nicht dringend, einen Ausfall bemerkt zunächst kein Nutzer bei der täglichen Arbeit, Anmeldungen und GPO-Verarbeitung laufen ohne einen Server mit diesen Rollen weiter.

In großen Unternehmen, die mit mehreren Domänen an ihren Standorten arbeiten, liegen die beiden Gesamtstrukturrollen auf einem zentralen Server, zum Beispiel im Rechenzentrum der Firmenzentrale. Es reicht aus, wenn die Domaincontroller in den Niederlassungen ihn durch ein VPN über das Internet erreichen. Weil die Rollen nur in seltenen Fällen angefragt werden, bremst die Internetverbindung das Tagesgeschäft nicht aus und auch temporäre Internetausfälle stören nicht.

Domänenrollen

Drei weitere Master-Rollen existieren in jeder Domäne. In kleinen Umgebungen, zum Beispiel mit drei Domaincontrollern und nur einer Domäne in der Gesamtstruktur, ist die Aufteilung weiterhin unspektakulär und auch diese Rollen können zusammen mit den beiden Gesamtstruktur-Rollen auf dem ersten Domaincontroller liegen.

Für das Anlegen von Objekten von Bedeutung ist der RID-Master. Jeder Computer, jede Gruppe und jeder Benutzer bekommen im Active Directory einen eindeutigen Bezeichner, Security Identifier (SID) genannt. Dieser ist tief in Windows verwurzelt und kommt dort unter anderem für Berechtigungen zum Einsatz. Benutzernamen, Anzeigenamen und Position im Active Directory können sich ändern, die SID bleibt erhalten. Eine SID sieht zum Beispiel folgendermaßen aus: S-1-5-21-3623811015-3361044348-30300920-1234. Der Block

„-21-“ zeigt an, dass es sich um einen Domänen-Account handelt. Es folgt ein Bezeichner für die Domäne. Der letzte Block, hier „-1234“, ist der Relative Identifier (RID). Er wird bei jedem neuen Objekt inkrementiert und muss in der Domäne einmalig sein. Damit mehrere DCs neue Objekte anlegen können, ohne sich mit allen anderen darüber beraten zu müssen, welche RID zuletzt vergeben wurde, teilt der RID-Master allen Domaincontrollern seiner Domäne vorab Blöcke zu, aus denen sie sich bedienen können. Einen Ausfall des RID-Masters bemerkt man also erst, wenn ein Domaincontroller seinen Block aufgebraucht hat und neue RIDs bestellen will. In den Standardeinstellungen bekommt jeder DC 500 RIDs vom RID-Master zugeteilt und weitere 500, wenn er die Hälfte seines Kontingents verbraucht hat. In der typischen Domäne eines mittelständischen Unternehmens, in der im Monat wenige neue Mitarbeiter einen Account bekommen sollen, kommt man demnach lang ohne einsatzbereiten RID-Master aus.

Regelmäßig gefragt ist der sogenannte PDC-Emulator. Die Abkürzung PDC (Primary Domain Controller) stammt noch aus grauer NT4-Domänen-Vorzeit, als der PDC der einzige Server war, der Änderungswünsche an Objekten entgegennehmen konnte. Die anderen Domaincontroller hießen „Backup Domain Controller“, bekamen nur Kopien der Datenbank und konnten lediglich lesende Anfragen beantworten. Mit dem FSMO-Konzept ist damit Schluss, alle Server nehmen Schreibaufträge an und replizieren die Änderungen. Der PDC-Emulator hat aber unter den Domaincontrollern weiterhin ein paar Sonderrollen: Zunächst ist er fürs Abgleichen der Uhren seiner Kollegen zuständig – eine gemeinsame Zeitbasis ist beim Replizieren unerlässlich. Außerdem bekommt er immer als erster eine Nach-

```
Administrator: Eingabeaufforderung
Microsoft Windows [Version 10.0.17763.737]
(c) 2018 Microsoft Corporation. Alle Rechte vorbehalten.

C:\Users\Administrator>netdom query fsmo
Schemamaster           WIN-06PTNVAORR.test.local
Domänennamen-Master   WIN-06PTNVAORR.test.local
PDC                    WIN-06PTNVAORR.test.local
RID-Pool-Manager      WIN-06PTNVAORR.test.local
Infrastrukturmaster   WIN-06PTNVAORR.test.local
Der Befehl wurde ausgeführt.

C:\Users\Administrator>dsquery server -hasfsmo pdc
"CN=WIN-06PTNVAORR,CN=Servers,CN=Default-First-Site-Name,CN=Sites,CN=Configuration,DC=test,DC=local"

C:\Users\Administrator>
```

Der Befehl netdom in der Eingabeaufforderung listet alle Rolleninhaber auf. Braucht man den DistinguishedName, hilft dsquery.

richt, wenn ein anderer DC eine Kennwortänderung angenommen hat. Bis sich diese bei allen anderen DCs rumgesprochen hat, kann es schlimmstenfalls ein paar Minuten dauern. Versucht sich in diesem Zeitfenster ein Benutzer an einem anderen DC anzumelden und bemerkt dieser ein falsches Kennwort, fragt er umgehend beim PDC-Emulator nach, ob es vielleicht eine Kennwortänderung gab und probiert es damit erneut. Dieses Konstrukt ist also ein Kompromiss aus Benutzerfreundlichkeit und Lastenteilung. Ein kurzer Neustart des PDC-Emulators ist zu verschmerzen; sofern möglich legt man das Wartungsfenster aber außerhalb der Hauptnutzungszeit. Sollte der Server mit der PDC-Emulator-Aufgabe unrettbar defekt sein, muss man zügig handeln und die Aufgabe einem anderen Server zuweisen.

Der Infrastruktur-Master ist nur dann gefragt, wenn es in einer Gesamtstruktur mehrere Domänen gibt. Dann ist es nämlich möglich, dass Nutzer Mitglied in Gruppen anderer Domänen sind und

nötig, dass Namen von Nutzern aus anderen Domänen aufgelöst werden. Damit das effizient gelingt, gibt es ein weiteres Konzept – den Globalen Katalog (Global Catalog, GC). Er enthält eine Kopie mit den grundlegenden Informationen sämtlicher Objekte der Gesamtstruktur. Verständlich wird das am Beispiel eines Unternehmens, das drei Standorte in Europa hat. An jedem arbeiten einige hundert Mitarbeiter, und jeder Standort hat eine eigene Domäne (berlin.example.org, wien.example.org und bern.example.org). In jedem der drei Netze stehen drei Domaincontroller, die zunächst nur die Datensätze ihrer eigenen Domain verwalten und replizieren – das ist ja der Sinn der Domänenaufteilung. Einer der drei Server an jedem Standort hält je eine Kopie des Globalen Katalogs. Er wird im internen Netz zum Beispiel befragt, wenn in Berlin in einer Gruppenliste der Vor- und Nachname eines Mitarbeiters aus Wien dargestellt werden muss. Die lokale Katalogkopie spart viele Anfragen, die quer

durch Europa geschickt werden müssten. Theoretisch kann man jeden DC einer Domäne zum Katalogserver ernennen – das erhöht aber den Speicherplatz- und Replikationsbedarf und damit den Netzwerkdurchsatz. Eine Kopie des GC pro Standort ist meist die beste Wahl.

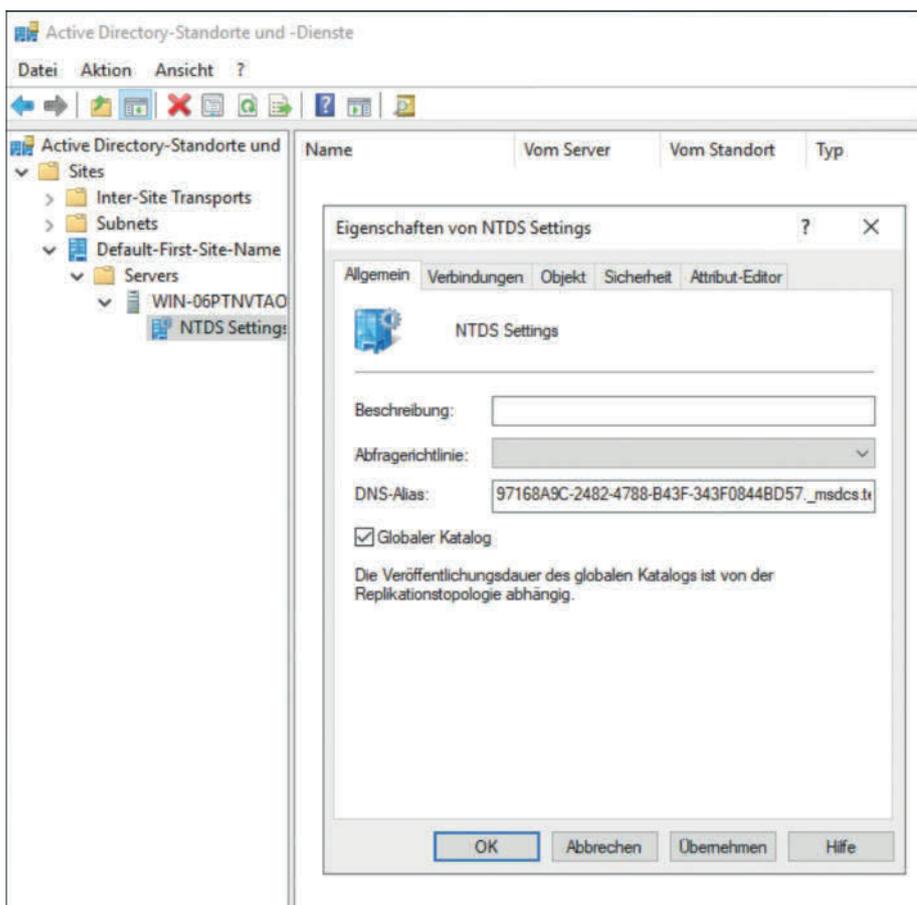
Wie Sie die FSMO-Rollen verschieben, lesen Sie im Abschnitt „Bist du nicht willig“, den Globalen Katalog können Sie per grafischer Oberfläche auf einem Server aktivieren. Der Dialog ist aber gut versteckt: Öffnen Sie auf dem Domaincontroller die Anwendung „Active Directory-Standorte und -Dienste“ (in die Suche eintippen). Hangeln Sie sich dort in der Baumstruktur über den Namen Ihres Standortes, den Punkt „Servers“ und Ihren Servernamen zu „NTDS Settings“ durch. Mit einem Rechtsklick darauf erreichen Sie „Eigenschaften“ und können dort den Haken für den Globalen Katalog setzen. Die Replikation kann sich je nach Netzwerkverbindung und Organisationsgröße über Stunden ziehen.

Katalogverwalter

Die Rolle des Infrastruktur-Masters ist eng verbunden mit dem Globalen Katalog. Seine Aufgabe: Unterschiede zwischen Globalem Katalog und seinem eigenen Datenbestand erkennen und lokal in der Domäne umsetzen. Er würde es zum Beispiel mitbekommen, wenn ein Nutzer, der in einer organisationsweiten Gruppe steckt, im Globalen Katalog gelöscht wurde, und ihn in seiner eigenen Domain aus dieser Gruppe entfernen. Diese Änderung würden die anderen DCs per Replikation mitbekommen und ihn auch tilgen – so bleiben die Server synchron.

Die Infrastruktur-Master zu positionieren, ist nicht ganz trivial, grundsätzlich gilt: Jede Domäne braucht einen Infrastruktur-Master. Sofern Sie nur eine Domäne haben, brauchen Sie keinen Gedanken an dieses Thema zu verschwenden. Die Rolle liegt auf dem ersten DC und hat (wie der Globale Katalog) keine Funktion.

Wenn Sie in der Gesamtstruktur mehrere Domänen haben, gibt es zwei Möglichkeiten, aus denen Sie für jede Domäne einzeln auswählen: Haben Sie sich dafür entschieden, dass in einer Domäne alle DCs den Globalen Katalog führen, ist es unerheblich, welcher die Infrastruktur-Master-Rolle bekommt. Sobald auch nur einer der DCs einer Domäne den Globalen Katalog nicht führt (was ja durchaus empfohlen ist), gilt für diese Domäne eine Son-



Gut versteckt: Den Globalen Katalog weist man über das Werkzeug „Active Directory-Standorte und -Dienste“ einem oder mehreren Domaincontrollern zu.

derregel: Der Infrastruktur-Master darf dann nicht gleichzeitig eine Kopie des Globalen Katalogs haben. Um die Regel zu verstehen, muss man etwas um die Ecke denken und vor allem wissen, dass der Globale Katalog keine separate Datenbank ist, sondern zusammen mit den eigenen AD-Objekten gespeichert wird. Hat ein Server den Globalen Katalog, liegen fremde Objekte (wenn auch nur als Teilkopie) stets aktuell in seiner Datenbank. Der Infrastruktur-Master ist technisch so umgesetzt, dass er Abweichungen zwischen Globalem Katalog und eigener Datenbank erkennt und an die anderen DCs weitergibt – hat ein Server beide Funktionen, würde er immer seine eigenen Daten mit sich selbst vergleichen und demnach niemals eine Änderung bemerken, die er an die Kollegen weitergeben müsste. Opfer dieser Informationslücke wären daher die DCs in der Domäne, die weder Globalen Katalog noch Infrastruktur-Master-Rolle haben. Sobald Sie eine dezentrale Infrastruktur haben, müssen Sie die Infrastruktur-Master-Rolle an jedem

Standort auf einen freien DC verschieben – dazu später mehr.

Keine Panik

Wenn Sie nach der Lektüre über die FSMO-Rollen angesichts der Komplexität die Lust verloren haben, das Active Directory redundant zu betreiben, gibt es gute Nachrichten: In einem Unternehmen mit einem Standort und einer Domäne ist die Welt vergleichsweise einfach. Wenn Sie aktuell nur einen DC in Betrieb haben, installieren Sie eine weitere Maschine mit Windows Server und geben ihr über den Server-Manager die Active-Directory-Rolle (wie in [1] beschrieben). Der grafische Assistent, über den Sie den Server im Anschluss zum DC hochstufen, fragt Sie im Verlauf, ob Sie eine neue Gesamtstruktur oder Domäne anlegen, oder ihn zu einer bestehenden Domäne hinzufügen wollen. Wählen Sie letztere Option, dann ist Ihr Active Directory mit wenigen Klicks redundant und Ihre Windows-Clients befragen ab sofort auch den neuen Server.

Windows-Updates installieren Sie am besten nacheinander und beginnen auf den anderen DCs. Der zuerst eingerichtete DC ist Rolleninhaber aller FSMO-Rollen und zuletzt dran, wenn Sie sich sicher sind, dass das Windows-Update auf den anderen DCs keine schweren Nebenwirkungen hatte. Bestenfalls starten Sie ihn nach Feierabend neu.

Einblick in die Rollenverteilung brauchen Sie entweder, wenn Ihre Umgebung größer wird, neue Standorte und Domänen hinzukommen, wenn Sie einen FSMO-Rolleninhaber für längere Zeit (Stunden oder Tage) für Wartungsarbeiten abschalten müssen – oder wenn er den Dienst verweigert.

Bist du nicht willig

Wie fast immer in Windows gibt es mehrere Wege, um auf eine Einstellung zuzugreifen. Auch die FSMO-Rollen kann man per Kommandozeile, per PowerShell und (zumindest teilweise) auch per grafischer Oberfläche verwalten. Am

WordPress für Einsteiger

Workshop | 24. Februar 2022, 9:00 – 17:00 Uhr



WordPress hat sich von einem simplen Blogging-System zum bei weitem populärsten CMS der Welt gemausert. Mit den Fähigkeiten des Systems wuchs aber auch seine Komplexität. Unser praxisorientierter Workshop richtet sich an Neu- und Quereinsteiger in WordPress und bietet eine grundlegende und fundierte Einarbeitung. Denn nicht jede Anleitung im Internet ist wirklich gut und passt auch zum aktuellen Stand der Software.

Im Verlauf des Workshops lernen Sie WordPress Schritt für Schritt kennen und schließen jede Lektion mit einer Praxisübung ab. Der Kurs gliedert sich in die Arbeitsschritte:

- Installation
- Rundgang durchs Backend
- Erste Schritte als Autor/Redakteur
- Erste Schritte als Administrator



Jetzt
Workshop-
Platz
sichern!

Referent:
Vladimir Simović

heise-events.de/workshops/wordpress

schnellsten kommen Sie auf der Kommandozeile zu einer Liste aller aktuellen Rolleninhaber:

```
netdom query fsmo
```

Wenn Sie den vollen DistinguishedName (also den Namen inklusive der Position des Objekts im Active Directory) eines Rolleninhabers brauchen, kommen Sie mit dsquery zum Ziel:

```
dsquery server -hasfsmo pdc
```

Den letzten Parameter können Sie gegen pdc, rid, infr, name und schema tauschen, um die anderen Rolleninhaber zu sehen. PowerShell-Fans, die die Informationen für Skripte und Reports brauchen, kommen mit Get-ADDomain und Get-ADForest an die Rolleninhaber von Domäne und Gesamtstruktur.

Rollen können auf zwei Wegen den Besitzer wechseln: per Übergabe oder per Übernahme. Klingt spitzfindig, ist aber entscheidend. Eine Übergabe ist ein einvernehmlicher Akt, bei dem beide Server (bisheriger und neuer Inhaber) online und intakt sind. Wenn man plant, etwas an der Struktur zu optimieren, wählt man immer dieses Mittel. Nicht nötig, obwohl immer mal wieder in Foren diskutiert, ist es, vor jedem Neustart und jeder Update-Instal-

lation per Hand die FSMO-Rollen zu übernehmen. Das wäre in den allermeisten Fällen übertrieben.

An einer Übernahme sind nicht beide Server beteiligt. Sie ist das letzte Mittel, wenn der bisherige Rolleninhaber unrettbar offline ist. Bei einer Übernahme ermächtigen Sie einen anderen Server, diese Rollen zukünftig zu bekleiden. Entscheidend dabei: Der bisherige Inhaber darf danach nie wieder im Netzwerk auftauchen, nicht heute und nicht in ein paar Jahren versehentlich. Selbst wenn Sie es später schaffen sollten, beispielsweise die defekte virtuelle Maschine doch noch zu booten – nach der Übernahme der Rollen ist der Zug abgefahren. Zwei Server in einer Domäne, die sich zum Rolleninhaber derselben Rolle erklären, sind der sichere Weg ins Chaos: Alte Daten, längst geänderte Kennwörter und unangenehme Replikationsprobleme sind die Folge. Schlimmstenfalls endet das mit langwierigem Gefummel im ADSI-Editor.

Eine friedliche Übergabe starten Sie am bequemsten per PowerShell (mit administrativen Rechten) auf einem der Domaincontroller. Empfehlenswert ist es in jedem Fall, zunächst mal in einer Experimentierumgebung die Befehle auszuprobieren, bevor Sie sich an die produktive Domäne machen. Zuständig für die Rollenverschiebung ist der PowerShell-Befehl

Move-ADDirectoryServerOperation. Um zum Beispiel die Rollen des Betriebsmasters und des PDC-Emulators auf einen Server mit dem Namen DCO2 zu verschieben, setzen Sie folgenden Befehl auf einem der DCs (oder einer anderen Maschine, auf der die AD-Verwaltungswerkzeuge RSAT installiert sind) ab:

```
Move-ADDirectoryServerOperation ↵
↳ MasterRole -Identity "DC02" ↵
↳ -OperationMasterRole,PDCEmulator
```

Wer nicht gern viel tippt, schreibt nur move-add, betätigt zweimal die Tab-Taste und lässt die PowerShell den Befehl automatisch vervollständigen. Mehrere Rollen können Sie per Komma an den Befehl anhängen, die Werte für die fünf Rollen heißen PDCEmulator, RIDMaster, InfrastructureMaster, DomainNamingMaster und SchemaMaster. In dieser Reihenfolge haben die Rollen auch Nummern von 0 bis 4, die Sie statt der langen Namen einsetzen können.

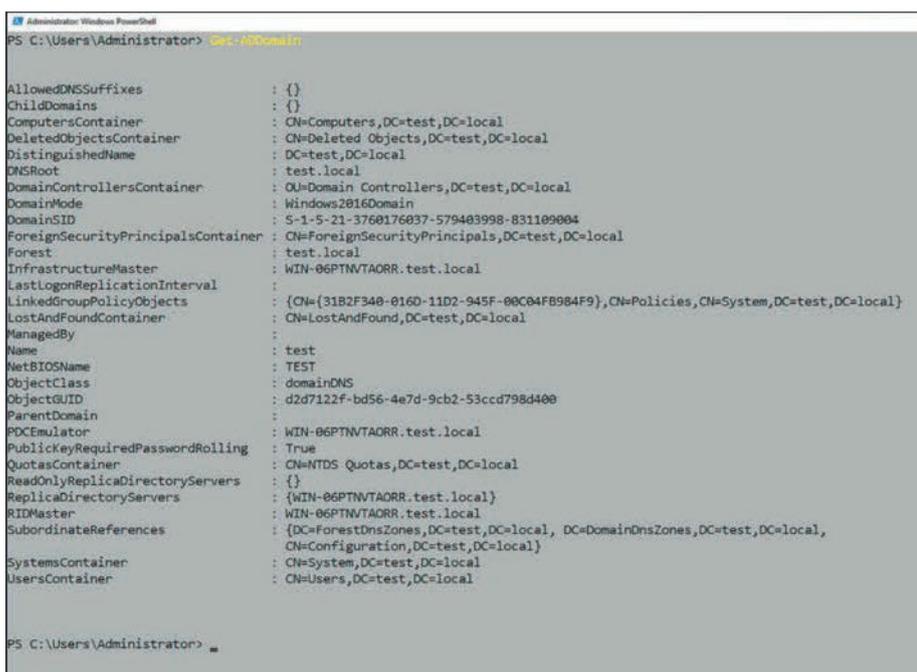
Sofern beide Server online und bereit sind, meldet der PowerShell-Befehl schnell Vollzug und die Operation ist erledigt. Wenn das nicht gelingen will, verabschieden Sie sich vom alten Rolleninhaber, fahren ihn für immer herunter (verbannen die virtuelle Festplatte mit einem Sicherheitshinweis versehen ins Archiv, damit niemand den Server später startet) und hängen den Parameter -Force an den PowerShell-Befehl an. Dass die Übernahme erfolgreich war, zeigt ein erneuter Aufruf von netdom oder dsquery.

Einfacher als gedacht

Ein redundantes Active Directory sollte weder Schmerzen noch schlaflose Nächte bereiten. Im Gegenteil – auf mehrere Schultern verteilt, läuft das System zuverlässiger, und auch Updates mit Neustarts sind kein Problem. Hat man die Aufgaben der fünf FSMO-Rollen und des Globalen Katalogs einmal verstanden, verlieren auch diese Funktionen ihren Schrecken. Dann steht auch großen Umgebungen mit mehreren Domänen nichts mehr im Weg, in denen an jedem Standort nur die Objekte liegen, die dort auch gebraucht werden. (jam@ct.de) 

Literatur

- [1] Jan Mahn, Sehr aktives Verzeichnis, Das Active Directory macht Windows-Netzwerke beherrschbar, c't 18/2021, S. 142
- [2] Jan Mahn, Richtlinienkompetenz, Windows-Clients mit Gruppenrichtlinien steuern, c't 19/2021, S. 124



```
Administrator: Windows PowerShell
PS C:\Users\Administrator> Get-ADDomain
AllowedDNSSuffixes      : {}
ChildDomains            : {}
ComputersContainer      : CN=Computers,DC=test,DC=local
DeletedObjectsContainer : CN=Deleted Objects,DC=test,DC=local
DistinguishedName       : DC=test,DC=local
DNSRoot                 : test.local
DomainControllersContainer : OU=Domain Controllers,DC=test,DC=local
DomainMode              : Windows2016Domain
DomainSID               : 5-1-5-21-3760176037-579483998-831109004
ForeignSecurityPrincipalsContainer : CN=ForeignSecurityPrincipals,DC=test,DC=local
Forest                  : test.local
InfrastructureMaster    : WIN-06PTNVTADRR.test.local
LastLogonReplicationInterval :
LinkedGroupPolicyObjects : {CN={31B2F340-016D-11D2-945F-00C04FB984F9},CN=Policies,CN=System,DC=test,DC=local}
LostAndFoundContainer  : CN=LostAndFound,DC=test,DC=local
ManagedBy              :
Name                    : test
NetBIOSName            : TEST
ObjectClass             : domainDNS
ObjectGUID              : d2d7122f-bd56-4e7d-9cb2-53ccd798d40e
ParentDomain            :
PDCEmulator            : WIN-06PTNVTADRR.test.local
PublicKeyRequiredPasswordRolling : True
QuotasContainer        : CN=NTDS Quotas,DC=test,DC=local
ReadOnlyReplicaDirectoryServers : {}
ReplicaDirectoryServers : {WIN-06PTNVTADRR.test.local}
RIDMaster               : WIN-06PTNVTADRR.test.local
SubordinateReferences  : [DC=ForestDnsZones,DC=test,DC=local, DC=DomainDnsZones,DC=test,DC=local, CN=Configuration,DC=test,DC=local]
SystemsContainer       : CN=System,DC=test,DC=local
UsersContainer          : CN=Users,DC=test,DC=local

PS C:\Users\Administrator>
```

Auf der PowerShell kommt man mit dem Befehl Get-ADDomain an Details zu den Rolleninhabern. Diese Information kann man mit PowerShell-Mitteln filtern und in Skripten verarbeiten.



MIT Mac & i IMMER EINE NASENLÄNGE VORAUSS

+ Geschenk nach Wahl



z. B. 10 € Amazon.de-Gutschein oder Apple-Watch-Ständer

2x Mac & i mit 35% Rabatt testen!

Mac & i – Das Magazin rund um Apple

- Tipps & Praxiswissen
- Hard- und Softwaretests
- Reports und Hintergründe
- inkl. Club-Mitgliedschaft

Für nur 16,80 € statt 25,80 €

(Preis in Deutschland)

Genießen Sie mit der Mac & i Club-Mitgliedschaft exklusive Vorteile!



Jetzt bestellen:

www.mac-and-i.de/miniabo

✉ leserservice@heise.de ☎ 0541 80 009 120

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



Bild: Albert Hulm

Die Kryptografen des Papstes

Entschlüsselt: Geheime Nachrichten aus dem Vatikan

Kryptografie ist keine Erfindung des Computerzeitalters, und im 16. Jahrhundert war der Vatikan Vorreiter bei der sicheren Datenübertragung. Um dessen Nachrichten zu entschlüsseln, arbeiten heute Informatiker, Kryptologen, Linguisten und Historiker zusammen und stellen fest: Schon ab dem 18. Jahrhundert hatte der Vatikan Fachkräftemangel. Wir zeichnen Geschichte nach.

Von Nils Kopal und Beáta Megyesi

Schon kurz nach der Erfindung der Schrift entwickelten Menschen das Bedürfnis, wichtige geschriebene Informationen so zu verbergen, dass nur bestimmte Empfänger sie lesen können. Innerhalb der letzten viertausend Jahre entwickelte sich daher die Kryptografie, also die Wissenschaft und Kunst des geheimen Schreibens, stetig weiter. Heute liegen viele historische, teilweise mehrere Hundert Jahre alte und rätselhaft verschlüsselte Dokumente in Archiven über die ganze Welt verteilt – zum Beispiel im Vatikanischen Apostolischen Archiv (das früher Geheimarchiv

hieß) oder im Haus-, Hof- und Staatsarchiv in Wien. Experten gehen davon aus, dass – selbst wenn nur ein Prozent aller archivierten Dokumente verschlüsselt sind –, diese zusammengenommen Hunderte Meter Archivgänge füllen würden; ein großer Teil dieser Dokumente ist bis

heute nicht entschlüsselt worden.

Viel Arbeit für die Kryptoanalytiker – die natürlichen Gegenspieler der Kryptografen – die sich

ums Entschlüsseln von verschlüsselten Texten bemühen. Und deren Arbeit wird zusätzlich erschwert: Zumeist sind die verschlüsselten historischen Dokumente

Frisch aus
ct Nerdistan

nicht zentral archiviert, nicht digital zugänglich, über verschiedene Regale und Boxen in den Archiven verstreut und müssen von interessierten Forschern zunächst mühsam zusammengetragen werden. Immer wieder stolpern Historiker über verschlüsselte Dokumente, können aber wenig damit anfangen, weil Entschlüsselung nicht zu ihren geübten Tätigkeiten gehört.

Das DECRYPT-Projekt

Das Entschlüsseln historischer Texte ist eine interdisziplinäre Aufgabe, die weder Historiker noch Informatiker allein bewältigen können. Zu gemeinsamen Erfolgen verhelfen das DECRYPT-Projekt und sein Vorgänger namens DECODE. Ziel der Forschungszusammenarbeit ist, historische Kryptologie in großem Umfang systematisch und interdisziplinär zu erforschen. Geleitet wird das Projekt aus Uppsala in Schweden. Ein Team aus Historikern, historischen und Computer-Linguisten, Philologen, Informatikern und Kryptologen aus Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Israel, den Niederlanden, der Slowakei, Spanien und Ungarn arbeitet gemeinsam an dem Ziel, die verschlüsselte Vergangenheit in Form von originalen Dokumenten zusammenzutragen. Mithilfe von computergestützten Methoden werden sie analysiert und die Ergebnisse einer breiten Öffentlichkeit verständlich nähergebracht. Alle im Projekt erarbeiteten Datensammlungen, Werkzeuge und Ergebnisse stellen sie anderen Forschern für ihre Arbeit mit verschlüsselten Dokumenten zur Verfügung (siehe ct.de/yrsh). Die Herausforderungen, denen sich die Forscher stellen, sind vielfältig: Zunächst müssen Historiker die verschlüsselten Dokumente in den Archiven aufzufindig machen und digitalisieren, zum Beispiel durch Fotografieren oder Scannen.

Die rätselhaften Dokumente, die im Vatikan und anderen europäischen Archiven liegen, werden bei DECRYPT in der zentralen Datenbank DECODE gesammelt. Die Datenbank mit den Metadaten selbst steht öffentlich im Internet, zu finden über ct.de/yrsh. Aus rechtlichen Gründen sind die gescannten Dokumente selbst nicht immer online einsehbar. Die Sammlung enthält mittlerweile mehr als 2500 Manuskripte von einer Seite Länge bis zur Länge eines ganzen Buchs, und für die Recherche gibt es zahlreiche Filteroptionen. Im zweiten Schritt müs-

sen die Forscher digitale Transkriptionen der Dokumente anfertigen, damit diese weiter analysiert und bestenfalls entschlüsselt werden können. Eine digitale Transkription ist eine Textrepräsentation, welche die auf ihm enthaltenen Zeichen möglichst originalgetreu wiedergibt, der UTF8-Zeichensatz bietet sich dafür an. Da es sich um jahrhundertalte Dokumente handelt, ist die Arbeit häufig recht aufwendig. Längst nicht alle Dokumente sind gut erhalten und die kryptischen Zeichen gern mal schwer erkennbar – nicht immer handelt es sich um gewöhnliche Buchstaben oder Zahlen. In vielen Texten bedienten sich die Kryptografen anderer Zeichensysteme und setzten zum Beispiel alchemistische oder astrologische Symbole für den Geheimtext ein.

Um die Transkription zu vereinfachen, entwickeln Informatiker des DECRYPT-Projekts neue Verfahren zur Handschriftenerkennung mit maschinellem Lernen, die das (semi-)automatische Transkribieren der Dokumente zumindest vereinfachen und in Zukunft vielleicht sogar ganz übernehmen. Ganz ohne menschliche Fleißarbeit gelingt es aktuell aber noch nicht, aus den Scans Transkriptionen anzufertigen. Und erst dann können sich Kryptoanalytiker die Chiffren vornehmen und versuchen, sie zu entschlüsseln. Auch dabei lassen sie sich von Software unterstützen, zum Beispiel vom Open-Source-Werkzeug Cryptool 2, das wir bereits ausführlich vorgestellt haben [1].

Vom Vorreiter zum Mittelmaß

In der Renaissance, insbesondere im 16. Jahrhundert, waren die päpstlichen Sekretäre des Vatikans unter den Vorreitern

ct Kompakt

- Schon im 16. Jahrhundert kommunizierte der Vatikan gern verschlüsselt. Die Nachrichten von damals zu knacken, ist auch heute nicht trivial.
- Im DECRYPT-Projekt arbeiten Wissenschaftler vieler Disziplinen zusammen, um historische Kryptografie zu entschlüsseln.
- Algorithmen helfen beim Dechiffrieren, menschliche Denk- und Handarbeit ist aber weiterhin dringend nötig.

der Kryptografie; sie entwickelten die sichersten Chiffren ihrer Zeit. Diese wurden unter anderem zur sicheren Kommunikation mit den apostolischen Nuntiatoren, den in Europa verteilten diplomatischen Vertretungen des Heiligen Stuhls, sowie zum brieflichen Austausch mit den bedeutenden Höfen Europas eingesetzt. Der Vatikan hatte schon im 16. Jahrhundert das, was Unternehmen heute „Chief Information Security Officer“ (CISO) nennen – Verantwortliche für sichere Kommunikation. Zu den bekanntesten päpstlichen Kryptografen gehören Giovanni Battista Argenti und später auch sein Neffe Matteo Argenti. Sie entwickelten in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts und zu Beginn des 17. Jahrhunderts viele der Chiffren, die im Vatikan in dieser Zeit in Gebrauch waren. Diese zu entschlüsseln, reizt Forscher schon lange: Bereits Anfang des 20. Jahrhunderts sammelte der Historiker Aloys Meister eine

Kryptografie, Kryptologie und Kryptoanalyse

Drei Begriffe tauchen rund um Verschlüsselung auf, die keine Synonyme sind. **Kryptologie** ist der Oberbegriff für die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit Ver- und Entschlüsselung von Nachrichten. Historisch gab es eine klare Trennung in zwei Teilbereiche: Die **Kryptografie** befasste sich mit der Konstruktion von Chiffren, die **Kryptoanalyse** war der natürliche Gegenspieler. Sie sucht nach

Schwachstellen und versucht, verschlüsselte Nachrichten zu knacken. Früher waren die Aufgaben auch personell getrennt, in der Moderne ist die Trennung nicht mehr so scharf; wer moderne Chiffren entwirft, muss sich auch damit auseinandersetzen, wie man sie bricht. Hauptaufgabe moderner Kryptoanalytiker ist es, die Sicherheit heutiger Verfahren zu beurteilen.

20817093782682248470581345310582507155269831058

Zahlen ohne Punkt und Komma. Teils über viele Seiten erstrecken sich die handschriftlichen Zahlenkolonnen, die über Jahrhunderte in Archiven schlummerten. Erst interdisziplinäre Forschung, moderne Computer und viel Fleißarbeit konnten die Rätsel lösen.

Vielzahl dieser und weiterer Chiffren des Vatikans und veröffentlichte diese Sammlung 1906 im bis heute umfangreichsten Werk zu vatikanischen Chiffren mit dem länglichen Titel „Die Geheimschrift im Dienste der päpstlichen Kurie von ihren Anfängen bis zum Ende des XVI. Jahrhunderts“.

Die Vatikanchiffren sind meist Zahlenchiffren und stellen den Kryptologen vor besondere Herausforderungen. Innerhalb des DECODE-Projekts wurden mehrere Hundert verschlüsselte Manuskripte des Geheimarchivs des Vatikans und der Vatikanischen Bibliothek gesammelt, in der DECODE-Datenbank gespeichert, transkribiert und entschlüsselt. Die Ergebnisse dieser Entschlüsselungen erschienen 2020 in einem umfangreichen

Fachartikel [2]. Die bemerkenswerteste Erkenntnis dieser Studie: Die vatikanische Kryptografie, obwohl eine der besten ihrer Art in der Renaissance, wurde in der frühen Moderne immer schwächer und fiel im 19. Jahrhundert weit hinter gängige Standards zurück. Gründe dafür sind vielfältig: mangelnde oder verloren gegangene Krypto-Expertise, aber auch einfach Nachlässigkeit bei der Entwicklung und auch dem Einsatz von Chiffren – dem Vatikan fehlte offenbar gutes Personal, um den hohen Sicherheitsstandard über die Jahrhunderte zu halten. Dementsprechend waren die Analysen der Chiffren des 16. und 17. Jahrhunderts für die heutigen Kryptoanalytiker die herausforderndsten, gleichzeitig aber auch die interessantesten.

Nomenklatoren und Zahlen über Zahlen

Die von den Argentis entwickelten Chiffren bestanden zum großen Teil aus Zahlen. Das heißt, dass ein zu verschlüsselnder Klartext in eine Folge von Zahlen übertragen, oder wie der Kryptologe sagt, substituiert wurde. Dabei wurden einzelne Buchstaben, aber auch Buchstabenpaare wie das im Altitalienischen häufig gebrauchte „et“ oder ganze Wörter wie „con“ durch eine eindeutige Zifferngruppe, etwa „55“ ersetzt.

Eine zusätzliche Schwierigkeit: Wichtige oder häufige Wörter wie „Papst“, „Kaiser“ oder Städte- und Ländernamen tauschte man durch eindeutige Zahlengruppen aus. Die Zuordnung stand im sogenannten Nomenklator, einer Ersetzungstabelle, die Sender und Empfänger besitzen mussten. Ist man nicht im Besitz des Nomenklators, helfen auch die heutigen modernen Kryptoanalysemöglichkeiten nicht weiter. Manchmal lassen sich die Bedeutungen aus dem Kontext erschließen – häufig bleiben aber einfach „Löcher“ im Text, wenn der Nomenklator unbekannt ist.

MysteryTwister: Kryptoanalytiker gesucht

Einige Zahlenchiffren aus dem Vatikan sind bereits geknackt – aber noch haben die Regale viele Rätsel für die Wissenschaft zu bieten. Wenn Sie beim Lesen dieses Artikels eine zündende Idee hatten, wie Sie vatikanische Zahlenchiffren effizient lösen würden, können Sie der Forschung helfen. Zum Kryptoanalytiker können Sie ganz ohne Besuch in einem Archiv und ganz ohne mühsames Transkribieren werden.

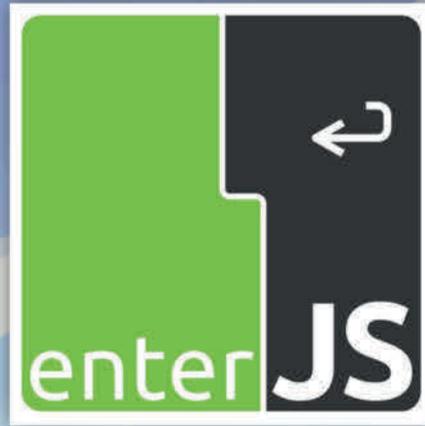
Den Einstieg erleichtert der Online-Kryptografie-Wettbewerb MysteryTwister (mysterytwister.org), betrieben von deutschen IT-Professoren aus Siegen, Bochum und München. Über 300 Kryptorätsel warten dort auf Kryptointeressierte und Rätselfreunde, sortiert in vier Schwierigkeitsgrade. Mit einem kostenlosen Account können Sie Lösungen einreichen, Punkte sammeln und sich in der Bestenliste verewigen.

Als Einsteiger sammeln Sie erste Erfolgserlebnisse mit einfachen Caesar-Verschiebechiffren. Aber nicht bei allen eingestellten Rätseln kennen die Autoren die Lösung. In Schwierigkeitslevel X sind Chiffren abgelegt, bei denen auch die Entwickler von MysteryTwister den Klartext nicht kennen, darunter auch sorgfältig transkribierte Original-Chiffren aus dem Vatikan. Die vollständigen Rätsel mit Hinweisen finden Sie über ct.de/yrsh.

Die folgenden bisher ungeknackten Zeilen einer homophonen Chiffre stammen aus den vatikanischen Archiven, die Orts- und Datumsangabe steht im Klartext darüber, die Wahrscheinlichkeit ist hoch, dass der Text italienisch ist. Anders als bei den Argenti-Chiffren sind die Ziffernblöcke im Original schon per Komma getrennt:

Brusseles 9 Oct. 1721

01,16,05,14,6,1,58,06,14,77,2,03,61,45,9441,43,03,04,53,06,17
66,71,38,2,67,14,77,03,38,53,38,77,22,05,04,14,40,18,77,15,35,58
16,38,77,53,9336,9485,53,03,16,06,14,66,77,17,38,16,05,14,77,222
15,77,73,2,73,77,41,04,53,58,61,15,16,66,17,77,74,04,55,77,18,04,15
35,06,40,46,61,81,40,17,66,22,73,16,14,08,77,03,16,86,88,17,74,77
05,14,16,50,61,38,17,03,61,35,17,16,76,38,58,14,17,06,77,65,9356,77
46,06,66,75,16,58,16,14,41,22,17,38,05,61,66,47,66,03,04,15,16,73
77,14,16,06,61,15,04,66,03,17,04,14,17,74,77,03,03,04,66,46,16,17
38,60,16,71,61,14,46,17,66,71,65,18,04,88,61



Die Konferenz für Enterprise-JavaScript

22. und 23. Juni 2022 - Darmstadt

Call for Proposals
noch bis
17.1.2022
Jetzt
einreichen!

www.enterjs.de

Veranstalter



 heise **Developer**

 dpunkt.verlag

Um es potenziellen Angreifern der Verschlüsselung noch schwieriger zu machen, wurden die Buchstaben nicht immer durch die gleiche Ziffernfolge ersetzt. So entwarfen Spezialisten wie die Argentis viele Chiffren so, dass man ein Klartextzeichen durch eines von mehreren Geheimtextzeichen ersetzen durfte. Häufige Buchstaben konnten so auch mal drei, vier oder fünf verschiedene gültige Ersetzungen besitzen. Aus einer einfachen Substitutionschiffre wurde eine sogenannte homophone Substitutionschiffre. Der finale Geheimtext besteht aus puren Zahlenreihen, die sich über mehrere Seiten hinwegziehen. Manchmal findet der Kryptoanalytiker aber auch Klartextpassagen auf den Manuskripten oder in ganz seltenen Fällen sogar die korrekte Entschlüsselung, die der Empfänger direkt neben den Geheimtext geschrieben hatte. Das hilft beim Entschlüsseln anderer Passagen ungemein.

Rätselhafte Zahlen

Wenn man nun als Kryptologe eine derart verschlüsselte Zahlenchiffre erhält, ist das erste Problem die Identifikation der zusammengehörigen Ziffern. Zwar gab es

in der Historie Chiffren, bei denen zwischen allen Zahlengruppen für einen Buchstaben Trennzeichen wie ein Komma standen, die Argentis waren aber viel zu clever, um derartige Fehler zu machen und konstruierten Chiffren, bei denen man kein Komma für die Trennung der einzelnen Geheimtextzifferngruppen benötigte. Um das Problem der Zerlegung der Zahlenketten zu lösen, entstanden im DECRYPT-Projekt mehrere Parser-Algorithmen speziell für die Vatikanchiffren, welche automatisch den Geheimtext in seine einzelnen Bestandteile zerlegen. Die Parser-Algorithmen nutzen statistische Eigenheiten der Zahlenchiffren. Ein Beispiel für so eine Eigenheit: Wenn immer gerade Ziffern an jeder zweiten Stelle in der Ziffernsequenz auftauchen, kann das auf eine Ziffernchiffre hindeuten, die nur zweistellige Zahlen für die Verschlüsselung der Buchstaben nutzt und immer mit ausschließlich geraden Ziffern beginnt.

Solche Eigenheiten muss man für die unterschiedlichen Chiffren größtenteils manuell herausfinden, die Entwicklung der Parser ist daher zeitaufwendig und häufig mit viel Ausprobieren verbunden.

Hat man die richtige Zerlegung der Ziffernfolgen endlich gefunden und einen entsprechenden Parser geschrieben, der den ganzen Text nach diesem System aufteilt, ist die eigentliche Chiffre aber noch lange nicht gebrochen und der Geheimtext noch nicht entschlüsselt. Im nächsten Schritt muss der Kryptoanalytiker den Ziffernblöcken für eine Entschlüsselung die korrekten Klartextbuchstaben oder auch Klartextbuchstabengruppen zuweisen.

