

ct magazin für computer technik

22.5.2021

12



Alexa & Co.
zum Anfassen

Sofort starten: Download-Infos im Heft

Desinfec't 2021

Viren jagen, Daten retten, Fernhilfe leisten

IM
TEST

- Günstige Leuchten für Videokonferenzen
- Schnelle externe SSDs mit 2 TByte
- Server: AMD Epyc gegen Intel Xeon
- Gaming-Phones von Asus und Lenovo
- LoRaWAN-Gateway im Langzeittest

Moderne CPUs, Chipsätze und Schnittstellen

Boards für Core i-11000

Besser scannen unter Linux

Die eSIM ersetzt die SIM-Karte

Kritik an Spahns Telematik-Plänen

Machine Learning auf Raspi-Cluster

EU nimmt China-Schnäppchen aufs Korn



€ 5,50

AT € 6,10 | LUX, BEL € 6,50

NL € 6,70 | IT, ES € 6,90

CHF 8.10 | DKK 60,00

Wandern, Radeln, Natur genießen

Clevere Apps für draußen

Pflanzen & Tiere bestimmen, WC-Finder, Navigation ...



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

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

Ihre Buddies in Mitteldeutschland
#NäherDran



Buddy-Beratung unter:
thomas-krenn.com/mitte

**THOMAS
KRENN®**



Schulpolitik: Das aufblasbare Klassenzimmer

„Kreativität entsteht nicht aus Überfluss, sondern aus Mangel.“ Diese Erkenntnis des TV-Philosophen Richard David Precht setzt die Bundesregierung derzeit nahezu mustergültig um. Während die Niederlande ihren Nachwuchs mit einem 8,5 Milliarden Euro teuren Corona-Bildungsprogramm verhätschelt, hält unser Kabinett die Kurzen an der kurzen Leine: Statt rund 3500 Euro pro Schüler genehmigt es gerade mal 183,49 Euro – insgesamt zwei Milliarden Euro für Nachhilfestunden und Lernmittel.

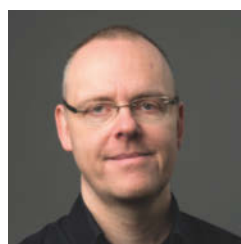
Das ist wahrscheinlich immer noch zu viel. Schließlich könnte man das Geld auch sinnvoller anlegen und zum Beispiel dem FC Bayern sowie Borussia Dortmund jeweils einen Kader fürs Champions-League-Finale spendieren. Denn wenn man den verwöhnten Bälgern zu viel Geld in die Hand gibt, wollen die ja eh alle nur iPads kaufen. Am Ende verklagt uns noch EU-Wettbewerbs-hüterin Margrethe Vestager wegen unlauterer Apple-Subventionen.

Statt das Geld für überteuerte Tablets und Multimedia-Lern-Apps zu verschleudern, lassen wir die Jugend besser mit billigen Raspis und Linux basteln. Den Corona-Schutz fürs Klassenzimmer können sie auch selbst bauen. Wie das geht, hat unlängst Google demonstriert: Wo die Mitarbeiter früher ins Bällebad gesprungen sind, blasen sie heute Wände aus Luftmatratzen auf.

Die kreativen Legehehnen des Weltkonzerns hocken dann separiert in kleinen Gummizellen vor ihren Laptops, wo sie „das nächste große Ding“ ausbrüten.

Das können unsere kleinen Racker sicher auch: Wenn Noah sein Planschbecken mitbringt, Kevin den Lüfter aus dem PC seines Vaters schraubt und Lina den Lüfter mit einem CO₂-Sensor auf ihrem Arduino koppelt, dann strömt der innovative Spirit eines Google-Campus auch durch die Gesamtschule von Wanne-Eickel.

Deshalb wünsche ich mir mehr Konsequenz: Um den „digitalen Standort Deutschland“ so richtig zu pushen und die nächste Generation „fit für den internationalen Wettbewerb“ zu machen, wie es sich die Groko auf die Fahnen geschrieben hat, sollte sie überall dort, wo sie Kreativität und Bildung fördern will, noch mehr den Rotstift ansetzen. Denn weniger ist mehr! Fragen Sie mal Herrn Precht.



Hartmut Gieselmann

Hartmut Gieselmann

Titelthemen

Desinfec't 2021

- 14 **Anti-Viren-System** für Laien und Profis
- 18 **Virenjagd** Desinfec't in der Praxis

Clever Apps für draußen

- 50 **Tagestouren** mit dem Smartphone organisieren
- 54 **Routenplanung** Apps als Navi und POI-Finder
- 58 **Gamification** Verführungen zum Rausgehen
- 62 **Schweizer Messer** Apps für alle (Not-)Fälle
- 64 **Naturkunde** Flora und Fauna entdecken

Boards für Core i-11000

- 88 **Serie-500-Boards** mit üppiger Ausstattung

Aktuell

- 12 **EU nimmt China-Schnäppchen aufs Korn**
- 24 **Sicherheitslücken** in Covid-Kontaktverfolgung
- 26 **Medizin-IT** Umstrittenes Pflegegesetz
- 27 **Mozilla-VPN** als finanzieller Rettungsanker
- 28 **Soziale Netze** Hype der Audio-Chats
- 29 **Windows schützen** Gruppenrichtlinien vom BSI
- 30 **Internet** IT-Sicherheitsgesetz
- 31 **Schul-IT** Wirbel in Baden-Württemberg
- 32 **Apple vs. Epic** Kampf den Provisionen
- 34 **Bit-Rauschen** 2-Nanometer-Chip, CPU-Lücke
- 35 **PayPal** 10 Euro Inaktivitätsgebühr
- 36 **Hardware** GeForce RTX 3060 mit Mining-Sperre
- 37 **Cloud** DSGVO-konform von Microsoft
- 38 **Visual Effects** Zuschauer zurück ins Kino!
- 40 **Server & Storage** Epyc- und Xeon-Server, Chia
- 41 **Forschung** Impfnachweis als QR-Code
- 42 **Netze** Fritzbox 7590 AX mit vier Streams
- 43 **MINT-Bildung** Deutschland unterdurchschnittlich
- 44 **Cloud-Software** Online-FiBu, ELO for DATEV
- 45 **Open Source** Streit um Linux-Kernel-Patches
- 46 **Web-Tipps** Schifffinder, Lofi, PowerShell

Test & Beratung

- 66 **(Micro)SD-Kartenleser** Workflow Station
- 66 **LGA1200-Prozessor** Intel Core i5-11400F
- 67 **Mesh-WLAN mit Wi-Fi 6** Amazon eero 6
- 68 **LoRaWAN-Gateway im Langzeittest**
- 70 **Bluetooth-In-Ears** Samsung Galaxy Buds Pro
- 71 **Kopfhörer mit ANC** Huawei Freebuds Studio
- 71 **In-Ear-Monitor** Sennheiser iE 300
- 72 **4K-Dashcam** Nextbase 622GW
- 74 **Videokonferenzkamera** Trust IRIS 4K
- 74 **Bildausschnittschwärzer** Obfuscate
- 76 **Smartphones** Samsung Galaxy A72 und A52 5G
- 78 **Gaming-Phones von Asus und Lenovo**
- 82 **Server: AMD Epyc gegen Intel Xeon**
- 94 **Alexa & Co. zum Anfassen**
- 100 **Schnelle externe SSDs mit 2 TByte**
- 106 **Günstige Leuchten für Videokonferenzen**
- 172 **Action-Kracher für die PS5** Returnal
- 180 **Bücher** Angular für Einsteiger, Datenschutz

14 Desinfec't 2021



Desinfec't 2021 enthält Virens Scanner von Avast, Eset, F-Secure und Sophos – inklusive einem Jahr kostenlose Signaturupdates. Neu dabei sind der Open-Threat- und der Thor-Scanner, um Windows noch intensiver zu untersuchen. Mit dem Live-System retten Sie Daten von verunfallten PCs.