Mit Hillclimbing zum Ziel

Beim eigentlichen Knacken der Chiffre hilft der Computer enorm. In den letzten Jahren haben sich sogenannte Metaheuristiken wie zum Beispiel das Hillclimbing als Lösungsalgorithmen für historische Chiffren etabliert. Beim Hillclimbing wählt der Algorithmus eine zufällige Belegung von Geheimtextzeichen (wie die besagten Zifferngruppen) zu Klartextzeichen (zum Beispiel lateinische Buchstaben). Mit diesem initialen Schlüssel probiert der Algorithmus dann automatisch, den Geheimtext zu entschlüsseln und bewertet mittels einer Kostenfunktion (dazu später mehr) die Qualität seiner Entschlüsselung. Dann tauscht er sukzessive die willkürlichen Zuordnungen aus. Nach jedem Austausch bewertet er die resultierenden Klartexte wieder mit derselben Kostenfunktion, behält den besten Versuch und verwirft schlechtere. Dadurch verbessert er seinen Schlüssel immer weiter. Ein Computer kann problemlos mehrere zehntausend oder sogar hunderttausend Schlüssel pro Sekunde durchprobieren und per Kostenfunktion bewerten. Gibt es keinen möglichen Tausch von Buchstaben mehr, der die entstehende Entschlüsselung verbessert, stoppt der Algorithmus und zeigt das entschlüsselte Ergebnis. Häufig ist der am Ende ausgegebene Schlüssel auch der richtige. Ist dies nicht der Fall, startet man als Anwender den Algorithmus mit einem anderen zufälligen initialen Schlüssel neu. Manuelle Verbesserungen des aktuell besten Schlüssels durch einen Menschen können einem solchen Algorithmus noch zusätzlich auf die Sprünge helfen. Um die Vatikanchiffren zu lösen, wurden sowohl manuelle als auch semi- und vollautomatische Kryptoanalyseverfahren benutzt.

Sprachgefühl

Entscheidend für den Erfolg des Hillclimbing ist die Kostenfunktion, mit der

ID	Current Location	Dates	Authors	Languages	Record Type	Status	No. of Pages
59	Vatican City,Vatican Secret Archive, i. 1025, Segretario di Stato, doss. 62 ADV_1025_S65_France_62-3	1625-01-03 1625-12-19	Bernardino Naro France	Cleartext:Italian Plaintext:Italian	Cipher	Non-decryptd	4
60	Vatican City,Vatican Secret Archive, i. 1025, Segretario di Stato, doss. 62 ADV_1025_S65_France_62-2	1624-12-22 1625-05-30	Nuncio Damiani France	Cleartext:Italian Plaintext:Italian	Cipher	Non-decryptd	3
61	Vatican City,Vatican Secret Archive, i. 1025, Segretario di Stato, doss. 62 ADV_1025_S65_France_62-3	1624-12-22 1625-05-30	Nuncio Damiani France	Cleartext:Italian Plaintext:Italian	Cipher	Non-decryptd	3
91	Vatican City,Vatican Secret Archive, i. 1025, Segretario di Stato, doss. 1A ADV_1025_S65_Spain_1A-1	1538-01-01 1612-12-31		Cleartext:Italian Plaintext:	Cipher	Non-decryptd	5
92	Vatican City,Vatican Secret Archive, i. 1025, Segretario di Stato, doss. 1A ADV_1025_S65_Spain_1A-2	1538-01-01 1612-12-31		Cleartext:Italian Plaintext:	Cipher	Non-decryptd	8
116	Vatican City,Vatican Secret Archive, i. 1025, Segretario di Stato, doss. 7 ADV_1025_S65_Spain_11-1	1573-01-07 1573-12-31	Ormanetto Spain	Cleartext:Spanish Plaintext:	Cipher	Non-decryptd	2
117	Vatican City,Vatican Secret Archive, i. 1025, Segretario di Stato, doss. 10 ADV_1025_S65_Spain_10-1	1576-01-09 1577-11-02	Nuncios Ormanetto and Antonio Clementino Spain	Cleartext:Spanish Plaintext:	Cipher	Non-decryptd	2
118	Vatican City,Vatican Secret Archive, i. 1025, Segretario di Stato, doss. 10 ADV_1025_S65_Spain_10-2	1576-01-09 1577-11-02	Nuncios Ormanetto and Antonio Clementino Spain	Cleartext:Italian Plaintext:	Cipher	Non-decryptd	1
219	Vatican City,Bibliotheca Apostolica Vaticana, Barb.lat. 6956 BAV_Sarb.lat. 6956-5	1628-01-01 1628-12-31	Germania: Giovanni Battista Palotto	Cleartext: Plaintext:	Cipher	Non-decryptd	1
226	Vatican City,Bibliotheca Apostolica Vaticana, Barb.lat. 6956 BAV_Sarb.lat. 6956-12		Germania: Giovanni Battista Palotto	Cleartext: Plaintext:	Cipher	Non-decryptd	2
227	Vatican City,Bibliotheca Apostolica Vaticana, Barb.lat. 6956 BAV_Sarb.lat. 6956-13	1628-01-01 1628-12-31	Germania: Giovanni Battista Palotto	Cleartext: Plaintext:	Cipher	Non-decryptd	2
228	Vatican City,Bibliotheca Apostolica Vaticana, Barb.lat. 6956 BAV_Sarb.lat. 6956-14	1628-01-01 1628-12-31	Germania: Giovanni Battista Palotto	Cleartext: Plaintext:	Cipher	Non-decryptd	4
229	Vatican City,Bibliotheca Apostolica Vaticana, Barb.lat. 6956 BAV_Sarb.lat. 6956-15	1628-01-01 1628-12-31	Germania: Giovanni Battista Palotto	Cleartext: Plaintext:	Cipher	Non-decryptd	4
230	Vatican City,Bibliotheca Apostolica Vaticana, Barb.lat. 6956 BAV_Sarb.lat. 6956-16	1628-01-01 1628-12-31	Germania: Giovanni Battista Palotto	Cleartext: Plaintext:	Cipher	Non-decryptd	3
231	Vatican City,Bibliotheca Apostolica Vaticana, Barb.lat. 6956 BAV_Sarb.lat. 6956-17	1628-01-01 1628-12-31	Germania: Giovanni Battista Palotto	Cleartext: Plaintext:	Cipher	Non-decryptd	2
232	Vatican City,Bibliotheca Apostolica Vaticana, Barb.lat. 6956 BAV_Sarb.lat. 6956-18	1628-01-01 1628-12-31	Germania: Giovanni Battista Palotto	Cleartext: Plaintext:	Cipher	Non-decryptd	2
233	Vatican City,Bibliotheca Apostolica Vaticana, Barb.lat. 6956 BAV_Sarb.lat. 6956-19	1628-01-01 1628-12-31	Germania: Giovanni Battista Palotto	Cleartext:Italian Plaintext:	Cipher	Non-decryptd	4
234	Vatican City,Bibliotheca Apostolica Vaticana, Barb.lat. 6956 BAV_Sarb.lat. 6956-20	1628-01-01 1628-12-31	Germania: Giovanni Battista Palotto	Cleartext: Plaintext:	Cipher	Non-decryptd	4
235	Vatican City,Bibliotheca Apostolica Vaticana, Barb.lat. 6956 BAV_Sarb.lat. 6956-21	1628-01-01 1628-12-31	Germania: Giovanni Battista Palotto	Cleartext: Plaintext:	Cipher	Non-decryptd	1

In der Datenbank des DECRYPT-Projekts liegen noch viele weitere ungelöste Rätsel aus dem Vatikanischen Apostolischen Archiv.

der Algorithmus möglichen Klartext bewerten kann – meist ist das ein Sprachmodell. Sprachmodelle bewerten Klartext, indem sie die Verteilung der Buchstaben des entschlüsselten Klartexts mit der realen Verteilung der Buchstaben in der Sprache korrelieren. In der Kryptoanalyse werden hierfür zum Beispiel die Häufigkeiten sogenannter n-Gramme des Klartexts entsprechend der Vorkommen in der Sprache summiert. Im Italienischen kommt etwa das 3-Gramm „CON“ sehr häufig vor, es bekommt einen wesentlich höheren Wert zugewiesen als ein 3-Gramm wie „XQY“, das im Italienischen selten bis gar nicht vorkommt. Je höher die berechnete Summe ist, desto mehr entspricht der Klartext der vermuteten und für die Analyse eingestellten Sprache. Genau genommen liefern Sprachmodelle die Wahrscheinlichkeit, ob eine gegebene Sequenz von Buchstaben einer Sequenz von Buchstaben einer Sprache entsprechen. Damit das Verfahren erfolgreich ist, müssen sich Kryptoanalytiker und Historiker vor der Analyse überlegen, mit welcher Sprache sie es vermutlich zu tun haben. Mit einem unpassenden Sprachmodell erzeugt Hillclimbing häufig nur Silbensalat.

Um möglichst genaue und passende Sprachmodelle zu erhalten, sammeln die Computerlinguisten im DECRYPT-Projekt möglichst viele historische Texte, auf deren Grundlage sie die Sprachmodelle für die jeweiligen historischen Sprachstufen erstellen. Die Probleme an dieser Arbeit: Für einige Sprachen gibt es nur eine begrenzte Textmenge und

Schreibweisen von Wörtern sind nicht eindeutig.

Während der Kryptoanalyse historischer Chiffren arbeiten Kryptoanalytiker sowohl mit den Historikern als auch den Linguisten weiter eng zusammen. So werden partiell entschlüsselte Texte von Linguisten begutachtet, mit Sprachmodellen weiter analysiert und die Entschlüsselung derart verbessert und vervollständigt, dass uneinheitliche und historische Schreibweisen und Wortbedeutungen aufgeschlüsselt werden. Häufig kann es sogar notwendig sein, dass Linguisten die alte Sprache in die moderne Sprache übersetzen, um die Texte heute (besser) verstehen zu können. Vormodernes Italienisch, das stark dem Lateinischen ähnelt, übertragen sie zunächst in heutiges Standarditalienisch. Historiker liefern dann den historischen Kontext zu den Chiffren, welcher bei der Lösung hilfreich sein kann. Sobald ein Text ausreichend entschlüsselt und somit verständlich ist, stürzen sich Historiker auf die im Klartext enthaltenen Informationen und ordnen diese geschichtlich und kontextuell ein.

Fazit

Innerhalb des DECRYPT-Projekts wurden bereits viele Vatikan-Chiffren erfolgreich analysiert und dechiffriert. Aber auch Chiffren aus anderen europäischen Ländern und Herrschaftshäusern (etwa von den Habsburger Kaisern) konnten den modernen (Software-)Werkzeugen und Erkenntnissen nicht standhalten. Die Ergebnisse der gemeinsamen Forschungsarbeit stehen auch anderen Forschern für ihre Arbeit mit verschlüsselten Dokumenten bereit.

a	b	c	et	con
21	24	25	16	19
212	42	52	69	76
2			75	55

Homophoner Verschlüsselung auf der Spur: In einer untersuchten Chiffre durfte das A durch 2, 21 oder 212 verschlüsselt werden. Für häufige Silben gab es eigene Zahlenkombinationen.

Die Forschung zeigt, dass die für die damalige Zeit sichere Verschlüsselung das Ergebnis herausragender Arbeit von klugen Köpfen war. Im 16. und 17. Jahrhundert entwickelten die Argentis die besten Chiffren ihrer Zeit für den Vatikan, während das Sicherheitsniveau andernorts wesentlich niedriger war. In einer der nächsten Ausgaben lesen Sie, wie man am Hof von Kaiser Maximilian II. mit Symbolchiffren arbeitete. Diese Chiffren des deutschen Kaisers hinkten, wenn auch zur gleichen Zeit entwickelt, sicherheitstechnisch deutlich hinter den Argenti-Chiffren her. (jam@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Bernhard Esslinger und Nils Kopal, Krypto ganz unkryptisch, Mit CrypTool 2 moderne Kryptografie ausprobieren und verstehen, c't 15/2021, S. 142
- [2] George Lasry, Beáta Megyesi und Nils Kopal, Deciphering papal ciphers from the 16th to the 18th Century, Cryptologia (2020), S. 1–62

DECRYPT-Projekt: ct.de/yrsh

Page: 1

1	266+	che
2	15 129 19 49 69 13 69 05 17 09 1600 5 15 23 03 17 49 13 35 07 31 59 69 09 69 05 10 13 35 19 43 05 69 19 1	e p o r t a t o d a M o n s b e l e u r g i a s t a t o u g o n o t o
3	37 145 19 49 125 05 49 59 13 13 69 45 03 19 107 13 19 35 9 09 17 13 13 9 01 32 3 03 15 9 13 14 9 13 29	e t h o r f o r s i a t h e o i i c a s a d i q u a l e s i r i p
4	13 49 09 43 05 133 19 23 69 13 15 9 19 15 23 03 49 3 69 07 1344 119 13 69 45 15 13 13 7 125 49	a r a n o m o l t i s c e l e r a t i h e r e t i c i o a t h e i e t f r
5	3 123 13 109 23 69 49 13 19 19 59 69 17 13 17 130	a l i a l t r i c o s t u i d a ?

Ungleiche Gegner: Dem Hillclimbing-Algorithmus in Kombination mit einem heutigen Prozessor konnte die Chiffre der Argentis aus dem 16. Jahrhundert nicht standhalten. Nach mühsamer Arbeit kommt der altitalienische Klartext zum Vorschein.



Bild: Thorsten Hübner

Der Nächste, bitte!

Wie die Event-Loop asynchronen Code im Browser ermöglicht

In der Regel läuft der Code von Webseiten in nur einem Thread, modernen Multicore-Prozessoren zum Trotz. Echte Parallelität gibt es so nicht, aber ein schlaues Programmiermodell erlaubt dennoch „asynchronen“ Code, der nicht linear abgearbeitet wird.

Von Lars Hupel

Diese Webseite verlangsamt Ihren Browser – so oder so ähnlich vermelden es Chrome, Firefox & Co., wenn ein Skript zu viel Rechenzeit benötigt und da-

durch der ganze Tab (früher der ganze Browser) ins Stocken gerät. Der Grund hierfür ist schnell erklärt: Noch genau wie damals, als JavaScript im Netscape Navigator das Licht der Welt erblickte, teilt sich der JavaScript-Code die Ausführungszeit in einem Tab mit dem Rendering und der Ereignisbehandlung. Daraus folgt unter anderem, dass keine Klicks oder Tastatureingaben verarbeitet werden, solange eine JavaScript-Funktion röhelt.

In Zeiten, in denen selbst billige Smartphones vier oder mehr Kerne haben, mag das überraschen. Warum verteilen sich JavaScript- und Browser-Code nicht schon längst auf diverse Threads? Und wenn sie es nicht

tun, warum frieren Browser nicht viel häufiger ein? Moderne Websites lassen allerhand Skripte laufen, bei guter Programmierung lahmst der Browser trotzdem nicht – und

bei schlechter Programmierung helfen auch mehr Kerne nicht.

Denn mehr Kerne bieten nur dann mehr Performance, wenn die

Rechenleistung auch abgerufen werden kann. Die allermeisten Webseiten sind nicht CPU-intensiv, sondern I/O-intensiv. Das heißt, die Recheneinheiten langweilen sich, während die Seite auf Antwort vom Server, Interaktionen des Nutzers oder Daten von der Webcam wartet.

Im Alltag sieht man das sehr deutlich. Der Löwenanteil der Zeit bis zur fertig angezeigten Webseite vergeht, während alle



nötigen Ressourcen abgerufen werden, also HTML, Grafiken, Stylesheets et cetera. Von seltenen Ausnahmen abgesehen, ist die Ausführung von JavaScript nicht der limitierende Faktor. Deswegen teilen Browser jeder Seite auch nur einen Thread zu, was so auch die HTML- und JavaScript-Spezifikationen vorschreiben. Für die seltenen Ausnahmen gibt es „Worker“ (siehe Kasten auf S. 142).

Thread mit Schleife

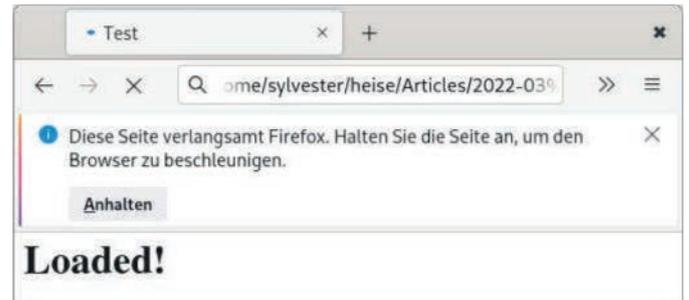
Damit eine Website immer schön zackig auf Nutzereingaben reagiert und nicht „hängt“, braucht man also nicht mehr oder schnellere CPUs. Stattdessen braucht man eine Möglichkeit, auch dann auf Nutzereingaben zu reagieren, wenn die Website gerade auf etwas anderes wartet, etwa einen Dateidownload oder Bilddaten von der Webcam.

Genau für solche Fälle bieten moderne Betriebssysteme eine Lösung an: ereignisbasierte Ein- und Ausgabe (Event-based I/O). Bei klassischem I/O fordert ein Programm den Inhalt einer Datei an und wartet dann aktiv darauf, dass der Inhalt verfügbar wird. Dann verarbeitet es ihn und erst danach geht es weiter, eventuell mit der Anforderung für die nächste Datei. Man sagt, der Code arbeitet „synchron“. Bei Event-based I/O überwacht ein Programm stattdessen eine Reihe von Ereignisquellen und reagiert, wenn ein Ereignis auftritt. Die Programmausführung hängt davon ab, in welcher Reihenfolge Ereignisse auftreten und nicht in welcher Reihenfolge der Code notiert ist. Man spricht von „asynchroner“ Programmierung. Warteschlangen sorgen dafür, dass Ereignisse nach und nach abgearbeitet werden können, auch wenn sie sehr schnell aufeinander folgen.

Event-based I/O erlaubt einem Programm zum Beispiel, den Inhalt mehrerer Dateien gleichzeitig anzufordern. Danach kümmert es sich um andere Dinge oder macht einfach gar nichts (und belegt außer Arbeitsspeicher keine Ressourcen). Sobald eine der Dateien verfügbar ist, fügt das Betriebssystem ein Ereignis an eine Warteschlange an, das darüber informiert. Das Programm kann dann auf das Ereignis reagieren, zum Beispiel, indem es den jetzt verfügbaren Dateiinhalt verarbeitet.

Auf diese Weise „hängt“ das Programm nicht in Erwartung des Dateizugriffs. Wenn der Nutzer zwischendurch klickt oder tippt, kann es auf diese Ereignisse reagieren, obwohl die Datei immer noch nicht zur Verfügung steht, was die

Wenn eine Meldung auftaucht, dass die Seite den Browser ausbremst, dann ist in aller Regel nicht mehr Leistung nötig, sondern bessere Programmierung.



Reaktionsfreudigkeit einer Anwendung deutlich erhöht. Durch die Entkopplung von „Datei anfordern“ und „Datei verfügbar“ kann der I/O-Scheduler des Betriebssystems außerdem die Anfragen möglichst effizient umsortieren oder andere Optimierungen vornehmen.

Event-based I/O kommt auch bei Webseiten zum Einsatz. Intern bekommt jeder Browser-Tab eine Ereignisschleife („Event Loop“) zugewiesen. Die Schleife wartet auf Nachrichten vom Betriebssystem, etwa Mausbewegungen und -klicks, Timer-Ereignisse, Netzwerkpakete et cetera. Sobald ein Ereignis eintritt, ruft die Event-Loop die zugehörige Routine zur Behandlung auf. Erst wenn die Behandlung fertig ist, ist die Event-Loop wieder an der Reihe. Falls inzwischen ein weiteres Ereignis aufgetreten ist, ruft sie gleich die nächste Routine zu dessen Behandlung auf. Andernfalls wartet sie eben, bis das nächste Ereignis auftritt.

Synchron und asynchron

Die Event-Loop ist aber kein magisches Mittel, das automatisch dafür sorgt, dass der Browser immer schön flott reagiert. Nach wie vor steht nur ein Thread zur Verfügung und wenn beispielsweise die Behandlung eines Ereignisses 30 Sekunden dauert, dann werden in dieser Zeit keine

anderen Ereignisse verarbeitet und der Tab scheint zu hängen.

JavaScript bietet die nötigen Mittel, um Ressourcen optimal auszunutzen, ohne den Browser-Tab zu blockieren. Man unterscheidet grob zwischen zwei Arten von Schnittstellen, nämlich die synchronen und die asynchronen. Den Unterschied kann man sich sehr einfach verdeutlichen:

```
alert("Hello world");
document.addEventListener("click",
  () => alert("Hello world"));
```

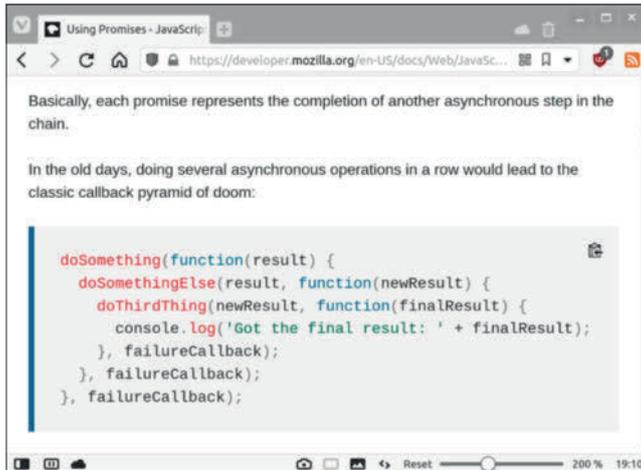
Die erste Zeile produziert ein Dialogfenster mit „Hello world“. Diese Aktion wird sofort ausgeführt. Das bedeutet vereinfacht gesagt, dass der Browser die Ausführung des JavaScript-Codes so lange anhält, wie der Dialog angezeigt wird. Erst wenn der Nutzer den Dialog schließt, wird die nächste Anweisung ausgeführt. Man spricht deswegen von einem synchronen Aufruf.

Die zweite Zeile hingegen registriert eine Routine, die beim Klick irgendwo auf der Seite ausgeführt wird. Die Abarbeitung erfolgt asynchron, denn der Code wartet an dieser Stelle nicht, bis das Ereignis eintritt. Daher wird der übergebene Handler (im Beispiel `() => alert("Hello world")`) oft als „Callback“-Funktion bezeichnet. Sie kommt nur zum Zug, wenn das Ereignis eintritt (im Beispiel ein Mausklick) und gerade kein anderer JavaScript-Code ausgeführt wird. Ohne Klick-Ereignis wird der Handler gar nicht ausgeführt und wenn noch anderer Code läuft, kann der Handler erst dann auf das Klick-Ereignis reagieren, wenn die Ausführung des Codes beendet ist. Daher rührt auch die eingangs erwähnte Fehlermeldung: Falls der Code einer Website sehr lange läuft, kommt die Event-Verarbeitung praktisch gar nicht mehr an die Reihe und die Website reagiert auf nichts.

Langwierige Aktionen, etwa das Laden von Daten, sollte man also mög-

ct kompakt

- Echte Parallelität ist beim Scripten von Webseiten unüblich und nur selten sinnvoll.
- Das Programmiermodell der Event-Loop erlaubt dennoch nicht-linearen Code.
- Moderne JavaScript-Versionen bieten verschiedene Möglichkeiten, die Event-Loop zu nutzen.



„In the old days ...“
– für Mozilla liegt die Callback-Hölle offenbar bereits in dunkler Vergangenheit.

licht nicht synchron programmieren, sondern über asynchrone Events abwickeln:

```
const req = new XMLHttpRequest();
req.open("GET", "/more_data.txt");
req.addEventListener("load",
    () => alert(req.responseText));
req.send();
```

Dieser Code erzeugt zuerst eine HTTP-Anfrage (XMLHttpRequest, auch „XHR“ genannt) und initialisiert sie mit open(). Anschließend registriert der Code einen Callback-Handler, der die Antwort verarbeitet. Danach schickt send() den Request ab und das Programm läuft direkt weiter. Es könnte zum Beispiel weitere Requests aufsetzen und abschicken. Erst wenn die Datei more_data.txt geladen wurde (und gerade kein Code mehr aus-

geführt wird), kommt der Handler des Load-Events zum Zug. Im Beispiel gibt er den Dateiinhalt per alert() aus.

Callback-Hölle

Baut man die Webanwendung nach diesen Prinzipien, sammeln sich flugs zahlreiche Callbacks an. Wenn die Callbacks nicht völlig unabhängig voneinander sind, muss man sie außerdem ineinander verschachteln. Das macht den Code schnell unübersichtlich und es fällt schwer, den gesamten Stapel im Blick zu behalten. Welcher Teil des Codes läuft synchron? Welche Teile werden durch welche Events ausgelöst? Für dieses Problem hat sich der Begriff „Callback-Hölle“ eingebürgert.

Als einfaches Beispiel soll wieder eine Datei geladen werden. Deren URL steht aber in einer anderen Datei, die man daher zuerst anfragen muss:

```
const r1 = new XMLHttpRequest();
const r2 = new XMLHttpRequest();
r1.open("GET", "/url.txt");
r1.addEventListener("load", () => {
    const url = r1.responseText;
    r2.open("GET", url);
    r2.addEventListener("load", () => {
        const text = r2.responseText;
        console.log(text);
    });
    r2.send();
});
r1.send();
```

Übersichtlich ist das schon in diesem simplen Beispiel nicht. Mehr Callbacks oder komplexere Abhängigkeiten machen es noch komplizierter. Die nötigen Verschachtelungen führen Schritt für Schritt zu immer weiteren Einrückungen im Code, sodass man auch von der „callback pyramid of doom“ spricht.

Mit dem JavaScript-Sprachstandard ES2015 (auch ES6 genannt) wurden 2015 sogenannte „Promises“, also Versprechen, eingeführt, um die Callback-Hölle abzuschaffen. Ein solches Versprechen ist ein Objekt, das sich in einem von drei Zuständen befindet: schwebend, erfüllt (mit einem Wert) oder verworfen (mit einem Fehler). Legt man ein neues Promise an, schwebt es zwar zunächst, steht aber sofort zur Verfügung, ohne den Programmablauf aufzuhalten. Es ist sozusagen eine leere Wert-Hülse. Später, wenn sein innerer Wert verfügbar wird (oder definitiv nicht mehr verfügbar wird), geht es in den erfüllten (oder verworfenen) Zustand über.

Aus der Callback-Hölle führen Promises, weil sie sich verketteten lassen: Methoden wie then(), mit denen man auf Erfüllung (oder Verwerfung) eines Promises reagiert, geben selber wieder ein Promise zurück. Das schafft die Verschachtelungen und Einrückungen ab, obwohl der Code weiter aus asynchronen Callbacks besteht.

Neue Browser-Schnittstellen verwenden von Haus aus Promises. Zum Beispiel gibt es als Ablösung für XHR die Funktion fetch():

```
fetch("/url.txt")
    .then(f1 => f1.text())
    .then(url => fetch(url))
    .then(f2 => f2.text())
    .then(text => console.log(text));
```

Dieser Schnipsel erfüllt die gleiche Funktion wie das XHR-Beispiel von oben, ist

Parallelismus mit Workern

JavaScript-Code innerhalb einer Webseite wird zwar immer nur mit einem Thread ausgeführt, mit sogenannten Web Workern gelingt die Parallelisierung aber doch. Worker erlauben es einer Seite, eine JavaScript-Datei in einem eigenen Thread zu starten:

```
const worker = new Worker("/prog.js");
```

Hauptskript und Worker-Skript sind voneinander abgekoppelt. Es ist vom Hauptskript aus nicht möglich, im Worker definierte Funktionen aufzurufen oder auf seine Variablen zuzugreifen. Umgekehrt darf ein Worker auch nicht auf das Document Object Model (DOM) der Webseite zugreifen oder Funktionen oder Variablen des Hauptskripts verwenden.

Der einzige Kommunikationsweg ist über Nachrichten. Beide Skripte können per postMessage() Nachrichten verschicken, welche die Gegenseite per Event-Handler verarbeitet:

```
worker.addEventListener("message",
    event => console.log(event.data)
);
```

Die Programmierung mit Web Workern haben wir bereits in [1] detailliert beschrieben.

aber fast so lesbar wie synchroner Code. Im Unterschied dazu läuft das Programm allerdings nach diesem Schnipsel direkt weiter, ohne darauf zu warten, dass die Dateien geladen werden. Die `then()`-Kette wird asynchron abgearbeitet, jeweils wenn eine Datei geladen wurde und gerade kein anderer Code läuft.

Abwarten

Noch einfacher wird es mit einer Syntax-erweiterung für Promises, die das JavaScript-Sprachkomitee ausgetüftelt hat:

```
async function loadFile() {
  const f1 = await fetch("/url.txt");
  const url = await f1.text();
  const f2 = await fetch(url);
  const text = await f2.text();
  console.log(text);
}
```

Dank der zwei Schlüsselwörter `async` und `await` kann man Funktionen, die intern auf Promises zurückgreifen, in scheinbar synchronem Stil schreiben. So entsteht oberflächlich der Eindruck, Aufrufe wie `await fetch()` würden blockieren und die Ausführung erst nach dem Aufruf fortgesetzt. In Wahrheit werden Callbacks verkettet und der Code asynchron abgearbeitet. Dieses Code-Stück und das obige mit der `then()`-Verkettung behandelt die Browser-Engine weitestgehend gleich.

Eine Einschränkung gibt es allerdings: `await`-Aufrufe müssen in eine `async`-Funktion verpackt werden. Dies hat technische Gründe; sehr neue Browserengines weichen die Einschränkung auf und erlauben `await` ohne explizites `async` in Modulen.

Obwohl durch `await` die Illusion eines linearen Programmablaufs entsteht, kann der Browser I/O-Operationen parallelisieren. Der folgende Code stößt mehrere HTTP-Requests an, die zur gleichen Zeit auf ihre Erledigung warten:

```
const responses = await Promise.all([
  fetch("/data1.json"),
  fetch("/data2.json"),
  fetch("/data3.json")
]);
```

Auch hier läuft nach wie vor nur ein Thread im Browser-Tab. (Die Kontrolle über das Netzwerk-I/O ist an das Betriebssystem delegiert.) Trotzdem steht `responses` als schwebendes Promise sofort zur Verfügung und die Programmausführung läuft

Moderne Browser nutzen durchaus mehrere Prozesse – aber um Tabs voneinander zu isolieren, in der Regel nicht für Parallelität innerhalb eines Tabs.

Name	Type	Energy Impact	Memory
lofi.cafe - lofi music	Tab	Medium (12.85)	2.6 MB
Apollo 13 in Real Time	Tab	Low (0.3)	7 MB
Task Manager	Tab	Low (0.39)	20.3 MB
Google Drive	Tab	Low (0.05)	9.7 MB
	Tab	-	19.3 MB
Add-ons Search Detecti...	Add-on	-	60 KB
	Tab	-	4.4 MB
MetaMask (webextensio...	Add-on	-	78 KB
RESTClient (fad0d925d-...	Add-on	-	60 KB
Secure Site Not Available	Tab	-	280 KB

weiter. Wenn alle drei Dateien geladen wurden, erfüllt sich `responses` und Code, der per `then()` oder `await` darauf gewartet hat, wird ausgeführt.

Mikrotasking

Auch wenn der Code synchron aussieht und nirgendwo `addEventListener()` oder dergleichen steht: Operationen auf Promises behandelt ebenfalls die Event-Loop. Dafür erzeugt die Browserengine eine Art virtuelle Benachrichtigung, wenn ein Promise erfüllt oder verworfen wird. So bündelt sie alle Events an zentraler Stelle und arbeitet sie in definierter Reihenfolge ab.

Im Detail ist es etwas komplizierter, denn Browser unterscheiden zwischen Tasks und Microtasks, die in verschiedenen Warteschlangen auflaufen. Ein Task ist – vereinfacht gesprochen – ein Stück JavaScript-Code, welches sequenziell abgearbeitet werden muss. Beispielsweise führt ein Klick auf einen Button dazu, dass der Browser den zugehörigen `click`-Callback als Task plant. Wenn der Callback fertig ausgeführt wurde, dann ist der Task beendet und die Abarbeitung der Event-Loop ist wieder an der Reihe. Zwischen mehreren Tasks kann der Browser einen neuen Rendervorgang durchführen, muss er aber nicht. Tasks arbeiten Browser in der Reihenfolge ab, in der sie anfallen.

Microtasks sind dem Namen nach zu urteilen kleinere Tasks. Eine genaue Definition davon fällt schwer – die Browser weisen subtile Unterschiede auf. Grob gesagt: Wenn während der Ausführung eines Tasks ein Promise erfüllt wird, dann ruft der Browser die zugehörigen Callbacks unmittelbar nach Fertigstellung des Tasks auf. Das bedeutet auch, dass er eine Funktion mit mehreren `await`-Anweisungen möglicherweise en bloc abarbeitet, ohne

dass zwischendurch die Event-Loop die Kontrolle bekommt. Eine Garantie gibt es dafür allerdings nicht. Events und Promises bleiben asynchroner Code, der zwar irgendwann ausgeführt wird, aber in der Regel erst dann, wenn kein anderer Code mehr läuft.

Fazit

Der Kerngedanke der asynchronen Programmierung ist, dass man die vorhandenen Ressourcen optimal ausnutzen kann – obwohl man nur einen einzigen Thread zur Verfügung hat. Damit das klappt, darf man aber keinen Code schreiben, der selbst auf Ereignisse wartet. Das würde den Browser oder zumindest das eigene Browser-Tab blockieren. Stattdessen sollte man – explizit per Event oder Promise oder implizit über `await` – die Kontrolle an die Event-Loop zurückgeben und das erwartete Ereignis in einem Callback behandeln.

Seit der ersten Veröffentlichung von Chrome ist es en vogue, dass Browser pro Tab einen Prozess starten. Falls eine Webseite wegen schlechter Programmierung hängen sollte, reißt sie zumindest nicht auch alle anderen Tabs mit in den Abgrund. Der Nachteil: Viele Prozesse benötigen auch viel Hauptspeicher. Die Frage, welche Tabs sich einen Prozess teilen müssen, und ob und wann alte Tabs dauerhaft schlafen gelegt werden, muss jeder Browser-Hersteller für sich beantworten. Um das letzte Quäntchen Performance aus moderner Hardware herauszukitzeln, wird an diesen Stellen kontinuierlich optimiert. (syt@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Oliver Lau, Würze fürs Web, Verteiltes Rechnen mit JavaScript, c't 9/2012, S. 190



Ladehemmung lösen

Erste Hilfe bei Problemen mit PC-Hardware und UEFI-BIOS

Falls der PC nicht startet, kann das an einem Hardwaredefekt liegen oder an einem falsch konfigurierten BIOS-Setup. So gehen Sie bei der Fehlersuche am besten vor.

Von Christof Windeck

Ein PC oder Notebook streikt grundsätzlich dann, wenn man es am wenigsten gebrauchen kann. Trotzdem lautet der wichtigste Tipp: Ruhe bewahren! Wer hektisch herumfuhrwerkelt, macht möglicherweise noch mehr kaputt. Wer sich hingegen Schritt für Schritt vorarbeitet, kann viele Pannen selbst beheben – daher lohnt

es sich, unsere Tipps durchzuprobieren. Wir erklären, wie Sie häufige PC-Fehlerquellen selbst finden und im besten Fall auch reparieren können.

Bootnix

Wenn ein PC nicht tut, was er soll, lautet die erste Frage: Wurde zuvor irgend etwas verändert? Überlegen Sie, was bei oder seit der letzten Benutzung des Rechners vorgefallen sein könnte. Hatten Sie ein Update angestoßen, nach dessen Abschluss der PC herunterfahren sollte? Dann ist es vielleicht missglückt. Hat vielleicht jemand versehentlich ein Möbelstück gegen den PC geschlagen, wurde ein Kabel beim Staubsaugen herausgerissen oder fiel gar das Notebook vom Tisch? Betrachten Sie Ihr Gerät von allen Seiten: Gibt es sichtbare Schäden? Ist irgendwo Feuchtigkeit eingedrungen? Verhindert Schmutz oder

Staub den Kontakt in einer USB- oder USB-C-Buchse? Wurde ein Kontakt in einer USB-Buchse verbogen, sodass ein Kurzschluss entstanden ist, oder steckt ein Fremdkörper drin? Klemmt vielleicht der Einschalttaster oder eine Taste der Tastatur, die das BIOS verwirrt?

Bei Notebooks, Tablets und manchen Mini-PCs kann man weniger selbst reparieren als bei Desktop-Computern. Letztere sind meistens modular aufgebaut, einzelne Komponenten lassen sich relativ leicht austauschen – dazu unten mehr. Steck- und Kabelverbinder sowie eine hohe Anzahl an Modulen schleppen aber auch ein höheres Ausfallrisiko ein als feste Lötverbindungen. Das hat ganz praktische Konsequenzen für die Fehlersuche: Bleibt der Bildschirm schwarz, obwohl der PC eingeschaltet wurde, kontrollieren Sie als Erstes alle Kabelverbindungen. Und nicht nur die zwi-

schen PC und Monitor oder zwischen Notebook, Dockingstation/USB-C-Hub und Display, sondern auch die zwischen Display und 230-Volt-Steckdose. Trennen Sie Steckverbinder und schieben dann den Stecker mit Gefühl, aber fest wieder ein – manchmal saß er bloß zu locker. Prüfen Sie mit einem anderen 230-Volt-Verbraucher, ob die verwendeten Steckdosen überhaupt Energie liefern oder ob vielleicht Leitungsschutzschalter oder RCD (Residual Current Device) ausgelöst haben (früher Sicherung und FI-Schalter genannt).

Gelingt der Startvorgang dennoch nicht, trennen Sie probeweise sämtliche externen Geräte vom Rechner. Vielleicht versucht nämlich das BIOS, von einem per USB, Thunderbolt, eSATA oder FireWire angeschlossenen Speichermedium zu booten und scheitert daran. Oder ein solches Gerät hat einen Defekt oder zieht zu viel Strom. Falls das alles nicht hilft, funktioniert vielleicht die interne Stromversorgung des Rechners nicht – das lässt sich manchmal selbst reparieren, dazu unten mehr.

Halbstart

Nicht selten wirkt die Hardware willig, aber das Betriebssystem kommt nicht hoch. Im schlimmsten Fall ist dann der Systemdatenträger defekt, also die SSD oder Festplatte, auf der das Betriebssystem gespeichert ist. Gibt die Festplatte seltsame Geräusche von sich, sollten Sie den PC sofort ausschalten. Der weitere Betrieb des Gerätes könnte dann nämlich weitere Daten zerstören. Man muss abwägen, ob man sich Rettungsversuche bei einer derart angeschlagenen Platte selbst zutraut; die sind aber nicht ganz einfach und man braucht etwas Glück, siehe [1, 2]. Die beste Lösung wäre ein Backup, das hoffentlich existiert. Datenrettungsunternehmen leisten zwar Erstaunliches, sind aber teuer. Für Privatleute lohnt sich das meistens nicht. Eine kaputte SSD macht sich nicht akustisch bemerkbar, grundsätzlich gilt aber bei einem fatalen Defekt dasselbe wie bei einer Festplatte: Sofort ausschalten. Zum Glück sind SSDs gegen manche schädlichen Einflüsse wie Stöße unempfindlicher als Magnetfestplatten. Wenn Sie den Verdacht haben, dass SSD oder Platte defekt sind, dann können Sie sie vor weiteren Diagnoseschritten ausbauen oder ihre Anschlusskabel abziehen.

Es gibt zahlreiche Ursachen dafür, dass ein PC zwar startet, aber das Betriebssystem nicht lädt. Vergleichsweise häufig ist das BIOS daran schuld. Bei älteren

c't kompakt

- Gründliche visuelle Inspektion enttarnt häufige Fehlerquellen.
- Leere Pufferbatterie kann den Systemstart verhindern.
- Der Zugriff aufs BIOS-Setup kann durch ein Passwort blockiert sein.

Computern, die mehr als etwa fünf Jahre auf dem Buckel haben, hat sich möglicherweise die Pufferbatterie auf dem Mainboard geleert. Das ist meistens eine 3-Volt-Lithiumknopfzelle vom Typ CR2032. Sinkt ihre Spannung unter 2 Volt, dann läuft die Echtzeituhr im Chipsatz des Mainboards nicht mehr richtig und das (UEFI-)BIOS „vergisst“ die per BIOS-Setup vorgegebenen Konfigurationsoptionen. Typische Hinweise auf eine schwache Pufferbatterie sind eine falsche Uhrzeit, die das System direkt nach dem Start anzeigt, oder kryptische Meldungen wie „Press F2 to run Setup, press F1 to Continue“. Ein Druck auf die Funktionstaste F1 führt dann üblicherweise dazu, dass das BIOS die Grundeinstellungen für das BIOS-Setup lädt, die sogenannten „BIOS Setup Defaults“.

Falls die Lithiumzelle tatsächlich leer ist, sollten Sie sie austauschen. Desktop-PC-Mainboards haben üblicherweise eine Steck- oder Federhalterung für eine CR2032-Zelle, die man als Paar im Blisterpack für 3 Euro im Supermarkt findet. Bei vielen Notebooks und Mini-PCs ist der Batterietausch schwieriger: Manche Notebooks lassen sich nur schwer aufschrauben und ebenso wie in Mini-PCs stecken oft „fliegende“ Batterien mit Kabelschwänzchen darin, für die man passenden Ersatz suchen muss.

Wenn Sie nicht an die Pufferbatterie herankommen oder keine zur Hand

Wenn die Pufferbatterie des Mainboards leer ist, vergisst das BIOS-Setup seine Standardeinstellungen (Setup Defaults). Viele BIOS-Typen zeigen dann die typische Fehlermeldung „Press F1 to Continue“.

haben, gibt es eine Notlösung: Oft genügt es, durch Druck auf die erwähnte F1-Taste die Default-Einstellungen fürs BIOS-Setup laden zu lassen. Komplet mit vorinstalliertem Windows gekaufte Rechner starten üblicherweise mit diesen Default-Werten, insbesondere Notebooks. Die zunächst falsche Uhrzeit korrigieren moderne Betriebssysteme mit Daten von Timeservern im Internet meistens automatisch.

BIOS-Setup-Kunde

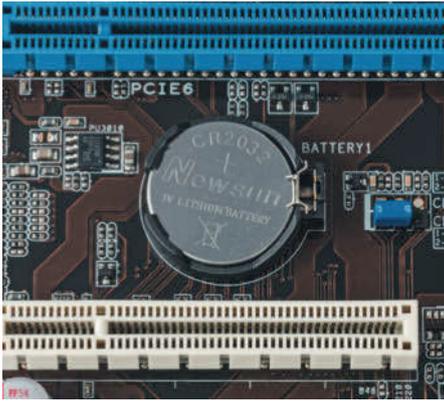
Doch nicht jeder PC bootet das Betriebssystem, wenn sein BIOS die Setup-Default-Einstellungen verwendet. Es gibt auch Windows-Installationen, die auf eine spezielle Konfiguration des BIOS-Setup angewiesen sind.

Heutige PCs starten in der Voreinstellung üblicherweise im UEFI-Modus, also nicht im veralteten, BIOS-kompatiblen Modus, auch „Legacy“- oder „CSM“-Startmodus genannt. Weil Windows im UEFI-Startmodus einen Systemdatenträger mit GUID-Partitionstabelle (GPT) verlangt und im BIOS-Startmodus einen mit Master Boot Record (MBR), kann der unpassende Startmodus den Bootvorgang verhindern. Diese Panne ist glücklicherweise relativ leicht zu beheben: Rufen Sie das BIOS-Setup auf, wozu Sie unmittelbar nach dem Einschalten des Rechners eine bestimmte Taste drücken müssen – im Zweifel schauen Sie im Handbuch nach. Oft erreicht man das BIOS-Setup mit der Taste „Entf“ (Del), bei manchen Rechnern aber auch mit F2, F1 oder F4. Manche Mainboards booten dermaßen schnell, dass es schwierig ist, den richtigen Moment für den Tastendruck zu erwischen. Unmöglich ist es, wenn für noch schnelleres Booten die Erkennung von USB-Geräten durch das BIOS abgeschaltet wurde (Quick Boot, Fastboot). Diese Einstellung ist zwar üblicherweise nicht aktiv, wenn die Lithiumzelle schwächelt. Falls doch, hilft es bei manchen Rechnern, den Einschalttaster genau 3 Sekunden lang zu drücken: Dann erscheint ein Auswahlm Menü, in dem sich „Fast Boot“ deaktivieren lässt.

```
Copyright (C) 2013 American Megatrends, Inc.
BIOS Date: 07/08/2014 11:23:18
Q1900DC-ITX UEFI P1.20
```

```
Press F2 or DEL to run Setup.
Press F11 for Boot Menu.
```

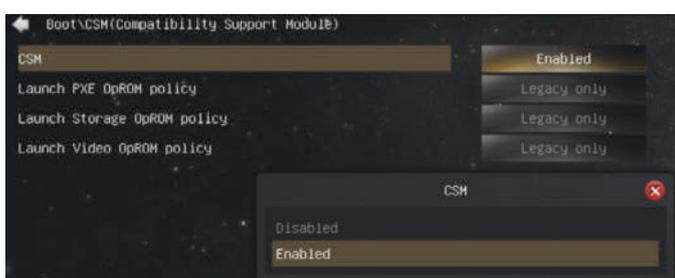
```
UEFI Defaults have been loaded
Press F2 or DEL to Run Setup
Press F1 to Continue
```



Als Pufferbatterie für die Echtzeituhr im Mainboard-Chipsatz sowie für die BIOS-Setup-Einstellungen dient meistens eine Lithiumknopfzelle vom Typ CR2032.

Haben Sie es ins BIOS-Setup geschafft, das auf vielen aktuellen Rechnern (aber nicht allen) eine grafische, per Maus bedienbare Oberfläche anzeigt, müssen Sie darin den Umschalter für den Startmodus finden. Das kann schwierig sein: Manchmal findet er sich im Menü „Boot“, manchmal anderswo. Manchmal verbirgt sich der UEFI-Start hinter der Option „Boot mode: Windows 10“, oft heißt der BIOS-kompatible Modus „Load CSM“; letzteres bezeichnet ein Compatibility Support Module (CSM), das das UEFI-BIOS lädt.

Ob UEFI- oder BIOS-kompatibler Startmodus zu Ihrer Windows-Installation passt, finden Sie erst nach dem Windows-Start heraus. Da es nur zwei Möglichkeiten gibt, stellen Sie die Option einfach mal probeweise um. Vor dem Verlassen des BIOS-Setup müssen Sie die veränderte Konfiguration ausdrücklich speichern; die dazu nötige Option „Save“ oder „Save and Reset“ (Speichern und Neustart) findet sich beispielsweise im Menü „Exit“. Bei vielen BIOS-Versionen können Sie auch die Funktionstaste F10 dafür verwenden. Tipp am Rande: Fotografieren Sie verwirrende BIOS-Setup-Menüs einfach mit dem Smartphone, um Einstellungen später wiederherstellen zu können.



Ist Windows im UEFI-Modus installiert, so muss auch das Mainboard-BIOS im UEFI-Modus starten. Der BIOS-kompatible Startmodus mit CSM lässt sich abschalten.

Tief im Setup

Auch eine im BIOS-Setup falsch eingestellte Boot-Reihenfolge kann zur Betriebssystem-Ladehemmung führen. Falls es eine Einstellmöglichkeit gibt (oft im Menü „Boot“), bringen Sie den Systemdatenträger an die erste Position. Wie das klappt, hängt vom BIOS-Setup ab. Manchmal muss man die Plus- und Minustasten auf dem Ziffernblock verwenden, oft aber die Pfeiltasten. In vielen BIOS-Setups können Sie bestimmte Typen von Bootmedien deaktivieren, etwa alle USB-Massenspeicher und Netzwerkserver. Das mag in hartnäckigen Einzelfällen helfen. Heutzutage bei PCs ebenfalls selten: Ein RAID als Bootmedium, also ein Verbund aus zwei oder mehr Platten oder SSDs. Auch dafür sind manchmal spezielle Vorgaben im BIOS-Setup nötig, deren Beschreibung aber den Rahmen dieses Artikels sprengt – siehe Handbuch.

Der UEFI-Start funktioniert in vielen Details anders als der „Legacy“-BIOS-Startvorgang. Ganz kurz zusammengefasst liegen dabei die Bootloader für die jeweils installierten Betriebssysteme – also auch für Windows – auf einer dafür reservierten (FAT32-)Partition des Systemdatenträgers, der EFI System Partition (ESP). Bei der Installation eines Betriebssystems schreibt das jeweilige Setup-Programm einen Verweis auf diesen ESP-Bootloader in einen nichtflüchtigen Speicherbereich, den das BIOS verwaltet, das sogenannte NVRAM. Der Eintrag für Windows heißt „Windows Boot Manager“ und verweist auf „bootmgfw.efi“. Für eine Linux-Distribution kann hier beispielsweise „Ubuntu“ eingetragen sein. Bei Windows-Startproblemen prüfen Sie, ob „Windows Boot Manager“ an oberster Stelle steht.

Bei alten Computern kann auch ein im BIOS-Setup falsch eingestellter SATA-Betriebsmodus stören; üblich ist seit Jahren der AHCI-Modus – moderne Boards beherrschen den alten, IDE-kompatiblen Modus nicht mehr. In sel-

tenen Fällen treten Probleme mit Stromsparfunktionen für die SATA-Ports (SATA Link Power Management, LPM) oder die PCI-Express-(PCIe-)Lanes für eine NVMe-SSD auf. Schauen Sie also im BIOS-Setup-Bereich für „Storage“ nach, ob SATA LPM oder PCIe Active State Power Management (ASPM) aktiv sind und schalten Sie solche Funktionen probeweise ab.

Passwortfalle

Im BIOS-Setup können Passwörter eingerichtet sein, die die Diagnose blockieren oder sogar den Zugriff auf den Systemdatenträger. Falls Sie diese Passwörter nicht kennen, wird es schwierig. Manche PCs vergessen Passwörter, wenn man die erwähnte Pufferbatterie für einige Stunden ausbaut oder einen Jumper umsetzt, der den gepufferten Speicherbereich löscht (CMOS Clear, Clear NVRAM oder ähnlich). Manchmal gibt es Jumper, die man umstecken muss, um BIOS-Passwörter löschen zu können. Doch solche Funktionen sind eigentlich Sicherheitslücken, die ein gutes BIOS vermeidet, indem es Passwörter im dauerhaft nichtflüchtigen Flash-Speicher ablegt. Denn es geht ja gerade darum, den Zugriff auf Daten per Passwort zu verhindern.

Es gibt je nach BIOS mehrere Arten von Passwörtern: Ein „Boot“-Passwort muss man eingeben, damit der PC den Startvorgang fortsetzt. Ein „Disk“-Passwort verriegelt den Zugriff auf einen (SATA-)Datenträger, es wird üblicherweise mit dem „ATA Security Feature Set“ genutzt und von der Firmware der SSD oder Platte ausgewertet, aber via BIOS-Setup verwaltet. Ein „User“-Passwort blockiert den Aufruf des BIOS-Setup, damit Unbefugte nichts unerwünscht ändern können. Und ein „Admin“-Passwort schließlich lässt sich einrichten, um „User“-Passwörter erstellen und löschen zu können.

Falls jedenfalls der PC-Bootvorgang scheitert und eine Passwortabfrage erscheint, müssen Sie sich intensiv mit dem PC-Handbuch auseinandersetzen und hoffen, dass Ihnen das benötigte Passwort wieder einfällt – oder den Support kontaktieren. Bei Notebooks verlangt der dann (hoffentlich) einen Kaufbeleg. Für das BIOS mancher älteren Rechner soll es Standardpasswörter geben, jedenfalls findet man Hinweise darauf bei einer Internetsuche. Als letzten Strohalm kann man diese ausprobieren.

Aufgeschraubt

Wie eingangs erwähnt, lässt sich an einem modular aufgebauten Desktop-PC mehr selbst reparieren als an einem Notebook. Viele moderne Mobilrechner, vor allem besonders leichte und flache, haben fest eingebaute, teilweise sogar eingeklebte Akkus. Mobilprozessoren sind mittlerweile immer verlötet, Speicherchips oft (LPDDR4 immer) und immer häufiger sogar die SSD. Wechselfassungen sind größer, schwerer und tendenziell fehlerträglicher als Lötverbindungen.

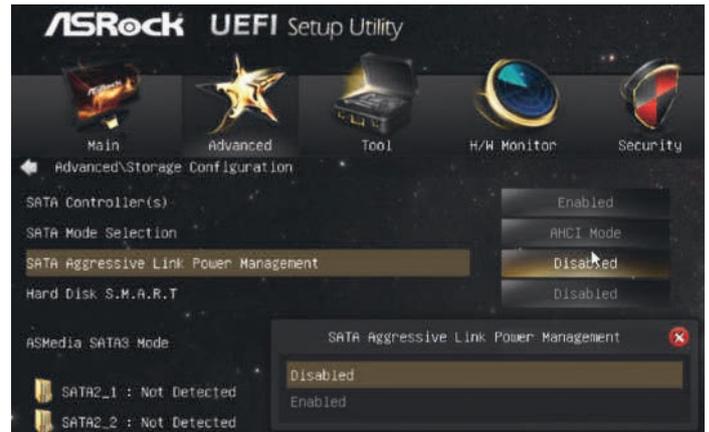
Falls sich der Akku des Notebooks entfernen lässt, sollten Sie das probeweise tun, wenn das Gerät nicht bootet – ein Akkudefekt kann das System lahmlegen. Bei Notebooks mit USB-C-Netzteil sollten Sie auch mal eine andere Einspeisebuchse testen. Vielleicht ist sogar ein alternatives Netzteil zur Hand. Viel mehr kann man an der Notebook-Hardware nicht selbst herumdoktern, jedenfalls nicht ohne Erfahrung oder mit großer Abenteuerlust.

Bei einem größeren Desktop-PC mit verschraubtem Gehäuse können auch Laien einen Blick ins Innere wagen. Trennen Sie zuvor unbedingt den PC vom Stromnetz. Liegt sehr viel Staub im PC, kann das eine Fehlerquelle sein: Blockiert Staub den Lüfter, bricht mancher Rechner den Startvorgang ab. Entfernen Sie Staub und Schmutz sehr vorsichtig – falls mit dem Staubsauger, passen Sie auf Kleinteile (Jumper) auf!

Auch ein Netzteiltausch ist bei einem unwilligen Desktop-PC einen Versuch wert – jedenfalls sollten Sie es ausprobieren, bevor Sie das Mainboard tauschen, weil letzteres viel aufwendiger ist. Falls Sie kein zweites ATX-Netzteil mit ähnlicher Belastbarkeit besitzen, können Sie zu Diagnosezwecken vielleicht eines von Bekannten leihen.

Netzteile altern, ebenso wie die zahlreichen Spannungswandler, die auf PC-Mainboards und Grafikkarten sitzen. Austrocknende oder auslaufende Elektrolytkondensatoren können zu Problemen führen, aber auch lange Zeit stark erwärmte Spulen verändern ihre Eigenschaften. Ein typisches Indiz – aber kein sicherer Beweis – für eine wackelige Stromversorgung ist, wenn der PC in bestimmten Lastsituationen abstürzt (Volllast, aber gerne auch im Leerlauf) oder wenn Sie mehrmals ein- und ausschalten müssen, bevor er bootet. Hilft ein probeweiser Netzteiltausch nicht, wird die Diagnose schwierig. Die Ursache kann bei irgendeiner der zahlreichen er-

Manche SATA-SSDs kommen mit der Energiesparfunktion Link Power Management (LPM) nicht zurecht und streiken dann. LPM lässt sich im BIOS-Setup abschalten.



wähnten Wandlerschaltungen liegen, aber auch anderswo, etwa bei einer schadhafte Lötstelle, einer schlechten Steckverbindung oder einem defekten Chip.

Sofern Sie es sich zutrauen, können Sie probeweise alle internen Steckverbinder im PC abziehen und wieder aufstecken – eine nach der anderen, nicht mehrere zugleich! Dokumentieren Sie den „Vorher“-Zustand mit Smartphone-Fotos, um die Anschlüsse später wiederherstellen zu können. Achten Sie auf Stellen, die durch Hitze verfärbt oder gar verschmort sind. Auch ein Wackelkontakt, Schmutz oder Korrosion in einer Steckfassung für Prozessor, RAM und PCIe-Karten stören den PC-Start. Manchmal hilft es, diese Komponenten aus- und wieder einzubauen.

Um an den Prozessor heranzukommen, muss man allerdings zuerst den Kühler (samt Lüfter) demontieren. Das sollte man nicht unbedacht angehen: Bevor man ihn wieder aufsetzt, muss man ihn sorgfältig reinigen und frische Wärmeleitpaste auftragen. Wer letztere nicht im Haus hat, sollte daher den Kühler nicht abnehmen und kommt nicht an die CPU heran. Und Achtung: Aktuelle Prozessorfassungen haben über tausend Kontaktfederchen – unter ct.de/yqer finden Sie Videos, die zeigen, wie man sie handhabt.

Krasse Schäden wie einen verschmorten Steckverbinder findet man einfach durch genaues Betrachten der PC-Einzelteile, hochtrabend „visuelle Inspektion“ genannt.



Schäden an den CPU-Federkontakten erkennen viele Mainboard-Hersteller nicht als Reklamationen für Gewährleistung und Garantie an.

Denken, dann schrauben

So manches PC-Problem kann man selbst reparieren. Doch auch fatale Hardwaredefekte gehören zum Alltag: PCs, Notebooks und ihre Komponenten fallen mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit aus. Ab einem gewissen Punkt müssen Fachleute ran. Das gilt vor allem dann, wenn der Rechner jünger als zwei Jahre ist (Gewährleistung) oder eine Herstellergarantie gilt. Denken Sie aber auch an unabhängige Fachwerkstätten und achten Sie stets auf die Reparaturkosten: Nach drei Jahren liegt der Restwert eines PC nahe null. Die beste Versicherung gegen PC-Schäden bleibt ein Backup, dann kann man mit einem anderen Rechner gleich weiterarbeiten.

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

Literatur

- [1] Hajo Schulz, Die Zeit zurückdrehen, Datenrettung mit dem c't-Notfall-Windows, c't 22/2019, S. 24
- [2] Hajo Schulz, Daten-Archäologie, Tipps zur Datenrettung, c't 19/2018, S. 114

Videos zum CPU-Einbau: ct.de/yqer

Clever suchen

Suchen und ersetzen mit Platzhaltern in Microsoft Word

Die Suchen&Ersetzen-Funktion von Word kann weit mehr als nur Begriffe aufspüren und austauschen. So korrigieren Sie mit einer Handvoll Platzhalterzeichen und einer einfach zu lernenden Syntax Formatierungsfehler, konvertieren Datums- und Währungsformate und ersetzen Textkürzel durch Grafiken.

Von Stefan Wischner

Eine Funktion zum Suchen und Ersetzen von Text ist ein alter Hut aus der Textverarbeitungssteinzeit und steckt selbst in simpelsten Texteditoren. Größere Textverarbeitungsprogramme beherrschen zudem einige Tricks, die über den bloßen Austausch von Textteilen hinausgehen und können zum Beispiel Absatzformate oder Textauszeichnungen suchen und ersetzen. Word setzt mit seinem speziellen Platzhaltermodus noch einen drauf. Damit lassen sich Suchbegriffe sehr genau spezifizieren und Textelemente geschickt manipulieren und umbauen.

Diesen Modus aktivieren Sie im Suchdialog, den Sie über „Start/Suchen/Erweiterte Suche“ oder die Tastenkombination Strg+H erreichen. Setzen Sie ein Häkchen bei „Platzhalter verwenden“. Unterhalb des Eingabefeldes „Suchen nach:“ erscheint „Mit Mustervergleich“. Nur in diesem Modus werden einige Spezialzeichen interpretiert, mit denen Sie die Suche nach Textteilen verfeinern können. Die können Sie zwar aus dem Ausklappmenü hinter der Schaltfläche „Sonderformat“ zusammenklicken, doch dann müssen Sie die nötigen Parameter per Hand ergänzen. Es ist daher sinnvoll, gleich die benötigten Sonderzeichen und ihre richtige Anwendung zu ler-

nen und einzutippen. Es sind nicht sehr viele (siehe Tabelle auf S. 149).

Die meisten Platzhalter sind reguläre Ausdrücke (Regex). Auch, wenn Sie damit nicht vertraut sind, kennen Sie zumindest die beiden gebräuchlichsten möglicherweise aus der Windows-Eingabeaufforderung oder einer Linux-Shell: ? ist ein Joker für ein einzelnes Zeichen, * für eine beliebig lange Zeichenkette. Der Suchbegriff M?ier fördert also alle „Maier“ und „Meier“ zutage, M??er liefert auch die Schreibweisen Mayer und Meyer. Dummerweise sorgt dabei auch der Herr „Maler“ für einen Treffer.

Um das zu verhindern, setzen Sie statt des Jokers eine Liste erlaubter Zeichen in eckige Klammern, im Beispiel also M[ae][iy]er. Sie können auch einen erlaubten Zeichenbereich angeben, zum Beispiel [A-Z] für die Begrenzung auf Großbuch-

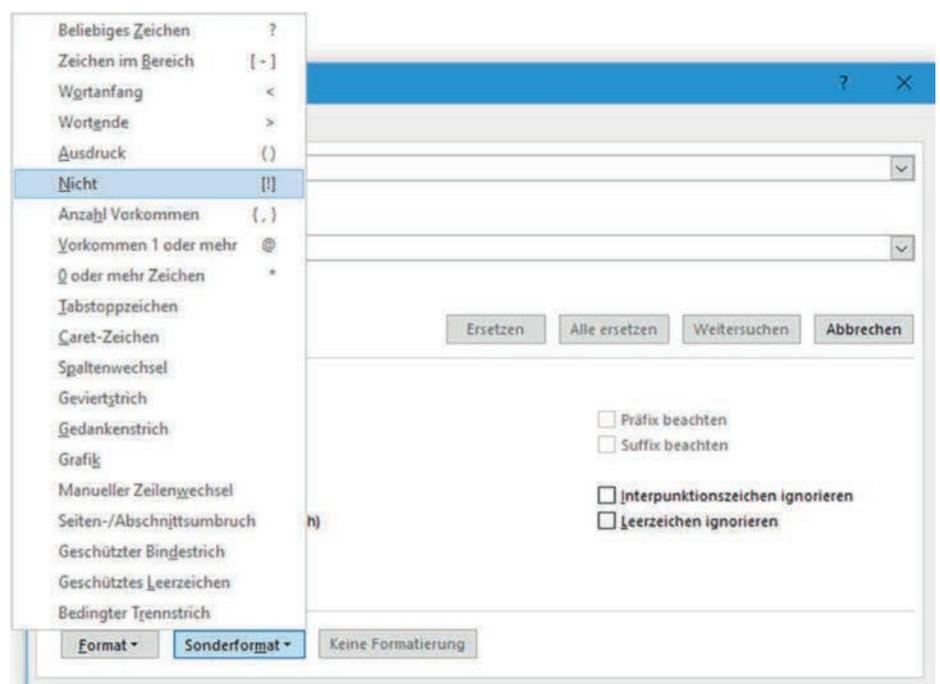
staben oder [1-9] für Ziffern. In geschweiften Klammern geben Sie optional hinter dem Suchtext die Anzahl der Zeichen an. So würde der Suchterm [0-9]{3} alle dreistelligen Zahlen aufspüren, auch solche mit führender Null. {2;} (beachten Sie das einleitende Leerzeichen) findet alle Ansammlungen von zwei oder mehr Leerzeichen.

Wichtig: Die Sonderzeichen selbst lassen sich bei aktiviertem Platzhaltermodus nicht direkt suchen. Die alleinige Eingabe von * ins Suchfeld sucht nach beliebigen Zeichenketten, nicht aber nach dem „*-Zeichen. Das betrifft die Jokerzeichen „*“ und „?“ , die eckigen und geschweiften Klammern und auch das @-Zeichen. Um ein solches Zeichen zu suchen, stellen sie ein \ voran, also zum Beispiel * oder \?. Eine Mailadresse wie swi@ct.de spürt der Ausdruck swi\@ct.de auf.

Auch manche Sonderzeichen der Normalsuche mit vorangestelltem Caret-Zeichen funktionieren nicht im Platzhaltermodus, zum Beispiel die Suche nach Absatzmarken (^p) oder Tabulatoren (^t). Dafür kann man dem Caret einen beliebigen ASCII-Code folgen lassen. Absatzmarken finden Sie im Platzhaltermodus also mit ^13.

Intelligentes Ersetzen

Spannend wird der Platzhaltermodus, wenn es darum geht, Begriffe nicht nur zu



Die Platzhalterzeichen lassen sich aus einem Menü auswählen und in die Eingabefelder einsetzen. Die nötigen Parameter muss man aber kennen und per Hand eintragen.

finden, sondern durch etwas anderes zu ersetzen und Teile des ursprünglichen Suchbegriffs als Variablen zu verwenden. Damit lassen sich beispielsweise Texte umformatieren und umbauen. Dazu teilen Sie den Suchbegriff in einzelne Elemente auf, auf die Sie sich im Ersetzen-Feld dann beziehen können.

Ein Beispiel: An mehreren Stellen im Text stehen unterschiedliche Beträge in der Form „EUR 150,00“. Sie möchten aber eine Schreibweise mit abschließendem €-Zeichen, also „150,00 €“. Dazu formulieren Sie folgenden Suchbegriff: EUR ([0-9.]{1;}).

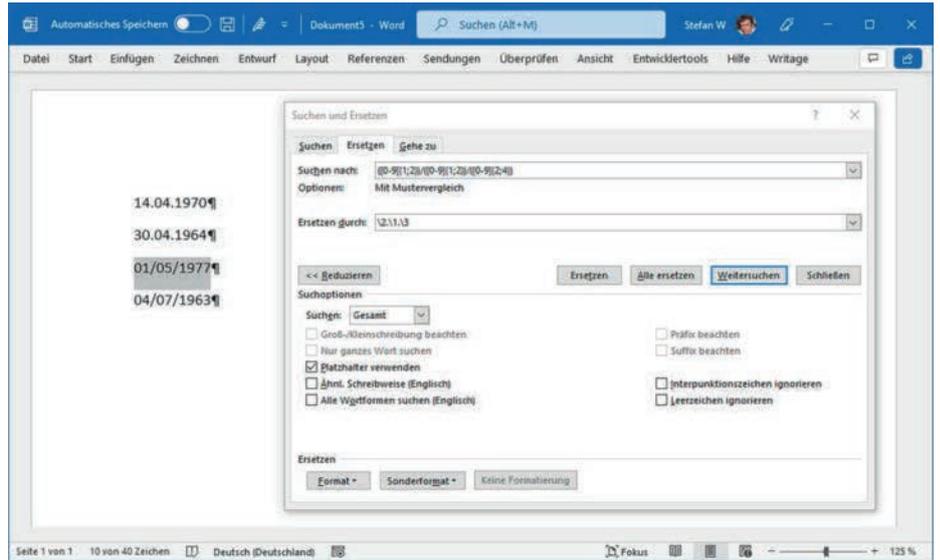
Die runden Klammern umschließen den Teil des Suchbegriffs, den Sie im Ersetzen-Feld wiederverwenden wollen, hier also den Euro-Betrag. Gesucht wird nach „EUR“, gefolgt von einer Zahl, die mindestens aus einer Ziffer besteht und zusätzlich Punkte oder Kommata enthalten darf. Der in runde Klammern eingefasste Teil des Suchbegriffs wird zwischengespeichert und lässt sich im „Ersetzen durch“-Feld mit \1 wiederverwenden. Für das Beispiel ist der Ersetzen-Ausdruck also \1 €. Der Text „EUR“ wird entfernt, da er nicht mit in der Klammer steht, aus \1 wird der jeweilige Betrag und dann das Leerzeichen und das Euro-Zeichen angehängt.

Sie können auch mehrere Teile des Suchbegriffs in runde Klammern fassen, wobei nummerierte Variablen entstehen. Das ist immer dann nützlich, wenn Sie die Teile in geänderter Reihenfolge wieder einsetzen wollen. So können Sie zum Beispiel das englische Datumsformat (mm/tt/yyyy) in die hierzulande gebräuchliche Form (tt.mm.jjjj) umwandeln: In das Suchfeld tragen Sie dazu die Zeichenkette ([0-9]{1;2})/([0-9]{1;2})/([0-9]{2;4}) ein. Sie sucht nach drei jeweils durch einen Schrägstrich getrennte Zahlen, wobei die ersten beiden jeweils ein- oder zweistellig und die dritte zwei- bis vierstellig sein darf.

Die runden Klammern erzeugen drei getrennte und von links nach rechts durchnummerierte Suchobjekte. Diese Nummern verwenden Sie im „Ersetzen durch“-Feld, in das Sie \2. \1. \3 schreiben.

Wollen Sie den gesamten Suchbegriff speichern, um ihn im Ersetzen-Feld zu verwenden, können Sie sich die Klammern sparen und statt \1 den Begriff \n verwenden.

Ein besonderer Platzhalter für das „Ersetzen“-Feld ist ^c. Er steht für den aktuellen Inhalt der Zwischenablage und ersetzt den Suchtext durch genau diesen.



Ist die Platzhaltersuche in Word aktiviert, sind damit auch komplexe Textmanipulationen möglich, wie zum Beispiel die Umwandlung von Datumsformaten.

Das ist zum Beispiel dann interessant, wenn es darum geht, eine größere Menge Text einzufügen, der nicht in das „Ersetzen“-Feld passt. Das ist nämlich auf 255 Zeichen begrenzt. Sogar Grafiken lassen sich aus der Zwischenablage einfügen, zum Beispiel um ein als Platzhalter an mehreren Stellen verwendetes Textkürzel durch ein Logo oder Icon zu ersetzen.

Leider vergesslich

Schade ist nur, dass sich Word in den Eingabefeldern des Suchen-Dialogs zwar die letzten Abfragen merkt und als Ausklappliste bereitstellt – aber nur bis zum nächsten Start. Auch die Autokorrektur und Textbausteine von Word helfen nicht; sie funktionieren nicht in den Eingabefeldern. Wenn Sie regelmäßig dieselben

komplexen Ausdrücke für das Suchen und Ersetzen nutzen, können Sie sie in einem separaten Textdokument oder Notizprogramm speichern und Copy & Paste nutzen. Noch besser ist es, ein externes Textbausteinprogramm wie AutoHotkey oder PhraseExpress (ct.de/ysuz) zu nutzen.

Manchmal erfordert die geschickte Platzhalternutzung ein wenig Nachdenken und Ausprobieren – am besten mit einem kurzen Testdokument oder einer Ausschnittkopie des Originals. Dann ist aber eine ganze Menge möglich, wofür man eigentlich eher an ein VBA-Makro gedacht hätte. (swi@ct.de) **ct**

AutoHotkey und PhraseExpress:
ct.de/ysuz

Platzhalterzeichen in der Word-Suche

Platzhalter	Bedeutung	Beispiel	Findet	Findet nicht
?	Zeichen	m?st	Mast, Mist	meist, musst
*	Zeichenkette, auch leere	ha*t	Halt, Haupt, hat	Halle
<	Wortanfang	<er	er, Erbe	der, Meer
>	Wortende	er>	er, der, Maler	erben, Herr
[...]	zulässige Zeichen	mei[dn]e	meide, meine	Meile
[.-]	zulässiger Zeichenbereich	[A-Z]üde	Rüde	rüde
[!...]	Bereich oder Gruppe nicht zulässiger Zeichen	Ha[!u]t	Hast, halt	Haut
{n}	n-maliges Vorkommen	[0-9]{4}	1234, 9090	123, 12345
{n;}	Mindestanzahl	[0-9]{3;}	123, 12345	1, 12
{n;m}	n bis m-maliges Vorkommen	[0-9]{2;4}	12, 1234	1, 12345
@	Min. einmaliges Vorkommen	Le[a-z]@er	Leder, Leser	Leer
\<Zeichen>	Maskieren von Platzhalterzeichen	*	*	beliebige Zeichenkette
^<0-255>	Zeichen (ASCII-Code)	^32	Leerzeichen	alle anderen Zeichen



Watt is hier los?

Energieeffizienz aktueller PC-Plattformen

Wer einen performanten Rechner wünscht, der zugleich flüsterleise arbeitet, braucht möglichst effiziente Hardware. Wir klopfen als Auswahlhilfe die aktuellen Intel- und AMD-Plattformen auf ihre Energieeffizienz ab und geben Tipps zur Optimierung von Intels besonders durstigem Core i9-12900K.

Von Carsten Spille

Effiziente Computertechnik spart nicht bloß Energie, sondern reduziert auch Lärm. Je weniger Energie das System umsetzt, desto leiser kann das Kühlsystem arbeiten – das interessiert viele noch mehr, als ein paar Kilowattstunden einzusparen.

Im Rennen um den schnellsten Mainstream-Desktop-Prozessor hat Intel mit den Core i-12000 wieder zu AMD aufgeschlossen und ist in einigen Teilgebieten

wie etwa beim Gaming gar vorbeigezogen. Doch bei der Leistungsaufnahme musste Intel dafür einige Reserven mobilisieren: den Turbo-Modus und ein erweitertes Power-Limit von 241 Watt beim Core i9-12900K – mehr als 100 Watt über dem, was AMDs 16-Kerner Ryzen 9 5950X braucht. Auf AMDs High-End-Plattform darf der Ryzen Threadripper 3000 gar bis zu 280 Watt schlucken.

Ein Prozessor mit hoher elektrischer Spitzenleistung ist jedoch nicht automatisch ineffizient. Aber welche Plattform arbeitet am effizientesten? Ist es außerdem sinnvoll, eine Aufgabe möglichst schnell zu Ende zu bringen, um dann früher wieder in den viel sparsameren Leerlauf wechseln zu können? Was bei Notebooks mit ihrer begrenzten Akkukapazität lange das eiserne Mantra von Intel war, haben wir im Desktop-PC-Betrieb mit den aktuellen Plattformen für die Fassungen AM4

(Ryzen), sTRX4 (Threadripper) und LGA1700 (Core i) ausprobiert.

TDP, Turbo, Temperaturen

Wie viel elektrische Leistung ein Prozessor aufnimmt, steuert er seit ein paar Jahren selbst ziemlich exakt und kleinteilig. Die Einheit der CPU, die für den Energiehaushalt zuständig ist, heißt Power Management Unit. Sie wählt in Sekundenbruchteilen aus, was zur aktuell anstehenden Aufgabe passt: vom tiefsten Stromsparszustand mit abgeschalteten Caches und Rechenwerken bis zum kurzzeitigen, aber deutlichen Überschreiten der langfristig erlaubten Leistungsaufnahme.

Um die CPU-Leistung maximal auszureizen, haben AMD und Intel sich schon vor einiger Zeit von der klassischen „Thermal Design Power“ (TDP) verabschiedet. Die gab an, wie viel Wärmeenergie in das Kühlsystem abführen muss und war damit



in der Praxis quasi gleichbedeutend mit der maximalen Leistungsaufnahme des Prozessors.

Inzwischen haben auch CPUs der Mainstream-Desktop-Plattformen AM4 und LGA1700 dermaßen viele Kerne, dass Volllast auf jedem von ihnen zu sehr niedrigen Taktfrequenzen führen würde. Aber schnelle Kerne werden gebraucht, damit sich das System flott anfühlt und auf Eingaben möglichst sofort reagiert. Aus dem Notebook-Segment kommend, ist eine Turbo-Funktion heute üblich: Je weniger Kerne belastet sind, desto höher dürfen einzelne takten. Intel gesteht seinen Performance-Kernen im Core i9-12900K 5,2 GHz zu, die bei Volllast auf 3,2 gesenkt werden. Bei AMDs Ryzen 9 5950X sind es 4,9 zu 3,4 GHz.

Für höhere Taktraten wird dabei üblicherweise auch die Versorgungsspannung erhöht, die in die Berechnung der Leistungsaufnahme quadratisch einfließt. Die Turbofunktionen sind also besonders energieintensiv.

Hurry up, get idle

Das aus dem Notebook-Sektor stammende Mantra „beeile dich, wieder nichts zu tun“ (Hurry up, get idle) soll aussagen,

dass anstehende Aufgaben so schnell erledigt werden, wie möglich – und es geht noch einen Schritt weiter. Es soll das Performance-Versprechen und die erhöhte Leistungsaufnahme bei wenigen Kernen mit einer auf das Gesamtsystem bezogenen, effizienteren Energienutzung kombinieren. Das ist wichtig, da im Akkubetrieb im Gegensatz zur Steckdose ja nicht unbegrenzt viel Energie zur Verfügung steht. Die Idee dahinter: Wenn eine Aufgabe möglichst schnell abgeschlossen wird, können auch andere Teile der CPU – wie zum Beispiel Caches, die integrierte Grafik oder die Schnittstelle zum Chipsatz – früher wieder in den Stromsparmodus wechseln, sodass am Ende noch ein Nettogewinn an Effizienz steht.

Im Desktop-PC hat sich diese Idee allerdings etwas anders entwickelt: Die Prozessoren sollen eine möglichst hohe Leistung bei einer breiten Staffelung von Aufgaben erzielen. Ob das nun das schnelle Starten eines Programmes ist, was nur einen oder zwei Kerne fordert, oder das Berechnen von Einzelbildern eines gerenderten Films, wozu sich viele Kerne einspannen lassen.

Hinzu kommt noch eine Überschreitung der TDP, die bei Intel inzwischen

ct kompakt

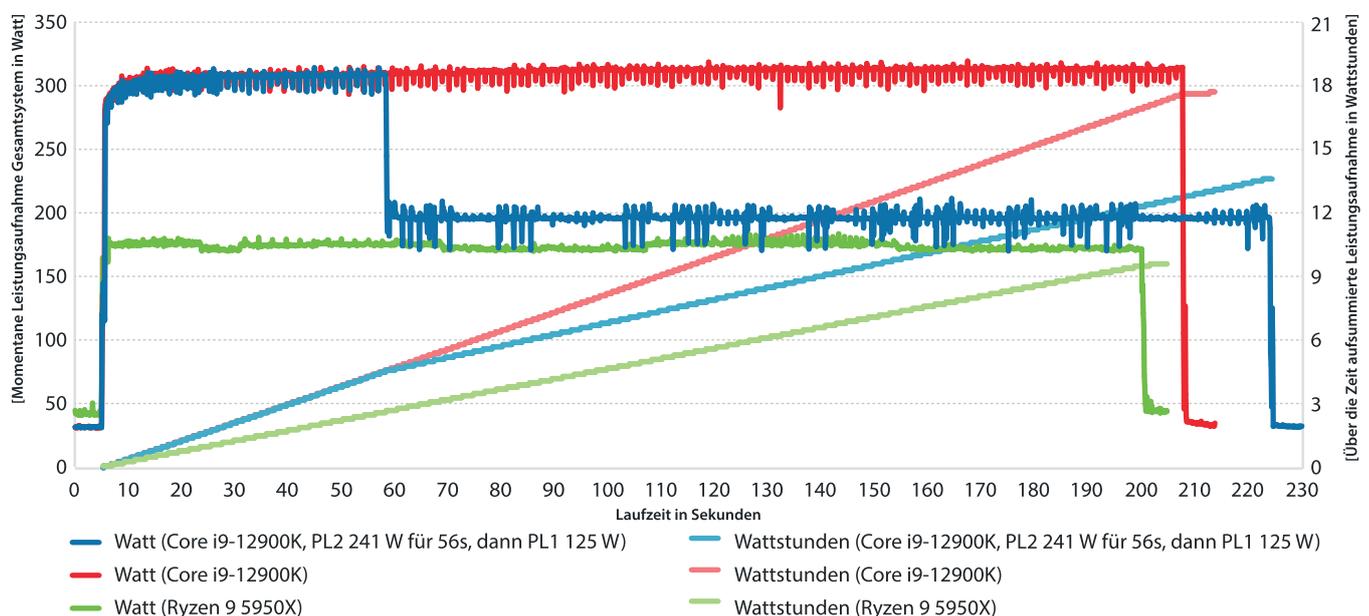
- CPUs schlucken mehr und mehr Strom.
- Speziell Intels Core-i-CPU's haben sehr flexible Powerlimits.
- Wir prüfen die Auswirkungen davon auf die Energieeffizienz.

Processor Base Power (PBP) heißt und je nach CPU-Typ und -Modell unterschiedliche Werte erlaubt. Bei Intel gibt es zwei Power-Limits: PL1 und PL2. Ersteres ist die Langzeit-Verlustleistung (PBP) und zweiteres ein (deutlich) höherer Wert, um den die TDP für eine bestimmte Zeitspanne PLtau überschritten werden kann. Hinzu kommen Parameter wie die Stromversorgung durch das Mainboard und die Effizienz der Kühlung, sprich, die Kerntemperaturen.

In der Folge erlaubt es Intel seinem Core i9-12900K mit einer PBP von 125 Watt, bis zu 241 Watt zu ziehen. Die PLtau hat Intel dabei für die Z690-Mainboards auf „unendlich“ gesetzt, üblich waren bei

Leistungsaufnahme und Energie, Blender 3.0, Rendering-Szene „classroom“

Die Grafik zeigt die im 10-Hz-Intervall gemessene Leistungsaufnahme des Gesamtsystems unter Blender 3.0 sowie die Arbeit in Wattstunden (ansteigende Linien). Der Core i9-12900K darf ungezügelt bis zu 241 Watt schlucken, was in rund 310 Watt fürs Gesamtsystem mündet. Die Szene wird zwar etwas schneller fertig als mit angelegten Powerlimits, das System braucht trotz kürzerer Laufzeit mit 17,6 statt 13,6 Wh aber rund 29 Prozent mehr Energie. AMDs Ryzen 9 5950X spielt mit 9,6 Wh in einer anderen Liga.



Energieeffizienz moderner Prozessorplattformen

System	7-Zip 21.06a UE5.0EA, LZMA2, ultra [Wh]	Blender 3.0.0 „classroom“, Cycles X, CPU [Wh]	Handbrake 1.4.2 „Big Buck Bunny“, Production Max [Wh]	kcbench WSL ¹ mit Modulen [Wh]	kcbench Ubuntu ¹ mit Modulen [Wh]	PCMark 10 Express Standard-Durchlauf [Wh]
	← besser	← besser	← besser	← besser	← besser	← besser
AMD Ryzen 7 5700G	33,1	12,4	42,1	38,6	34,9	9,1
AMD Ryzen 9 5950X	39,0	9,2	37,2	33,3	30,7	19,3
AMD Ryzen Threadripper 3990X	62,9	8,9	49,3	42,9	32,6	47,4
Intel Core i9-12900K	38,6	17,2	64,4	49,4	45,9	15,3
Intel Core i9-12900K (PL an ²)	37,9	13,1	47,3	39,5	35,4	14,9
	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[Punkte]
	← besser	← besser	← besser	← besser	← besser	← besser
AMD Ryzen 7 5700G	1552	373	1355	1302,5	1139,1	6517
AMD Ryzen 9 5950X	1129	196	757	650,9	602,0	6258
AMD Ryzen Threadripper 3990X	1150	90	482	408,7	300,7	5178
Intel Core i9-12900K	1132	206	801	670,9	611,5	5627
Intel Core i9-12900K (PL an ²)	1124	220	859	704,2	635,4	5656

gemessen unter Windows 11 (außer kcbench Ubuntu) ¹WSL: Windows Subsystem for Linux: 5.10.16.3 (gcc 9.3.0); Ubuntu 21.10: 5.16.0-051500rc5 (gcc 11.2.0); zu kompilierender Kernel 5.15.7
² Power Limit 1: 241 Watt, Dauer 56 Sekunden, danach Power Limit 2: 125 Watt

früheren CPU-Generationen 28 Sekunden, ab den bis zu 250 Watt durstigen Core i-11000 56 Sekunden – letzterer Wert steht übrigens auch für 125-Watt-Modelle des Core i-12000 im Intel-Datenblatt. Die Hersteller haben sich bei Mainboards mit Z-Chipsatz an diese Beschränkung aber kaum gehalten, sodass die CPUs oft unbemerkt übertaktet liefen [1]. AMDs Ryzen-Prozessoren dürfen ihre TDP ebenfalls überschreiten und das auch dauerhaft, sofern die Kühlung kräftig genug ist und das Mainboard den erhöhten Strom liefern kann. So wird aus der 105-Watt-CPU Ryzen 9 5950X auf einem passend dimensionierten System wie dem unseren ein 141-Watt-Modell.

Auf dem Prüfstand

Wir haben uns drei aktuelle High-End-Prozessoren herausgegriffen, um dieses Verhalten exemplarisch zu erläutern und die Auswirkungen auf die Effizienz zu untersuchen.

Mit von der Messpartie waren AMDs High-End-Desktop-Prozessor Ryzen Threadripper 3990X mit 280 Watt TDP auf dem MSI-Mainboard Creator TRX40, AMDs AM4-Sechzehnkerner Ryzen 9 5950X und der Ryzen 7 5700G auf einem MSI MAG B550M Mortar und Intels Core i9-12900K auf dem Asrock Z690 PG Rip-tide, das in unserem Test von Z690-Boards die Power-Limits ab Werk am besten einhielt – in einem zusätzlichen Durchlauf haben wir hier die Power-Limits auf die Werte des Datenblattes eingestellt. 56 Sekunden lang durfte die CPU

241 Watt genehmigen, danach wurde auf 125 Watt gebremst. Im Normalfall bleibt es unter Volllast einfach bei 241 Watt.

Alle CPUs erhielten pro Speicherkanal 8 GByte DDR4-3200-Speicher, eine Samsung 980 Pro NVMe-SSD und das Be Quiet E11-PT-750W-Watt-Netzteil. Der Ryzen 9 5950X und der Ryzen Threadripper 3990X mussten jeweils noch eine sparsame Grafikkarte vom Typ GeForce GT 1030 mitschleppen, da ihnen anders als dem Core i9-12900K und dem Ryzen 7 5700G eine integrierte Grafikeinheit fehlt.

Der Großteil der Messungen lief unter Windows 11, weil sich nur damit die Core i-12000-Prozessoren voll ausreizen lassen. Zudem haben wir mit dem brandneuen Blender 3.0 die Classroom-Szene gerendert als stellvertretenden Fall von Langläufer-Aufgaben. Blender nutzt alle CPU-Kerne nahezu voll aus und kommt auch bei der Produktion von Animationsfilmen zum Einsatz, was Systeme Tage und Wochen dauerbeschäftigt.

Als mittelfristige Aufgaben haben wir einen Videofilm mit Handbrake in der Voreinstellung „Production Max“ umgewandelt – bei dieser Volllastaufgabe bringen mehr als 12 Kerne nur geringen Zusatznutzen, weil Handbrake sie nicht optimal einbinden kann.

Mit 7-Zip haben wir das Verzeichnis der Unreal-Engine 5.0A mit 180.000 Dateien von rund 36 GByte auf 8 GByte komprimiert – Transfers auf mobile Datenträger laufen so um eine Größenordnung flotter, die Komprimierung spart also Zeit.

Die Last schwankt dabei von 100 Prozent auf 32 Kernen bis hinunter zu ein bis zwei ausgelasteten Recheneinheiten.

Und zu guter Letzt simulierte der PCMark 10 Express eine Reihe typischer Büroaufgaben für uns, bei der die Systeme den schnellen und effizienten Wechsel verschiedener Lastzustände beweisen mussten.

Dabei haben wir alle System je nach Messung an unsere kalibrierten Messgeräte vom Typ Zimmer LMG95 oder LMG610 gehängt und die primärseitige Leistungsaufnahme des Gesamtsystems über die jeweilige Laufzeit des Tests protokolliert. Das Produkt aus Leistungsaufnahme (in Watt) und Laufzeit (in Stunden) ergibt die für die jeweilige Aufgabe umgesetzte Menge an Energie (in Wattstunden).

Effizient, schnell – oder beides?