Wissen

- 112 **Zahlen, Daten, Fakten** Beleuchtung
- 114 **Kritik an Spahns Telematik-Plänen**
- 118 **Die eSIM ersetzt die SIM-Karte**
- 122 **Android-Programmierung** Verschlüsselung
- 126 **Smart Home** Funkprotokoll Thread im Check
- 130 **Machine Learning auf Raspi-Cluster**
- 136 **Flash-Speicher** Grundlagen: Firmware
- 142 **APIs dokumentieren** mit OpenAPI
- 174 **Wettbewerb** Verstöße und Rechtsmissbrauch

Praxis

- 146 **Besser scannen unter Linux**
- 150 **Ethereum** Smart Contracts programmieren
- 156 **IT-Monitoring** Statusseiten mit cState generieren
- 160 **LoRaWAN** Reichweiten messen
- 166 **Infos organisieren** mit Notion

Immer in c't

- 3 **Standpunkt** Das aufblasbare Klassenzimmer
- 6 **Leserforum**
- 11 **Schlagseite**
- 48 **Vorsicht, Kunde** Rufnummernmitnahme bei 1&1
- 176 **Tipps & Tricks**
- 179 **FAQ** Videochat via TV
- 182 **Story** Das Rätsel der Qualia
- 191 **Stellenmarkt**
- 192 **Inserentenverzeichnis**
- 193 **Impressum**
- 194 **Vorschau 13/2021**

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

50 Clevere Apps für draußen



Tschüss Corona- und Frühjahrsmüdigkeit! Gehen Sie raus – zum Wandern, Radeln, Geocachen, Natur erkunden oder Fotografieren. Das Smartphone findet dabei viel mehr als nur den Weg.

88 Boards für Core i-11000



Mainboards mit Serie-500-Chipsatz für Intels aktuelle Rocket-Lake-Prozessoren bringen endlich PCI Express 4.0 und schnelles USB 3.2 Gen 2x2. Die umfangreichere Ausstattung macht die Boards aber nicht unbedingt sparsamer.

Wie passt das zusammen?

Standpunkt: NFTs, c't 21/2021, S. 3

Obwohl ich absolut kein Fachmann in Sachen Blockchain bin, kann ich mich mit diesem Standpunkt als umweltbewusster Bürger und Physiker absolut identifizieren, er spricht mir sozusagen aus der Seele. Auch den Hinweis auf die Bitcoin-Investition von Tesla („lässt mich vollends zweifeln“) kann ich voll und ganz unterschreiben, obwohl oder gerade weil ich Elektromobilitätsbefürworter und überzeugter Teslafahrer bin.

Dann blättere ich weiter und stolpere über den Artikel „Goldrausch“. Nachdem Grundlagen für den angehenden Krypto-Kleininvestor vermittelt wurden, folgt nun die Anleitung für den Möchtegern-Ethereum-Miner. Wie passt das zusammen? Stolz zeigen Sie da eine Wärmebildaufnahme einer sinnlos energieverwendenden Grafikkarte, geben Tipps zum Energiesparen (das ist schon fast zynisch) und geben dem Elektro-(Schrott-)Konsumenten gleich noch eine Liste der Mining-Performance verschiedener Grafikkarten an die Hand. Im Fazit stellen Sie die Stromkosten als eine Art Anschubinvestition dar, die sich mit etwas Glück dann mal rechnet.

Bernd Limburg, Astrid Schneider

Wir schreiben den Lesern nicht vor, wie sie zu denken haben, sondern vermitteln ihnen Wissen, anhand dessen sie sich eine Meinung bilden können. Dazu benennen und kommentieren wir den Energieverbrauch beim Mining. Und wir messen und erläutern, wie Mining funktioniert und was es kostet. Ob der Leser dann minen will oder nicht, überlassen wir ihm.

Fragen zu Artikeln

✉ Mail-Adresse des Redakteurs am Ende des Artikels

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

Umweltverbrecher

Titelthema Krypto-Hype, c't 11/2021, S. 18

In Ihrem Artikel „Krypto-Hype“ schreiben sie: „... Bitcoin-Mining-Chip-Hersteller Bitmain betreibt ... ein 25-Megawatt-Rechenzentrum zum Schürfen und nutzt die vorhandene Infrastruktur ... eines ehemaligen Aluminiumschmelzwerks.“ Da stellen sich mir alle ökologischen und grünen Nackenhaare senkrecht in die Luft. Da kann man nur hoffen, dass alle, die zu Bitcoin beitragen, ihr gesamtes, investiertes Kapital schnellstmöglich verlieren, damit der Wahnsinn ein Ende hat.