Da wir sehr verschiedene Plattformen vergleichen, haben wir außer der reinen Effizienz auch die Benchmarkdauer respektive die erreichte Punktzahl angegeben. Wenig überraschend ist der Ryzen 7 5700G als 65-Watt-Achtkerner mit integrierter Grafik bei den Teillasttests wie 7-Zip oder dem PCMark 10 ganz vorn bei der Effizienz mit dabei. In letzterem versaut übrigens ein miserabler Spreadsheet-Score den Intel-CPU eine bessere Punktwertung, über die Laufzeit gesehen brauchen sie rund 52 Watt, während der 5700G mit 35 auskommt. In diesen beiden Teillast-Tests ist der Unterschied zwischen gesetzten und freien Power-Limits übrigens auch kaum messbar.

Dem Threadripper helfen seine vielen Kerne weder im PCMark 10 noch beim Komprimieren mit 7-Zip. Ersteres war zu erwarten, aber die Komprimierung nutzt bei realen Daten nur maximal 32 Threads – also ein Viertel dessen, was der 3990X anbieten kann. Dass er da ins Hintertreffen gerät, verwundert nicht.

Anders sieht es unter Volllast aus. In Blender gehen der Threadripper 3990X und der R9 5950X mit deutlichem Abstand in Führung. Intels Core i9-12900K ist ab Werk nur halb so effizient, robt sich mit korrekt gesetzten Power Limits aber fast auf das Niveau des R7 5700G. Beim Video-Transcoding mit Handbrake liegt der Ryzen 9 5950X wieder deutlich vorn: Gegenüber dem 5700G profitiert er von seinen zusätzlichen Kernen, gegenüber Intel zusätzlich von der deutlich geringeren absoluten Leistungsaufnahme. Der Threadripper kann hier aufgrund von Windows-Limits nur eine Prozessorgruppe von 32 Kernen ins Feld führen. Zudem nimmt der Leistungszuwachs bei Handbrake in den gewählten Einstellungen

oberhalb von 12 Kernen ab und ist bei mehr als 16 Kernen kaum noch messbar. Dafür könnte man mehrere Videos parallel transkodieren.

Die Kompilierung des Linux-Kernels hat beim Threadripper mit dem Windows Subsystem for Linux (WSL) ein ähnliches Problem: Es kommen unter Windows 11 nur 32 der 64 Kerne zum Einsatz. Erst unter nativem Linux, hier Ubuntu 21.10, lässt der Threadripper seine Kompilierungsmuskeln spielen, verfehlt aber dennoch knapp den Ryzen 9 5950X bei der Effizienz. Intels Core i9-12900K kann nur mit gesetzten Power-Limits knapp an die Effizienz des Ryzen7 5700G heranreichen.

Fazit

Grundsätzlich bestätigen unsere Messungen Altbekanntes: Geht es um allerhöchste Performance, bleibt die Effizienz manchmal auf der Strecke. Intels Core i9-12900K hat seinen Ruf als Schluckspecht nicht ganz zu Unrecht. Das ist aber wohl hauptsächlich der Jagd nach Bench-

markrekorden geschuldet. Denn setzt man die Power-Limits anhand der Werte im Datenblatt, verbessert sich die Effizienz insgesamt um 16 Prozent. Betrachtet man rein die Volllast-Tests, sind es sogar 23 Prozent – hierbei ist aber auch der Leistungsunterschied umso stärker spürbar, je länger die Tests laufen.

Bei AMD ist die Aufteilung etwas differenzierter: Je mehr Kerne beschäftigt werden können, desto effizienter arbeitet der Ryzen 9 5950X und muss sich trotz nötiger, externer Grafikkarte dem R7 5700G nur im Teillastbereich geschlagen geben. Der Threadripper mit seiner aufwendigen Plattform fühlt sich bei langwierigen Rendering- oder Kompilierungs-Jobs am wohlsten. Dort kann seine schiere Kernzahl auch den Nachteil der älteren Kernarchitektur ausgleichen.

(csp@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Christian Hirsch, Kernschmelze, Wie Mainboard-Hersteller bei der CPU-Performance tricksen, c't 3/2019, S. 184

Exakte Landung

Lade-Pad für Google Pixel 6

Weit hervorstehende Objekte behindern das kabellose Laden von Smartphones. Abhilfe steckt in manchen Ladeschalen, die man nur an den richtigen Stellen zurechtstutzen muss.

Von Sebastian Piecha

Smartphones möchte man kabellos laden, denn das schont die Ladebuchse und zum Aufladen genügt es, das Smartphone aufzulegen. Manche sind aber mit Kameraobjektiven bestückt, die weit aus dem Gehäuse herausragen. Beispielsweise steht beim Google Pixel 6 der Balken rund 3 Millimeter hervor. Legt man solche Modelle auf übliche Qi-Lade-Pads, schei-

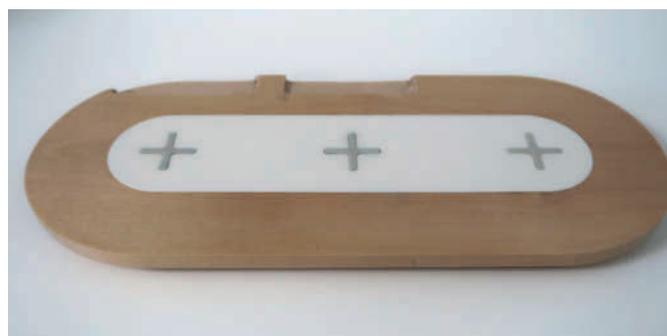
tert das Aufladen und man könnte einen Defekt vermuten. Dabei ist aber nur die Distanz zur Ladeelektronik zu groß.

Aber bei Lade-Pads, die um die Elektronik herum Material ohne elektronische Funktion enthalten, kann man eine Mulde für den Balken ausfräsen, sodass das Smartphone plan aufliegt. Dafür braucht

man neben einem halben Stündchen Zeit nur ein Fräs Werkzeug.

Wir haben das mit einer älteren Dreifach-Ladeschale des Typs Ikea Nordmärke durchgespielt. Deren Elektronik steckt im Plastikgehäuse und ist klar vom Rest der hölzernen Auflagefläche abgegrenzt.

Bei anderen Ladeschalen sollte man sich der genauen Position der Elektronik vergewissern – Öffnen des Gehäuses natürlich nur bei abgetrennter Stromversorgung. Alternativ baut man die Elektronik aus einem ungenutzten Ladegerät aus und transplantiert sie in ein neues Gehäuse. Das wird dann ein schönes Projekt für einen 3D-Drucker. (dzp@ct.de) **ct**



Lade-Pads wie das Ikea Nordmärke kann man mit wenig Aufwand bearbeiten, sodass auch Smartphones mit hervorstehenden Objektiven an die Ladeelektronik anknoppeln.



Auf Tritt

GPIO-Pins des Raspi in Python programmieren

Den Erfolg im Bastel-Business verdankt der Raspberry Pi seinem GPIO-Anschluss. Damit programmieren Sie leicht eine Mini-Lightshow oder fragen einen Buzzer ab und lassen dem Kandidaten ein Licht aufgehen. Mit der richtigen Python-Bibliothek und unserer Anleitung gelangen auch komplexe Aufgaben und der Raspi steuert bei Ihrem nächsten Live-Auftritt Kamera und Mikrofon.

Von Mirko Dölle

Ein Raspberry Pi, eine LED, ein Widerstand und wenige Zeilen Python-Code sind alles, was Sie für eine blinkende Lightshow benötigen. Möglich macht das der 40-polige GPIO-Anschluss (General Purpose Input/Output, universelle Ein-/Ausgabe), an dem Sie ohne großen Aufwand LEDs, aber auch Taster, Schalter, Servomotoren, Sensoren und sogar TFT-Displays anschließen können. Die zugehörige Python-Bibliothek GPIO ist auf Raspberry Pi OS bereits vorinstalliert. Es gibt aber auch Bibliotheken für etliche andere Programmiersprachen. Wir haben

uns für Python entschieden, weil die Programmiersprache leicht zu erlernen und dank zahlloser Bibliotheken nahezu grenzenlos erweiterbar ist. Damit sind die Möglichkeiten keineswegs auf triviale

Dinge wie eine blinkende LED beschränkt. Mit dem nachfolgenden Beispielprogramm steigen Sie gleich ins

Show-Business ein und steuern über einen zweckentfremdeten Gitarrenfußschalter für wenige Euro Kamera, Mikrofon, Aufnahme oder gar den kompletten Live-Stream in OBS Studio Ihres Streaming-Rechners.



ct kompakt

- Die Python-Bibliothek `RPi.GPIO` steuert LEDs und fragt Taster und Schalter mit wenigen Befehlen ab.
- Wie Sie asynchrone Funktionen über GPIO-Event-Handler aufrufen und externe Programme wie OBS Studio per WebSocket ansteuern.

Von den 40 Pins des GPIO-Ports stehen Ihnen 28 für Schalt- und Steueraufgaben zur Verfügung, die übrigen sind Masseanschlüsse oder dienen der Spannungsversorgung. Bei letzteren lauert auch gleich die erste Stolperfalle: An den Pins 2 und 4 liegt die Eingangsspannung (Vin) des Raspi von 5 Volt an. Hierüber können Sie die Eingangsspannung des Raspi für eigene Schaltungen abgreifen oder aber den Raspi mit Strom ohne ein zusätzliches Netzteil versorgen – so arbeitet zum Beispiel das PoE-Hat (Power over Ethernet). Die Schaltpins und Eingänge arbeiten jedoch nur mit der Versorgungsspannung 3,3 Volt (VCC), die an den Pins 1 und 17 zur Verfügung steht – bei mehr gehen sie kaputt! Trotz der niedrigen Spannung dürfen Sie eine LED nicht direkt an den GPIO-Pins betreiben, Sie benötigen zusätzlich einen Vorwiderstand zwischen 220 und 470 Ohm, um den Stromfluss zu begrenzen.

Licht an

Prinzipiell können Sie die LED an jeden der 28 schaltbaren GPIO-Pins anschließen, doch einige besitzen Zusatzfunktionen wie Taktgenerator, Modulator oder sind Teil eines Bussystems wie SPI oder I²C. Im Kasten „Raspberry Pi als Schaltzentrale“ haben wir diese Besonderheiten zusammengefasst und die GPIO-Pins farblich so gekennzeichnet, dass Sie etwaige Sonderfunktionen leicht erkennen können. Um eine Schaltung später nicht umgestalten zu müssen, weil Sie zusätzlich ein bestimmtes Bussystem brauchen, sollten Sie für einfache Schaltaufgaben wie eine LED einen der grünen GPIO-Schaltpins ohne besondere Zusatzfunktion benutzen. In den nachfolgenden Beispielen ist es Pin 37.

Die nächste anstehende Entscheidung ist, welche Schaltlogik Sie verwenden

wollen. Zur Wahl stehen Active High und Active Low. Bei Active High liefert der GPIO-Schaltpin die Versorgungsspannung für die LED. LED und Vorwiderstand werden dann zwischen Pin 37 und Masse geschaltet. Wird der Pin auf High-Pegel geschaltet, also 3,3 Volt, leuchtet die LED. Bei Active Low hingegen werden LED und Vorwiderstand an Pin 1 oder 17 angeschlossen und darüber mit Spannung versorgt – damit die LED leuchtet, müssen Sie den Pin 37 auf Low-Potenzial schalten, also Masse. Beim nachfolgenden Beispiel haben wir uns für Active High entschieden, deshalb schließen Sie die LED nebst Vorwiderstand zwischen Pin 37 und Pin 39 des GPIO-Ports an.

Für die Ansteuerung in Python genügen wenige Kommandos, die Sie direkt in den Python-Interpreter eingeben können. Dazu starten Sie ihn als Benutzer pi mit dem Befehl `python3` und erhalten dann das Python-Prompt, bestehend aus drei Groß-Zeichen. Im ersten Schritt binden Sie die GPIO-Bibliothek des Raspi ein:

```
import RPi.GPIO as GPIO
```

Wie im Kasten „Raspberry Pi als Schaltzentrale“ beschrieben sollen die Pins über ihre Pin-Nummer auf der Platine des Raspi referenziert werden, dies legen Sie mit folgendem Befehl fest:

```
GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
```

Pin 37 alias GPIO26 ist für die LED-Ansteuerung vorgesehen, es handelt sich also um einen Ausgang. Da wir uns für Active High entschieden haben und die LED im Normalfall nicht leuchten soll, initialisieren Sie den Pin mit Low-Potenzial:

```
GPIO.setup(37, GPIO.OUT,
           initial=GPIO.LOW)
```

Um die LED einzuschalten, müssen Sie nur noch den Pin auf High-Potenzial setzen:

```
GPIO.output(37, GPIO.HIGH)
```

Zum Ausschalten setzen Sie den Ausgang wieder auf Low:

```
GPIO.output(37, GPIO.LOW)
```

Bevor Sie den Python-Interpreter mit Strg+D verlassen, sollten Sie mit `GPIO.cleanup()` noch „aufräumen“ und den

GPIO-Anschluss wieder in den Grundzustand zurückversetzen.

Auf und ab

Alle GPIO-Schaltpins lassen sich darüber hinaus auch als digitale Eingänge benutzen. Sie können also feststellen, ob an einem Pin High-Potenzial (3,3 Volt) oder Low-Potenzial (0 Volt, Masse) anliegt. Mit den folgenden Zeilen initialisieren Sie Pin 5 als Eingang:

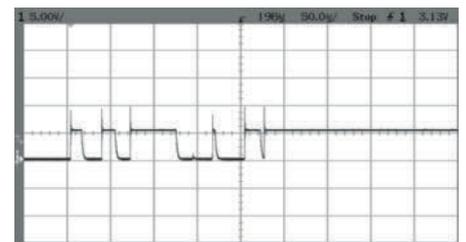
```
import RPi.GPIO as GPIO
GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
GPIO.setup(5, GPIO.IN)
```

Anschließend können Sie abrufen, welcher Pegel an dem Pin anliegt:

```
while True:
    if GPIO.input(5):
        print("Pin 5: High")
    else:
        print("Pin 5: Low")
        break
```

Schließen Sie einen Taster an Pin 5 und Pin 6 (Masse) an, so ist Pin 5 im Normalfall High und Low, wenn Sie den Taster gedrückt halten – und die Schleife endet.

Zugegeben, mit diesen Zeilen brechen Sie die zuvor verkündete Regel, für einfache Schaltaufgaben keinen Pin eines Bussystems zu verschwenden. Denn Pin 5 gehört zum zweiten I²C-Bus des Raspi. Er hat aber noch eine weitere Sonderfunktion: Ein dort angeschlossener Taster startet den Raspi neu, wenn er zuvor heruntergefahren wurde. Damit das auch klappt, während der Raspi heruntergefahren ist, wurde an Pin 5 werksseitig ein sogenannter Pull-up-Widerstand angeschlossen und mit VCC verbunden.



Mechanische Taster und Schalter stellen den Kontakt nicht sofort stabil her. Vielmehr gibt es beim Betätigen eine Reihe von Kontaktunterbrechungen, sogenanntes Prellen, das der Raspi als schnelles Umschalten interpretiert.

Der Pull-up-Widerstand bewirkt, dass Pin 5 im Normalfall stets auf High-Potenzial liegt. Erst wenn Sie den Pin mittels Taster gegen Masse kurzschließen, erkennt der Raspi Low – dieser Eingang arbeitet also mit der Logik Active Low. Dabei

verhindert ein Pull-up-Widerstand von 1,8 kOhm bei den Pins 3 und 5, dass während des Kurzschlusses zu viel Strom fließt und der Raspi beschädigt wird. Wenn Sie also einen Taster zum Starten und Herunterfahren Ihres Raspi haben wollen, ist Pin 5

trotz Sonderfunktion der Richtige. Anstelle von `break` müssten Sie zum Herunterfahren Python nur den Linux-Befehl `shutdown -h now` ausführen lassen.

Bei anderen Pins gibt es keine fest verdrahteten Widerstände, sondern schalt-

Raspberry Pi als Schaltzentrale

Der 40-polige GPIO-Anschluss ist es, was den Raspberry Pi vom herkömmlichen PC unterscheidet und für viele Basteleien besonders interessant macht: Über die Pins lassen sich nicht nur LEDs und andere Komponenten ein- und ausschalten, sie können auch als Eingänge für Taster und Schalter dienen, modulierte Signale erzeugen und über die Bussysteme SPI (Serial Peripheral Interface) und I²C (Inter-Integrated Circuit) Displays ansteuern oder Messwerte komplexer Sensoren auslesen. Dafür besitzen etliche Pins bis zu fünf Funktionen: Pin 3 und 5 zum Beispiel können LEDs oder Optokoppler schalten, als Taster-Eingänge fungieren oder als I²C-Bus Sensoren auslesen.

In der Übersicht der GPIO-Pins haben wir nur die wichtigsten Sonderfunktionen aufgeführt. Diese soll Ihnen helfen, etwa für eine LED den geeigneten GPIO-Pin zu finden: Zwar könnten Sie sie an Pin 3 oder 5 betreiben, doch damit wäre der I²C-Bus blockiert für den Fall, dass Sie Ihre Schaltung später noch erweitern wollen. Besser geeignet sind dafür die grün markierten Pins, etwa 11, 16 oder 37, die keine häufig benötigte Zusatzfunktion haben.

Manchmal überschneiden sich auch Anforderungen: Pin 5 ist nicht nur die Taktleitung des I²C-Busses. Schließt man diesen Pin gegen Masse kurz, so schaltet er den Raspi wieder ein, nachdem er heruntergefahren wurde. Möchte man den Raspi also mit einem Power-Taster versehen, muss man auf den I²C-Bus verzichten oder getrennte Tasten zum Ein- und Ausschalten verwenden mit dem Risiko, dass bei Fehlbedienung die I²C-Buskommunikation zusammenbricht. Auf den zweiten I²C-Bus auf den Pins 27 und 28 (Gelb) sollte man aber nicht ausweichen, denn diese Pins sind für die Kommunikation mit dem EPROM eines HATs (Hardware Attached on Top, Huckepackplatine) reserviert, um falls notwendig automatisch zusätzliche Konfigurationsparame-

ter oder Treiber zu laden. Manchmal gibt es auch Alternativen: So lassen sich die PWM-Generatoren auf den Pins 12 und 33 auch auf die Pins 32 und 35 verlegen, indem Sie in der Datei `config.txt` der Boot-Partition des Raspi zusätzliche Parameter angeben.

Eine häufige Stolperfalle ist, dass manche Softwareprojekte die internen

GPIO-Port-Nummern des Broadcom-Chips (BCM) und nicht die auf der Platine aufgedruckten Pin-Nummern verwenden. GPIO 17 am Chip etwa ist mit Pin 11 der 40-poligen Steckerleiste verbunden – das führt zu Verwirrungen. Bei eigenen Projekten sollten Sie die Pin-Nummern von der Platine bevorzugen, denn das erleichtert den Nachbau.

Pin-Belegung des Raspi-GPIO-Ports

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

Etliche Pins des GPIO-Anschlusses haben wichtige Sonderfunktionen, weshalb man einfache Schaltaufgaben den grün markierten Pins übertragen sollte.

bare: Hier können Sie bei der Initialisierung des Pins festlegen, ob Sie einen Widerstand brauchen und ob er als Pull-up-Widerstand gegen VCC oder als Pull-down-Widerstand gegen Masse geschaltet werden soll. Die folgende Zeile aktiviert Pin 16 als Eingang und schaltet einen Pull-up-Widerstand gegen VCC, ähnlich wie er bei Pin 5 zum Einsatz kommt:

```
GPIO.setup(16, GPIO.IN,
           pull_up_down=GPIO.PUD_UP)
```

Hitzkopf

Den Zustand eines Pins mit einer while-Schleife abzufragen hat eine ganz erhebliche Nebenwirkung: Sie bringt den SoC (System on Chip) des Raspi regelrecht zum Glühen und lastet das System vollständig aus – der Raspi ist nur noch damit beschäftigt, den Pin abzufragen. Einnaheliegender, aber sehr verpönerter Weg ist es, mittels `time.sleep()` die Schleife zu bremsen. Doch dann reagiert der Raspi nur noch verzögert auf den Tastendruck. Die sinnvolle Lösung ist, dass sich der Raspi selbst ganz nebenbei um die Überwachung kümmert und das Programm bei jeder Zustandsänderung des Pins benachrichtigt. Dazu müssen Sie für den gewünschten Pin ein Event registrieren und eine Funktion bereitstellen, die aufgerufen wird, sobald sich an dem Pin etwas tut. Das folgende Beispiel fährt den Raspi herunter, wenn Sie die an Pin 5 angeschlossene Power-Taste drücken:

```
import RPi.GPIO as GPIO
import time
from subprocess import call

def buttonPress(pin):
    if not GPIO.input(5):
        print("Shutdown")
        call(['shutdown', '-h',
             'now'], shell=False)

GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
GPIO.setup(5, GPIO.IN)
GPIO.add_event_detect(
    5, GPIO.BOTH,
    callback=buttonPress
)
while True:
    time.sleep(5)
```

Der Aufruf der Funktion `GPIO.add_event_detect()` registriert durch den Parameter

`GPIO.BOTH` die Funktion `buttonPress()` beim Event-Handler für den Fall, dass der Raspi an Pin 5 entweder einen fallenden (`GPIO.FALLING`) oder einen steigenden (`GPIO.RISING`) Spannungspegel erkennt. Dabei erhält `buttonPress()` die Nummer des Pins, an dem die Pegeländerung erkannt wurde. Wenn Sie dieses Beispielprogramm unter dem Namen `pishutdown.py` speichern und dann mit `sudo python3 pishutdown.py` aufrufen, können Sie Ihren Raspi herunterfahren und durch erneuten Tastendruck wieder aufwecken.

Abgeprallt

Ein generelles Problem von mechanischen Tastern und Schaltern ist das sogenannte Prellen: Der Schließkontakt überbrückt nicht sofort und dauerhaft die Ruhkontakte. Der bewegliche Schließer unterbricht und schließt die Kontakte mehrfach hintereinander, bis sich am Ende ein stabiler Zustand einstellt. Der Raspberry Pi fragt die GPIO-Pins so schnell ab, dass er diese Zustandswechsel als mehrfache schnelle Betätigung interpretiert. Das Prellen dauert üblicherweise nur wenige Millisekunden und kann schaltungstechnisch zum Beispiel dadurch verhindert werden, dass man einen Kondensator mit 10 bis 100 nF parallel zum Taster oder Schalter anlötet. Für die Funktion `add_event_detect()` gibt es den Parameter `bouncetime`, mit dem Sie angeben können, für wie viele Millisekunden der Raspi solchen schnellen Zustandswechsel ignorieren soll – im nachfolgenden Beispiel 500 Millisekunden:

```
GPIO.add_event_detect(
    5, GPIO.BOTH,
    callback=buttonPress,
    bouncetime=500
)
```

Da wohl niemand den Power-Taster im Stakkato benutzt, ist eine `bouncetime` von einer halben Sekunde kein Problem. Bei anderen Anwendungen wie Benutzereingaben sollten Sie den Wert aber senken, etwa auf 100 Millisekunden – und dann zusätzlich einen Kondensator anschließen. Bei Tastern sollten Sie außerdem überlegen, ob Sie durch die Angabe von `GPIO.BOTH` wirklich auf beide Signalflanken reagieren wollen oder nicht nur auf eine. Dabei müssen Sie wiederum die Schaltlogik beachten: Bei Active Low bedeutet `GPIO.FALLING`, dass eine Taste gedrückt wird, und `GPIO.RISING`, dass Sie sie loslassen.

Hoch hinaus...

Wie Cloud-Dienste die Arbeit erleichtern



Heft + PDF mit 29% Rabatt

- ▶ Einstieg in Cloud-Konzepte und -Software
- ▶ Hilfreiche Dienste für Cloud-Server
- ▶ Mit Go für fast alle Plattformen programmieren
- ▶ Für Abonnenten portofrei
- ▶ Auch im Set mit Heft + PDF + Buch „Go – Das Praxishandbuch“

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

shop.heise.de/ct-cloud21

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

Event-Schleifen

Das vorangegangene Beispiel schummelt aber noch immer, schließlich enthält es am Ende eine `while`-Endlosschleife mit einem `sleep()`-Befehl. Die dadurch erzeugte Last ist zwar verschwindend gering, die saubere Lösung ist jedoch, die `while`-Schleife durch folgende Konstruktion zu ersetzen:

```
try:
    loop = asyncio.get_event_loop()
    loop.run_forever()
except:
    loop.close()
```

Am Anfang des Programms, das Sie vollständig auf ct.de/yuap zum Download finden, müssen Sie außerdem noch mit `import asyncio` die Bibliothek für asynchrone Ein-/Ausgabe laden. Diese Bibliothek ist der Schlüssel für eventgesteuerte Programmierung, bei der Funktionen asynchron etwa auf Prozessoren mit mehreren Kernen parallel ausgeführt werden können.

Typischerweise enthalten solche Programme lediglich einige Zeilen zur Initialisierung und unzählige Funktionen, die als Event-Handler dienen. Während der Initialisierung wird der Event-Loop angelegt, etwa mit der Funktion `get_event_loop()` und dann falls nötig Event-Handler registriert. Anschließend sorgt die Funktion `run_forever()` dafür, dass das Programm weiter läuft, selbst wenn aktuell keine Befehle auszuführen sind. Sollten später Aufgaben hinzukommen, so werden diese zum laufenden Event-Loop hinzugefügt und abgearbeitet, sobald sie an die Reihe kommen.

Vorhang auf

Viele moderne Python-Bibliotheken arbeiten asynchron, so auch die Bibliothek „simpleobs“, mit der Sie Befehle an den WebSocket-Server der Streaming-Software OBS Studio schicken können. Wenn Sie die Bibliothek mit den Befehlen

```
sudo apt-get install python3-pip
pip3 install simpleobs
```

installiert haben, kann der Raspi Ihren Auftritt im Internet künftig mit einem Gitarrenfußschalter unterstützen, sodass Sie auf Tritt zwischen zwei Kameraeinstellungen um- oder Ihr Mikrofon stummschalten können.

Doppel-Gitarrenfußschalter wie der Lead Foot FS-2 für knapp 15 Euro haben einen 3-poligen 1/4-Zoll-Klinkenstecker,

Die gut vier Millimeter dicke, massive Alu-Seitenwand des GeekPi-Gehäuses eignet sich gut, um eine 1/4-Zoll-Klinkenbuchse zum Anschluss eines Gitarrenfußschalters stabil einzubauen.



bei denen jeweils ein Schalter mit der Spitze respektive dem ersten Kontakttring verbunden ist, den Masseanschluss nutzen beide gemeinsam. Um den Stecker nicht abschneiden zu müssen, haben wir in ein GeekPi Metal Case für ebenfalls knapp 15 Euro eine Stereo-Klinkenbuchse eingebaut. Das GeekPi-Gehäuse ist dafür besonders gut geeignet, da die Seitenwand mit dem MicroSD-Slot ein massiver, vier Millimeter starker Aluminiumblock ist. Hier können Sie gut ein Loch für die Klinkenbuchse BKL 1109029 und ein Feingewinde M12 × 1 mm bohren oder, falls Sie keinen passenden Gewindebohrer haben, die Buchse mit der beiliegenden Scheibe und Mutter verschrauben. Die Klinkenbuchse von BLK ist zwar mit rund 3 Euro teurer als andere, sie ist aber auch besonders robust und umschließt den Klinkenstecker auf voller Länge. Wenn Sie sie nach dem Einbau mit Schrumpfschlauch ummanteln, gibt es selbst dann keine Kurzschlüsse mit der Raspi-Platine, wenn Sie bei einem besonders beeindruckenden Auftritt versehentlich auf den Stecker oder den Raspi treten und das Gehäuse eindellen.

Für den Anschluss benötigen Sie ein dreipoliges Kabel, ideal sind Servo-Kabel aus dem Modellbau, und drei GPIO-Pins: einmal Masse und zweimal einen der grün markierten Schaltpins. Wir haben uns für die Schaltpins 16 und 18 entschieden; ob Sie als Masseleitung Pin 14 oder 20 benutzen, bleibt Ihnen überlassen – so können Sie leicht durch Umdrehen des Servo-Kabels die Schalter 1 und 2 vertauschen.

Welche Pins Sie als Schalt-Pins benutzen, ist im Listing auf Seite 159 (Download auf ct.de/yuap) in den globalen Variablen `Switch1` und `Switch2` (Zeile 6 und 7) festgelegt. Gleich darunter steht die `BounceTime` zum Entprellen. Die IP-Adresse Ihres Streaming-Rechners und das Passwort für den WebSocket-Server von OBS stehen gleich darunter.

Die Initialisierung der GPIO-Schnittstelle erfolgt am Ende des Listings in den

Zeilen 64 bis 70. Der größte Unterschied zu den bisherigen Beispielen ist, dass `GPIO.add_event_detect()` zweimal hintereinander aufgerufen wird, einmal für `Switch1` und einmal für `Switch2`. Als Event-Handler dient in beiden Fällen die Funktion `buttonPress()` ab Zeile 53.

Direkt nach der GPIO-Initialisierung wird die Funktion `switchToScene()` aufgerufen: Damit ist sichergestellt, dass OBS Studio auf jene Kameraszene umschaltet, die vom Fußschalter gerade ausgewählt ist. Da es sich um eine asynchrone Funktion handelt, zu erkennen am Prefix `async` def in Zeile 38, erfolgt der Aufruf in Zeile 72 mittels `run_until_complete()` aus dem Event-Loop heraus. Anschließend startet in Zeile 73 die Endlosschleife.

Asynchronisiert

Die GPIO-Bibliothek des Raspi ist allerdings noch nicht auf asynchrone Arbeitsweise ausgelegt, folglich darf die beim Event-Handler registrierte Funktion `buttonPress()` in Zeile 53 auch nicht als asynchron definiert sein. Die Funktionen `switchToScene()` und `toggleAudioMute()` hingegen nutzen etliche asynchrone Funktionen der WebSocket-Bibliothek von OBS Studio, weshalb sie in den Zeilen 19 und 38 als asynchron definiert sind. Nicht-asynchrone Funktionen können jedoch ohne Weiteres asynchron aufrufen – die Lösung ist, die Funktion `asyncio.run_coroutine_threadsafe()` zu benutzen, damit sie in der Event-Loop `loop` ausgeführt, aber nicht mittendrin von einem konkurrierenden Aufruf unterbrochen werden.

Die Arbeitsweise der beiden asynchronen Funktionen `toggleAudioMute()` und `switchToScene()` ist sehr ähnlich: Sie nehmen Kontakt zu OBS Studio auf dem Streaming-Rechner auf, überprüfen, was der aktuelle Zustand ist, senden dann falls nötig den Befehl und schließen die Verbindung wieder.

Der Verbindungsaufbau zum WebSocket-Server erfolgt in den Zeilen 22 und 41, indem eine neue Instanz des WebSo-

cket-Objekts erzeugt wird. IP-Adresse, Port und Passwort sind dabei die notwendigen Parameter. In Zeile 24 ruft `toggleAudioMute()` mittels `ws.call('GetSourcesList')` die Liste der Audioquellen ab, die in der gerade aktiven Szenensammlung von OBS Studio gibt, und prüft für jede, ob es sich um die gesuchte handelt. Falls ja, bricht die Schleife ab – dann enthält die Variable `src` den Namen der gesuchten Audioquelle. Gibt es die gesuchte Audioquelle nicht, so läuft die Schleife in Zeile 26 bis zum letzten Element durch und der Namensvergleich in Zeile 29 schlägt fehl.

Hat `toggleAudioMute()` die richtige Audioquelle gefunden, bittet sie deren Namen in Zeile 32 in ein Dictionary ein und ruft in Zeile 33 den Befehl `ws.call('ToggleMute', data)` mit dem Dictionary als zweiten Parameter auf. Die Zeile 34 überprüft, ob OBS Studio den Befehl akzeptiert und verarbeitet hat, in Zeile 35 wird dann die Verbindung zum WebSocket-Server geschlossen.

Die Funktion `switchToScene()` ruft in Zeile 44 mittels `ws.call('GetCurrentScene')` ab, welche Szene aktuell in OBS Studio läuft. Da Sie die Szenen bereits per Maus in OBS umgeschaltet haben könnten, ist dieser Schritt erforderlich. Nur dann, wenn die zu aktivierende Szene eine andere ist (Zeile 44), sendet `switchToScene()` wiederum per `ws.call()` in Zeile 48 den Umschaltbefehl an OBS Studio. Die Zeile 49 ermittelt, ob OBS den Befehl akzeptiert hat, anschließend wird die Verbindung getrennt.

Anstatt die Szene zu wechseln oder das Mikrofon stummzuschalten, könnten Sie auf Tritt zum Beispiel auch den Stream starten oder beenden. Welche Befehle der WebSocket-Server von OBS Studio unterstützt, finden Sie in der Protokollspezifikation (Link siehe ct.de/yuap).

Fazit

Mit der GPIO-Bibliothek und wenigen Zeilen Python-Code wird der Raspberry Pi zur universellen Schaltzentrale. Dank umfangreicher Zusatzbibliotheken sind Sie nicht darauf beschränkt, etwa nur eine LED blinken zu lassen, sondern können sogar Schaltaufgaben in Drittprogrammen wie OBS Studio auf anderen Rechnern übernehmen. So wird der Raspi zur universellen Netzwerk-Fernbedienung, die Sie für den perfekten Auftritt individuell anpassen können. (*mid@ct.de*) 

Listings und Dokumentation: ct.de/yuap

Fußschalter für OBS Studio

```
01 import RPi.GPIO as GPIO
02 import asyncio
03 import simpleobsws
04 import logging
05
06 Switch1 = 16
07 Switch2 = 18
08 BounceTime = 500
09
10 ObsIP = '192.168.178.20'
11 ObsPort = 4444
12 ObsPass = '****'
13 SceneName = ['Welcome', 'Gameplay']
14 AudioSource = 'Mikrofon'
15
16 logging.basicConfig(level=logging.INFO)
17 loop = asyncio.get_event_loop()
18
19 async def toggleAudioMute():
20     global ObsIP, ObsPort, ObsPass
21     global AudioSource
22     ws = simpleobsws.obsws(host=ObsIP, port=ObsPort, password=ObsPass)
23     await ws.connect()
24     result = await ws.call('GetSourcesList')
25     if result.get('status') == 'ok':
26         for src in result.get('sources'):
27             if src.get('name') == AudioSource:
28                 break
29     if src.get('name') != AudioSource:
30         logging.error("No audio source '%s'.", AudioSource)
31     return
32     data = {'source':AudioSource}
33     result = await ws.call('ToggleMute', data)
34     if result.get('status') == 'ok':
35         logging.info("Toggled mute on '%s'.", AudioSource)
36     await ws.disconnect()
37
38 async def switchToScene(SceneNr):
39     global ObsIP, ObsPort, ObsPass
40     global SceneName
41     ws = simpleobsws.obsws(host=ObsIP, port=ObsPort, password=ObsPass)
42     await ws.connect()
43     result = await ws.call('GetCurrentScene')
44     if result.get('name') == SceneName[SceneNr]:
45         logging.info("Scene '%s' already active.", SceneName[SceneNr])
46     return
47     data = {'scene-name':SceneName[SceneNr]}
48     result = await ws.call('SetCurrentScene', data)
49     if result.get('status') == 'ok':
50         logging.info("Switched to scene '%s'.", SceneName[SceneNr])
51     await ws.disconnect()
52
53 def buttonPress(pin):
54     global loop
55     if loop is None:
56         return
57     state = GPIO.input(pin)
58     if pin == Switch1:
59         asyncio.run_coroutine_threadsafe(switchToScene(state), loop)
60     if pin == Switch2:
61         asyncio.run_coroutine_threadsafe(toggleAudioMute(), loop)
62
63 try:
64     GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
65     GPIO.setup(Switch1, GPIO.IN, pull_up_down=GPIO.PUD_UP)
66     GPIO.setup(Switch2, GPIO.IN, pull_up_down=GPIO.PUD_UP)
67     GPIO.add_event_detect(Switch1, GPIO.BOTH,
68         callback=buttonPress, bouncetime=BounceTime)
69     GPIO.add_event_detect(Switch2, GPIO.BOTH,
70         callback=buttonPress, bouncetime=BounceTime)
71     state = GPIO.input(Switch1)
72     loop.run_until_complete(switchToScene(state))
73     loop.run_forever()
74 except:
75     loop.close()
76     GPIO.cleanup()
```



Bild: Albert Huim

Robo-Django

Ein Messenger-Bot befüllt das Django-Blog

In einem Blog veröffentlicht man Text und Bilder, in einem Messenger verschickt man Text und Bilder. Was liegt also näher, als mit einem Telegram-Bot das mit Python und Django selbst programmierte Blog zu befüllen?

Von Pina Merkert

Ding-Dong – der Paketbote klingelt. „Danke!“, Ratsch, schnipp. Endlich! Die lang ersehnten Schrauben sind da, am Wochenende kann es mit dem angefangenen Bastelprojekt nach der Zwangspause vorangehen. Schnell noch ein Foto mit dem Handy und „Teilen mit...“ der Community. Scrollen, Scrollen – verdammt, aber es gibt keinen Button zum Teilen mit dem eigenen Blog. Stattdessen abspeichern, einloggen, hochladen: kompliziert und langsam. Eine App programmieren, die das automatisch macht: Viel

Arbeit. Das muss doch einfacher gehen, und Code, um ein Bild zu teilen, haben doch andere schon programmiert.

Der Messenger Telegram ist eine App, die das Teilen von Bildern eingebaut hat.

Und Telegram hat eine mächtige Bot-Schnittstelle. Statt selbst eine App zu programmieren, um vom Smartphone

das selbst programmierte Blog mit Inhalten zu befüllen, kann man die Inhalte auch einfach in den Messenger posten. Genauer: Man postet in eine Gruppe mit dem Namen des Bastelprojekts. Die Grup-



penmitglieder sind ein selbst geschriebener Bot und der eigene Telegram-Account. Der Bot spiegelt die Inhalte aus der Gruppe in die Django-Applikation.

Telegram-Bots können auf zwei Arten funktionieren: Entweder sie fragen die Telegram-Server regelmäßig, ob es Neuigkeiten gibt, oder sie teilen Telegram mit, wie der Server sie erreichen kann, wenn es Neuigkeiten gibt. Die erste Methode lässt sich nicht so gut mit CGI-Servern wie einer Django-Applikation kombinieren, da die darauf ausgelegt sind, Anfragen zu beantworten. Ein sogenannter „Webhook“, die zweite Methode, passt dagegen hervorragend zu dieser Struktur und sie ist sogar ressourcenschonender.

Um zu zeigen, wie das geht, erweitert das Beispiel unser selbst programmiertes Django-Bastelblog [1, 2] um eine Django-App, die einen Telegram-Bot implementiert. Wir registrieren dafür einen Bot bei Telegram und nutzen im Python-Code die Bibliothek `python-telegram-bot`. Der Webhook funktioniert nur, wenn ihn der Telegram-Server aus dem Internet heraus erreichen kann. Das heißt, Sie brauchen entweder einen Webserver mit statischer IP-Adresse, um das Beispiel nachzubauen, oder Sie nutzen dynamisches DNS. Mithilfe von dynamischem DNS können Sie auch einen Port Ihres heimischen Rechners durch die Firewall Ihres Routers freigeben, um für den Telegram-Server erreichbar zu sein. Da das aber von der Konfiguration Ihres Heimnetzes abhängt, gehen wir für die Erklärung von dem etwas einfacheren Setup mit dem Root-Server aus. Wie Sie auf so einem Server Django mit Docker installieren, haben wir in [3] erläutert.

Unabhängig davon, wie Sie die Django-Applikation hosten, brauchen Sie ein SSL-Zertifikat für den Webhook (und den Rest der Webanwendung). Im Prinzip ist der Telegram-Server auch bereit, Webhooks mit einem selbst signierten Zertifikat zu kontaktieren. Der Aufwand ist aber erheblich größer, als der gesamten Anwendung mit Let's Encrypt ein offiziell signiertes Zertifikat zu verpassen [4].

Der Bot-Pate

Der erste Schritt zu einem Telegram-Bot ist ein Gespräch mit `@BotFather`. Dieser Telegram-Bot hat die Macht, neue Bots anzulegen und zu konfigurieren. Geben Sie `@BotFather` ins Suchfeld der Telegram-App ein, um den Account zu finden und Schreiben Sie ihm die Nachricht `/newbot`.

Der `@BotFather` antwortet dann und der Chat mit ihm bleibt auch in der Liste Ihrer aktiven Chats stehen.

Im Gespräch mit dem `@BotFather` legen Sie anschließend einen Anzeigenamen und einen Benutzernamen (der auf „bot“ oder „Bot“ enden muss) fest. Der Lohn der Mühe ist ein Token, mit dem Sie sich Zugriff auf den neuen Bot verschaffen können. Das Token ist ein Geheimnis zwischen Ihnen und Telegram, das niemand sonst erfahren sollte.

Telegram-Bots haben standardmäßig keinen Zugriff auf die Inhalte von Gruppen, in denen sie Mitglied sind. Die meisten Bots brauchen das nämlich nicht, weil sie nur auf Befehle reagieren sollen, die mit einem Schrägstrich beginnen. Der Bot für den Django-Blog muss aber Zugriff auf die Inhalte bekommen. Dafür stellen Sie zuerst ein, dass er überhaupt Mitglied in Gruppen sein darf: `/setjoingroups`. Hier fragt der `@BotFather` zunächst noch mal nach dem genauen Bot (Sie können mehrere Bots haben) und danach, auf welchen Wert Sie die Einstellung setzen möchten. Sie müssen mit `Enable` antworten. Danach geben Sie nach dem gleichen Muster mit `/setprivacy` den Zugriff auf Chatinhalte frei. Die Antwort muss hier `Disable` lauten, um das Zugriffsverbot auf Inhalte zu deaktivieren.

Eine rein kosmetische Einstellung ist `/setuserpic`, mit der Sie Ihrem Bot ein Profilbild geben können. In der Mitgliederliste von Gruppen finden Sie ihn mit einem Bild schneller.

Code-Bedarf

Nachdem der Telegram-Server Ihren Bot nun kennt, muss die Django-Applikation lernen, auf Telegram zu reagieren. Den fertigen Code der Django-Applikation holen Sie sich mit `git clone https://github.com/pinae/MicroBotBlog.git`. Der Code im Repository ist komplett. Falls Sie zur Übung die Beschreibung im Artikel nachprogrammieren wollen, gehen Sie auf Commit `a68fa2e` zurück. Legen Sie in diesem Fall eine neue Django-App für den Bot mit dem folgenden Befehl im Projektordner auf der Kommandozeile an: `python django-admin startapp telegramBot`

Die Django-App speichert nichts in einer Datenbank, weshalb Sie `telegramBot/models.py` sofort löschen können. Programmieren müssen Sie die Webhook-View, Handler-Funktionen für die Nachrichtentypen Text und Bild und ein paar Zeilen für die Initialisierung. Um in den

Telegram-Gruppen Nachrichten editieren zu können, muss das Django-Blog die zugehörigen `BlogPost`-Objekte wiederfinden können, weshalb die Klasse in `microblog/models.py` zwei zusätzliche Datenbankfelder für die Telegram-IDs braucht. Das erste Feld dient dem Wiederfinden editierter Nachrichten, das zweite Feld fasst Bilderalben zusammen, die Telegram intern als einzelne Nachrichten verwaltet und diese in der App nur gemeinsam anzeigt. Außerdem brauchte der Code in [2] keine View, um Posts und Bilder zu speichern. Bisher hatte es gereicht den im Admin-Backend integrierten Speichern-Knopf zu nutzen. Der Bot benötigt aber eine vom Admin-Backend separate Speichern-View, weshalb Sie sie ergänzen müssen.

Wenn Sie unseren Code mit Git geklont haben, müssen Sie auf jeden Fall die Konfiguration in `settings.py` an Ihr Setup anpassen. Dafür müssen Sie nicht zwingend etwas in der Datei ändern, da diese alle wichtigen Einstellungen aus Umgebungsvariablen liest, sofern diese gesetzt sind.

Debugging

Beim Entwickeln von Webhooks besteht grundsätzlich das Problem, dass diese im Internet erreichbar sein müssen. Ein lokaler Entwicklungsserver, wie ihn Django mit `manage.py runserver` startet, reicht dafür nicht aus. Da unser Beispielprojekt auch mal längere Downtimes verkraften kann, haben wir auf unserem Root-Server einfach den Docker-Container bei jeder Änderung neu gebaut, auch wenn dieses Vorgehen nicht sonderlich elegant ist.

Mit den so gewonnenen JSON-Daten haben wir die Requests an den Webhook

ct kompakt

- Unser Bastelblog soll sich vom Smartphone mit Inhalten befüllen lassen.
- Mit einem Bot für die Messenger-App Telegram erspart man es sich, eine eigene App dafür zu programmieren.
- Ein Bot kooperiert besser mit Django, wenn der Telegram-Server einen Webhook kontaktieren kann.

lokal mit `curl` nachgestellt. Das geht viel schneller, als ständig neue Nachrichten in Telegram-Chats zu posten. Wir haben Beispiele für ein paar der länglichen `curl`-Befehle im Ordner `API_emulation_curl` platziert.

Trotzdem sollten Sie Webhooks auch immer unter Realbedingungen testen. Telegram macht es leicht, die URL des Webhooks zu ändern, sodass nichts dagegen spricht, zum Testen eine Subdomain anzulegen und die Tests mit separaten Containern durchzuführen. So kann auch Ihr Produktivsystem auf der regulären Domain online bleiben. Sollten Sie Sicherheitsbedenken haben, können Sie einen Reverse-Proxy so konfigurieren, dass er Requests nur dann an die Test-Subdomain weiterreicht, wenn sie vom Telegram-Server kommen. In jedem Fall brauchen Sie auch für die Test-Domain ein SSL-Zertifikat, weshalb Sie zumindest auch Let's Encrypt zur Subdomain durchlassen wollen.

Initialisierung

Die meisten Beispiele im Netz nutzen die Bibliothek `python-telegram-bot` (PTB) mit der Klasse `Updater`, der die Telegram-Server pollt. Polling, also regelmäßiges Nachfragen, funktioniert gut genug, solange ein Bot nur von wenigen Hundert Nutzern parallel verwendet wird. Aus Performance-Sicht wäre das für das Beispiel mehr als ausreichend. Der `Updater` verträgt sich aber nicht gut mit Djangos mehrstufiger Initialisierung, weshalb ein Django-basierter Bot mit einem Webhook und ohne `Updater` viel besser funktioniert.

Code, der einmal beim Start ausgeführt werden soll, platzieren Sie in der Datei `apps.py` einer Django-App. Die bekommt von `django-admin` automatisch eine Klasse mit einem Namen als Property verpasst. Für eigene Initialisierungen fügen Sie dieser Klasse die Methode `def ready(self):` hinzu (siehe Kasten auf S. 164). Diese Funktion wird eventuell mehrmals aufgerufen, weshalb Sie darauf achten müssen, schon erzeugte Objekte nicht versehentlich zu überschreiben.

Statt des `Updater` nutzt die `telegramBot`-App direkt ein `Bot`- und ein `Dispatcher`-Objekt aus PTB. Der `Bot` nimmt das Token an; er spricht später direkt mit dem Bot-API, beispielsweise um eine Nachricht zu verschicken. Der `Dispatcher` nimmt einem Arbeit ab, weil er die Nachrichten vom Telegram-Server vom JSON-Format in Python-Dictionaries konvertiert, Nach-

richtentypen erkennt und an Handler-Funktionen weiterleitet. Da der `Dispatcher` Threads nutzt, haben wir `workers=1` gesetzt, um die Telegram-Server nicht mit Anfragen zu bombardieren, wenn die App bei einem Bilderalbum für alle Bilder gleichzeitig die URL nachfragt.

Trotzdem kann es vorkommen, dass die Django-App beim Telegram-Server in ein Anfragemlimit hineinläuft. Deswegen müssen Sie beim `Dispatcher` unbedingt auch einen „Error Handler“ hinzufügen. Diese Funktion kümmert sich um Fehler und verarbeitet in unserem Fall eine Anfrage nach 2,5 Sekunden Wartezeit erneut. So geht auch nichts verloren, wenn die Verbindung zu den Telegram-Servern gestört ist.

Zuletzt muss der Bot dem Telegram-Server den Webhook mitteilen, ihm also verraten, unter welcher URL er Nachrichten annimmt. Das geht mit `self.bot.set_webhook(settings.DOMAIN + reverse('webhook'))`. Die Funktion `reverse()` aus `django.urls` findet zu einem in `urls.py` benannten View den Pfad, unter dem die Funktion erreichbar ist.

Da Django beim Start unter Umständen mehrfach in kurzer Folge `ready()` aufruft, kann es auch hier Probleme mit Anfragemlimits beim Telegram-Server kom-

men. Deswegen ist es wichtig, eine `RetryAfter`-Exception zu fangen. Wirklich etwas tun muss der Code aber nicht, weil die erste Anfrage kurz vorher vermutlich durchgekommen ist und der Telegram-Server vermutlich schon den korrekten Webhook kennt. Sie können mit `print(self.bot.get_webhook_info())` ausgeben, was der Telegram-Server über den Webhook weiß, um ihn per Hand zu prüfen.

Webhook

Die URL für den Webhook ist definiert in `urls.py` in der `telegramBot`-App:

```
urlpatterns = [
    path('webhook', views.webhook,
         name='webhook')]
```

Die projektweite Datei `urls.py` bindet das mit einer Pfadangabe ein: `path('telegramBot/', include('telegramBot.urls'))`. Der Pfad für Tests mit dem lokalen Entwicklungsserver lautet also `http://127.0.0.1:8000/telegramBot/webhook`.

Die View-Funktion holt sich die `AppConfig` und darüber auch den `Bot` und den `Dispatcher`. Der Telegram-Server schickt JSON-Daten, die `json.loads(request.body)` in ein Dictionary konvertiert. Dabei kann etwas schiefgehen, weshalb die Funktion einen Fehler vom Typ `JSONDecodeError` fangen können muss.

Damit der `Dispatcher` mit den Daten umgehen kann, muss man ein `Update`-Objekt daraus machen. Die `Update`-Klasse hat dafür die Factory-Methode `de_json()`. Etwas kurios ist, dass diese unbedingt den Schlüssel `"is_bot"` innerhalb von `"message"` und dort in `"from"` haben will. Nach den Beispielen in der Telegram-Doku (siehe ct.de/yb75) gibt es diesen Schlüssel aber nicht immer. Damit `de_json()` deswegen nicht fehlschlagen kann, setzt der Beispieldcode die Eigenschaft auf `False`, falls es den Schlüssel nicht gibt.

Das Verarbeiten der Daten übernimmt danach `dispatcher.process_update()`, womit die Arbeit in der View-Funktion eigentlich schon getan wäre. Ganz so einfach ist es dann aber doch nicht, weil Django alle POST-Requests automatisch mit einem Token gegen Cross-Site-Request-Forgery-Angriffe (CSRF) absichern will.

Der Telegram-Server meldet sich ohne Vorwarnung mit einem POST-Request, der kein CSRF-Token enthält. Die Django-App kann also auch kein Token prüfen, weshalb man die Prüfung für den Webhook komplett

Webhook lokal testen

```
curl -v -k -X POST -H "Content-Type: application/json" -H "Cache-Control: no-cache" -d '{"update_id":10000,"message":{"date":1441645532,"chat":{"last_name":"Test Lastname","type": "private", "id":1111111, "first_name":"Test Firstname", "username":"Testusername"}, "message_id":1365, "from":{"last_name":"Test Lastname", "id":1111111, "first_name":"Test Firstname", "username":"Testusername"}, "text":"Bold and italics", "entities": [{"type": "italic", "offset": 9, "length": 7}, {"type": "bold", "offset": 0, "length": 4}]}' "http://127.0.0.1:8000/telegramBot/webhook"
```

Mit Curl-Befehlen wie diesem können Sie den Webhook lokal mit dem Entwicklungsserver testen.

secIT by Heise

Der Treffpunkt für Security-Anwender und -Anbieter

29. – 31.03.2022
Hannover

JETZT TICKET SICHERN

Seien Sie dabei und profitieren Sie als Besucher von neuesten Trends, Produkten und Software-Lösungen in der IT-Security.

Das erwartet Sie:

- Große Ausstellung in zwei Hallen
- Spannende Fachvorträge auf drei Bühnen
- Praxisnahe Workshops mit Security-Experten
- Informative Expert-Talks der wichtigsten Security-Anbieter
- Austausch mit der Community vor Ort

Am **13. und 14. September 2022**
findet zusätzlich eine **digitale secIT** statt.

Mehr zu den
Highlights finden Sie hier:

Veranstalter

 Heise Medien

sec-it.heise.de

```

class TelegramBotConfig(AppConfig):
    default_auto_field = 'django.db.models.BigAutoField'
    name = 'telegramBot'
    bot: Bot = None
    dispatcher: Dispatcher = None
    webhook_registered = False
    def ready(self):
        if not self.bot:
            self.bot = Bot(settings.TELEGRAM_BOT["token"],
                           request=Request(read_timeout=10,
                                           connect_timeout=10))
        if not self.dispatcher:
            self.dispatcher = Dispatcher(bot=self.bot, update_queue=Queue(),
                                       use_context=True, workers=1)
            self.dispatcher.add_error_handler(error_handler,
                                             run_async=False)
            self.dispatcher.add_handler(
                MessageHandler(Filters.text & (~Filters.command), message))
            self.dispatcher.add_handler(
                MessageHandler(filters=Filters.photo, callback=image))
        if settings.TELEGRAM_BOT["register_webhook"] and not self.webhook_registered:
            try:
                self.bot.setWebhook(settings.DOMAIN + reverse('webhook'))
            except RetryAfter:
                print("Telegram didn't accept the setWebhook command. ")
                print(self.bot.get_webhook_info())
            self.webhook_registered = True

```

Jede Django-App definiert in `apps.py` eine `AppConfig`-Klasse. Deren `ready()`-Methode wird beim Start der Django-Applikation meist mehrfach aufgerufen, weshalb der Code vermeiden muss, schon initialisierte Objekte zu überschreiben.

Die `telegramBot`-App muss beim `Dispatcher` Handler-Funktionen registrieren und mit dem `Bot`-Objekt dem Telegram-Server sagen, welche URL der Webhook benutzt.

abschalten muss. Das geht mit dem Decorator `@csrf_exempt`, den man einfach in die Zeile vor der Funktionsdefinition schreibt.

Nachdem der `Dispatcher` das Update gelesen hat, gibt er es an einen Handler weiter, der sich dann mit einem POST-Request an den Speichern-View in der `microblog`-App wendet. In diesem Request sollte es ein CSRF-Token geben, das die View dann prüfen kann. Das Beispiel erweitert `Update` deswegen um eine Eigenschaft `csrf_token`. Mit `get_token(request)` aus `django.middleware.csrf` erzeugt Django in `webhook` sofort ein Token, das der Handler später beim Speichern-Request mitschicken kann.

Message-Handler

Die Handler haben wir für das Beispiel in eine eigene Datei `bot.py` ausgelagert (Schauen Sie dafür in den Code im Git-Repository, das Sie über `ct.de/yb75` finden). Ein Handler ist eine Funktion, die als Parameter ein `Update` und einen `CallbackContext` annimmt. Über den `CallbackContext` kommt man an das `Bot`-Objekt, das man braucht, um den Telegram-Server nach

weiteren Infos zu fragen oder um Nachrichten zu verschicken. Im `Update` stecken alle Informationen über die Nachricht. Das Objekt bietet über die JSON-Daten vom Server hinaus Properties wie `effective_user` oder `effective_message`, die den Zugriff vereinfachen.

Beispielsweise liefert `update.effective_message.text_markdown` den Nachrichtentext im Markdown-Format, obwohl Telegram ihn im JSON als Plain-Text mit ergänzenden Formatbefehlen verschickt. Die einzige Schwäche der Property besteht darin, Unicode-Escape-Sequenzen wie `\u0048` nicht automatisch in Unicode-Zeichen umzuwandeln. `codecs.decode()` kann das mit dem Parameter `encoding="unicode_escape"`, darf aber nur angewendet werden, wenn `text_markdown` nicht `None` ist (`None` kommt bei Nachrichten mit Bildern ohne Bildunterschrift vor).

Die ID einer Telegram-Nachricht steht bei neuen Nachrichten in `"message"` und bei bearbeiteten Nachrichten in `"edited_message"`. Im Beispiel kümmert sich die Funktion `get_telegram_id(update)` darum, die richtige ID zu suchen.

Bei Textnachrichten beschränkt sich der Handler darauf, mit diesen Funktionen eine Anfrage an die Speichern-View in der `microblog`-App zusammenzubauen. Ums Verschicken kümmert sich `post()` aus der `requests`-Bibliothek. Die Funktion will als ersten Parameter die URL wissen, die wie bei Django üblich `reverse()` liefert. Die Daten kann man als Parameter `json` übergeben, sodass `requests` sie automatisch konvertiert. Für die CSRF-Prüfung braucht die Funktion zwei weitere Parameter: Bei `headers` nimmt sie ein Dictionary mit HTTP-Headers entgegen. Für Djangos CSRF-Schutz muss `"X-CSRFToken"` gesetzt und mit dem Token befüllt sein. Für sich allein reicht das aber nicht, weil Django auch prüft, ob ein Cookie gesetzt ist. Das Cookie setzt `cookies={"csrftoken": csrf_token}`.

Image-Handler

Bilder sind ein wenig komplizierter, weil Telegram sie jeweils als eigene Nachrichten verschickt, obwohl die App sie gemeinsam als Album darstellt. Außerdem stellt Telegram Bilder in mehreren Auflösungen bereit, damit sich Smartphones mit grob aufgelösten Displays mit kleineren Bildern begnügen können. Der Blog soll natürlich immer nur die feinste Auflösung darstellen, weshalb er aus der Liste der Varianten das am höchsten aufgelöste Bild herausucht:

```

p = update.effective_message.photo
bp = {'object': None, 'height': 0}
for ps in p:
    if ps.height > bp['height']:
        bp['height'] = ps.height
        bp['object'] = ps

```

Die Objekte in `update.effective_message.photo` enthalten keine direkten Links zu herunterladbaren Dateien. Sie nennen nur die Bildgröße und eine ID, mit der `bot.get_file()` eine URL vom Telegram-Server erfragen kann. Telegram garantiert, dass diese URL ein paar Stunden online bleibt, der Server entfernt sie aber nach dieser Zeit. Man kann den Telegram-Server daher nicht als Dateiarchiv und Webserver missbrauchen.

Bei einem Bilder-Album enthält `message` eine `media_group_id`. Mehrere Bilder-Nachrichten mit der gleichen `media_group_id` zu einem Blogbeitrag zusammenzufassen, kann aber erst die Speichern-View in der `microblog`-App übernehmen.

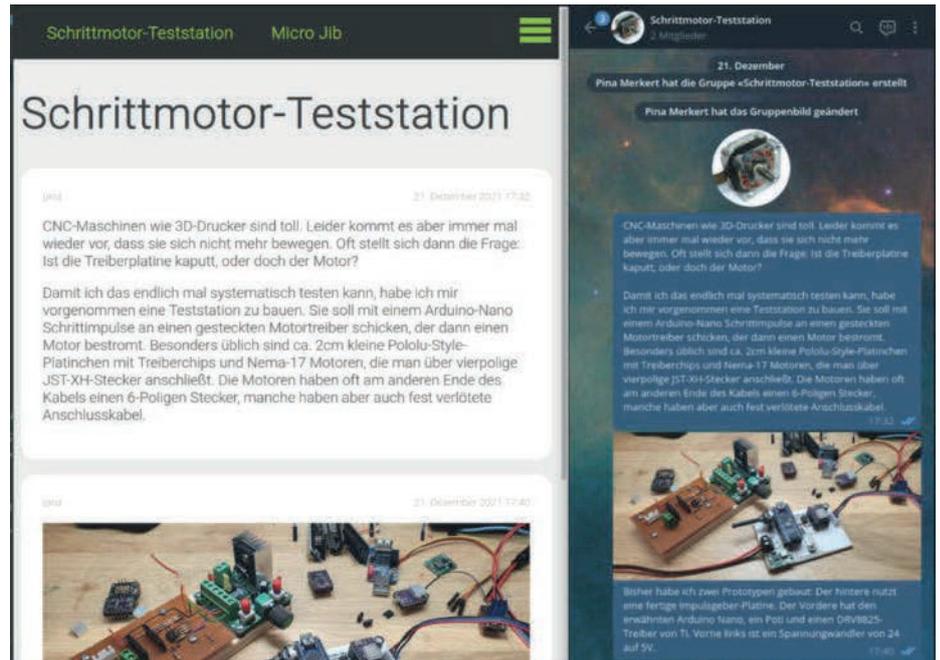
Laden und Speichern

Bevor die Speichern-View ein `BlogImage` in die Datenbank legen kann, muss sie das Bild zuerst vom Telegram-Server herunterladen. Das `ImageField` erwartet als Datenquelle ein `File-Handle`, wie es `open()` für Dateien auf der lokalen Festplatte bereitstellt. Der Weg, ein Bild herunterzuladen, zu speichern, erneut zu öffnen und zuletzt wieder zu löschen, ist kompliziert und ineffizient. Eine bessere Abkürzung ist ein `NamedTemporaryFile` im Arbeitsspeicher. In ein solches Objekt (aus dem `tempfile-Modul`) kann die `requests-Bibliothek` die Daten vom Download zwischenspeichern. Djangos `File-Objekt` kann im Konstruktor direkt mit einem `NamedTemporaryFile` arbeiten und ihm als zweiten Parameter einen Namen geben. Das `File` befüllt das `ImageField`, das letztlich dann doch eine Datei auf die Festplatte schreibt. Die landet am in `settings.py` definierten Speicherort für Mediendateien und die Datenbank verzeichnet auch automatisch die zugehörigen Daten, um es wiederzufinden:

```
with NamedTemporaryFile() as tmp_file:
    img_resp = get(image_url,
                   stream=True)
    for block in img_resp.iter_content(
        1024 * 8):
        if not block:
            break
        tmp_file.write(block)
    file_obj = File(tmp_file,
                   name=image_url.split('/')[-1])
    blog_image = BlogImage(
        image=file_obj,
        post=post)
    blog_image.save()
```

So gespeichert liefert `blog_image.image.url` den Pfad zu der Datei. Der Markdown-Text in einem `BlogPost` kann diese URL (Domain + Pfad) benutzen, um das Bild einzubinden. Markdown-Bilder haben außerdem einen Alternativtext (für sehbehinderte Nutzer) in eckigen Klammern. Der ganze Ausdruck mit Ausrufezeichen, eckigen und runden Klammern steht getrennt durch zwei Zeilenumbrüche vor der sichtbaren Bildunterschrift in `p.text`:

```
p.text = "![{}]({})\n\n{}".format(
    data["caption"]
    if data["caption"] is not None
    else "",
    "- Image No. " + str(i)
    if len(data['album']) > 1 else "",
```



Die Inhalte der Telegram-Gruppe mit dem Bot (rechts) spiegelt dieser automatisch in das Blog links.

```
settings.DOMAIN,
blog_image.image.url,
p.text)
```

Damit der Pfad zum Bild vorher existiert, ruft die Funktion zuerst `blog_image.save()` auf und baut dann den Text zusammen. Danach folgt ein `p.save()`, um den Text in der Datenbank zu speichern. Django lässt die Datenbank den Primärschlüssel für neue Zeilen erzeugen, weshalb dieser normalerweise erst nach einem `save()` existiert. Daher ist es sinnvoll, Datenbankobjekte zuerst zu speichern und mit der Referenz den `ForeignKey` eines anderen Datenbankobjekts zu belegen.

Die gesamte View-Funktion ist wegen diverser Prüfungen auf fehlerhafte Eingaben zu lang, um sie ganz abzudrucken. Schauen Sie daher unbedingt in den Code auf GitHub, erreichbar über ct.de/yb75.

Fazit

Die Telegram-Bot-Unterstützung macht das Django-Projektblog alltagstauglich. Das Bestücken des digitalen Tagebuchs gelingt mit der Telegram-App mit wenigen Handgriffen. Das senkt die Hürde, um Projekte zu dokumentieren, was in der Praxis oft darüber entscheidet, ob es überhaupt eine Dokumentation gibt.

Die Software zeigt über das Beispiel hinaus, wie schnell und effizient Sie mit Django Webanwendungen aus dem

Boden stampfen. Und mit `python-telegram-bot` steht eine Bibliothek bereit, die viel Arbeit beim Entwickeln von Telegram-Bots abnimmt. Leider haben andere Messenger-Apps keine vergleichbare Bot-Schnittstelle. Da Telegram standardmäßig keine Ende-zu-Ende-Verschlüsselung bietet, steht der Messenger zu recht in der Kritik. Aber weil die Inhalte in unserem Beispiel ohnehin auf einer öffentlichen Webseite landen sollen, spielt die fehlende Verschlüsselung hier keine Rolle.

Der Quellcode unseres Beispielprojekts ist freie Software nach den Regeln der GPLv3. Das heißt, wir freuen uns sogar, wenn Sie auf GitHub einen Fork unseres Repositorys anlegen und die Software an Ihre Bedürfnisse anpassen. (pmk@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Pina Merkert, Djangos Fundament, Einstieg in serverseitige Webprogrammierung mit Python und Django, c't 1/2022, S. 140
- [2] Pina Merkert, Djangos Hochbau, Webprogrammierung mit Python und Django Teil 2: Templates und Adminoberfläche, c't 2/2022, S. 136
- [3] Pina Merkert, Schlange im Wal, Django-Webanwendungen in Docker-Containern betreiben, c't 12/2019, S. 166
- [4] Pina Merkert, Ausgewildert, Let's Encrypt und Nginx für alle, die nicht alles dockern, c't 26/2018, S. 166

Quellcode der Webanwendung,
Dokumentation: ct.de/yb75

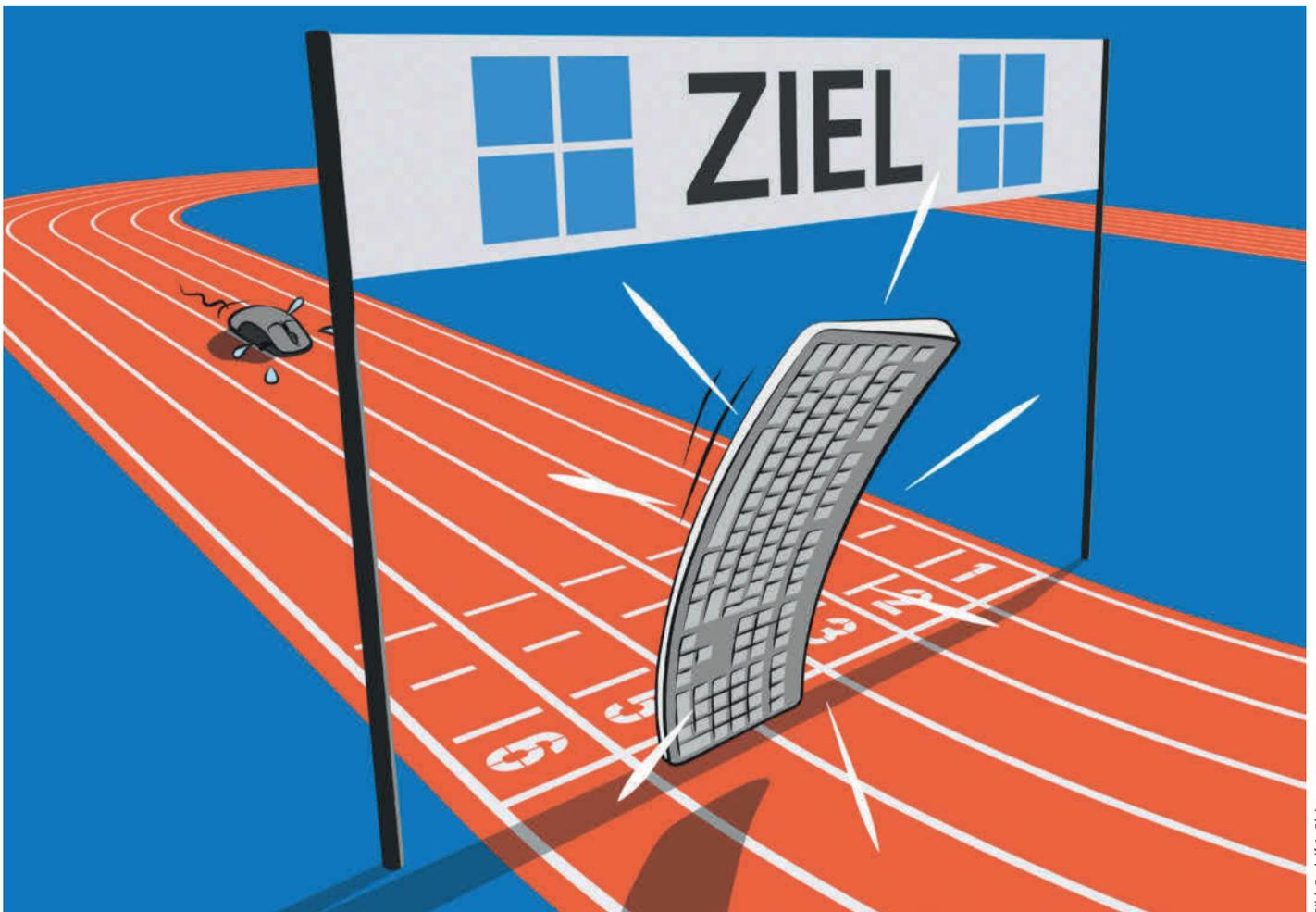


Bild: Rudolf A. Blaha

Überholspur

Windows-Tools für Tastatur-Fans

Linuxer ernten oft mitleidige Blicke von Windows-Anwendern, wenn sie kryptische Befehle in ein Textfenster eintippen, statt angeblich viel komfortablere grafische Programme zu benutzen. Zu Unrecht: Mit den hier vorgestellten Tools und Tricks für Windows erledigen Sie manche Aufgabe per Tastatur effizienter als mit der Maus.

Von Hajo Schulz

Viele Administratoren und Power-User geben lieber Befehle in ein Textfenster ein, als in bunten Oberflächen herumzuklicken. Dass diese Arbeitsweise auch unter Windows noch lange nicht tot ist, sieht offenbar selbst Microsoft so: Anders ist kaum zu erklären, dass von einem frischen Terminalprogramm über die PowerShell bis zu einem neuen, per Texteingabe zu bedienenden Paketmanager in jüngerer Vergangenheit allerlei Goodies für Konsolen-Fans aus Redmond gekommen sind. Die im Folgenden vorgestellten Tipps erleichtern Ihnen den Einstieg in diese Werkzeuge. Ergänzt werden sie von einigen Tools aus anderen Quellen, mit denen die Arbeit auf der Konsole noch zügiger von der Hand geht.

Unter Windows buhlen gleich zwei Umgebungen um die Gunst von Tastatur-

Fans: die traditionelle Eingabeaufforderung und die modernere PowerShell. Trotz aller Unterschiede und verschiedener Bedienphilosophien sind sie einander bei der Art und Weise, wie sie sich in die grafische Oberfläche integrieren, recht ähnlich: Wenn Sie eine der Text-Shells öffnen, starten gleich zwei Programme. Eines davon ist `cmd.exe` beziehungsweise `powershell.exe`, also der eigentliche Befehlsinterpreter. Der kann aber nur mit Text umgehen und versteht nichts von Fenstern oder der Maus. Das Fenster, das Sie sehen und mit dem Sie interagieren, steuert das Programm `conhost.exe` bei. Dieser „Konsolen-Host“ blickt auf eine recht lange Geschichte zurück. Microsoft hat ihm in der Vergangenheit immer mal wieder kosmetische Änderungen spendiert, aber im Kern

handelt es sich um ein Programm aus grauer Vorzeit.

Windows Terminal

Zu diesem Konsolen-Host gibt es seit einiger Zeit eine moderne Alternative: das Windows Terminal. Das unter Microsofts Leitung entwickelte Open-Source-Programm verspricht deutlich mehr Bedienkomfort als sein Vorgänger sowie eine höhere Geschwindigkeit bei der Textausgabe. Zu den neuen Features gehört die Möglichkeit, mehrere Konsolensitzungen in einer übersichtlichen Tab-Oberfläche innerhalb eines Fensters zu verwalten. Das funktioniert auch mit unterschiedlichen Programmen gleichzeitig, etwa einer Eingabeaufforderung, einer PowerShell, SSH-Sitzungen oder der Bash aus einer lokalen Linux-Installation im WSL (Windows Subsystem for Linux). Alternativ oder zusätzlich kann man das Fenster horizontal oder vertikal beliebig teilen, um mehrere Sitzungen gleichzeitig im Blick zu haben.

Zu jedem Programm, das man häufiger im Windows Terminal benutzt, kann – und sollte – man sich ein eigenes Profil anlegen. Das dient einerseits dazu, neue Sitzungen schnell per Tastenkombination zu starten. Andererseits bestimmt ein Profil auf Wunsch auch das Aussehen und das Verhalten des dazugehörigen Programms. Die Optionen umfassen unter anderem ein Farbschema und die verwendete Schriftart. Ein Hintergrundbild oder eine eigene Farbe für den Register-Reiter helfen dabei, schnell zu erfassen, in was für einer Sitzung man sich gerade befindet.

Wenn Sie die Beschreibung jetzt neugierig gemacht hat, das Windows Terminal einmal selbst auszuprobieren: Als Windows-10-Nutzer bekommen Sie es wahlweise im Microsoft Store oder auf GitHub kostenlos zum Download (alle in diesem Artikel erwähnten Downloads haben wir unter ct.de/y3qe für Sie zusammengestellt). Zu empfehlen ist die Store-Version, denn bei der kümmert sich Windows selbst darum, sie mit Updates aktuell zu halten. Achtung: In beiden Download-Quellen gibt es auch ein „Windows Terminal Preview“, mit dem Sie ausprobieren können, woran die Entwickler gerade arbeiten, das aber für den produktiven Einsatz nicht zu empfehlen ist.

Bei Windows 11 ist das Windows Terminal bereits im Lieferumfang enthalten und im Startmenü unter „Alle Apps“ verlinkt. Beim ersten Start weist es Sie darauf hin, dass Sie es auch als „standardmäßige

Terminalanwendung“ festlegen können – Eingabeaufforderung, PowerShell und andere Konsolenprogramme öffnen sich dann stets im Terminal statt im traditionellen Konsolen-Host. Sie können aber auch später noch umschalten, wahlweise in den Einstellungen des Windows Terminal auf der Seite „Starten“ oder in den Windows-Einstellungen unter „Datenschutz & Sicherheit/Für Entwickler“.

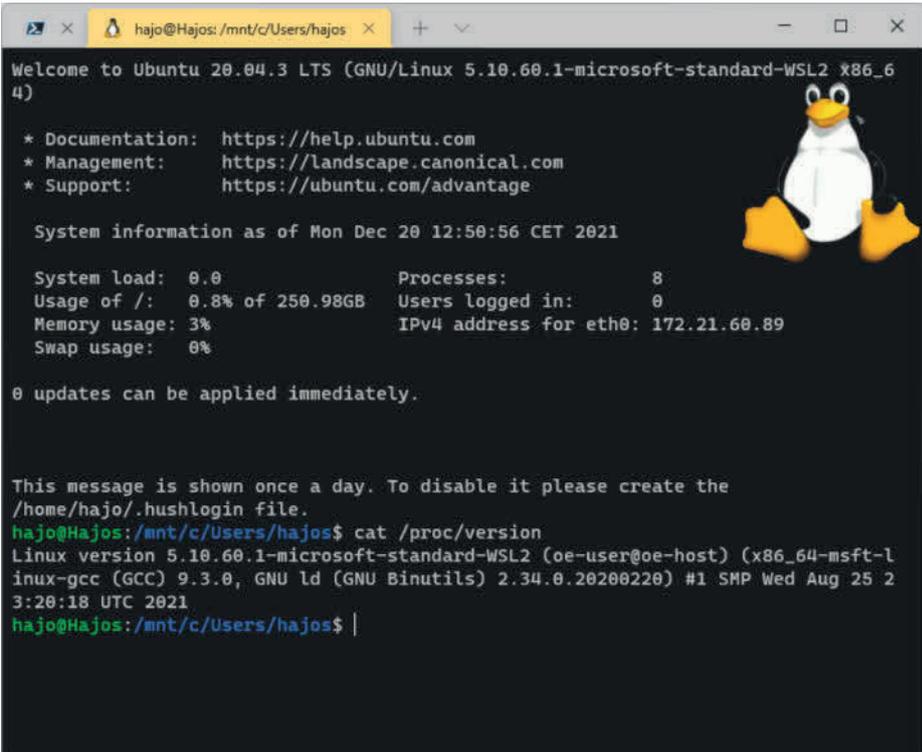
Wenn Sie regelmäßig mit der Eingabeaufforderung oder der PowerShell arbeiten, empfiehlt es sich, das Windows Terminal an die Startleiste anzuheften. Dann ist Ihre Lieblings-Shell immer nur einen Mausklick entfernt und im Rechtsklickmenü des Taskleistensymbols stehen alle anderen Terminal-Profile zur Verfügung. Schon auf einem nackten Windows enthält die Liste drei Einträge: die Windows PowerShell, die Eingabeaufforderung und eine Azure Cloud Shell. Haben Sie zusätzlich die PowerShell 7 installiert, bekommt auch die einen Eintrag, genau wie jede im WSL installierte Linux-Distribution. Profile, die Sie nie benutzen, können Sie in den Einstellungen des Terminals löschen oder besser erst mal ausblenden – dann lassen sie sich einfacher wiederherstellen, sollten Sie Ihre Meinung ändern.

ct kompakt

- Viele Administrations- und Konfigurations-Aufgaben lassen sich unter Windows per Tastatureingabe effizienter erledigen als mit der Maus.
- Microsoft unterstützt diese Arbeitsweise mit etlichen neuen Werkzeugen wie dem Windows Terminal.
- Gegenüber Linux hat Windows noch einige Lücken, die sich aber mit kostenlosen Tools stopfen lassen.

Die Einstellungen verstecken sich hinter dem Pfeil nach unten in der Titelleiste. Löschen oder ausblenden lässt sich eine Shell, indem Sie sie links in der Liste der Profile auswählen und dann rechts in der Seite „Allgemein“ ganz nach unten scrolen. Das „Standardprofil“, das sich öffnet, wenn man das Terminal ohne weitere Angaben lädt, können Sie auf der Seite „Starten“ in den Einstellungen festlegen.

Eingefleischte Nutzer der Eingabeaufforderung wird vielleicht freuen, dass sie



```

hajo@Hajos: /mnt/c/Users/hajos
Welcome to Ubuntu 20.04.3 LTS (GNU/Linux 5.10.60.1-microsoft-standard-WSL2 x86_64)
* Documentation:  https://help.ubuntu.com
* Management:    https://landscape.canonical.com
* Support:       https://ubuntu.com/advantage

System information as of Mon Dec 20 12:50:56 CET 2021

System load:  0.0          Processes:    8
Usage of /:   0.8% of 250.98GB Users logged in:  0
Memory usage: 3%          IPv4 address for eth0: 172.21.60.89
Swap usage:   0%

0 updates can be applied immediately.

This message is shown once a day. To disable it please create the
/home/hajo/.hushlogin file.
hajo@Hajos: /mnt/c/Users/hajos$ cat /proc/version
Linux version 5.10.60.1-microsoft-standard-WSL2 (oe-user@oe-host) (x86_64-msft-l
inux-gcc (GCC) 9.3.0, GNU ld (GNU Binutils) 2.34.0.20200220) #1 SMP Wed Aug 25 2
3:20:18 UTC 2021
hajo@Hajos: /mnt/c/Users/hajos$

```

Das Windows Terminal verwaltet mehrere Konsolensitzungen in einem Fenster. Farben und Hintergrundbilder sorgen für Übersicht.

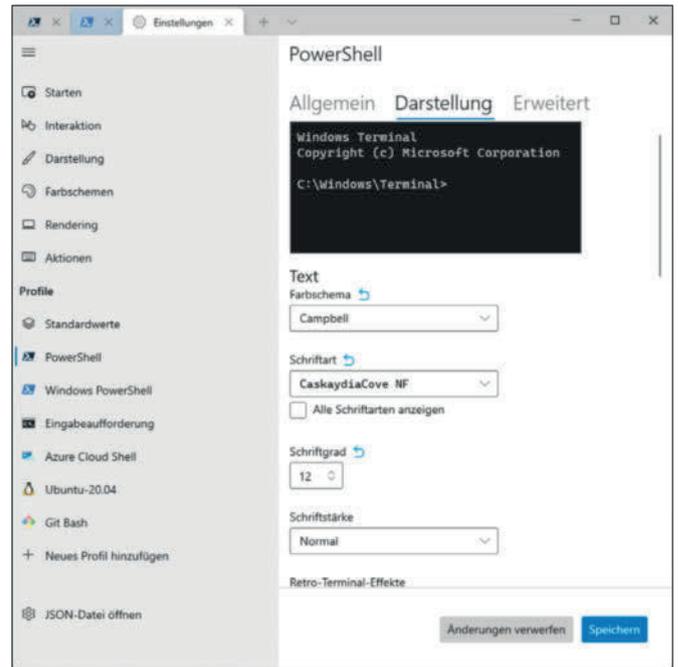
mit dem Terminal einen Tastendruck sparen können: Wenn Sie es gewohnt sind, die Eingabeaufforderung mit dem Tastenkürzel `Windows+R` und der Eingabe `cmd` zu starten, brauchen Sie dort künftig nur noch `wt` einzutippen, sofern die Eingabeaufforderung im Terminal als Standardprofil eingestellt ist – PowerShell-User sparen noch mehr Tasten, weil sie nicht mehr `powershell` eintippen müssen. An derselben Stelle können Sie übrigens auch nach der Installation des Terminals die Eingabeaufforderung noch im althergebrachten Konsolen-Host starten, wenn das ausnahmsweise mal nötig sein sollte: Die dazu nötige Eingabe lautet `conhost`.

Man kann das Terminal – wie jede andere Windows-Anwendung – auch mit Admin-Rechten starten, am einfachsten, indem man beim An- beziehungsweise Doppelklicken des Links im Startmenü, in der Taskleiste, auf dem Desktop oder sonst wo die `Strg`- und die Umschalttaste gedrückt hält. Dann genießen alle darin geöffneten Sessions ebenfalls volle Rechte. Was aber nicht geht, ist ein Mischbetrieb, also Tabs sowohl mit als auch ohne Administratorrechte innerhalb desselben Terminal-Fensters (einen Trick, um diese Einschränkung zu umgehen, verraten wir weiter unten). Mehrere Instanzen des Terminals dürfen aber durchaus zugleich laufen, Sie können also ein Admin-Terminal starten, auch wenn schon eines mit normalen Benutzerrechten läuft.

Terminal-Tuning

Eine Eigenschaft des Windows Terminal, die erfahrungsgemäß schnell nervt, ist, dass das Programm beim Beenden stets nachfragt, ob man wirklich alle Registerkarten schließen will, wenn man mehr als eine Sitzung geöffnet hat. In den Einstellungen findet sich leider kein Schalter, mit dem man diese Frage unterdrücken könnte. Es gibt aber trotzdem einen Weg: Er führt über den Link „JSON-Datei öffnen“ unten links im Einstellungen-Fenster. Der ruft die im JSON-Format gespeicherte Konfigurationsdatei des Terminals im dafür vorgesehenen Programm auf. (Falls Sie sie mal von Hand bearbeiten wollen: Sie finden sie unter „%LocalAppData%\Packages\Microsoft.WindowsTerminal_8wekyb3d8bbwe\LocalState\settings.json“.) Prinzipiell eignet sich dazu jeder Texteditor, auch das Windows-eigene Notepad. Besonders komfortabel gestaltet sich das Bearbeiten der Datei jedoch mit Visual Studio Code

Für jedes Programm, das man im Windows Terminal regelmäßig verwendet, kann man ein eigenes Profil mit zahlreichen Einstellungen anlegen.



(mehr zu diesem Editor weiter unten). VSCode ist in der Lage, das in der ersten Zeile der Datei erwähnte JSON-Schema zu interpretieren und den Anwender mit halb-automatischen Textvorschlägen beim Tippen zu unterstützen.

Die erwähnte „Sind Sie sicher?“-Abfrage werden Sie los, indem Sie in die Datei die Zeile

```
"confirmCloseAllTabs": false,
```

einfügen, am besten als dritte Zeile, direkt hinter diejenige mit der `$schema`-Definition. Sollte es bereits eine Zeile geben, die das Wort `confirmCloseAllTabs` enthält, müssen Sie die wie gezeigt ändern.

Ein weiteres Detail der Terminal-Konfiguration, das sich nur über die Settings-Datei ändern lässt, ist die Reihenfolge der Profile im Pfeil-runter-Menü und damit ihre Zuordnung zu den Tastenkürzeln `Strg+Umschalt+1`, `Strg+Umschalt+2` und so weiter. Sie ergibt sich aus der Reihenfolge der Einträge innerhalb von `profiles.list[]` in der JSON-Datei. Achten Sie beim Umsortieren peinlich genau darauf, dass Sie stets komplette Einträge samt der sie einschließenden geschweiften Klammern ausschneiden und einfügen. Außerdem ist wichtig, dass alle Einträge durch Kommas getrennt sind und hinter dem letzten Eintrag kein Komma mehr steht. Visual Studio Code weiß das aber auch und unterstützt Sie mit roten Unterkringelungen, wenn es an der Formatierung etwas auszusetzen hat.

PowerShell

Es ist schon mehrfach angeklingen: Die beiden Programme, für die das Windows Terminal wohl am häufigsten als Hülle dient, sind die Eingabeaufforderung und die PowerShell. Welches davon Sie bevorzugen, ist weitgehend Geschmackssache. Allerdings gewinnt man zunehmend den Eindruck, dass Microsoft die Eingabeaufforderung nur noch ziemlich halbherzig unterstützt: Die letzte signifikante Änderung an `cmd.exe`, die nicht die Präsentation im Konsolen-Host betraf, ist ewig her. Sie abzukündigen wird sich Microsoft aber auf absehbare Zeit nicht trauen, dafür ist die Anzahl der existierenden Batch-Dateien einfach zu groß.

Wenn Sie bisher in keiner der beiden Umgebungen größere Erfahrungen gesammelt haben, sollten Sie aber auf jeden Fall zur PowerShell greifen. Vor allem, wenn es Ihnen darum geht, wiederkehrende Arbeiten mit Skripten zu automatisieren, finden Sie hier die deutlich modernere Sprache mit echten Schleifen und `if`-Abfragen oder der Möglichkeit, Zeichenketten mit regulären Ausdrücken zu verarbeiten. Außerdem gibt es mittlerweile eine riesige Community rund um die PowerShell und mit der PowerShell Gallery eine Quelle für Skripte und Skriptensammlungen – sogenannte Module –, die die PowerShell um Funktionen für alle Lebenslagen erweitern. Auch Microsoft selbst sieht die PowerShell mittlerweile als primäres Admin-Werkzeug; neue Funktionen in Windows selbst oder in Micro-

softs Cloud-Dienst Azure bekommen als erste Konfigurationsschnittstelle meist ein PowerShell-Modul.

Wenn bislang einfach nur von der PowerShell die Rede war, ist das eigentlich nicht ganz korrekt, denn es gibt zwei PowerShells: Im Windows-Lieferumfang enthalten ist seit einiger Zeit die „Windows PowerShell“. Ihre aktuelle Versionsnummer lautet 5.2 und wird sich wohl auch nicht mehr erhöhen. Microsoft versorgt sie noch mit Fehlerbehebungen und Sicherheits-Patches, aber neue Funktionen soll sie nicht mehr erhalten.