Mir war vorher schon klar, dass ich das ganze Gerödel mit den Krypto-Währungen nicht verstehe. Ihr Artikel hat mir klar gemacht, dass ich es gar nicht verstehen will und dass ich jeden, der Krypto-Währungen benutzt, als Umweltverbrecher betrachten muss. Danke für diese Erkenntnis. Nicht nur deshalb werde ich die Finger davon lassen.

Albrecht Dietrich

Geschlossene Börse

Es ist wichtig, auf die Risiken hinzuweisen. In einem aktuellen Proof-of-Concept kann ich diese durchaus bestätigen, im speziellen Fall bei Bitwala. Nach einer Ethereum-Wallet-Wiederherstellung mittels Seed-Abfrage aufgrund eines Smartphone-Wechsels sah zunächst alles ganz gut aus, inklusive Erfolgsmeldung. Seitdem sind jedoch keine Transfers der Coins mehr möglich. Die Fehlermeldung ist nichtssagend und weist auf ein „internal Server Problem“ hin. Der Support des Anbieters schweigt sich seit zwei Wochen aus, löblich nur das Marketing das via Twitter versprach sich des Falls anzunehmen. Allein, still ruht die See.

Ingo Harpel

Tischaufsatz im Selbstbau

Höhenverstellbare Tischaufsätze für ergonomisches Arbeiten, c't 11/2021, S. 100

Zu den Tischaufsätzen hätte ich noch eine Alternative. In der Not habe ich mit vorhandenen Materialien einen Tischaufsatz zusammengestellt. Es war noch eine passende Holzkiste und eine Holzplatte im

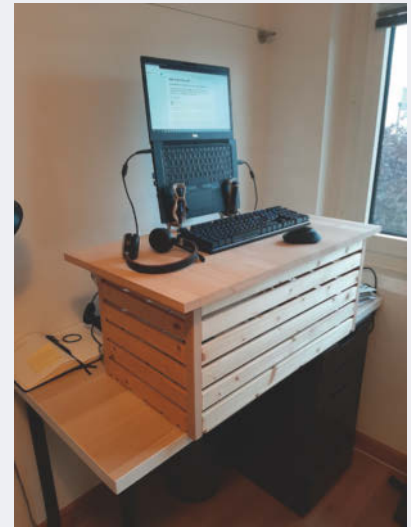


Bild: Reto Probst

Selbstbau: Ein stabiler Tischaufsatz aus einer Holzkiste, einer Platte, zwei Schraubzwingen und etwas Frotteetuch erlaubt das Arbeiten im Stehen.

Keller. Der Halter für den Laptop besteht aus zwei Schraubzwingen und etwas Frotteetuch. Damit steht der Laptop stabil und es bleibt genügend Platz zum Arbeiten. Natürlich braucht es dazu noch eine USB-Tastatur und -Maus. Die Höhe passt perfekt zu meinen Anforderungen.

Reto Probst

Schmale Spuren

AVM Fritz-Repeater 6000 mit Wi-Fi 6, c't 11/2021, S. 82

Ich betreibe mehrere Notebooks mit der WLAN-Karte Killer Network 1650AX und einen neuen Fritz-Repeater 6000, den Sie getestet haben. Mit dem 6000er verbinden sich die Notebooks aber nur mit 1200 MBit/s statt wie vorher beim 3000er-Repeater mit 1733 MBit/s. Im Test haben Sie solche Probleme nicht erwähnt, oder habe ich etwas komplett falsch verstanden?

Stefan Errico

Der Fritz-Repeater 6000 erreicht seine maximale Linkrate von 2400 MBit/s brutto erst mit vier MIMO-Streams, also beispiels-

bluechip

CREATING COMPUTERS.

bluechip SERVERline

HOCHWERTIG. SKALIERBAR. LEISTUNGSSTARK.

bluechip@
WBSC#WEBDAY

17. Juni 2021
Windows Server 2022

ANMELDUNG



36
MONATE
GARANTIE

BTO
BUILD TO
ORDER
KONFIGURIEREN

Überzeugende Performance,
für anspruchsvolle Umgebungen

bluechip SERVERline R52208i

- + 2 HE Rack mit 1300 Watt, 80Plus Titanium
- + Intel® Xeon® Bronze 3204 Prozessor (max. 2x Sockel)
- + 16 GB DDR4 ECC reg. Speicher (bis auf 3 TB aufrüstbar)
- + 2x 240 GB SSD Intel D3-S4510 Datacenter
- + RAID onboard, Hardware-RAID optional
- + 2 x 10 Gigabit Ethernet onboard
- + Remotemanagement mit KVM und Netzwerkport
- + bluechip empfiehlt Windows Server 2019