Die technische Weiterentwicklung findet stattdessen in der PowerShell 7 statt. Dabei handelt es sich um eine komplett quelloffene Neuimplementierung, die vor knapp zwei Jahren volle Produktreife erlangt hat; ihre Versionsnummer ist aktuell 7.2. Sie basiert auf der ebenfalls als Open Source neu entwickelten .NET-Plattform und läuft wie diese betriebssystemübergreifend unter Windows, macOS und Linux. Weil das Open-Source-.NET ursprünglich „.NET Core“ hieß, trug diese PowerShell anfangs auch den Namen „PowerShell Core“. Mittlerweile nennt Microsoft sie aber nur noch „PowerShell“ und hat der in Windows enthaltenen Version zur Unterscheidung die Bezeichnung „Windows PowerShell“ verpasst.

Für den Hausgebrauch ist die PowerShell 7 die bessere Wahl. Zu den spürbaren Vorteilen gehören eine höhere Geschwindigkeit bei der Abarbeitung von Skripten, verständlichere Fehlermeldungen und neue Befehle, mit denen sich zeitraubende Vorgänge parallelisieren und damit beschleunigen lassen. In Umgebungen, in denen es wichtig ist, dass selbst entwickelte Skripte auch auf „nackten“ Windows-Installationen laufen, ist einstweilen aber noch die Windows PowerShell die Umgebung der Wahl. Irgendwann will Microsoft die Windows PowerShell komplett durch die Open-Source-Variante ersetzen, aber einen Termin gibt es dafür noch nicht.

Die PowerShell 7 können Sie wahlweise bei GitHub herunterladen oder über den Microsoft Store installieren; wie beim Windows Terminal ist wegen der automatischen Updates letztere Option die bessere und „PowerShell Preview“ nur etwas für Mutige. Ein Parallelbetrieb von Windows PowerShell und PowerShell 7 ist problemlos möglich. Beide verwenden unterschiedliche Ordner für installierte Module und Profile-Dateien (zu erfragen über die Systemvariable `$profile`). Beide tragen

sich in den PATH ein; der Befehl zum Starten der Windows PowerShell lautet `powershell`, der für die PowerShell 7 `pwsh`. Im Windows Terminal taucht die PowerShell mit einem eigenen, automatisch erzeugten Profil auf.

PowerShell-Tipps

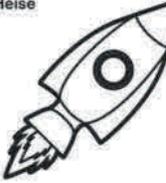
Gerade bei Anwendern, die von der Eingabeaufforderung auf die PowerShell umsteigen, leidet letztere unter dem Vorurteil, sie sei wahnsinnig geschwätzig und man tippe sich die Finger wund, bis man auch nur einen brauchbaren Befehl beieinander habe. Und es stimmt: Die PowerShell verwendet in der Regel längere Befehle als die Eingabeaufforderung. Bei deren Benennung gibt es die strikte Regel, dass sie stets nach dem Muster `Verb-Nomen` aufgebaut sind – dadurch lassen sie sich tendenziell einfacher merken. Was aber häufig übersehen wird: Die Tab-Kompletierung unterstützt einen beim Tippen nicht nur für Datei- und Ordnernamen, sondern auch bei Befehlen und deren Parametern. Wenn man sich daran einmal gewöhnt hat, hält sich die eigentliche Tipparbeit dann doch in Grenzen.

Für die gängigsten Eingabeaufforderungs-Befehle wie `cd`, `dir` oder `copy` sind außerdem sogenannte Aliase vordefiniert, sodass man sie zumindest in ihren Grundfunktionen genauso verwenden kann, wie man es von der Eingabeaufforderung her gewohnt ist. Die Liste solcher Kurzbefehle lässt sich beliebig erweitern. Dazu bearbeitet oder erstellt man eine Skriptdatei – die sogenannte Profile-Datei –, die die PowerShell bei jedem Start automatisch abarbeitet und die unter anderem Befehle nach dem Muster `Set-Alias kurzbehl langbehl` enthalten kann, beispielsweise `Set-Alias grep Select-String`. Als `langbehl` sind auch Namen samt komplettem Pfad von externen Programmen erlaubt, so kann man sich zum Beispiel mit `Set-Alias pnt mspaint.exe` eine Abkürzung anlegen, über die man schnell mal einen Blick auf ein Bild werfen kann. Wo die PowerShell Ihre Profile-Datei erwartet, steht in der Systemvariablen `$Profile.CurrentUserAllHosts`. Weitere Anregungen, wie Sie Ihre PowerShell mit Profilen an eigene Vorlieben anpassen können, haben wir in [1] zusammengetragen.

Eine Funktion, bei der die PowerShell 7 der Windows PowerShell hinterherhinkt, ist die eingebaute Hilfe: Leider hat es Microsoft bislang nicht geschafft, sie ins Deutsche zu übersetzen. Um auf eine Frage nach dem Muster `help Befehl we-`

MIT Technology Review

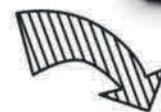
Das Magazin für Innovation von Heise



Die Welt verstehen, wie sie morgen sein wird.

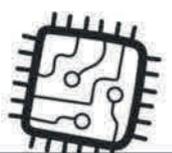


35%
Rabatt



2 Ausgaben inklusive
Prämie nach Wahl:

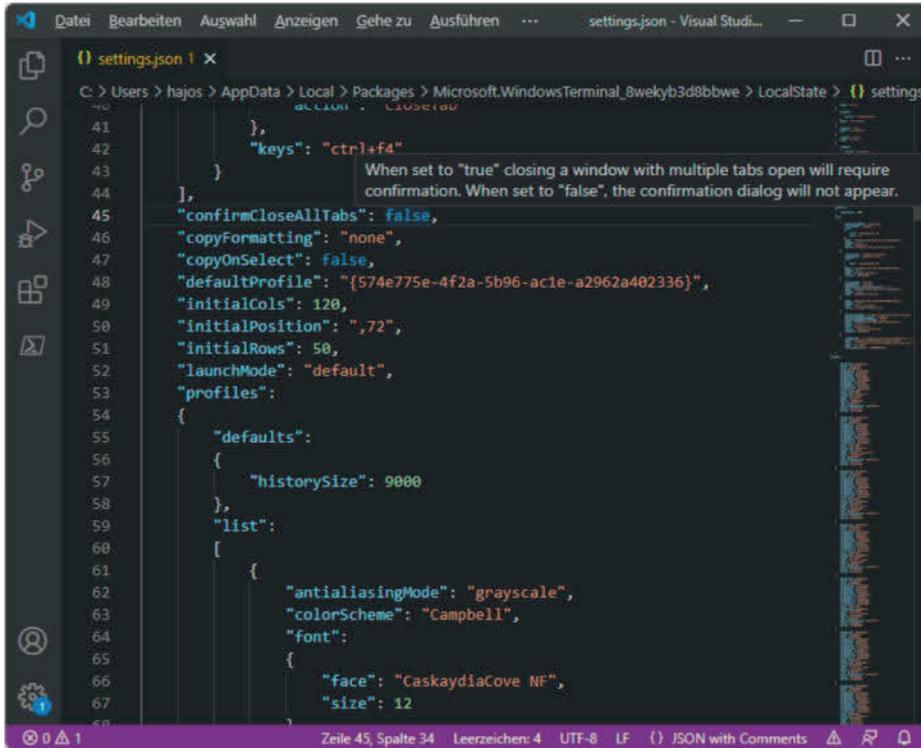
mit-tr.de/testen



✉ leserservice@heise.de

☎ +49 541/80 009 120

🌐 mit-tr.de/testen



Visual Studio Code kann JSON-Schema-Definitionen interpretieren und benutzt sie, um den Anwender beim Editieren zu unterstützen.

nigstens eine brauchbare englische Antwort zu bekommen, empfiehlt es sich, die PowerShell einmal mit Administratorrechten zu starten und den Befehl `Update-Help -UICulture 'en-US'` einzugeben. Er lädt die Hilfetexte zu allen (vor)installierten Modulen in der angegebenen Landessprache herunter.

Text-Editoren

Was Sie in der PowerShell 7 ebenfalls vergeblich suchen werden, wenn Sie bereits mit der Windows PowerShell gearbeitet haben, ist ein eingebauter Skript-Editor wie das ISE (Integrated Scripting Environment). Dafür gibt es aber einen mehr als ebenbürtigen Ersatz: Microsofts Open-Source-Editor Visual Studio Code. Auch der lässt sich wahlweise über den Store installieren oder von GitHub herunterladen. In der Grundausstattung ist VSCode ein relativ schmuckloser Texteditor, der aber immerhin schon Syntax-Highlighting für eine Vielzahl von Programmier- und Skriptsprachen beherrscht.

Zu einem universellen Werkzeug für Entwickler und Administratoren wird er durch die zahllosen Erweiterungen, die es meist kostenlos für alle möglichen Programmier- und Landessprachen sowie für etliche weitere Aufgaben gibt. Die Liste

der verfügbaren Erweiterungen öffnen Sie am schnellsten mit dem Tastenkürzel `Strg+Umschalt+X`. In das Eingabefeld am oberen Ende der Liste tragen Sie einen Suchbegriff ein; ein Klick auf einen Eintrag öffnet die Beschreibung der jeweiligen Erweiterung, die auch einen „Installieren“-Knopf enthält.

Die für PowerShell-Skriptentwickler essenzielle Erweiterung namens „PowerShell“ stammt von Microsoft selbst. Bei der Code-Eingabe unterstützt sie mit erklärenden Pop-ups und Listen mit sinnvollen Fortsetzungen des gerade Geschriebenen. Skript-Code prüft sie schon während der Eingabe dynamisch auf Syntax- und typische Programmierfehler. Mit einem Druck auf `F5` kann man seinen Code im eingebauten Debugger starten und mit Haltepunkten, Variablenlisten und einem „Call Stack“ nachverfolgen, ob er tut, was er soll. Einige weitere Tipps zum Entwickeln von PowerShell-Skripten mit VSCode stehen in [2].

Visual Studio Code startet recht schnell und trägt sich in den PATH ein, sodass man ihn aus der Eingabeaufforderung oder einer PowerShell heraus mal eben mit `code .\MeinText.txt` aufrufen kann. Wer es noch schneller mag, braucht einen Editor, der direkt in der Konsole läuft. Unter Linuxern sind Mini-Editoren wie `nano` und

`joe` recht beliebt, auch der legendäre `vi` und seine Weiterentwicklung `vim` laufen direkt in der Konsole, verlangen aber einiges an Einarbeitung.

Windows bringt von Haus aus nichts Vergleichbares mit. Von den erwähnten Vertretern gibt es Windows-Portierungen, aber spätestens bei der Eingabe von Dateipfaden merkt man ihnen dann doch an, dass sie eigentlich nicht für Windows gemacht sind. Auf der Suche nach einer brauchbaren Alternative sind wir auf einen Editor namens `micro` gestoßen. Das Open-Source-Programm benötigt keine Installation, man kann die EXE-Datei aus dem Download-Archiv für Windows einfach in einen Ordner kopieren, der im PATH verzeichnet ist, um ihn schnell zur Hand zu haben.

Die Bedienung per Cursortasten und `Strg`-Tastenkombinationen entspricht dem Gewohnten. Die wichtigsten Tastaturbefehle lassen sich mit `Alt+G` einblenden; `Strg+G` öffnet die eingebaute Hilfe. Wer mag, kann sogar die Maus benutzen, um Text zu rollen oder zu selektieren. Die schlichte Oberfläche sollte nicht darüber hinwegtäuschen, dass `micro` einen ziemlich beeindruckenden Funktionsumfang besitzt. So kennt es etliche Programmier- und Skriptsprachen und verwendet bei der Anzeige von Quelltextdateien Syntax-Highlighting. Viele erweiterte Befehle sind keiner Tastenkombination zugeordnet, sondern lassen sich nach einem Druck auf `Strg+E` einfach per Name eingeben; eine Liste liefert `Strg+E` gefolgt von `help commands`.

sudo

Falls Sie gelegentlich unter Linux arbeiten, dürften Sie es gewohnt sein, Konsolenbefehlen das Wort `sudo` voranzustellen, um dem System mitzuteilen, dass das Folgende bitte mit den Rechten des Superusers root auszuführen ist. Auf diese Weise stößt man üblicherweise Programminstallationen an oder besorgt sich Schreibrechte auf systemweit gültigen Konfigurationsdateien. Ein vergleichbarer Befehl fehlt unter Windows. Wie oben schon erwähnt, muss man hier gleich die komplette Shell oder das Terminal mit Administratorrechten starten, wenn man Aktionen vorhat, die volle Rechte verlangen.

Es gibt aber Abhilfe in Form eines kleinen Programms namens `gsudo`. Von GitHub heruntergeladen und über das mitgelieferte Installationskript installiert, kann man es fast genauso benutzen wie

sein Linux-Vorbild: Man schreibt in einer Eingabeaufforderung oder einer PowerShell einfach `gsudo` vor einen Befehl, und das Programm sorgt dafür, dass das Kommando mit Administratorrechten ausgeführt wird. Die „Sind Sie sicher?“-Nachfrage der Benutzerkontensteuerung bekommt man aber trotzdem angezeigt, das Tool umgeht keine Sicherheitschranken.

Man kann es allerdings mit dem Aufruf `gsudo config CacheMode auto so` konfigurieren, dass es nach der ersten Sicherheitsabfrage für fünf Minuten als Admin-Prozess im Speicher bleibt und während dieser Zeit keine neue Bestätigung verlangt, wenn der Anwender es erneut aufruft. Der Programmator warnt aber, dass eine im Hintergrund laufende Malware diesen Mechanismus benutzen könnte, um sich selbst ungeschoren an der Benutzerkontensteuerung vorbeizumogeln. Spätestens wenn man den Rechner unbeaufsichtigt verlässt, sollte man eventuell zwischengespeicherte Prozesse mit dem Aufruf `gsudo -k` aus dem Speicher löschen.

Ruft man das Tool aus einer Text-Shell wie der Eingabeaufforderung oder der PowerShell ohne weitere Argumente auf, dann erkennt es das und startet – gegebenenfalls nach einer Sicherheitsabfrage – dieselbe Shell innerhalb desselben Fensters neu mit vollen Rechten. Auf diese Weise bekommt man dann doch noch ein Windows Terminal, das Shell-Sitzungen mit und ohne Administratorrechte in ein und demselben Fenster vereint.

WinGet

Wenn eingangs dieses Artikels behauptet wurde, dass sich etliche Administrationsarbeiten per Tastatur effizienter erledigen lassen als mit der Maus, dann gilt das seit Kurzem vor allem für das Installieren und Aktualisieren von Software. Mit der letzten Version des in Windows eingebauten App Installer bringt der nämlich das Kommandozeilenprogramm `winget` mit: einen ziemlich rudimentären, aber durchaus brauchbaren Paketmanager, den Microsoft als Open Source bereitstellt. Als Quelle für zu installierende Software kennt er einerseits eine von der Community gepflegte und von Microsoft auf Malware überwachte Datenbank mit mittlerweile über 3000 Einträgen. Zusätzlich kann er auch alles installieren, was der Microsoft Store an Apps und Programmen enthält.

Die Unterbefehle, die `winget` versteht, verrät das Programm, wenn man es ohne weitere Parameter aufruft. Um Program-

me zu installieren, brauchen Sie aber nur zwei Stück davon. Angenommen, Sie wollen sich den E-Mail-Client Thunderbird besorgen. Dann besteht der erste Schritt darin, mit `winget search thunderbird` nachzusehen, ob das Programm schon bekannt ist. Das ist im Beispiel der Fall, es gibt sogar mehrere Einträge. Das ist nicht ungewöhnlich, oft findet `winget` auch Beta-Versionen oder Zusatz-Tools. Der Haupteintrag ist aber offenbar der, bei dem in der „ID“-Spalte „Mozilla.Thunderbird“ steht. Mit dieser Angabe kann man das Programm dann installieren: `winget install --id Mozilla.Thunderbird`. Fertig. Das ist schon alles, was Sie einzutippen beziehungsweise per Copy & Paste einzugeben haben. `Winget` weiß, wo das Programmpaket zu finden ist, lädt es herunter und startet die Installation in der Regel auf eine Weise, die keine weiteren Benutzer-Interaktionen mehr erfordert.

Nach demselben Muster funktionieren die Befehle `winget upgrade` und `winget uninstall`; Informationen über installierte Programme liefert das Kommando `winget list`, dem Sie noch ein Namensfragment des gesuchten Programms mitgeben können. Eine ausführliche Dokumentation

findet sich auf Microsofts Webserver; die Adresse nennt `winget help`. Sofern Sie `winget` im Windows Terminal benutzen, können Sie die URL einfach mit gedrückter Strg-Taste anklicken, um sie in Ihrem Browser zu öffnen.

Gutes Gelingen!

Allen anders lautenden Unkenrufen zum Trotz gehört die Systemverwaltung per Text-Shell noch lange nicht aufs Abstellgleis. Es lohnt sich nach wie vor, sich auf diese Arbeitsweise einzulassen – gerade mit dem Windows Terminal demonstriert Microsoft den Stellenwert, der ihr in absehbarer Zukunft beigemessen wird. Es gibt derzeit eher mehr als weniger Gründe, der PowerShell und den dazu gehörenden Werkzeugen eine Chance zu geben. Also: Frisch ans Werk! (hos@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Hajo Schulz, Stilecht eingerichtet, Die PowerShell mit Profil-Skripten individualisieren, c't 9/2018, S. 168
- [2] Hajo Schulz, Tasten-Tools, Microsoft-Werkzeuge für Konsolennutzer, c't 4/2021, S. 24

Alle erwähnten Downloads: ct.de/y3qe

```
PowerShell [C:\>]
1 [CmdletBinding(DefaultParameterSetName="Operate")]
2 param (
3     [Parameter(ParameterSetName="Operate", Mandatory=$false)]
4     [Parameter(ParameterSetName="Install", Mandatory=$false)]
5     [ValidateSet("Portrait", "Landscape")]
6     [string] $Format = "Landscape", # Bilder im Querformat sammeln; "Portrait" = Hochformat
7     [Parameter(ParameterSetName="Install", Mandatory=$true)]
8     [switch] $Install,
9     [Parameter(ParameterSetName="Uninstall", Mandatory=$true)]
10    [switch] $Uninstall
11 )
12
13 # ----- Hier bei Bedarf anpassen -----
14 $CollectionFolder = 'Lockscreen-Bilder' # Name des Bilder-Unterverzeichners, wo die Fotos landen sollen
15 $SetWallpaper = $false # $true, um den Desktophintergrund neu zu setzen, $false, um nur Bilder zu sammeln
16 # ----- Ende der Anpassungen -----
17
18 if($Install) {
19     "Installiere ..."
20     # Dieses Skript als geplante Aufgabe eintragen
21     $posh = "" + (Get-Process PID $PID).Path + ""
22     $script = '-EP Bypass -NoLogo -NonInteractive -windowstyle Hidden -File "" + $MyInvocation.MyCommand.Definition
23     if($Format -eq "Portrait") {
24         $script += " -Format Portrait";
25     }
26     $action = New-ScheduledTaskAction -Execute $posh -Argument $script;
27     $trigger = New-ScheduledTaskTrigger Once At ((Get-Date).AddSeconds(10)) RepetitionInterval (New-Timespan Day
28     $settings = New-ScheduledTaskSettingsSet -Hidden -DontStopIfGoingOnBatteries -DontStopOnIdleEnd -StartWhenAvaila
29 }
30 [Collect-LockScreens.ps1 (20,00) | ft:powershell | dos | utf-8 Alt-g: bindings, Ctrl-g: help
31 # Micro help text
32
33 Micro is a terminal-based text editor that aims to be easy to use and
34 intuitive, while also taking advantage of the full capabilities of modern
35 terminals.
36
37 To open the command bar, press Ctrl-e. This enables a '>' prompt for typing
38 commands. From now on when the documentation says to run a command such as '>
39 help', this means press Ctrl-e and type 'help' (and press enter to execute the
40 command).
41
42 For a list of the default keybindings run '> help defaultkeys'.
43 For more information on keybindings see '> help keybindings'.
44
45 # Quick-start
46
47 Press Ctrl-q to quit, and Ctrl-s to save. Press Ctrl-e to start typing commands
48 help help [ro] [1,1] ft:markdown | unix | utf-8 Alt-g: bindings, Ctrl-g: help
49 ^Q Quit, ^S Save, ^O Open, ^G Help, ^E Command Bar, ^K Cut Line
50 ^F Find, ^Z Undo, ^Y Redo, ^A Select All, ^D Duplicate Line, ^T New Tab
```

Der Textmodus-Editor `micro` ist bei einfachen Aufgaben simpel zu bedienen, befriedigt mit seinem großen Funktionsumfang aber auch gehobene Ansprüche.



Fabelhaft

White Shadows: Dystopisch schöner Puzzle-Platformer

Ein tierischer Überwachungsstaat wird für ein kleines Rabenmädchen zur großen Bedrohung. Die Fabel ist so schön und perfekt animiert, dass es die düstere Geschichte beinahe in den Hintergrund drängt.

Von Andreas Müller

Nach einem großen Krieg ist von der Menschheit nichts übrig geblieben. Stattdessen haben die Tiere die Macht ergriffen, an jeder Häuserwand prangen die Propagandafrazten des herrschenden Regimes. In den dampfenden Städten sind Fabriken aus dem Boden geschossen, in denen die Wölfe Schweine auf eine Art Schlachtbank führen. In diesem düsteren Szenario erwacht ein kleines Rabenmädchen und macht sich auf den beschwerlichen Weg durch enge Tunnel, geheimnisvolle Maschinen und endlose Abgründe, um sich dem sogenannten Großen Propheten zu stellen. Viel erklärt wird dabei nicht – das Spiel erzählt die Geschichte

nicht mit Dialogen oder Textblasen, sondern allein durch die Handlung.

Das Kölner Entwicklungsstudio Monokel weckt mit seinem ersten Spiel White Shadows Erinnerungen an George Orwell. Der Puzzle-Platformer erzählt eine rätselhafte Geschichte und erinnert mit seiner Spielmechanik und dem monochromen Look an Indie-Hits wie Limbo und Inside. Das kleine Rabenmädchen hüpfet und kriecht in der Seitenansicht über den Bildschirm. Bei riskanten Sprüngen muss sie Geschick beweisen und manchmal auch ihre grauen Zellen anstrengen. Dann dreht sie in der richtigen Reihenfolge Lichträder oder setzt geheimnisvolle Maschinen in Gang. Besonders dramatisch wird es, wenn sie in der zynischen Parodie einer TV-Show waghalsig durch Feuerringe springt und tödlichen Roboterhänden ausweicht. Obwohl in dem Großstadtmoloch überall Gefahren lauern, ist das Spiel nicht besonders schwer. Dank simpler Gamepad-Steuerung und großzügigen Speicherpunkten kommt in der rund dreistündigen Spielzeit selten Frust auf.

Stadt der Tiere

Was spielerisch nur durchschnittlich und wenig originell ist, stellt die bildgewaltige Inszenierung in den Schatten. Da tönt Wag-

ners Walkürenritt aus den Boxen, riesige Dampfschiffe ziehen durch die Lüfte, tosende Massen bejubeln die Unterdrücker und irgendwo dazwischen weicht das kleine Rabenmädchen spärlich beleuchteten Gefahren aus. Vorbilder waren nicht nur die pessimistischen Prognosen eines George Orwell in Farm der Tiere oder 1984, sondern auch expressionistische Stummfilme wie Fritz Langs Metropolis. Das alles ist so detailverliebt und butterweich animiert, das kaum Zeit bleibt, sich an mangelnder Abwechslung beim Spieldesign zu stören.

Hinter der eindrucksvollen Hülle und dem schlichten Spielprinzip dieser dystopischen Fabel steckt ganz schwere Kost: Die Willkür eines Überwachungsstaats, Unterdrückung und Ausbeutung sind nur einige der ernstesten Themen, die das Entwicklungsstudio dem Publikum vorsetzt. Ähnlich wie Orwell oder Kafka holt White Shadows zu einem allegorischen Rundumschlag auf bestehende und zukünftige Gesellschaftsformen aus und warnt vor deren Gefahren. Niemand sollte erwarten, dass das Spiel auf diese Fülle an tiefgründigen Fragen auch Antworten liefern kann. Vieles bleibt rätselhaft. Im Gegensatz zu den pessimistischen Vorbildern blitzt am Ende aber so etwas wie Hoffnung auf – ein lichter Moment in einer ansonsten düsteren Fabel über die moralischen und ethischen Schlaglöcher unserer Gesellschaftssysteme.

Fazit

White Shadows wandelt auf den Spuren von George Orwell und wirft einen bedrückenden Blick in die Zukunft. Die fantastische Inszenierung dieser tierischen Metropolis mit ihrer einschüchternden Architektur und den perfekten Animationen wird trotz der kurzen Spielzeit noch lange im Gedächtnis bleiben. Dagegen sind die spielerischen Elemente nur notdürftig eingebunden: Fast alles, ob Geschicklichkeitstests oder Räseleinlagen, ist bei der Konkurrenz reichhaltiger, kniffliger und origineller. Wer aber keine Herausforderung sucht und sich lieber von der audiovisuellen Kulisse beeindrucken lässt, darf sich auf ein kurzes, ausdrucksstarkes Abenteuer freuen. (lmd@ct.de) **ct**

White Shadows

Puzzle-Platformer	
Vertrieb/URL	Thunderful Games, thunderfulgames.com/games/white-shadows/
Systeme	Windows, PS5, Xbox Series
USK	ab 16 Jahre
Preis	20 €

NEU
im heise Shop

Das Krea-Tief überwinden!

Auch als
PDF zum
Download!



Winter 2021/2022

Mac & i EXTRA

Workshops

für Mac und Windows  

Podcasten **Geld anlegen**
Startup gründen

Wissenschaftliche Arbeiten schreiben **Einfach bloggen**
Besser fotografieren **Videos aufpeppen mit After Effects**
Mit der Drohne filmen **Digitalen Nachlass regeln**

Wissenschaftliche Arbeiten schreiben **Einfach bloggen**
Besser fotografieren **Videos mit After Effects**
Mit der Drohne filmen **Digitaler Nachlass regeln**

Mac & i Extra Workshops 2021
In 13 neuen Profi-Workshops zu den Themen Podcasten, Geld anlegen, Startup gründen, mit der Drohne filmen und Vielem mehr, greifen die Autoren den Lesern hilfreich unter die Arme. Dieses Mac & i Extra ist ein Muss für alle, die Neues ausprobieren und von den Profis lernen wollen.
shop.heise.de/mac-workshops21

10,90 €

PLUS: Client/Server-App mit JavaScript | Einstieg in FreeCAD
Datenbanken mit SQL | Schlanke Website mit HTML/CSS



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

 **heise Shop**

shop.heise.de/mac-workshops21

Rückschlag

Rechtliche Grenzen, wenn sich Opfer von Cyberangriffen wehren

Attacken auf Unternehmensserver, eingeschleuste Trojaner auf Arbeitsrechnern, manipulierte Websites, ausgespähte Daten: Hackeraktivitäten vernichten Arbeitszeit ihrer Opfer, verschaffen ihnen Ärger mit Kunden und kosten sie Geld. Das lässt den Wunsch aufkommen, sich irgendwie zu revanchieren – aber darf man das?

Von Harald Büring

Sogenannte Cyberangriffe liegen im Trend. Der vom Unternehmensversicherer Allianz Global Corporate & Speciality veröffentlichte „Cyber Report“ spricht davon, dass die Häufigkeit von Netzangriffen weltweit im ersten Halbjahr 2021 um 125 Prozent zugenommen habe [1].

Die Schäden, die Unternehmen durch den Einsatz von Erpressungstrojanern („Ransomware“) entstehen, übersteigen die durch andere Formen von Cyberangriffen verursachten Schäden immer weiter.

Einer Untersuchung des Branchenverbands Bitkom vom August 2021 zufolge gehen über 50 Prozent der Netzangriffe auf deutsche Ziele von Russland und Osteuropa aus, weitere rund 30 Prozent von China und rund 16 vom Gebiet der USA [2]. Da muss man schon von Ausnahmefällen sprechen, wenn deutschen Strafverfolgungsbehörden tatsächlich mal der Zugriff auf international agierende Hacker gelingt.

Angesichts dieser Situation ist es nur allzu nachvollziehbar, dass Unternehmen und Privatleute sich nicht bloß verstärkt um die Absicherung und den Schutz ihrer Systeme bemühen, sondern auch gern zum Gegenangriff ausholen möchten.

Der Begriff „Hackback“ ist bereits seit längerer Zeit Gegenstand politischer Diskussion. Allerdings geht es dabei um staatliches Handeln. Es war der Ex-Bundessinnenminister Horst Seehofer, der sich besonders für die „aktive Cyberabwehr“ durch Sicherheitsbehörden einsetzte. Was staats- oder infrastrukturgefährdende Hackeraktivitäten aus dem Ausland betrifft, sollte der Bundesnachrichtendienst (BND) mit geeigneter Software gegen Akteure vorgehen, Server angreifen und illegal gespeicherte Daten zerstören, bevor sie in falsche Hände geraten. Zudem sollten Bundesbehörden die Netzwerke krimineller oder fremdstaatlicher Hackergruppen gezielt bekämpfen. Die dafür nötigen Rechtsinstrumente hätten allerdings Änderungen am Grundgesetz erfordert. Eine parlamentarische Kontrolle für eine aktive Cyberabwehr, bei der etwa das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) selbst Botnetze auf sicherheitsgefährdende Server loslassen dürfte, hätte erst einmal geschaffen werden müssen.

Hackst du mich, hack ich dich

Noch im Sommer veröffentlichte das Bundesinnenministerium (BMI) einen „Entwurf der Cybersicherheitsstrategie 2021“, in dem es dafür warb, „im Grundgesetz eine erweiterte Gesetzgebungs- und Verwaltungskompetenz des Bundes zur Abwehr von Gefahren zu verankern, die von besonders schweren und bedeutenden Cyberangriffen auf informationstechnische Systeme und Netze ausgehen“. Dafür müsse man klären, ob es bei Bundesbehörden „neuer oder ergänzter Aufgaben und Befugnisse“ bedürfe [3].

SPD, Grüne und FDP haben sich allerdings in ihrem Koalitionsvertrag zur Bildung der neuen Bundesregierung dagegen entschieden, Bundesbehörden für Cyberkonterattacken rechtlich aufzurüsten: „Hackbacks lehnen wir als Mittel der Cyberabwehr grundsätzlich ab.“ [4]

Damit rückt auch für Unternehmen die tröstlich erscheinende Vision in weite Ferne, dass staatliche Stellen sie bei Netzangriffen durch tätige Gegenangriffe unterstützen könnten.

Was bleibt, ist die Frage, inwieweit IT-Verantwortliche und von Hackeraktivitäten betroffene Privatleute zur Selbsthilfe greifen dürfen, um Angreifer ausfindig zu machen und deren Treiben zu stören beziehungsweise zu sabotieren. Die Chance dazu wird sich nur selten bieten. Aber gelegentlich gibt es ja Verdachtsmomente, die es erlauben, gezielt Fallen auszuliegen – oder es gelingt, Serveradressen ausfindig zu machen, auf die etwa ein eingeschleuster Trojaner zugreifen möchte.

Wenn Rächer sich strafbar machen

Dieselben Gesetze, gegen die kriminelle Hacker verstoßen, gelten auch für denjenigen, der Gegenmaßnahmen ergreift. Wer in ein fremdes Netzwerk eindringt, um dort beispielsweise Schwachstellen für die wirkungsvolle Abwehr auszulesen, macht sich möglicherweise durch Ausspähen von Daten gemäß Paragraph 202a des Strafgesetzbuchs (StGB) strafbar. Das geschieht, wenn er auf Daten zugreift, die nicht für ihn bestimmt und die gegen unberechtigten Zugang besonders gesichert sind. Die Fachliteratur spricht dafür, dass es dabei schon ausreicht, wenn man in ein System eindringt, um sich Zugang zu verschaffen [5].

Wenn ein Gegenschlag noch darüber hinausgeht, kommt Datenveränderung gemäß § 303a StGB oder sogar Computersabotage gemäß § 303b StGB in Betracht. Für erstere reicht es aus, wenn man Daten löscht, unterdrückt, unbrauchbar macht oder verändert. Um Computersabotage kann es gehen, wenn man eine Datenverarbeitung erheblich stört, die für einen anderen von wesentlicher Bedeutung ist. Neben den gerade genannten Aktionen in Bezug auf Daten ist dabei auch das Zerstören, Beschädigen, Unbrauchbarmachen, Beseitigen oder Verändern einer Datenverarbeitungsanlage oder eines Datenträgers relevant.

Grundsätzlich rechtfertigt es eine Straftat eines anderen nicht, dass man ihm mit gleicher Münze heimzahlt. Dennoch können Aktionen, die normalerweise als Datenveränderung und Computersabotage gelten würden, statthaft sein, wenn es um die Abwendung von Gefahr für die eigene IT-Sicherheit geht. Der Notwehr-

paragraf 32 Abs. 1 StGB ist allerdings nur anwendbar, wenn zum Zeitpunkt des Zurückhackens als Verteidigungshandlung eine Notwehrlage bestanden hat, also ein „gegenwärtiger“ Angriff abzuwenden war. Nachträgliche Vergeltung ist ebenso ausgeschlossen wie langfristige Präventivschläge. Die Attacke muss vielmehr noch andauern, gerade eben stattfinden oder unmittelbar bevorstehen [6].

Häufig wird ein Netzangriff erst entdeckt, nachdem er abgeschlossen ist. Selbst dann, wenn ein automatisches Rückschlagprogramm aktiv ist, muss ein Intrusion Detection System (NIDS) zunächst den Angreifer ausfindig machen [7, 8]. Ob der auslösende Angriff dann im Rechtssinne noch andauert, ist unklar: Es hängt davon ab, wie lange die Aufklärung braucht und wie schnell der Gegenschlag erfolgt [7].

Anders können die Dinge bei typischen Erpressungstrojanerfällen liegen, in denen Kriminelle Daten auf IT-Systemen verschlüsseln und für die Entschlüsselung ein Lösegeld fordern. Hier sind die Systeme der Opfer lahmgelegt, sodass der Angriff noch nicht als abgeschlossen gilt. Hinzu kommt, dass die mit der Erpressung vorhandene Drohung die Willensentschlussfähigkeit der Opfer fortlaufend beeinträchtigt. Auch das spräche für eine Notwehrsituation [9].

Die Verteidigungshandlung darf sich ausschließlich gegen die Rechtsgüter des Angreifers richten. Dabei darf man nicht solche IT-Systeme infiltrieren oder gar zerstören, die anderen gehören und die etwa die Täter nur für ihre Zwecke missbraucht haben. Eine Notwehrsituation könnte auch vorliegen, wenn Kriminelle etwa nach Beendigung einer DDoS-Attacke mit einem weiteren Angriff drohen. Dieser muss dann allerdings unmittelbar bevorstehen. Zum Zeitpunkt des Zurückhackens muss eine bedrohliche Lage bestehen, die unmittelbar in eine Verletzungslage umschlagen kann [10]. Der Bundesgerichtshof (BGH) hat das etwa für eine Bedrohungssituation bejaht, in der das Gegenüber in seine Tasche greift, um eine darin befindliche Waffe zu ziehen [11].

Anders war es jedoch im Fall eines notorischen Haustyrannen, der Frau und Kinder über 10 Jahre regelmäßig körperlich schwer misshandelt hatte. Um weiteren Qualen zu entgehen, wartete die Frau, bis er schlief, und erschoss ihn dann. Der BGH sah darin keine Notwehr: Künftig drohende Angriffe können nicht als „gegenwärtig“ gelten. Dennoch hoben die



Bild: Bernd von Jürczenka/dpa

Ex-Bundesinnenminister Horst Seehofer wollte Bundesbehörden in die Lage versetzen, mit aktiver Gegenwehr auf Hackerangriffe im Netz zu reagieren. Sein politischer Vorstoß ist jedoch weitgehend gescheitert.

Bundesrichter das Mordurteil der Vorinstanz auf: Diese hatte nicht geprüft, ob nicht ausnahmsweise ein entschuldigender Notstand gemäß § 35 StGB vorlag [12].

Ein solcher entschuldigender Notstand ist bei der Verteidigung gegen Hackerangriffe normalerweise nicht gegeben: § 35 Abs. 1 StGB setzt voraus, dass es um die Abwehr einer gegenwärtigen Gefahr für Leib, Leben oder Freiheit geht.

Unter Umständen könnte jemand sich beim Zurückhacken aber gegen eine Dauergefahr wehren und sich damit auf eine Notstandslage gemäß § 34 StGB beziehen. Bei einer solchen Dauergefahr muss das Opfer jederzeit mit dem Eintritt eines Schadens rechnen. Das ließ der BGH etwa in einem Fall gelten, in dem ein Spanner zunächst bereits fünfmal in ein Haus eingedrungen war. Beim sechsten Mal bemerkte der Hauseigentümer den Mann rechtzeitig, schoss auf ihn und verletzte ihn schwer. Die Bundesrichter sprachen ihn frei. [13]

Damit man in Bezug auf Netzattacken von einem Notstand vergleichbarer Art sprechen kann, müssen hinreichend konkrete Anhaltspunkte dafür sprechen, dass die Hacker erneut zuschlagen. Dabei muss das geschützte Interesse des sich wehrenden Opfers gegenüber dem beeinträchtigten Interesse der Angreifer wesentlich überwiegen. Bereits das ist aber fraglich: Die Rechtsgüter, die zur Debatte stehen, sind normalerweise eher gleichwertig.

Eine Notstandslage setzt auch voraus, dass Zurückhacken ein angemessenes Mittel ist, um den Angriff abzuwehren. Gerichte verweisen möglicherweise darauf, dass der Angegriffene sich auch an die Strafverfolgungsbehörden wenden kann. Deren Möglichkeiten sind jedoch gerade dann, wenn es um Abwehr und Verfolgung von Netzangriffen geht, begrenzt. Damit das Zurückhacken in einer Notstandslage gerechtfertigt sein kann, muss es zudem nicht bloß als geeignete, sondern auch als erforderliche Maßnahme gelten. Das ergibt sich aus § 32 Abs. 2 StGB. „Erforderlich“ bedeutet, dass kein milderes, also weniger gefährliches Mittel verfügbar ist, um den Angriff ebenso effektiv und schnell abzuwehren [14].

Absichern ist besser als Ärgern

In der Praxis bleibt das wirksame und legale Zurückschlagen bei Netzangriffen meistens ein mehr oder minder lustvolles Gedankenspiel. Das Durchspielen möglicher Angriffsszenarien für die eigene IT und intensives vorbeugendes Penetration Testing sind durch keine noch so fantasievollen Gegenwehrpläne zu ersetzen. Das Einrichten von Honeypots und ähnlichen technischen Maßnahmen, um Angreifer auf falsche Fährten zu locken und beim Eindringen ins System zu behindern, gehört dabei zur zulässigen Vorsorge [15].

(pszc@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Allianz Global Corporate & Speciality, Cyber Report vom 13.10.2021: heise.de/s/dP0d
- [2] Bitkom, Angriffsziel deutsche Wirtschaft, Pressemitteilung vom 5.8.2021: heise.de/s/4J2P
- [3] BMI, Entwurf der Cybersicherheitsstrategie für Deutschland 2021 vom 9.6.2021 (PDF): heise.de/s/o04X
- [4] „Mehr Fortschritt wagen“, Koalitionsvertrag 2021–2025 zwischen SPD, Bündnis 90/Die Grünen und FDP, S. 16 (PDF): <https://heise.de/s/3Jn8>
- [5] Arnd Böken in Dennis-Kenji Kipker (Hg), Cybersecurity, 1. Aufl. 2020, Kapitel 15, Randnummer 66
- [6] Thomas Rönnow, Christian Hohn in Heinrich W. Lauffhütte u. a. (Hg), StGB Leipziger Kommentar, 13. Aufl. 2019, § 32 StGB, Randnummer 140
- [7] Carsten Morsen in Walter Frenz, Handbuch Industrie 4.0, S. 72 (PDF): heise.de/s/BJg2
- [8] Florian Deusch, Tobias Eggendorfer in Jürgen Taeger, Jan Pohle, Computerrechts-Handbuch, 36. EL Februar 2021, 50.1, Buchstabe m
- [9] Bundesgerichtshof (BGH), Urteil vom 12.2.2003, Az. 1 StR 403/02: heise.de/s/gpxn
- [10] BGH, Beschluss vom 1.02.2017, Az. 4 StR 635/16: heise.de/s/V4Lo
- [11] BGH, Urteil vom 7.11.1972, Az. 1 StR 489/72
- [12] BGH, Urteil vom 25.3.2003, Az. 1 StR 483/02 (PDF): heise.de/s/5JxA
- [13] BGH, Urteil vom 15.5.1979, Az. 1 StR 74/79: heise.de/s/EJEZ
- [14] BGH, Urteil vom 12.02.2003, Az. 1 StR 403/02: heise.de/s/gpxn
- [15] Arnd Böken in Dennis-Kenji Kipker (Hg), Cybersecurity, 1. Aufl. 2020, Kapitel 15, Randnummer 83



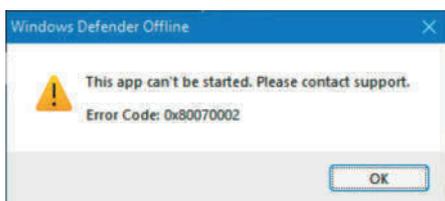
Sie fragen – wir antworten!

c't-Notfall-Windows: Defender läuft nicht

? Mein PC startet immer wieder neu und Windows scheitert bei automatischen Reparaturversuchen. In der SrtTrail.txt-Datei finde ich keine brauchbaren Hinweise. Ich habe bereits versucht, den PC mit dem Defender aus dem c't-Notfall-Windows auf Schädlingsbefall zu untersuchen – leider ohne Erfolg. Der Defender sagt nur, ich solle den Support kontaktieren. Was kann ich tun?

! Vermutlich hat irgendwas die Registrierungsdateien des PCs erwischt. Wenn Sie aus dem Notfall-Windows heraus auf Laufwerk C: zugreifen können und augenscheinlich die typischen Windows-Dateien in C:\Windows finden, schauen Sie sich genauer das Verzeichnis C:\Windows\System32\Config an. Dort liegen die Dateien, aus denen Windows beim Systemstart die Registry zusammenbaut.

In der Datei „System“ steckt der Ast, der den systemspezifischen Teil bildet. Ist der verdächtig klein, also nur ein paar 100 KByte groß, ist er zu Schaden gekommen. Wenn Sie kein Backup haben, das diese Datei enthält, und sich im Unterverzeichnis regback keine mehrere MByte große System-Datei findet (frühere Windows-Versionen legten von sich aus solche Sicherungen an), dann bleibt meist nur eine Windows-Neuinstallation.



Der „Defender Offline“ versagt, wenn dem zu scannenden System die Registry allzu stark beschädigt ist.

Dass der „Microsoft Defender Offline“ im Notfall-Windows auf einem solchen System ins Leere läuft, ist systembedingt: Der Scanner arbeitet nicht völlig losgelöst von der lokalen Windows-Installation. Er scheint offenbar in dem Teil der Registrierung des untersuchten Systems etwas nachschlagen zu wollen. Obendrein leiht er sich einige weitere Dateien des untersuchten Systems – so scannt er eine 32-Bit-Windows-Fassung auch nur mit dem 32-Bit-Notfallsystem. (ps@ct.de)

Windows 11 auf VHD

? Bevor ich komplett auf Windows 11 umsteige, würde ich gerne erst mal ausprobieren, wie das neue Betriebssystem auf meinem Notebook läuft. Dazu möchte ich es parallel zu dem bestehenden Windows 10 installieren. Sie haben vor einiger Zeit eine Anleitung veröffentlicht, wie man Windows in eine VHD-Datei installieren kann („Testbetrieb“, c't 22/2009, S. 96) – damit könnte ich mir das eigentlich notwendige Umpartitionieren der Festplatte ersparen. Funktioniert diese Anleitung auch noch mit Windows 11?