- + Serversystem mit skalierbaren Intel® Xeon® Prozessoren und Multi-Core-Technologie
- + Garantieverlängerung auf 48/60 Monate und Vor-Ort-Service 36/48/60 Monate (bis zu 4h/7 Tage) optional möglich
- + bis zu 16x SAS/SATA/NVMe 2,5" Hot Swap Erweiterung für Festplatten

weise im Zusammenspiel mit einem Vier-Stream-Router wie der kommenden Fritzbox 7590 AX (siehe S. 42). Weil die Notebook-Karte nur über zwei Streams funkt, stellen sich damit höchstens 1200 MBit/s ein. Anders als der 3000er beherrscht der 6000er keinen Betrieb mit einem 160 MHz breiten Funkkanal im 5-GHz-Bereich, der die Linkrate bei hinreichend freiem Spektrum verdoppeln könnte.

Abbruch beim Sichern

c't-WIMage erstellt Windows-Backups, c't 10/2021, S. 18

Ich habe eine relativ große Systempartition (250 GByte) mit dem aktuellen c't-WIMage auf eine externe 2,5"-HD sichern wollen. Bei vier Versuchen gab es nach Stunden jeweils ein plötzliches Ende. In dism.log fand ich den Eintrag: „[6032] [0x80070015] ReadWriteDataInternal: (363): Das Gerät ist nicht bereit.“

In den Windows-Energiesparoptionen war das Sparen ausgeschaltet, das USB-Kabel hatte ich auch schon erfolglos ausgetauscht. Erst das Deaktivieren der Option „Computer kann das Gerät ausschalten, um Energie zu sparen“ in der Energieverwaltung des HD-USB-Controllers „USB-Massenspeichergerät“ im Geräte-Manager hat Erfolg gebracht: c't-WIMage lief dann tadellos durch.

Wolfgang Kilian ✓

Für Blinde bedienbar

Ihr Skript ist wunderbar für Blinde bedienbar. Wir haben oft das Problem, dass die Backup-Programme nicht bedienbar sind. Ihr Skript ist dagegen eine Offenbarung. Mit Ihrem Skript kann ich selbst bei einem Totalcrash mithilfe des Narrators das System wiederherstellen.

Burkhard Hams ✓

Execution Policy lockern

PowerShell-Skripte als Batch verpacken, c't 11/2021, S. 152

Ich habe ein Skript mit Ihrem in ein Batch-File konvertiert. Dazu musste ich erst einmal die ExecutionPolicy umstellen, die von Haus aus für alle Scopes auf Undefined stand, und das unterband das Ausführen Ihres Skripts. Sie sind wahrscheinlich

davon ausgegangen, dass Leute, die mit Skripts arbeiten, diese Umstellung längst erledigt haben.

Hajo Reißmann ✓

Ja, wir hatten tatsächlich angenommen, dass jemand, der regelmäßig PowerShell-Skripte schreibt, irgendwann so genervt ist, dass er auf seiner eigenen Maschine die Execution Policy lockert.

Bedauerliche Abschaltung

Interview: Hinter den Kulissen der Schulnetzwerke, c't 10/2021, S. 118

Während ich Ihren Artikel lese, erhalte ich vom BelWü die E-Mail, dass es die Unterstützung für Schulen mittelfristig einstellt. Das Hosting von Webauftritten wird ab sofort nicht mehr von BelWü angeboten. Dies betrifft Homepage, Wiki, Foren, NextCloud und eigene selbstverwaltete Moodle-Auftritte. Die bestehenden Auftritte werden in monatlichen Zeitfenstern zwischen 1. Oktober 2021 und 28. Februar 2023 eingestellt.

Der Dienst „E-Mail“ und die Lernplattform „Moodle“ bleiben vorerst unverändert bestehen. Mittelfristig sollen diese von einem anderen zentralen Dienstleister übernommen werden (ab 2023). Diese Entscheidung finde ich persönlich bedauerlich, denn im Moment läuft der Fernunterricht über Moodle ganz gut.