! Fast: Windows 11 bootet prinzipiell von virtuellen Laufwerken, aber es darf sich dabei nicht um einfache VHD-Dateien handeln, sondern sie müssen das modernere VHDX-Format besitzen. Sie müssen beim Anlegen des virtuellen Laufwerks mit diskpart also darauf achten, dieses Format zu verwenden, etwa folgendermaßen:

```
create vdisk file=c:\win11.vhdx ↵
  &type=expandable maximum=30000
```

Wir haben mit Windows 10 allerdings die Erfahrung gemacht, dass es keine Funktions-Upgrades erhält, wenn es aus einer VHD(X)-Datei läuft. Es steht zu befürch-

Fragen richten Sie bitte an

✉ hotline@ct.de

f [c't Magazin](#)

🐦 [@ctmagazin](#)

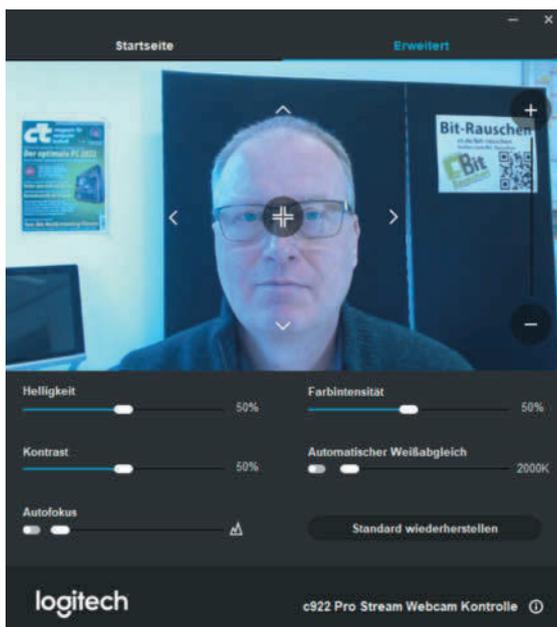
Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter www.ct.de/hotline.

ten, dass solche Upgrades auch mit Windows 11 nicht funktionieren werden. Ob dem so ist, werden wir erst wissen, wenn es das erste Versions-Upgrade zu Windows 11 gibt. Es spricht aber nichts gegen eine Testinstallation, die Sie ohnehin spätestens nach ein paar Wochen wieder entsorgen. (hos@ct.de)

Logitech-Webcam mit Blaustich

? Für Videokonferenzen habe ich mir die eigentlich hochwertige Logitech-Webcam C922 zugelegt. Wenn ich jedoch die zugehörige Windows-Software „Logitech Kameraeinstellungen“ installiere, um den Bildausschnitt der Kamera einzustellen, zeigt sie mich oft mit einem starken Blaustich. Wie werde ich die schlumpfige Farbe los?

! Das Problem liegt nicht bei der Kamera, sondern bei der erwähnten Windows-Software von Logitech. Diese schaltet auf vielen Systemen – weshalb, konnten wir leider nicht herausfinden – den automatischen Weißabgleich der Kamera ab. Sie müssen ihn dann nach jedem Neustart erst wieder in den „Logitech Kameraeinstellungen“ aktivieren. Oder Sie deinstallieren die fehlerhafte Herstellersoftware,



Die Software „Logitech Kameraeinstellungen“ vermurkst bei vielen Systemen den automatischen Weißabgleich, sodass Gesichter je nach Lichtquelle bläulich erscheinen.

Falls Sie einen Rechner zur Hand haben, der Linux-Dateisysteme lesen und beschreiben kann: Trennen Sie die Netatmo-Kamera vom Strom, entfernen Sie die Klappe, die das Kärtchen schützt, und merken Sie sich beim Entnehmen die Orientierung der MicroSD-Card, um sie später gleich korrekt einsetzen zu können. Wischen Sie das Fett nicht ab, es soll die Kontakte der Karte vor Korrosion schützen.

Stecken sie die Karte in einen Card-reader oder einen geeigneten Slot am PC und mounten Sie das 14,5-GByte-Volumen wie vom Betriebssystem vorgesehen. Lassen Sie sich dann im Terminal das Inhaltsverzeichnis anzeigen. Auf einem Raspberry Pi sieht ein Beispiel wie folgt aus:

```
cd media/pi/↵
↵e4078f5a-316a-4621-9182-14d1d2cd10a5/
ls -la
```

Wenn das geklappt hat, ist die Karte vermutlich nicht defekt und der `ls`-Befehl sollte Dateien und Verzeichnisse der MicroSD-Card auflisten:

```
drwxr-xr-x 2 root wheel 4096 ↵
↵ 2 Jan 1970 .crypto
-rw-rw-rw- 1 root wheel 0 ↵
↵ 2 Jan 1970 .netatmo
-rw-rw-rw- 1 root wheel 2 ↵
↵ 2 Jan 1970 .presence2
```

können dann aber den Bildausschnitt nicht mehr festlegen.

Auf einem unserer Testsysteme hat es geholfen, die Logitech Kameraeinstellungen einmal per Rechtsklick „Als Administrator“ auszuführen und dann auf der Einstellungsseite „Erweitert“ unter „Automatischer Weißabgleich“ das Schaltersymbol links neben dem Farbtemperaturregler anzuklicken. Nach dem Schließen des Programms blieb der automatische Weißabgleich dann aktiv.

Alternativ können Sie auch die Logitech-Software „Logi Tune“ installieren, die in unserem Test sowohl den Weißabgleich richtig setzte als auch die Zoom-Einstellungen. Allerdings war Logi Tune nur in einer englischsprachigen Version verfügbar, nistet sich als Autostart-Programm im Windows-Infobereich ein und hat eine gewöhnungsbedürftige Bedienung. Die Windows-eigene Software „Kamera“ ignorierte die per Logi Tune gewählte Zoom-Stufe, Microsoft Teams übernahm sie jedoch. (ciw@ct.de)

Nach einem Update fehlt die zur Berechnung der Zeiten nötige Standortinformation. Um das zu korrigieren, wählt man unter „Einstellungen/System/Zeit“ den Menüpunkt „über GPS synchronisieren“. Anders als unter der Einstellmöglichkeit „automatisch“ gleicht die Uhr auf diese Weise nicht nur die Zeit GPS-genau ab, sondern frischt auch ihre Standortdaten auf. Das Widget zeigt dann auch wieder die richtigen Zeitfenster an. (mil@ct.de)

Netatmo Presence: Defekte MicroSD-Card

Ich habe über den Amazon Market Place zwei günstige Exemplare der Überwachungskamera Netatmo Presence erstanden. Beide melden nach korrekter Installation „defekte SD-Karte“ oder „SD-Karte fehlt“ und verweigern die Überwachung. Mangels Bedienungsanleitung finde ich aber keinen SD-Karten-Slot, um die Karten zu tauschen.



In der Überwachungskamera von Netatmo versteckt sich hinter einer Abdeckung eine MicroSD-Karte.

Sonnenaufgangszeiten stimmen nicht

Nach einem Update meiner Garmin-Sportuhr Instinct Solar stimmen die sonst in einem Widget angezeigten Sonnenauf- und -untergangszeiten nicht mehr. Was tun?

Die Auf- und Untergangszeiten werden durch den Standort bestimmt.

In der Netatmo Presence steckt eine MicroSD-Karte, auf die die Kamera Überwachungsereignisse schreibt. Man findet sie, indem man die unten am Gehäuse befindliche Kunststoffklappe nach hinten schiebt und dann entfernt.

Jedoch ist nach unseren Erfahrungen ein Tausch nicht unbedingt erforderlich, zumal nicht bei neuen Kameras. Diese enthalten eine MicroSD-Karte mit 16 GByte Kapazität und zwei Volumes (512 MByte und 14,5 GByte).

```
drwxr-xr-x 2 root wheel 4096 ↴
    ↴ 2 Jan 1970 crypto
drwxr-xr-x 2 root wheel 4096 ↴
    ↴ 2 Jan 1970 keystore
```

Wenn das Erstelldatum wie im obigen Beispiel vom Januar 1970 stammt, dann ist das vermutlich der Auslöser für die Fehlermeldung der Kamera. Das Erstelldatum lässt sich mit wenig Aufwand aktualisieren.

Beispielsweise aktualisieren Sie mit dem Befehl `touch * das Datum` aller Dateien und Verzeichnisse im aktuellen Verzeichnis. Falls das nicht klappen sollte, dürfte die Karte tatsächlich defekt sein und dann empfiehlt es sich, sie auszutauschen.

Wenn die Datumsänderung aber klappt, sollte das Kärtchen in Ordnung sein. Wechseln Sie dann der Reihe nach in die Unterverzeichnisse `.crypto`, `crypto` und `keystore` und geben Sie dort wiederholt `touch * ein`, bis alle Dateien und Verzeichnisse das heutige Datum aufweisen.

Prüfen Sie am Ende für alle Einträge die Erstelldaten und wenn sie aktuell sind, werfen Sie das Volume aus. Setzen Sie die Karte anschließend mit korrekter Orientierung in die Kamera ein und verbinden Sie diese mit einer Stromquelle. Nun sollte sie nicht nur starten, sondern auch überwachen können. *(dz@ct.de)*

Volumenabrechnung

? Mein Prepaid-Anbieter zeigt mir das noch verfügbare Datenvolumen für den Monat im Kundencenter an. Obwohl ich darauf achte, nur kleine Datenmengen zu verbrauchen, beispielsweise für den Mailabruf, schwindet das Volumen doch viel schneller, als ich dachte. Bei der Prüfung habe ich festgestellt, dass es zwischen der Anzeige meines Android-Smartphones und der des Providers eine erhebliche Differenz gibt. Rechnet der Prepaid-Provider falsch ab?

! In der Praxis gibt es immer Diskrepanzen bei der Volumenabrechnung zwischen dem Provider und der Anzeige des Smartphones. Viel davon dürfte auf die Taktung zurückzuführen sein, die bis zu 100 Kilobyte betragen kann. Es ist für den Kunden nicht nachvollziehbar, wie oft der Provider die virtuelle Verbindung trennt und dabei den Rest der angebrochenen Abrechnungseinheit verwirft. Das betrifft



Die Zähler-App unter Android rechnet mit ganzen Monaten und muss alle vier Wochen auf den Abrechnungszyklus der Prepaid-Karte angepasst werden.

Prepaid-Kunden genauso wie Vertragskunden.

Ein weiterer Teil der Diskrepanz zwischen dem Anbieter und der Anzeige des Betriebssystems könnte aber auch auf einen unterschiedlichen Abrechnungszeitraum zurückzuführen sein. Smartphones rechnen mit ganzen Monaten, Prepaid-Provider hingegen vierwöchentlich. Sie müssen deshalb den Starttag für den laufenden Abrechnungszeitraum alle vier Wochen anpassen, um ein halbwegs korrektes Ergebnis zu erhalten. *(uma@ct.de)*

Versteckter CallYa-Tarif

? Sie haben in Ihrer Prepaid-Tarifübersicht in c't 24/2021 eine CallYa-Tarifoption mit einem Gigabyte und 50 Gesprächsminuten pro Monat für 4,99 Euro

aufgeführt. Diesen Tarif würde ich gerne buchen, finde ihn aber nirgendwo, weder im Internet noch in der Vodafone-App.

! Der Tarif, den Sie suchen, heißt „CallYa Start“ und wird in der Preisliste von Vodafone aufgeführt. Auf der allgemeinen Startseite für CallYa-Tarife im Webauftritt des Anbieters taucht er allerdings nicht auf. Online buchen lässt er sich für Neukunden nur, wenn man die Seite mit dem Angebot direkt ansteuert, beispielsweise über eine Suchmaschine.

Einen Link zur Buchungsseite finden Sie unter ct.de/y9w1. Wenn Sie einen bestehenden Prepaid-Vertrag umstellen wollen, wenden Sie sich am besten telefonisch an den Kundenservice von Vodafone, der die Umstellung vornehmen kann. *(uma@ct.de)*

Tarifoption CallYa Start: ct.de/y9w1

Geburtsdatum wird falsch gespeichert

? Ich sollte in einem Webshop mein Geburtsdatum hinterlegen. Aber was ich auch eingabe, nach dem Speichern steht da immer der 1. Januar 1970. Der Support meldet sich nicht. Was läuft da falsch?

! Die Anwendung enthält einen gängigen Programmierfehler. Das Datum soll offenbar als sogenannter Unix-Timestamp gespeichert werden, ein weit verbreitetes Format zum Verarbeiten von Datums- und Zeitinformationen, das man sehr platzsparend speichern kann. Dabei zählt man einfach die Sekunden seit dem 1. Januar 1970 um 0 Uhr (Beginn der sogenannten Unix-Epoche) und speichert den Zahlwert in der Datenbank. Zur Darstellung gibt es in jeder Programmiersprache eine Funktion, die daraus wieder ein Datum macht. Im konkreten Fall scheint das eingegebene Datum nicht gespeichert zu werden – in der Datenbank steht also ein leerer Wert (NULL), der fälschlich als 0 interpretiert wird. Die Konvertierungsfunktion macht daraus den 1. Januar 1970.

Andere typische Darstellungsfehler durch sorglosen Umgang mit leeren Werten: GPS-Tracker landen auf der Weltkarte mitunter im Atlantik vor Ghana, bei 0°N und 0°E, weil die Entwickler den leeren Wert nicht abgefangen haben. Und aus einer fehlenden IP-Adresse wird gern mal 0.0.0.0. *(jam@ct.de)*

Mehr Komfort im clevereren Zuhause!



**Heft + PDF
mit 29% Rabatt**

Bauen Sie Ihre Fritzbox zur Smart-Home-Zentrale aus. Im 2. Sonderheft von **heise online** lesen Sie wie's geht:

- ▶ Fritzbox einrichten, steuern und erweitern
- ▶ Praxis- und Tuningtipps für Ihr System
- ▶ Smart Home von Ikea
- ▶ **Auch im Set mit Heizkörperthermostat zum Sonderpreis**

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



shop.heise.de/ho-smarthome21



Kopfhörer

Wer sich vor dem Kauf oder einfach nur aus Interesse dem Themengebiet der Kopfhörer widmet, stößt in Internetforen auf teils vogelwilde Mythen. Damit räumen wir auf und führen echte Fakten auf.

Von Konstantin Davy

Kopfhörer zu leise

? Meine neuen Kopfhörer erklingen an meinem Smartphone selbst mit der höchsten Lautstärke vergleichsweise leise. Woran liegt das?

! Wie laut ein Kopfhörer Musik wiedergibt, hängt maßgeblich von zwei Faktoren ab: seinem Wirkungsgrad sowie der Leistung, die ein Verstärker abgeben kann. Der Wirkungsgrad wird in Dezibel pro Milli watt (dB/mW) gemessen, und gibt an, wie effizient die elektrische Leistung in akustische Leistung umgewandelt werden kann. Beim Wirkungsgrad spielt die Impedanz – gemessen in Ohm – eine Rolle. Dieser Wert allein reicht aber nicht aus um zu bewerten, wie laut ein Kopfhörer maximal sein kann. Auch Kopfhörer mit hoher Impedanz können einen hohen Wirkungsgrad haben und umgekehrt. Beispielsweise ist der Wirkungsgrad auch proportional zur Membranfläche und der Feldstärke im Magnetspalt, durch den sich die Spule bewegt, und umgekehrt proportional zur bewegten Masse, Steifigkeit der Sicke und gesamter Dämpfung.

Warum derselbe Kopfhörer an unterschiedlichen Quellen unterschiedlich laut klingt, liegt aber ausschließlich an der Quelle, genauer gesagt an deren Verstärker. Nicht jeder Verstärker gibt die gleiche Spannung ab, wenn der Lautstärkeregler voll aufgedreht ist. Am Smartphone-Kopfhörerausgang sind das normalerweise weniger als 1 Volt. Während Desktop-Kopfhörerverstärker wie der RME ADI-2 DAC FS (Test siehe c't 16/21 S.86) deutlich mehr – manchmal über 10 Volt – abgeben können. Wenn die Spannung also beispielsweise doppelt so groß ist ($U = 2 \cdot U_{ref}$), steigt der Lautstärkepegel um 6 dB an: $20 \cdot \log_{10}(2) = 6 \text{ dB}$

Warum klingt der neue Kopfhörer am Smartphone also leise? Weil der Verstärker im Smartphone nicht genug Spannung abgibt, um einen Kopfhörer mit diesem Wir-

kungsgrad auf einen ausreichend hohen Schalldruck zu bringen: Der Wirkungsgrad des Kopfhörers ist für diesen Verstärker zu niedrig.

Voller Klang erst nach 120 Stunden Einspielzeit?

? Ich lese immer wieder etwas von Burn-in bei Kopfhörern? Was bedeutet das?

! Mit „Burn-in“ wird – etwas unwissenschaftlich – das Phänomen bezeichnet, dass sich gewisse, akustisch relevante Materialeigenschaften mit der Zeit ändern. In einschlägigen Internetforen geistert die Meinung herum, dass sich diese Abnutzungserscheinungen ausschließlich positiv auf den Klang auswirken sollen: Man müsse einen Kopfhörer zuerst für dutzende Stunden einspielen lassen, bevor er richtig gut klänge; so die Hypothese.

Während sich manche Parameter wie Steifigkeit der Membranaufhängung zwar durchaus verändern, ist dies bei Kopfhörern für gewöhnlich vernachlässigbar. Denn anders als bei Lausprechern kommt die Konstruktion in Kopfhörern durch den vergleichsweise geringen Membranhub ohne dedizierte Membranaufhängung und Zentrierspinne aus.

Die Kopfhörer-Experten der Online-Plattform Rtings.com haben versucht, das Burn-in-Phänomen zu messen. Dafür haben sie die vier Kopfhörer AKG Q701, Audeze LCD-2C, Beyerdynamic DT1770 und Etymotic HF5 über mehrere Tage hin abwechselnd mit Musik bespielt und akustische Messungen – Amplituden- und Phasen-Frequenzgang sowie Verzerrungen – durchgeführt. Das Ergebnis: Es konnte selbst nach 120 Stunden kein statistisch signifikanter Unterschied im Klang nachgewiesen werden. Das Phänomen spielt somit – zumindest im Kopfhörer-Audibereich – keine Rolle.

Woher kommen aber die Erfahrungsberichte, dass ein Kopfhörer mit der Zeit anders und besser klingt? Hier haben wir es mit einer Eigenheit des menschlichen Gehirns zu tun, der so genannten synaptischen Plastizität. Das heißt, dass sich das Gehirn mit der Zeit auf neue Reize einstellt. Scherzhaft wird dies manchmal als „Mental Burn-in“ bezeichnet: Nicht der Kopfhörer ist es, der den Klang ändert, sondern unser Gehirn nimmt den Klang nach und nach anders wahr.

Ohrpolster tauschen

? Wann sollte ich alte Polster bei einem Kopfhörer wechseln und welchen Einfluss hat das auf den Klang?

! Ohrpolster sind prinzipiell Verschleißteile. Bei manchen Kopfhörern halten die Ohrpolster Jahrzehnte, bei anderen Modellen sind beim täglichen Gebrauch bereits nach einem Jahr deutliche Klangunterschiede wahrnehmbar. Spätestens wenn sich der Schaumstoffkern zersetzt und die Ohrpolster flach werden, ist es Zeit, sie auszutauschen.

Wie sich alte Kopfpolster auf den Klang auswirken, ist ganz unterschiedlich. Bei manchen Kopfhörern ändert sich die Wiedergabe der hohen Frequenzen stark, bei anderen die Abstimmung des Bassbereichs. Der DT770 von Beyerdynamic verliert mit zwei Jahre alten, stark gebrauchten Polstern einiges an Druck im Bass.

Vorsicht ist geboten, wenn Ohrpolster von anderen Herstellern verwendet werden: Polster, die von außen sehr ähnlich aussehen, können sich akustisch völlig anders verhalten (siehe Abbildung rechts). Unterschiede in der Perforierung, im Strömungswiderstand des Bezugs und der Festigkeit der Ohrpolster sind mit bloßem Auge kaum zu erkennen. Wer ganz sicher gehen will, dass der vom Hersteller beabsichtigte Klang unverändert bleibt, der

sollte immer zu originalen Ersatzzhrpols-tern greifen.

Externer D/A-Wandler zwingend notwendig?

? Ich stolpere immer wieder über die Aussage, dass die D/A-Wandler in vielen PCs und Smartphones nicht gut sind und man für die optimale Klangqualität einen externen D/A-Wandler einsetzen soll. Stimmt das?

! Die größten Probleme von Wandlern und Verstärkern in Smartphones und PC-Motherboards sind das Eigenrauschen und eine oft nicht ausreichend hohe maximale Leistungsabgabe. Zwar ist auch der Innenwiderstand des Verstärkers wichtig, dieser ist heutzutage aber für gewöhnlich unter 1 Ohm und damit deutlich niedriger als der Lastwiderstand der Kopfhörer, sodass der Frequenzgang nicht verbogen wird. Ein zu hohes Eigenrauschen würde die Klangqualität senken, indem leise Details in der Musik maskiert und überlagert werden.

Geräte mit hörbar zu hohem Eigenrauschen sind mittlerweile aber die Ausnahme: Von c't durchgeführte Tests attestieren selbst vergleichsweise schlechten D/A-Wandlern einen völlig ausreichenden Signal-Rauschabstand von jenseits 95 dB. Eine zu geringe maximale Leistungsabgabe führt dazu, dass Kopfhörer mit niedrigem Kennschalldruck nicht auf ausreichend hohe Lautstärken angetrieben wer-

den können. Der Kopfhörer ist dann zu leise.

Wenn das Eigenrauschen der Elektronik nicht hörbar ist, die Lautstärke ausreichend und der Innenwiderstand (siehe Datenblatt Verstärker) um mindestens eine Zehnerpotenz kleiner ist als der Lastwiderstand des Kopfhörers (siehe Datenblatt), dann gibt es normalerweise keinen Grund, einen externen DAC oder Verstärker zu kaufen. Die verbleibenden Unterschiede – etwa durch die verwendeten Antialiasing-Filter (AA) – bewegen sich normalerweise unterhalb der Wahrnehmbarkeitsschwelle.

Perfekte Stille

? Warum können Kopfhörer mit Noise-Cancelling-Funktion Außengeräusche nicht vollständig eliminieren? Im Flugzeug wird das Rauschen zwar effektiv gemindert, aber Stimmen hört man immer noch ziemlich gut.

! Aktive Rauschunterdrückung hat in der Theorie das Potenzial, Störgeräusche völlig zu eliminieren. Das hat in der Praxis aber Grenzen, abhängig von der Implementation der Rauschunterdrückung und der verwendeten Bauteile des Kopfhörers.

Das Grundprinzip von Noise Cancelling basiert darauf, Störgeräusche außerhalb des Kopfhörers mittels Mikrofonen aufzunehmen. Diese Aufnahme wird dann mit invertierter Phase von den Lautspre-

chern im Kopfhörer wiedergegeben und löscht sich mit dem Störgeräusch aus.

Kritisch sind dabei die folgenden Punkte: Die Hörmuscheln selbst dämpfen Störgeräusche bereits, besonders bei höheren Frequenzen. Die Störgeräusche, die von außen tatsächlich am Ohr ankommen, sind also akustisch gefiltert und der von den Mikrofonen aufgenommene Schall muss auf möglichst gleiche Art elektronisch gefiltert werden.

Außerdem treffen Störgeräusche von außen das Mikrofon nicht zum exakt selben Zeitpunkt wie das Trommelfell, die Aufnahme muss also um einige dutzend Mikrosekunden verzögert wiedergegeben werden. Der ideale Wert dafür ändert sich abhängig vom Winkel, mit dem die Geräusche am Kopf eintreffen. Im Allgemeinen treffen Störgeräuschen von mehreren Seiten gleichzeitig ein, dies limitiert die maximale Auslöschung besonders bei hohen Frequenzen, bei denen ein geringer Zeitunterschied schon einen hohen Unterschied in der Amplitude ausmacht.

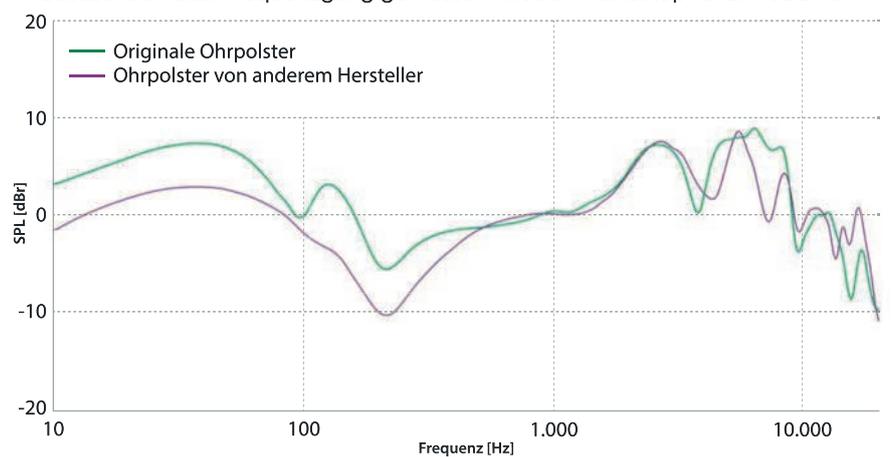
Erschwerend kommt hinzu, dass für Noise Cancelling Mikrofone sehr klein sind. Durch den extrem kompakten Formfaktor bringen sie ein nicht vernachlässigbares Eigenrauschen mit. Durch gute Implementierung können die Ingenieure dem entgegenwirken, aber speziell bei günstigeren Noise-Cancelling-Kopfhörern ist das Rauschen oft hörbar.

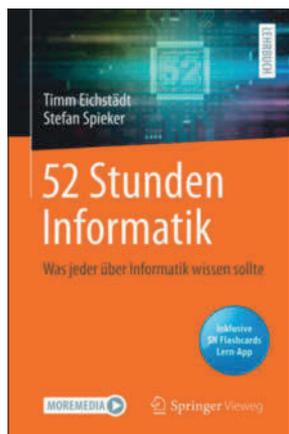
Auch die Körperschallübertragung spielt eine Rolle. Schall breitet sich nicht nur in Luft aus, sondern auch in Festkörpern. Selbst wenn der Schalldruck in der Luft vor dem Trommelfell zu 100 Prozent von aktiver Rauschunterdrückung „geschluckt“ werden könnte, würden wir durch die Vibration der Knochen noch Schall wahrnehmen. Fortschrittlichere Noise-Cancelling-Systeme verwenden deshalb zusätzlich ein Mikrofon an der Innenseite des Kopfhörers, welches den Schalldruck innerhalb des Kopfhörers aufnimmt. Die Herausforderung dabei besteht darin, das unerwünschte Störgeräusch von dem gewünschten Signal (etwa Musik) zu trennen.

Bei Stimmen kommt noch ein weiterer Effekt dazu, der mit unserem Gehirn zu tun hat. Der Teil unseres Gehirns, der Schall verarbeitet, ist äußerst gut darauf trainiert, menschliche Stimmen zu erkennen und zu verarbeiten. Auch wenn der gesamte Schalldruckpegel gleichmäßig abgesenkt wird, hören wir deswegen immer noch Stimmen. (des@ct.de)

Wie Ohrpolster den Klang beeinflussen

Wer Ohrpolster von Dritt-Anbietern kauft, muss im Anschluss oft mit einem anderem Klang leben. Beim Beyerdynamic DT770 wirkt sich das vor allem negativ im Bassbereich aus. Frequenzgang gemessen mit dem Kunstkopf Gras 45BC-10.





Timm Eichstädt, Stefan Spieker
52 Stunden Informatik
 Was jeder über Informatik wissen sollte
 Springer Vieweg, Wiesbaden 2021
 ISBN 978-3658334284
 375 Seiten, 38 €
 (PDF-/Kindle-E-Book: 30 €)

Nahrhafte Krümel

„Alles, was wir in der Schulzeit über Informatik lernen sollten“: Das zu vermitteln, ist das ambitionierte Ziel von Eichstädt und Spieker – und zwar nicht bloß schulbezogen, sondern für Jung und Alt, Familien und sich weiterbildende Berufstätige.

Die Autoren decken in 52 Lektionen, die in je einer Stunde konzentrierten Arbeitens durchzuackern sind, ein sehr breites Spektrum an Grundwissen ab: Es reicht von Tabellenkalkulation über Internetnutzung, künstliche Intelligenz und Softwarelizenzen bis zum Scripting und zur Programmierung mit Python. Auch Open-Source-Software wird behandelt; es gibt Lektionen zu IT-Sicherheit und Datenschutz. Sogar agile Projektsteuerung kommt zur Sprache.

Das alles auf unter 400 Seiten eingehend abzudecken, ist unmöglich. Um einen speisenbezogenen Vergleich zu bemühen: Vieles hat eher Krümel- als Mahlzeitcharakter. So streifen die Autoren etwa das Thema E-Mail nur in wenigen kurzen Passagen. Zudem fassen sie ihre Zielgruppe enorm weit: Ihr Buch soll Einblicke in alle wichtigen Bereiche der IT-Nutzung verschaffen. Es soll Lücken füllen, die der schulische Informatikunterricht offengelassen hat. Zugleich soll es Lehrkräften bei der Unterrichtsgestaltung helfen und sich fürs private Selbst-, Familien- und Gruppenstudium eignen.

Dieser gewaltige Spagat gelingt überraschend gut. Auch Erwachsene können sich daran gewöhnen, dass man sie duzt. Die Lektionen formulieren Diskussionsanregungen für Gruppenlernsituationen. Kontrollfragen und Aufgaben zwingen Leser zum eigenständigen Nachvollziehen. Flussdiagramme, Screenshots und Tabellen unterstützen die Ausführungen im Text. Fachlich ist das Ganze kompetent verfasst – auch wenn mal aus dem Turing-Test ein „Turing-Text“ wird. Der von den Autoren beschworene Spaß an der Lektüre hält sich allerdings in Grenzen: Viel Raum nehmen Systematisierungen und Abstraktionen ein. Zu oft liest man schlafmittelartige Sätze wie „Im Gegensatz zu natürlicher Intelligenz bei Menschen und anderen Lebewesen wird von künstlicher Intelligenz gesprochen, wenn Maschinen ein intelligentes Verhalten zeigen.“

Die „52 Stunden“ sind aber empfehlenswert – und sei es nur, um wichtige Begriffe der digitalen Welt kennenzulernen oder Themenbereiche zu entdecken, in die man sich weiter vertiefen möchte. Die (leider nur dünn gesäten) Weblinks regen zum Nachbohren an.

Im Preis der gedruckten Ausgabe ist der Download der PDF-Fassung enthalten. (psz@ct.de)

Digitale Schematisierer

Der französische Philosoph und Essayist Gaspard Koenig ist rund um die Welt gereist, um zu verstehen, was es mit künstlicher Intelligenz auf sich hat. Unterwegs befragte er über 100 Menschen aus den unterschiedlichsten Tätigkeitsfeldern – seine Ergebnisse sind erfrischend unbanal.

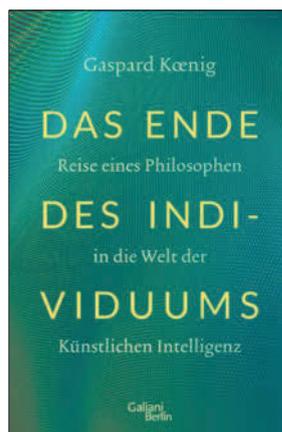
Dem Autor ging es in seinen Gesprächen weniger um technische Details als um Implikationen und gesellschaftliche Auswirkungen. Das betrifft etwa die Arbeitswelt: Das allzu enthusiastisch beschworene autonome Fahren scheint Trucker- und Taxichauffeur-Biografien zu entwerfen. Schon mangelt es an einschlägigem Nachwuchs – wer, so heißt es, braucht denn künftig noch Fachkräfte zum Steuern von Fahrzeugen?

Besondere Aufmerksamkeit widmet Koenig den Folgen von Entscheidungen, die Menschen heute schon Algorithmen überlassen – vom Matching bei Dating-Apps bis zur Nachrichtenauswahl. Im Zuge einer schematischen Personalisierung wird letztlich die Optionenvielfalt für Lebenswege ausgedünnt. Psychologie und Stochastik machen menschliches Verhalten vorhersagbar. Künstliche Intelligenz profitiert davon – zu ihrer Logik gehört es Koenig zufolge, dass sie den freien Willen des menschlichen Individuums konterkariert.

Nicht zuletzt betrachtet der Autor auch rechtliche und politische Fragen rund um die KI. Das beginnt beim beinahe trivialen Versicherungsfall einer Kollision zweier Roboter und reicht bis zu Gedankenspielen wie diesem: Wenn Daten regelrechten Eigentumscharakter bekämen, wäre das ein Hemmschuh für Internetdienste auf KI-Grundlage. Nutzerrechte würden allerdings gestärkt. Koenig weist auch auf blinde Flecken KI-gestützter Arbeit hin: Algorithmen können in ruhigen Zeiten Finanztransaktionen automatisiert erledigen. Eine Investitionsstrategie, die die aktuelle Weltpolitik miteinbezieht, können sie nicht entwickeln.

Datenschutzfragen bleiben nicht aus – Daten sind der entscheidende Treibstoff maschinellen Lernens. Wenn der Fortschritt vom Datensammeln abhängt, können autoritäre Regime einen Wettbewerbsvorteil verzeichnen.

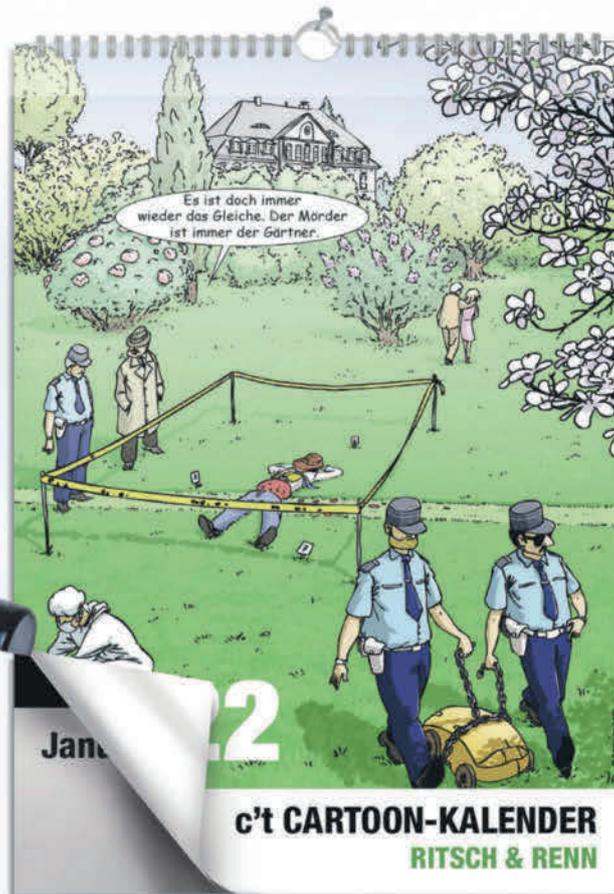
Mit Witz und Scharfsinn erschließt Gaspard Koenig seinen Lesern das komplexe Thema fast schon spielerisch – zumal unter den von ihm befragten Gesprächspartnern einige ziemlich schräge Gestalten sind. Technikaffine Leser brauchen keine Zahnschmerzen zu befürchten: Koenigs Kokettieren mit seiner mangelnden Technikkompetenz ist eher ein rhetorischer Trick als ein Alarmsignal. (Maik Schmidt/psz@ct.de)



Gaspard Koenig
Das Ende des Individuums
 Reise eines Philosophen in die Welt der Künstlichen Intelligenz

Galiani, Berlin 2021
 ISBN 978-3869712338
 400 Seiten, 24 €
 (Epub-/Kindle-E-Book: 20 €)

Mit Humor durchs neue Jahr!



NEU
im heise Shop

**Ein MUSS
für jeden Nerd!**

c't Schlagseitenkalender 2022

Die besten Schlagseiten von Ritsch & Renn des c't-Jahrgangs 2021. Bestehend aus den fiesesten, lustigsten und schrägsten Cartoons von Ritsch und Renn, ist der Kalender für Nerds, Geeks und alle anderen c't-Leser ein Muss.

Für nur 9,90 €

 shop.heise.de/ct-kalender2022



GESCHÄFTSSESSEN

VON JOL ROSENBERG

Alena saß an ihrem Arbeitsplatz und sah mich erwartungsvoll an. Ich lehnte an ihrem Schreibtisch. Irgendwie musste ich jetzt auf die ach so romantische Schilderung ihres vergangenen Wochenendes reagieren. „Oh, wie schön“, sagte ich und äugte dabei unauffällig über die Trennwände zu meinem eigenen Schreibtisch hinüber. Das Gemurmel halblauter Stimmen erfüllte das Büro. Noch schwieg mein Telefon. Mein Blick wanderte zur Wanduhr. Es würde nicht mehr lange dauern.

„Und dann hat er gesagt, dass wir wirklich über Kinderplanung nachdenken sollten, kannst du dir das vorstellen?“ Alena beugte sich vor und legte die Hand auf meinen Arm. „Er hätte da so eine Ammen-Cyber gesehen, die sei wirklich ganz hervorragend und könnte ihn unterstützen!“

Ich nickte enthusiastisch. Alena hatte alles: einen der bestdotierten Posten in der Firma, ein Haus, einen Hund und einen Mann. Einen echten, der an den freien Sonntagen mit ihr durch den Park flanierte, wo ich ihnen manchmal neidisch hinterhersah.

„Du“, sagte ich und beugte mich ebenfalls vor, „Ich würde wirklich gern weiter plaudern. Ich weiß, wie wichtig dir Thomas ist. Aber ich hab’ den Tisch voll Arbeit und muss jetzt wirklich ...“

„Oh, natürlich, keine Ursache!“ Alena tätschelte meinen Arm. Es gab immer zu viel Arbeit; wer wusste das besser als sie? Ich eilte zum anderen Ende des Großraumbüros. Mein Telefon klingelte, als ich noch auf halbem Wege war. Mein Herz stolperte, setzte kurz aus und hastete weiter. Ich hatte Al gesagt, er solle mich um 13:27 Uhr anrufen und natürlich tat er genau das. Er tut immer genau, was ich ihm sage.

Mein Kollege hob schon ab. Ich versuchte, nicht zu gehetzt zu wirken. Sich zu beeilen war in Ordnung, schließlich war Effizienz oberstes Gebot. Private Eile dagegen – nichts war unpassender als das! Al war auf ein Telefonat mit mir vorbereitet. Dafür hatte er Routinen. Ein Gespräch mit Kofi dagegen war eine andere Sache. Ich schwitzte bei dem Versuch, möglichst cool zu wirken.

Digitale Annehmlichkeiten haben bereits manches Alltagsärgernis beseitigt oder zumindest entschärft. Zu den Problemen, die sich hartnäckig halten, gehören gesellschaftliche Peinlichkeiten. Wann kommt endlich der digitale Problemlöser, der gegen Scham hilft?

„Ja, natürlich“, hörte ich Kofi sagen, als ich bei meinem Schreibtisch ankam. „Sie kommt gerade.“

Er reichte mir den Hörer. „Al“, sagte er und zwinkerte süßlich.

„Hallo, Al“, säuselte ich in den Hörer.

Wir spulten das vereinbarte Gespräch ab, seine Frage nach meinem angeblich vergessenen Arzttermin, wann ich heimkäme, wieder so spät, schade. Als ich auflegte, linste ich zu Kofi hinüber. Er schien

auf seine Arbeit konzentriert. Angespannt, vertieft, seine schmalen Schultern über den Schreibtisch gebeugt. Normal. Puh, das war noch einmal gut gegangen.

* * *

Ich kam spät nach Hause. Jeder Mensch hätte schon geschlafen, aber Al war noch wach. Er wartet immer mit dem Essen auf mich. Ich küsste ihn und drückte mein Gesicht in seine Schulterkuhle, da, wo sie weich und warm ist. Er strich mir über den Rücken und fragte nach meinem Tag. Und natürlich erzählte ich ihm alles, sogar meinen Stress wegen des Anrufs. Al versteht das. Vor ihm muss ich nichts verbergen.

Nachts lag ich neben ihm und lauschte der Stille. Manchmal stellte ich mir vor, wie es wäre, wenn er atmete. Wenn es nicht so gespenstisch still wäre mit ihm. Nachts. Wenn alle schlafen und ich die dunkle Decke des Zimmers anstare, mit brennenden Augen, bis der Schlaf mich endlich erlöst.

„Schläfst du?“ Als Stimme drang ruhig durch das Dunkel.

„Nein.“

Drei einsame Atemzüge lang schwiegen wir beide.

„Bist du traurig?“

Ich wusste es nicht genau. Vielleicht. Vielleicht war auch einfach nur alles zu viel. Manchmal hatte ich dieses Gefühl, dass ich keinen Schritt mehr weiter konnte. Ja, es war ein guter Job, gut bezahlt und angesehen. Aber manchmal dachte ich, dass er zu viel forderte. Zu viel Privatleben, zu viel Einsatz, zu viel Ich.

„Alena hat mir heute von Thomas erzählt“, sagte ich ins Dunkel. „Er wünscht sich ein Kind.“

Al lag ruhig neben mir. Geräuschlos. Atemlos.

„Wenn du ein Kind möchtest, könnte ich darauf aufpassen“, sagte er.

Ich drehte mich zu ihm um. Sein Gesicht war im dunklen Zimmer kaum zu sehen. Ich würde zu einem Fruchtbarkeitszentrum gehen müssen. Mir einen Samenspender aus einer Datenbank aussuchen. Mich befruchten lassen. Eine Freistellung für einige Wochen beantragen, in der sich ein schier unüberwindlicher Berg Arbeit auf meinem Schreibtisch auf türmen würde.

„WENN DU EIN KIND MÖCHTEST, KÖNNTE ICH DARAUF AUFPASSEN“, SAGTE ER.

„Was soll ich mit einem Kind?“, sagte ich. „Ich bin doch nie zu Hause.“

„Jetzt bist du hier.“

Ja, das war ich. Ich streckte meine Hand nach Als Arm aus, umklammerte ihn. Er fühlte sich fast echt an. Warm, weich, wie wirkliche Haut. Jetzt war ich hier. Mit Al. Und vielleicht wollte ich ein Kind. Wie Alena, die einen richtigen Mann hatte, obwohl auch sie nie zu Hause war. Irgendwie schaffte sie es trotzdem, ihn zu halten. Ich hatte das nie geschafft. Meine Arbeit hatte meine Männer aufgefressen.

„Was macht Thomas?“, fragte Al.

„Das hat sie nicht erzählt. Oder ich habe nicht zugehört.“

Vor einem echten Mann hätte ich das nie zugegeben. Ich hätte mich geschämt. Aber Al hielt zu mir. Ihm konnte ich alles erzählen. Nur er selbst musste ein Geheimnis bleiben. Ich kuschelte mich in seine Arme und schlief ein.

* * *

Die wöchentliche Teamsitzung kam mir sehr lang vor. Alena war perfekt gestylt, Kofi wirkte strahlend und schön – ein perfektes Bild der perfekten Leute in einem perfekten Unternehmen. Unsere Pressefrau machte ein Foto von uns bei der Arbeit: jung, dynamisch, erfolgreich. Für den Social-Media-Kanal. Das Lächeln pappte wie ein Fremdkörper in meinem Gesicht.

Beim Mittagessen saß ich zwischen den anderen – lächeln, Banu, lächeln – und schielte auf die blinkenden Smartphones. Nachrichten rieselten herein, wir zeigten unsere Partner herum. Susanns Partnerin schickte Fotos des Kleinen. Söhnchen auf der Schaukel, Söhnchen mit Mutter im Sandkasten, Söhnchen im neuen Outfit vor dem Laden. Susann schaute aufrecht in die Runde – jung, dynamisch, erfolgreich.

„Vermissen sie dich nicht?“, hörte ich mich fragen.

Ich klappte meinen Mund zu und nahm die erstaunten Blicke auf. Was hatte mich da geritten?

„Natürlich vermissen sie mich!“, flötete Susann. „Aber sie wissen doch, dass ich mich für einen guten Zweck einsetze.“

Die anderen in der Runde nickten einhellig. Ich nickte mit. Irgendwo dort draußen gab es sie, diese Menschen, die den gewichtigen Zweck sahen und trotzdem zu ihren Partnern hielten. Die, die dablieben. Nur nicht bei mir.

„Ist Al da zickig?“ In Alenas Frage lag eine Spur von Schärfe, irgendwo da, im Hintergrund.

Ich schüttelte den Kopf, ließ meine Locken fliegen. Al war nie zickig. Al war ein Cyber, ein Bot, ein Substitut. Aber das durften sie nicht wissen.

„Nein. Er hatte nur auch die Idee, dass ein Kind ... ich weiß nicht.“

„Aber das ist doch wunderbar!“ Susanns Lächeln nahm ihr gesamtes Gesicht ein. Es sah fast echt aus.

Kofi nickte enthusiastisch. „Kinder geben dem Leben so viel Sinn! So viel Tiefe!“ Er hatte zwei. Von denen es heute, warum auch immer, keine Bilder gab.

SUSANN SCHAUTE AUFRECHT IN DIE RUNDE – JUNG, DYNAMISCH, ERFOLGREICH.

Ich suchte in der Kollegenrunde nach einem zweifelnden Blick und fand ihn nicht. Alle saßen sie da, zufrieden und über jeden Zweifel erhaben. Und ich versuchte, es ihnen gleichzutun, ohne zu wissen, wie gut ich dabei war. Was hatten sie, was ich nicht hatte? Es war nur zu offensichtlich. Ich versank fast im Boden, hielt mich aber daran fest, dass sie nichts wussten. Alles war gut.

* * *

Als die Mitarbeiter mit den besten Zahlen vorgestellt wurden, fror ich ein. Das Lächeln, die Hände, die aufrechte Haltung – alles fror ein. Sie nannten meinen Namen und mein Körper trat vor, Applaus brandete, Kameras klickten. Mein Lächeln wurde breiter, freuen musste ich mich. Aber ich wusste zu gut, was damit einherging: die Einladung zum offiziellen Brunch. Mit Partner. Die Schamesröte stieg mir ins Gesicht, Alena würde sie später als Freude labeln.

Niemals würde Al als Mensch durchgehen. Al war warm, Al war weich, Al war der perfekte Liebhaber. Al war – manchmal glaubte ich es selbst – alles, was ich brauchte. Er konnte charmant Konversation betreiben, er war geduldig, langmütig und nie müde. Aber jeder sah, dass seinen Augen der Funke fehlte, in dem das Leben zittert.

Abends hielt er meine Hand.

„Aber das ist doch schön für dich“, sagte er. „Du hast es geschafft!“

Ich nickte, blinzelte Tränen aus meinen Augen. Ich hatte es geschafft. Aber weiter würde ich nicht kommen.

„Das Geschäftsessen“, würgte ich hervor.

„Dann bin ich eben verhindert. Kurzfristig krank, wie bei der Weihnachtsfeier.“

Über Jol Rosenberg

Die 1976 geborene Autorenpersönlichkeit, die in Berlin lebt und schreibt, sieht sich in binärer Geschlechteraufteilung nicht vertreten. Sie bereicherte die c't-Ausgabe 19/21 mit „Oben“ – die Story spielt auf der postapokalyptischen Erde des 24. Jahrhunderts. In der gleichen Umgebung wird auch ihre Romandilogie „Etomi“ angesiedelt sein, die der Plan9-Verlag im Herbst 2023 veröffentlichen will. Bereits im Herbst 2022 soll im Wiener Verlag Ohneohren Jol Rosenbergs Romandebüt „Das Geflecht“ erscheinen, das vom Kampf dreier Kulturen gegen eine skrupellose Macht auf einem Kolonieplaneten erzählt.



Bild: Jol Rosenberg

Ich schüttelte den Kopf. Eine derartige Krankheit gab es nicht. Al hatte sie bei der Weihnachtsfeier gehabt, dieses Jahr und das davor und das ... ich schluckte gegen die Trockenheit in meinem Mund an. Alle kamen mit ihren Partnern, nur ich – Jahr für Jahr allein.

„Schade, dass dein Al so anfällig ist“, trösteten sie mich jedes Mal.

Und ich? Spürte, was sie ahnten, was sie vielleicht sogar zu wissen glaubten. Nein, diesmal konnte, durfte er nicht krank sein.

„Wir finden eine Lösung“, sagte Al und verstärkte den Druck. Seine Hand war kühl, als habe ein Heizkreis ausgesetzt.

„Würdest du gern hingehen?“ Der Gedanke durchblitzte mich und fand seinen Weg auf meine Zunge, ehe ich darüber nachdenken konnte.

Als brauner Blick traf meinen. „Das wäre schön.“

Ich starrte ihn an. Manchmal denke ich, dass du denkst, dachte ich. Wirklich, richtig denkst.

„Vielleicht wäre es das.“ Ich war mir nicht sicher. Ich sah auf den Boden, weg von Als braunen funkenlosen Augen.

Wir schwiegen.

„Du könntest jemanden mieten“, sagte Al nach einer Weile.

Ich sah auf.

„Eine Escort-Agentur. Ein echter Mann. Bei deinem Gehalt kannst du dir das leisten.“

Das konnte ich.

Entschlossen drückte ich Als Hand und stand auf, schaltete den Rechner ein. Tatsächlich. Es gab mehrere passende Agenturen in der Stadt. Man musste Mitglied werden, aber dann, so versprochen die Werbebotschaften, gab es die perfekten Begleiter für alle Anlässe. Ich wählte eine Agentur der höheren Preisklasse, schickte meine Anmeldung und überwies die Gebühr. Drei Tage Bearbeitungszeit. Dann würde ich mir meinen Mann aussuchen, ein telefonisches Vorgespräch führen und gerüstet sein. Mein Makel war verborgen, alles war gut. Trotzdem fühlte

es sich falsch an. Nachts lauschte ich vergeblich auf Als Atemzüge.

In den nächsten Tagen hatte ich keine Zeit, mich um meinen Begleiter zu kümmern. Ich arbeitete bis spät in die Nacht, schließlich hatte ich einen Ruf zu verlieren. Und fiel dann in Als Armen in unruhige Träume, in denen ich nackt am Tisch saß, rot und roh und angestarrt von Alena im perfekt sitzenden Kostüm und Kofi im maßgeschneiderten Anzug. Daneben ihre Partner, lächelnd und perfekt, die Kinder auf den Bildschirmen dahinter.

„DU KÖNNTEST JEMANDEN MIETEN“, SAGTE AL NACH EINER WEILE.

Zwei Tage vor dem Essen erwachte ich schweißgebadet. „Möchtest du ein Glas Wasser?“ Als Stimme. Natürlich, er schlief nie.

Ich wollte kein Wasser. Ich wollte einen Partner. Einen, der schlief und morgens zerknautscht aussah – wie ich, bevor ich unter Make-up verschwand. Jung, dynamisch, erfolgreich.

Ich hievte mich aus dem Bett und taumelte an den Rechner. Das würde ich nicht an Al abgeben. Ich würde ihn mir selbst aussuchen, meinen Begleiter. Wer wusste, wie lange ich mich mit ihm zeigen musste, wenn ich erst Karriere machte?

Log-in, Bestätigung meines Anliegens, Aufruf der Kandidaten. Ich rieb mir die müden Augen, mein Atem stockte.

„Was ist?“ Al stand hinter mir, ich hatte ihn nicht kommen hören.

Mein zitternder Finger wanderte von einem perfekten Foto zum nächsten.

„Thomas“, hauchte ich. „Und das ist ... Kofis Mann.“

Fassungslos starrte ich auf die Bilder. Da waren sie alle: jung, perfekt, schön. Ich schluckte, starrte, schluckte wieder. Ein Upgrade versprach regelmäßige Nachrichten und Fotos von den Kindern. Ich lehnte mich gegen Als Körper und er hielt mich, strich über mein Haar, sanft und ruhig.

Lange saß ich einfach nur da und starrte auf die Bilder. Dann klappte ich entschieden den Rechner zu und sah Al an. Sein Gesicht schwebte über mir, jung, schön und perfekt. Al war alles, was ich brauchte.

„Du musst dir einen hochwertigen Anzug kaufen“, sagte ich.

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

Die c't-Stories als Hörversion

Unter heise.de/-4491527 können Sie einige c't-Stories als Audiofassung kostenlos herunterladen oder streamen. Die c't-Stories zum Zuhören gibt es auch als RSS-Feed und auf den bekannten Plattformen wie Spotify, Player FM und Apple podcasts (ct.de/yz13).

Fernstudium IT-Security



Aus- und Weiterbildung zur Fachkraft für IT-Sicherheit. Vorbereitung auf das **SSCP- und CISSP-Zertifikat**. Ein Beruf mit Zukunft. Kostengünstiges und praxisgerechtes Studium ohne Vorkenntnisse. Beginn jederzeit.

NEU: Roboter-Techniker, Netzwerk-Techniker, Qualitätsbeauftragter / -manager TÜV, Linux-Administrator LPI, PC-Techniker

Teststudium ohne Risiko.
GRATIS-Infomappe gleich anfordern!

FERNSCHULE WEBER - seit 1959
Neerstedter Str. 8 - 26197 Großenkneten - Abt. C14
Telefon 0 44 87 / 263 - Telefax 0 44 87 / 264

www.fernschule-weber.de




dt magazin für computer technik



dt magazin für computer technik

Kleinanzeigen

ORACLE Feuerwehr www.oraservices.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 

nginx-Webhosting: timmehosting.de 

www.patchkabel.de - LWL und Netzwerk Kabel 

WLL-Breitband Netz Rhein-Main – techni.de 

Lust auf Java? WWW.TQG.DE/KARRIERE 

Angebotsverfolgung/Auftragsverwaltung(accdb) <https://www.windows-applikationen.de/> 

DATENRETTUNG v. HDD, RAID, SSD – Erfolg >99% www.datarecovery.eu – 24h-Tel.: 0800-073 88 36 

xxs-kurze Daten- & Netzkabel: kurze-kabel.de 

EDELSTAHL LED SCHILDER: www.3D-buchstabe.com
HAUSNUMMERN nobel 230V~: www.3D-hausnummer.de 

Erfahrene Diplom-Fachübersetzerin übersetzt EDV-Texte aller Art (Software und Hardware) insbesondere Texte aus den Bereichen Telekommunikation und Netzwerke. Englisch-Deutsch. Tel. + Fax: 05130/37085 

Anzeigenschluss für die nächsten erreichbaren Ausgaben:

05/2022: 25.01.2022
06/2022: 08.02.2022
07/2022: 22.02.2022

DAS DUALE HOCHSCHULSTUDIUM MIT ZUKUNFT.



Die Duale Hochschule Baden-Württemberg Stuttgart gehört mit rund 8.200 Studierenden zu den größten Hochschulen in den Regionen Stuttgart und Oberer Neckar. In Kooperation mit rund 2.200 ausgewählten Unternehmen und sozialen Einrichtungen

bietet sie rund 60 national und international anerkannte, berufsintegrierte Bachelor- und Master-Studiendirectionen in den Bereichen Wirtschaft, Technik, Sozialwesen und Gesundheit an.

AN DER DHBW STUTTART SIND AN DER FAKULTÄT WIRTSCHAFT FOLGENDE STELLEN ZU BESETZEN:

Professur für Wirtschaftsinformatik

(Verf.Nr. 2021-S-W-9 und 2021-S-W-13) Besoldungsgruppe W 2

Sie verfügen über eine ausgeprägte Expertise im Themengebiet „Softwareentwicklung“ und/oder „Datenbanken und Big Data“. Sie begeistern sich für die Lehre und Didaktik und haben positive Erfahrung darin, Ihr Wissen an junge Menschen weiterzugeben.

Für die Besetzung zweier Stellen suchen wir teamorientierte und kommunikative Persönlichkeiten, die über fundierte Fachkenntnisse und über einschlägige berufspraktische Erfahrungen in mindestens einem der Themenbereiche verfügen. Die Ausrichtung der Stellen umfasst ein breites Spektrum von den Grundlagen der Softwareentwicklung und Datenbanken bis hin zu Themen der fortgeschrittenen Frontend- und Backend-Entwicklung sowie von Big-Data-Anwendungen und -Methoden. Die Erwartung ist keinesfalls, dass alle vorstehenden Fächer gelehrt werden können und sollen, vielmehr ist eine Spezialisierung über die Zeit gewünscht.

Neben der Übernahme entsprechender Lehrveranstaltungen umfasst das Stellenprofil die Betreuung von Projekt- und Bachelorarbeiten. Da zu einem späteren Zeitpunkt eine Übertragung einer Studiengangsleitungsfunktion angedacht ist, sollten Sie auch Interesse an Koordinations- und Managementaufgaben mitbringen.

EINSTELLUNGSVORAUSSETZUNGEN:

Vorausgesetzt werden gemäß § 47 LHG ein abgeschlossenes Hochschulstudium, besondere wissenschaftliche Befähigung (in der Regel Promotion), pädagogische Eignung sowie mindestens fünf Jahre berufspraktische Erfahrung, davon mindestens drei Jahre außerhalb des Hochschulbereichs. Die Bereitschaft an der wissenschaftlichen Entwicklung teilzuhaben, insbesondere durch Forschung und wissenschaftliche Weiterbildung, setzen wir voraus. Erwartet wird ein besonderes Maß an Engagement, Kooperationsbereitschaft mit den beteiligten Unternehmen und sozialen Einrichtungen sowie die Bereitschaft zur Gremienarbeit.

Bei Erfüllung der Voraussetzungen ist die Übernahme in das Beamtenverhältnis auf Lebenszeit nach einer dreijährigen Bewährung im Beamtenverhältnis auf Probe möglich, falls das Lebensalter bei der Einstellung 47 Jahre, in Ausnahmefällen das 52. Lebensjahr nicht übersteigt.

Die DHBW strebt eine Erhöhung des Anteils von Frauen in Lehre und Forschung an, daher sind Bewerbungen von Frauen besonders erwünscht. Sie setzt sich besonders für die Vereinbarkeit von Familie und Erwerbsleben ein. Die DHBW Stuttgart bietet ein Dual Career Programm an: <http://www.dhbw-stuttgart.de/dual-career>

Schwerbehinderte werden bei gleicher fachlicher Eignung vorrangig berücksichtigt (bitte Nachweis beifügen).

Bitte richten Sie Ihre Bewerbung in elektronischer Form bis zum **11.02.2022** unter Angabe der **o. g. Verfahrensnummer** an:

Duale Hochschule Baden-Württemberg Stuttgart
Postfach 10 05 63, 70004 Stuttgart
E-Mail: bewerbung-prof@dhbw-stuttgart.de

Bewerbungen per E-Mail bitte nur im PDF-Format als eine Datei mit einem Maximalvolumen von 10 MB.



DIE Jobbörse für IT-Experten unter dem Dach von heise online



Im neuen Look:
frisch • jung • modern

**Finden Sie bei uns
Ihren Spitzen-Job in der IT!**

jobs.heise.de

HESSISCHE STEUERVERWALTUNG

SOFTWAREENTWICKLER (M/W/D), EG 14 TV-H

Die Hessische Steuerverwaltung sucht für die Forschungsstelle Künstliche Intelligenz im Finanzamt Kassel II-Hofgeismar einen engagierten Softwareentwickler (m/w/d).



Ihre Aufgaben:

- Konzeption, Implementierung und Weiterentwicklung von Software-Projekten
- Arbeiten mit Massendaten der Finanzverwaltung unter den Aspekten Data-Mining/-Analysing und -Visualising
- Weiterentwicklung der verwaltungsspezifischen Systeme (insbesondere die Integration von KI-Algorithmen)
- Aktive Zusammenarbeit in fachübergreifenden Teams der Steuerfahndung/-verwaltung und den dualen Informatik-Studierenden an der Universität Kassel

Ihr Profil:

- Abgeschlossenes wissenschaftliches Informatikstudium (Masterabschluss oder ein vergleichbares Studium) oder Bachelorabschluss und gleichwertige Fähigkeiten/Erfahrungen
- Freude an der Softwareentwicklung in einer gängigen Programmiersprache (z. B. Python) und Kenntnisse in einem gängigen Front- und Backend Framework (z. B. Angular, Django)
- gute Kenntnisse im Bereich Datendatenbanken (MySQL, MongoDB, Oracle)
- Vorteilhaft sind außerdem Kenntnisse in einem oder mehreren der folgenden Bereiche: KI-Frameworks, Linux-Server, Containertechnologie (Docker, Kubernetes), Git, Blockchain
- großes Interesse gegenüber allen Bereichen der Informatik

Wir bieten eine unbefristete Stelle der Entgeltgruppe 14 TV-H, die Sicherheit und die Sozialleistungen des öffentlichen Dienstes, adäquate berufliche Weiterbildung, Teamarbeit in einer dynamischen Behörde und Standortsicherheit sowie geregelte Arbeitszeit und derzeit ein Landesticket zur kostenlosen Nutzung des öffentlichen Nah- und Regionalverkehrs in Hessen.

Weitere Informationen unter www.karriere.hessen.de

Bewerbung online oder per E-Mail (pdf-Format) unter der Kennung **Softwareentwicklung** und unter Angabe des frühestmöglichen Eintrittstermins an:
P-Ref282-2021@ofd.hessen.de

Bei Fragen wenden Sie sich bitte an Herrn Voß (Tel. 0561/7208 2207)



SAP-Basis-Administrator (m/w/d)



Sie kennen sich mit unterschiedlichen SAP Systemen aus und haben zudem Freude an der Administration dieser Systeme? Dann suchen wir Sie als SAP Basis Administrator (m/w/d) für unseren Standort in Hannover.

Ihre Aufgaben

- Der Schwerpunkt Ihrer Tätigkeit liegt in der SAP-Basis-Administration sämtlicher SAP-Systeme, wie bspw. SAP ERP 6.0, SAP/BW on HANA, SAP Netweaver mit AS ABAP und AS Java, inkl. der zugehörigen Datenbanken (Oracle, DB2 und SAP HANA).
- Sie sind für die Planung und Durchführung von Updates, Upgrades und Migrationen von SAP-Systemen sowie Mandanten- und Systemkopien verantwortlich.
- Zudem gehört die Entwicklung, Implementierung sowie Wartung von SAP-nahen Prozessen und Workflows zu Ihren Aufgaben.
- Darüber hinaus klassifizieren und bearbeiten Sie die SAP-spezifische Anfragen der Kunden im IT-Support.
- Die Mitarbeit in Implementierungs- und Entwicklungsprojekten rundet Ihren Aufgabenbereich ab.

Ihre Talente

- Sie haben ein Studium der Naturwissenschaften, der (Wirtschafts-) Informatik oder eine vergleichbare Qualifikation im IT Bereich erfolgreich abgeschlossen und verfügen über erste Erfahrung im Bereich der Basis-Administration von SAP-Systemen.
- Sie haben bereits verschiedene SQL-Datenbanken administriert und kennen sich mit den zugehörigen Frontend-Tools aus.
- Linux ist für Sie kein Fremdwort, idealerweise haben Sie solche Systeme bereits administriert.
- Zudem haben Sie Freude an der Entwicklung von Shell Scripten auf unterschiedlichen Plattformen.
- Gute Beraterqualitäten, Kommunikationsstärke, Ihre Organisationsfähigkeit sowie sehr gute Deutschkenntnisse runden Ihr Profil ab.

Ihr Ansprechpartner

Dr. Jörg Kulaczewski,
Teamleiter Projekte
Tel.: 0511 5352-267

Bitte bewirb dich online: karriere.heise-gruppe.de

Bei uns ist jede Person, unabhängig des Geschlechts, der Nationalität oder der ethnischen Herkunft, der Religion oder der Weltanschauung, einer Behinderung, des Alters sowie der sexuellen Identität willkommen.

Wir freuen uns auf Deine Bewerbung!



Developer (m/w/d) E-Commerce



Du bist kommunikativ, stellst Dich gerne neuen Aufgaben und vertiefst mit Begeisterung Deine Kenntnisse als Developer (m/w/d) mit Schwerpunkt E Commerce? Dann werde Teil unseres agil arbeitenden Teams in Hannover!

Deine Aufgaben

- In Zusammenarbeit mit dem Team entwickelst Du unsere E-Commerce-Systeme (heise shop, Abo-Systeme) weiter.
- Du implementierst Sales-Channels in unseren Web-Angeboten wie heise.de.
- Auf Basis strukturierter Daten aus unserem PIM-System baust Du mit uns neue digitale Produkte.
- Du arbeitest in einem agilen Entwicklungsprozess und wirkst daran mit.
- Gemeinsam mit dem Team entwickelst Du die technische Infrastruktur in unserem E-Commerce-Umfeld weiter.

Deine Talente

- Du hast ein Hochschulstudium im Bereich Informatik, eine Ausbildung zum Fachinformatiker (m/w/d) abgeschlossen oder verfügst über vergleichbare Kenntnisse oder bringst einschlägige Berufserfahrung mit.
- Ideal ist Erfahrung in der Entwicklung mit Shopware 6 oder 5.
- Auf jeden Fall beherrschst Du PHP 7, Symfony5 (mit Twig und Doctrine).
- Du beherrschst die Grundlagen der Softwaretechnik und hast Interesse an Event-Driven-Architekturen.
- Wünschenswert sind Kenntnisse im automatisierten Software-Testingsowie in HTML5 / CSS und JavaScript.
- Von Vorteil sind Git-Kenntnisse sowie Kenntnisse im Bereich ContinuousDelivery(GitLab-CI).
- Fließende Deutsch-und Englischkenntnisse runden Dein Profil ab.

Bitte bewirb Dich online:
www.heise-gruppe.de/karriere

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!

Dein Ansprechpartner
Sebastian Hilbig, Head of Web-Development
Tel.: 0511 5352-196



An der Justus-Liebig-Universität Gießen (JLU) ist im **Fachbereich Wirtschaftswissenschaften** zum nächstmöglichen Zeitpunkt die

W3-Professur für IT-Management

verbunden mit der Position als **Chief Information Officer (CIO)** und der Leitung des Hochschulrechenzentrums (HRZ) der JLU unter Beachtung des § 61 Abs. 7 Hessisches Hochschulgesetz (HHG) zu besetzen; es gelten die Einstellungs-voraussetzungen nach § 62 HHG.

Aufgaben:

Sie vertreten – unter Berücksichtigung Ihrer gesamtuniversitären Aufgaben – das Arbeitsgebiet IT-Management in Forschung und Lehre. Dabei sind insbesondere die Gestaltung und Steuerung von IT-bezogenen Strukturen, Prozessen und Systemen angesichts der Chancen und Herausforderungen der Digitalisierung auf individueller, organisationaler und/oder überorganisationaler bzw. gesellschaftlicher Ebene in den Blick zu nehmen. Der Professur kommt eine besondere Bedeutung bei der Aufstellung und Beantragung aller Forschungsverbünde der JLU und deren Informations- und Datenmanagement zu. Zudem wird die aktive Mitwirkung beim Aufbau eines interdisziplinären wissenschaftlichen Zentrums für Angewandte Informatik sowie die Unterstützung von einschlägigen Forschungsinitiativen des Fachbereichs (z. B. im Akzentbereich „Data-driven Economy“) erwartet. Die zu erbringende Lehre im Umfang von 2 SWS soll das Studienprogramm des Fachbereichs Wirtschaftswissenschaften im Bereich IT-Management stärken und Ihre bisher erworbene Praxiserfahrung im CIO-Umfeld einbinden. Englischsprachige Lehrangebote sind erwünscht.

Erwartet wird die Bereitschaft, aktive Gestaltungsaufgaben für eine ambitionierte Entwicklung der IT an der JLU zu übernehmen. Im Zusammenhang mit dem Betrieb des Hochschulrechenzentrums relevante Schwerpunkte sind z. B. Netzwerk-Infrastruktur, High Performance und Cloud Computing, Scientific Computing sowie Forschungsdatenmanagement. Ihnen obliegt als CIO die strategische und operative Führung der gesamten IT der JLU, von der IT-Strategie und deren Operationalisierung bis hin zur konkreten IT-Leistungserbringung. IT-relevante Innovationen und JLU-Digitalisierungsinitiativen insbesondere im Bereich Forschung und Lehre werden aktiv aufgenommen und umgesetzt.

Voraussetzungen:

Gesucht wird eine durch hervorragende fachbezogene Leistungen in der Praxis ausgewiesene Persönlichkeit. Erwartet werden exzellente, durch entsprechende berufliche Tätigkeiten nachgewiesene Fähigkeiten im IT-Management, insbesondere auch in der Personalführung und in der Organisationsentwicklung, sowie eine ausgeprägte Dienstleistungsorientierung. Neben einer Befähigung zur wissenschaftlichen Arbeit und entsprechender pädagogischer Eignung wird zudem vorausgesetzt:

- Einschlägiger Hochschulabschluss und Promotion, idealerweise im Bereich der Informatik, der Betriebswirtschaft, der Naturwissenschaft oder eines vergleichbaren Faches, das auch IT-Fachkenntnisse beinhaltet
- Nachgewiesene wissenschaftliche Auseinandersetzung mit Fragen des IT-Managements
- Tiefes und nachgewiesenes Verständnis erforderlicher Methoden/Prozesse (bspw. CoBIT, TOGAF, PMI/Prince2, ITIL, Agile Verfahren, ISO/IEC 20000, OCM)
- Nachgewiesene Erfolge im IT-Management (sowohl in der IT-Demand- als auch IT-Supply-Rolle) sind wünschenswert
- Breites Wissen über die IT-Branche, den Markt, Trends, Technologien und Schlüsselakteure; zudem sehr gute Fähigkeit, zukünftige Themen zu erkennen und umzusetzen (sowohl hinsichtlich zukünftiger Digitalisierungsansätze im Allgemeinen als auch im Hochschulbereich in Besonderen)
- Herausragende Planungs- und Strategiefähigkeit sowie stark ausgeprägte Kommunikations- und Führungskompetenz

Bei Überschreitung der grundsätzlichen Altersgrenze von 50 Jahren setzt die Begründung eines Beamtenverhältnisses gem. § 60 Abs. 3 Satz 2 und 3 HHG i. V. m. § 11 Hessische Laufbahnverordnung (HLVO) ein besonderes dienstliches Interesse voraus.

Die JLU strebt einen höheren Anteil von Frauen im Wissenschaftsbereich an; deshalb bitten wir qualifizierte Wissenschaftlerinnen nachdrücklich, sich zu bewerben. Aufgrund des Frauenförderplanes besteht eine Verpflichtung zur Erhöhung des Frauenanteils. Die JLU verfolgt auch das Ziel einer verstärkten Gewinnung von Führungskräften mit Gender- und Familienkompetenz. Die JLU versteht sich als familiengerechte Hochschule. Bewerberinnen und Bewerber (m/w/d) mit Kindern sind willkommen. Bewerbungen Schwerbehinderter werden bei gleicher Eignung bevorzugt.

Zu den Einstellungs-voraussetzungen und erforderlichen Bewerbungsunterlagen bitten wir, die Hinweise in unserem **Merkblatt** (<https://www.uni-giessen.de/org/admin/dez/c/beschaefigung/professuren/merkblatt-deutsch>) zu beachten.

Bitte richten Sie Ihre Bewerbung mit den erforderlichen Unterlagen über das **Onlineformular** (<https://www.uni-giessen.de/karriere/stellenangebote/bewerbung>) bis zum **28. Januar 2022** unter Angabe der **Referenznummer 2-18/21** an den Präsidenten der Justus-Liebig-Universität Gießen.

Nähere Informationen zu den angebotenen Stellen finden Sie unter
www.uni-giessen.de/stellenmarkt

Inserenten*

1&1 Telecom GmbH, Montabaur	196
1blu AG, Berlin	11
Cordaware GmbH, Pfaffenhofen	25
Dirk Rossmann GmbH, Burgwedel	55
easybell GmbH, Berlin	39
Fernschule Weber, Großenkneten	188
ITK Engineering GmbH, Martinsried	57
Kioxia Europe GmbH, Düsseldorf	51
L-Bank, Karlsruhe	59
netfiles GmbH, Burghausen	2
Secomba GmbH, Augsburg	33
Telefónica Germany GmbH & Co. OHG, München	9
Wiesemann & Theis GmbH, Wuppertal	49
WORTMANN AG, Hüllhorst	4, 5

Stellenanzeigen

Duale Hochschule Baden-Württemberg, Mosbach	189
Heise Gruppe GmbH & Co. KG, Hannover	190, 191
Justus-Liebig-Univers. Gießen, Gießen	191
Oberfinanzdirektion Frankfurt, Frankfurt	190

Veranstaltungen

Javaland	DOAG, Heise Medien	91
Inside Agile Kanban Day	heise Developer, dpunkt.verlag	99
Hybrides Arbeiten in		
Microsoft Teams	heise Academy	103
Wordpress Workshop	c't, heise Events	131
enterJS	iX, heise Developer, dpunkt.verlag	137
secIT by Heise	heise Medien	163
building IoT	iX, heise Developer, dpunkt.verlag	173

Ein Teil dieser Ausgabe enthält Beilagen von Software & Support Media GmbH, Frankfurt.

* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich.

Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.

**MIT SPACE
HEBEN SIE AB**

**30%
Rabatt +
Geschenk**

TESTEN SIE 2x SPACE
2 Ausgaben als Heft inkl. PDF
+ Geschenk nach Wahl

Jetzt bestellen:
www.emedia.de/space-mini

(0541) 800 09 126
 leserservice@emedia.de
 eMedia Leserservice, Postfach 24 69, 49014 Osnabrück

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: „Ihr Linux-Fahrplan“:

Keywan Tonekaboni (ktm@ct.de), „Smarte Rauchmelder“: Sven Hansen (sha@ct.de)

Chefredakteur: Dr. Jürgen Rink (jr@ct.de) (verantwortlich für den Textteil)

Stellv. Chefredakteur: Axel Kossel (ad@ct.de)

Chef vom Dienst: Georg Schnurer (gs@ct.de)

Leser & Qualität

Leitung: Achim Barczok (acb@ct.de)

Textredaktion & Qualitätssicherung: Oliver Lau (ola@ct.de)

Koordination Leserkommunikation: Martin Triadan (mat@ct.de)

Ressort Internet, Datenschutz & Anwendungen

Leitende Redakteure: Hartmut Gieselmann (hag@ct.de), Jo Bager (jo@ct.de)

Redaktion: Holger Bleich (hob@ct.de), Anke Brandt (abr@ct.de), Arne Grävemeyer (agr@ct.de), Ludwig Gundermann (lgu@ct.de), Markus Montz (mon@ct.de), Peter Schmitz (psz@ct.de), Kim Sartorius (kim@ct.de), Dr. Hans-Peter Schüler (hps@ct.de), Sylvester Tremmel (syt@ct.de), Andrea Trinkwalder (atr@ct.de), Dorothee Wiegand (dwi@ct.de), Stefan Wischner (swi@ct.de)

Ressort Systeme & Sicherheit

Leitende Redakteure: Peter Siering (ps@ct.de), Jan Mahn (jam@ct.de)

Redaktion: Niklas Dierking (ndi@ct.de), Mirko Dölle (mid@ct.de), Wilhelm Drehling (wid@ct.de), Liane M. Dubowy (lmd@ct.de), Ronald Eikenberg (rei@ct.de), Alexander Königstein (ako@ct.de), Pina Merkert (pmk@ct.de), Dennis Schirmacher (des@ct.de), Hajo Schulz (hos@ct.de), Jan Schüßler (jss@ct.de), Ingo T. Storm (it@ct.de), Keywan Tonekaboni (ktm@ct.de), Axel Vahldiek (avx@ct.de)

Ressort Hardware

Leitende Redakteure: Christof Windeck (civ@ct.de), Ulrike Kuhlmann (uk@ct.de), Dušan Živadinović (dz@ct.de)

Redaktion: Ernst Ahlers (ea@ct.de), Tim Gerber (tig@ct.de), Christian Hirsch (chh@ct.de), Benjamin Kraft (bkr@ct.de), Lutz Labs (ll@ct.de), Andrijan Möcker (amo@ct.de), Florian Müssig (mue@ct.de), Rudolf Opitz (rop@ct.de), Carsten Spille (csp@ct.de)

Ressort Mobiles, Entertainment & Gadgets

Leitende Redakteure: Jörg Wirtgen (jow@ct.de), Jan-Keno Janssen (jkj@ct.de)

Redaktion: Robin Brand (rbr@ct.de), Sven Hansen (sha@ct.de), Steffen Herget (shh@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)

Redaktionsassistent: Susanne Cölle (suc@ct.de), Christopher Tränkmann (cht@ct.de)

Software-Entwicklung: Kai Wasserbäch (kaw@ct.de)

Technische Assistent: Ralf Schneider (Ltg, rs@ct.de), Hans-Jürgen Berndt (hjb@ct.de), Denis Fröhlich (dfr@ct.de), Christoph Hoppe (cho@ct.de), Stefan Labusga (sla@ct.de), Arne Mertins (ame@ct.de), Jens Nohl (jno@ct.de), Wolfram Tege (te@ct.de)

Dokumentation: Thomas Masur (tm@ct.de)

Verlagsbüro München: Hans-Pinsel-Str. 10b, 85540 Haar, Tel.: 0 89/42 71 86-0, Fax: 0 89/42 71 86-10

Ständige Mitarbeiter: Leo Becker (lbe@ct.de), Detlef Borchers, Herbert Braun (heb@ct.de), Tobias Engler, Monika Ermert, Stefan Krempel, Ben Schwan (bsc@ct.de), Christiane Schulzki-Haddouti

DTP-Produktion: Jürgen Gonnermann, Birgit Graff, Angela Hilberg, Martin Krefit, Jessica Nachtigall, Astrid Seifert, Dieter Wahner, Ulrike Weis

Junior Art Director: Martina Bruns

Fotografie: Andreas Wodrich, Melissa Ramson

Videoproduktion: Johannes Börnsen

Digitale Produktion: Melanie Becker, Kevin Harte, Martin Krefit, Pascal Wissner

Illustrationen

Jan Bintakies, Hannover, Rudolf A. Blaha, Frankfurt am Main, Thorsten Hübner, Berlin, Albert Hulm, Berlin, Sven Hauth, Schülpl, Thomas Kühlenbeck, Münster, Timo Lenzen, Berlin, Andreas Martini, Wettin, Henning Rathjen, Oberursel

Editorial: Hans-Jürgen „Mash“ Marhenke, Hannover, **Schlagseite:** Ritsch & Renn, Wien,

c't-Logo: Gerold Kalter, Rheine

c't-Krypto-Kampagne: Infos zur Krypto-Kampagne unter <https://ct.de/pgp>. Die Authentizität unserer Zertifizierungsschlüssel lässt sich mit den nachstehenden Fingerprints überprüfen:

Key-ID: 5C1C1DC5BEEDD33A

ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@heise.de>

D337 FCC6 7EB9 09EA D1FC 8065 5C1C 1DC5 BEED D33A

Key-ID: 2BAE3CF6DAFFB000

ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>

A3B5 24C2 01A0 D0F2 355E 5D1F 2BAE 3CF6 DAFF B000

Key-ID: DBD245FCB3B2A12C

ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>

19ED 6E14 58EB A451 C5E8 0871 DBD2 45FC B3B2 A12C

heise Investigativ: Über diesen sicheren Briefkasten können Sie uns anonym informieren.

Anonymer Briefkasten: <https://heise.de/investigativ>

via Tor: ayznmomewb2tjvfg7ym4t2726muprjvwckzx2vhf2hbarbbzdydm7oad.onion

Verlag

Heise Medien GmbH & Co. KG
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover
Telefon: 05 11/53 52-0
Telefax: 05 11/53 52-129
Internet: www.heise.de

Herausgeber: Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

Geschäftsführer: Ansgar Heise, Beate Gerold

Mitglieder der Geschäftsleitung: Jörg Mühle, Falko Ossmann

Anzeigenleitung: Michael Hanke (-167)

(verantwortlich für den Anzeigenteil),

www.heise.de/mediadaten/ct

Anzeigenpreise: Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 39 vom 1. Januar 2022.

Anzeigen-Auslandsvertretung (Asien): Media Gate Group Co., Ltd., 7F., No. 182, Section 4, Chengde Road, Shilin District, 11167 Taipei City, Taiwan, www.mediagate.com.tw

Tel.: +886-2-2882-5577, Fax: +886-2-2882-6000,

E-Mail: mei@mediagate.com.tw

Leiter Vertrieb und Marketing: André Lux (-299)

Werbeleitung: Julia Conrades (-156)

Service Sonderdrucke: Julia Conrades (-156)

Druck: Firmengruppe APPL, appl druck, Senefelderstr. 3-11, 86650 Wemding

Kundenkonto in der Schweiz: PostFinance, Bern, Kto.-Nr. 60-486910-4,

BIC: POFICHBEXXX, IBAN: CH73 0900 0000 6048 6910 4

Vertrieb Einzelverkauf:

DMV Der Medienvertrieb GmbH & Co. KG

Meißberg 1

20086 Hamburg

Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 1815

E-Mail: info@dermedienvertrieb.de

c't erscheint 14-täglich

Einzelpreis 5,90 €; Österreich 6,50 €; Schweiz 9,90 CHF; Belgien, Luxemburg 6,90 €;

Niederlande 7,20 €; Italien, Spanien 7,40 €, Dänemark 64,00 DKK

Abonnement-Preise: Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten: Inland 139,05 €,

Österreich 149,85 €, Europa 159,30 €, restl. Ausland 184,95 € (Schweiz 228,15 CHF);

ermäßigtes Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende (nur gegen Vorlage einer

entsprechenden Bescheinigung): Inland 79,65 €, Österreich 87,75 €, Europa 93,15 €,

restl. Ausland 108,00 € (Schweiz 133,65 CHF). c't-Plus-Abonnements (inkl. Zugriff auf

das c't-Artikel-Archiv sowie die App für Android und iOS) kosten pro Jahr 24,30 €

(Schweiz 29,70 CHF) Aufpreis. Ermäßigtes Abonnement für Mitglieder von AUGE,

bdbv 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 4/2022

Ab 29. Januar im Handel und auf ct.de



Smartphones: Gebrauchte ist nachhaltiger

Wiederaufbereitete Smartphones sind günstig, umweltfreundlich – und sofort lieferbar. Ehemalige High-End-Geräte arbeiten immer noch sehr flott und viele werden auch noch einige Jahre mit Updates versorgt. Wir testen Handys von professionellen Wiederaufbereitern und erklären, worauf man beim Kauf achten sollte.



Geschickt vernetzen

Endlich Gigabit-Glasfaser, aber das WLAN bremst Ihr schnelles Internet aus? Bevor Sie vergeblich mit Repeatern nach dem Problem werfen, prüfen Sie, ob nicht in den Wänden verborgene Schätze schnelles LAN möglich machen: Die TV-Verteilung oder ein Telefonkabel können mit Glück 1000 Mbit/s transportieren.

Das bringt 2022

Der Meeresspiegel steigt und die Chips sind alle. Die IT soll uns aus der Krise führen – rein ins Metaversum. Werden Historiker dereinst das Jahr 2022 als den Aufbruch in ein neues digitales Zeitalter markieren? Und wie stehen die Chancen, dass die Ampelregierung Deutschland zur technischen Pole-Position führt? Wir werfen einen Blick in die Kristallkugel.

Euro digital

Die europäische Zentralbank arbeitet am digitalen Euro. Erfahren Sie, welche Konzepte dahinter stehen, wie bequem und anonym man mit digitalem Zentralbankgeld bezahlen könnte und wie es sich von Stablecoins wie Metas Diem und Kryptowährungen wie Bitcoin unterscheidet.

Musik mischen in Dolby Atmos

Bislang war 3D-Musik in Dolby Atmos großen Musikstudios vorbehalten. Apples Musik-Software Logic Pro X erlaubt jetzt, Atmos-Musik auch mit Kopfhörern am Laptop zu mischen und über Streamingdienste von Amazon, Apple und Tidal zu verbreiten. Wir erklären, was beim Wechsel von Stereo zu Atmos wichtig ist und wie Musiker das neue Format optimal nutzen.

Noch mehr Heise-Know-how



c't Hardware-Guide jetzt im Handel und auf heise-shop.de



c't Fotografie 1/22 jetzt im Handel und auf heise-shop.de



MIT Technology Review 1/2022 jetzt im Handel und auf heise-shop.de

heise +

ct

iX

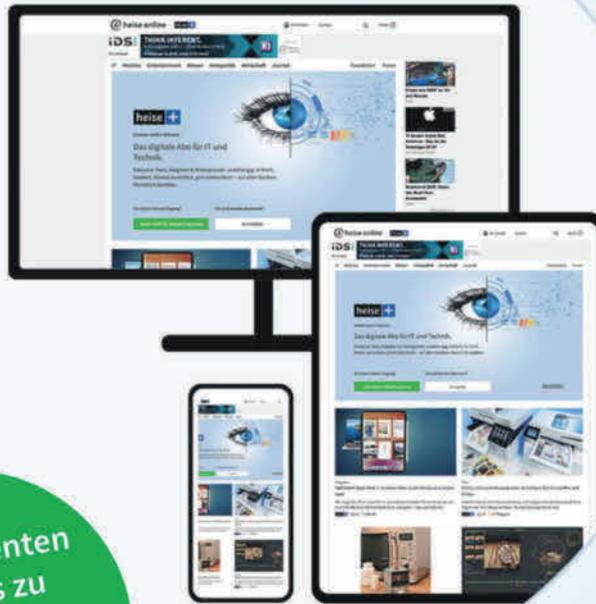
Mac&i

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

NEU Samsung Galaxy S21 FE mit 6 Freimonaten



GRATIS*
Buds2
UVP 149,- €



6 FREIMONATE

1&1 ALL-NET-FLAT

- ✓ **FLAT** Telefonie
- ✓ **FLAT** Internet
- ✓ **FLAT** EU-Ausland

ab **0,-** €/Monat*
6 Monate, danach 39,99 €/Monat.

inkl. Samsung S21 FE 5G*

Top Smartphone mit gratis Galaxy Buds2 in vier Farben!

Bei 1&1 gibt's das neue **Samsung Galaxy S21 FE 5G** für einmalig **0,- €**. Mit hochauflösender Triple-Kamera, brillantem Display, schnellem Prozessor und extrem starkem Akku erleben Sie viele Features des Galaxy S21 FE 5G, die begeistern! **Gratis dazu:** Bluetooth Kopfhörer **Galaxy Buds2** in vier Farben im Wert von 149,- €. Zusammen mit der millionenfach bewährten 1&1 All-Net-Flat telefonieren und surfen Sie nicht nur endlos, sondern sparen dazu bares Geld – **die ersten 6 Monate zahlen Sie 0,- €/Monat!***

Inklusive



Alt gegen Neu

1&1 zahlt Ihnen eine hohe Tauschprämie beim Kauf eines neuen Geräts.*



24 h Austausch-Service

Die clevere Alternative zur Geräte-Versicherung. Immer inklusive bei Handys, Tablets, Laptops.*



Sofort-Start

Heute bestellt, schon morgen telefonieren und surfen.



30 Tage testen

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



Priority-Hotline

1&1 ist rund um die Uhr persönlich für Sie da. Kein Sprach-computer.



1und1.de
02602/9696



*Das Samsung Galaxy S21 FE 5G für 0,- € einmalig, z.B. in Verbindung mit der 1&1 All-Net-Flat XS für 0,- €/Monat die ersten 6 Monate, danach 39,99 €/Monat. 1&1 All-Net-Flat XS mit 1 GB High-speed-Volumen pro Monat, danach unbegrenzt mit 64 kBit/s weitersurfen. Bereitstellungspreis 39,90 €. 24 Monate Vertragslaufzeit. Sonderkündigung im ersten Monat (30 Tage testen). 24 h Austausch-Service nur bei gleichzeitiger Vertragsverlängerung (24 Monate) sowie Rückgabe des defekten Geräts. Alt gegen Neu Prämie ist abhängig vom eingesendeten Gerät. Es gelten die jew. Servicebedingungen. Gratis Galaxy Buds2 bei Kauf eines neuen Galaxy S21 FE 5G bis zum 31.01.2022. Separate Registrierung erforderlich. Weitere Infos sowie Details zum Registrierungsprozess unter 1und1.de/teilnahmebedingungen. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Preise inkl. MwSt. 1&1 Telecom GmbH, 56403 Montabaur.