Name ist der Redaktion bekannt ✓

Ergänzungen & Berichtigungen

Punkt-zu-Punkt statt Bus

SPE: Ethernet über zwei Drähte im Praxis-Check, c't 5/2021, S. 136

In der Tabelle ist für die SPE-Variante 10BASE-T1L die Bus-Topologie genannt, richtig ist: T1L läuft als Punkt-zu-Punkt-Verbindung.

c't-WIMage und die Geschwindigkeit

FAQ: Sichern mit c't WIMage, c't 10/2021, S. 178

In der FAQ haben wir im Abschnitt „Tempo“ erklärt, warum das Sichern von Windows-Installationen mit c't-WIMage je nach Datenmenge und Hardware mitunter sehr lange dauern kann und wie Sie das Tempo erhöhen können. Nicht erwähnt haben wir, dass auch die Schreib-

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>

geschwindigkeit des USB-Laufwerks eine sehr wichtige Rolle spielt.

Gerade bei USB-Sticks kann Schreibgeschwindigkeit besonders niedrig sein. Wenn Sie nur Windows 10 ab Version 1703 sichern wollen, geht das rein technisch auch mit USB-Sticks, das Verwenden einer USB-Festplatte und erst recht einer USB-SSD beschleunigt das Sichern jedoch enorm. Schließen Sie das Laufwerk wenn möglich zum Sichern nicht per USB 2 (üblicherweise schwarze Buchse), sondern USB 3 an (blaue Buchse). Haben Sie mehrere Laufwerke zur Auswahl, verwenden Sie das schnellste.

Tempo von USB-Laufwerken messen:
ct.de/ypz3

Transaktionen im Bitcoin-System

Bitcoin, Ethereum & Co: Was Sie über Kryptowährungen wissen müssen, c't 11/2021, S. 18

Im Text steht, dass das Bitcoin-System „höchstens etwa 2000 Transaktionen pro Sekunde“ verarbeitet. Es sind aber rund 2000 Transaktionen pro Block und ein solcher entsteht ungefähr alle 10 Minuten. Pro Sekunde schafft Bitcoin folglich nur drei bis vier Transaktionen.

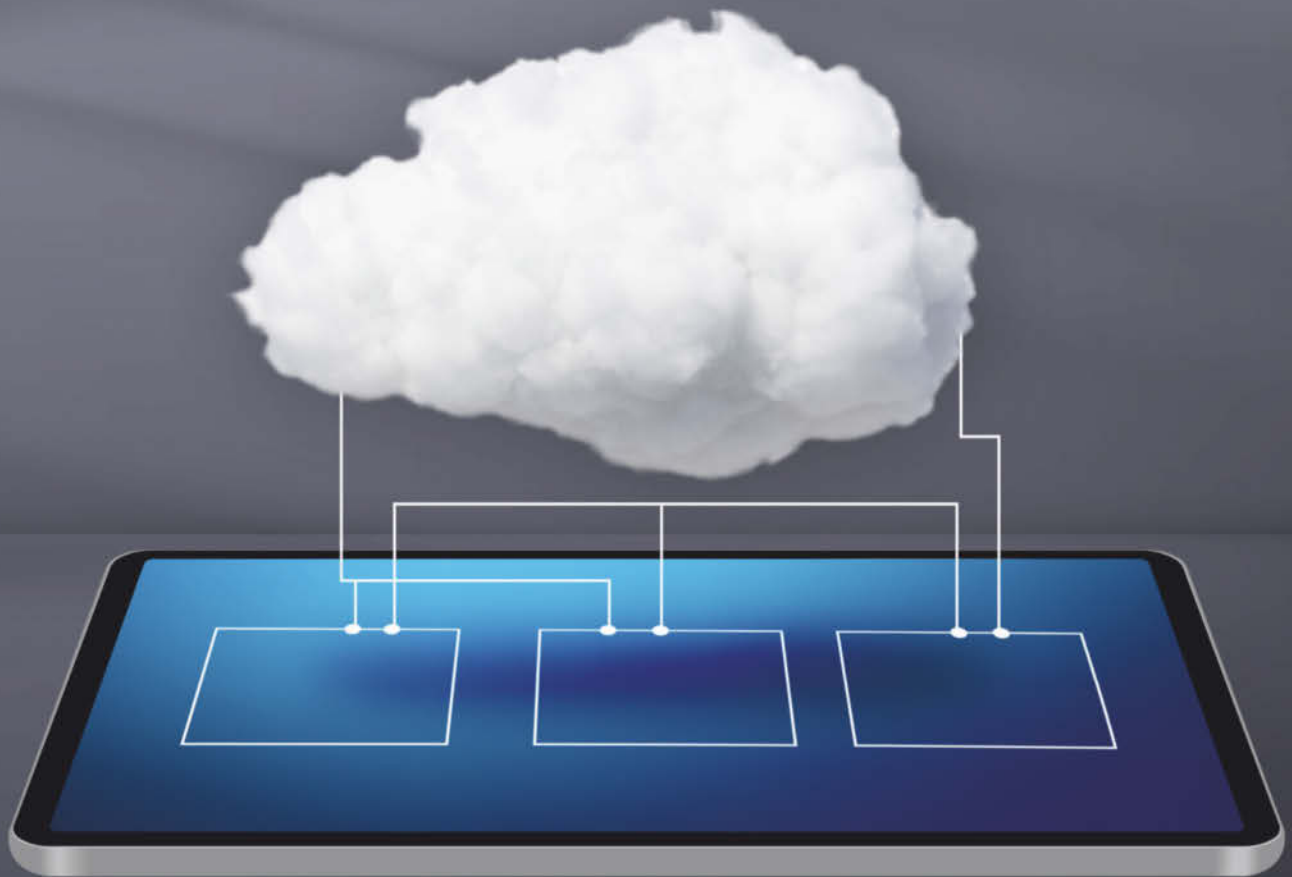
Alternative zu Bitwala

Praxistipps zu Börsen und Wallets für Kryptowährungen, c't 11/2021, S. 26

Die BisonApp der Börse Stuttgart bietet in den Einstellungen die Möglichkeit, Kryptowährungen auf eigene Wallets zu übertragen und so selbst aufzubewahren. Sie ist damit eine Alternative zum Angebot von Bitwala.

Cloud-Design war noch nie so einfach

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



Die europäische Cloud-Alternative.

✓ Perfomant ✓ Sicher ✓ Einfach ✓ Fair ✓ Kundenorientiert

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

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

cloud.ionos.de

IONOS by 1&1

WISSEN SCHÜTZT

Praxiswissen für die
Security-Achterbahn 2021

Online-Konferenz

10. Juni / 9. September 2021

Auszug aus dem Programm:

- Die IT-Security-Lage – aktuelle Gefahren, neue Trends, darauf sollten Sie sich vorbereiten
Jürgen Schmidt
- Vorbereitung ist alles - der richtige Umgang mit Datenschutzvorfällen
Joerg Heidrich, Christoph Wegener
- Cyber! Versicherung! Will ich das wirklich haben?
Linus Neumann

Podiumsdiskussion:

Der Emotet-Takedown – was darf der Staat?

JETZT ANMELDEN

Finden Sie alle weiteren Informationen unter:
www.heisec.de/tour



**JETZT TICKET
BUCHEN!**

Organisiert von:

 heise Events



Weitere Schlagseiten auf ct.de/schlagseite

Ende der China-Schnäppchen?

Die EU verschärft die Regeln im internationalen Online-Handel

Ab Juli gelten neue Regeln für den Online-Einkauf in Nicht-EU-Ländern: Der Großteil der China-Päckchen wird steuerpflichtig und die Händler müssen europäische Vertreter benennen. Für die Kunden wird es deshalb spürbar teurer – Verbraucherschützer fordern allerdings noch strengere Regeln.

Von Christian Wölbert

Auf Amazons Online-Marktplätzen in Spanien, Frankreich und Italien ist es schon so weit: Dort stellen Händler mit Sitz in China bereits mehr als die Hälfte der 10.000 größten Verkäufer, wie aus Daten der New Yorker Marktforschungsfirma Marketplace Pulse hervorgeht. Aber auch auf Amazon.de dürften die chinesischen Händler bald die Mehrheit stellen. Ihr Anteil liegt laut den Daten aktuell bei 40 Prozent – 2016 waren es erst 10 Prozent.

Ein Grund für den Durchmarsch der chinesischen Händler ist die Tatsache, dass sie über Plattformen wie Amazon oder AliExpress europäische Kunden direkt beliefern, ohne Zwischenhändler, die mitverdienen wollen. Allerdings sind viele Anbieter auch deshalb so günstig, weil sie bei der Steuer tricksen und die Produktsicherheit vernachlässigen, wie Stichproben – auch von c't – in den vergangenen Jahren immer wieder gezeigt haben.

Eine der jüngeren Untersuchungen stammt von der dänischen Handelskammer. Diese bestellte im vergangenen Jahr über Amazon, AliExpress und Wish 54 Produkte in China – vor allem Spielzeug und Elektronik. Von den 50 Produkten, die tatsächlich in Dänemark ankamen, verstießen 46 gegen EU-Sicherheitsregeln. In 16 Fällen wäre eigentlich Einfuhrumsatzsteuer fällig gewesen, sie wurde aber in keinem einzigen Fall gezahlt, weil

die Verkäufer bei der Angabe des Warenwerts gemogelt hatten (siehe ct.de/ya9h).

Sieben Milliarden Euro Mehreinnahmen?

Mit dem unfairen Wettbewerb soll bald Schluss sein: Anfang Juli treten neue EU-Steuerregeln für Bestellungen bei außereuropäischen Online-Händlern in Kraft. Wichtigste Änderung ist der Wegfall der bisherigen Freigrenze von 22 Euro für Direktimporte. Dadurch wird auf alle Päckchen 19 Prozent Einfuhrumsatzsteuer fällig. Weil Abgaben unterhalb von 1 Euro nicht erhoben werden, liegt die neue Freigrenze faktisch bei 5,23 Euro. Außerdem müssen die Händler künftig für alle Sendungen eine Zollerklärung ausfüllen.

Die EU-Kommission verspricht sich viel von den Maßnahmen. Die Steuerreform schaffe „einen fairen Wettbewerb zwischen europäischen und ausländischen E-Commerce-Marktteilnehmern“, schreibt die Brüsseler Behörde in einer Broschüre. Sie rechnet mit zusätzlichen Steuereinnahmen in Höhe von sieben Milliarden Euro pro Jahr.

Anders formuliert: Für Verbraucher wird das China-Shopping in vielen Fällen um die 19 Prozent Steuer teurer. Je nach Vorgehen des Händlers müssen die Empfänger außerdem noch eine Bearbeitungsgebühr des Postdienstleisters zahlen. Da lohnt sich die Bestellung von Kleinkram wie Ladegeräten oder Bastelplatten in China kaum noch (siehe Kasten).

All das gilt nur, wenn das Päckchen direkt aus China kommt. Das ist vor allem

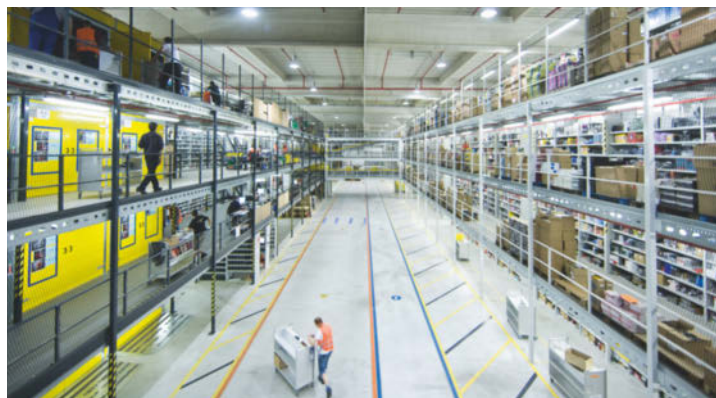
bei Ultrabillig-Plattformen wie AliExpress oder Wish der Fall. Auf Amazon.de findet man auch viele chinesische Anbieter, die ihre Ware paletten- oder containerweise nach Europa schaffen und bei Amazon in Europa zwischenlagern.

Schlupflöcher für Steuerhinterziehung bleiben in beiden Fällen offen. Sowohl bei Kleinsendungen als auch beim Containerexport können Händler durch die Angabe falscher Warenwerte die Steuerlast reduzieren. Und bei den Kleinsendungen bleibt die Chance, weiterhin komplett steuerfrei durchzukommen – wenn ein Warenwert von 5,23 Euro oder weniger angegeben wird.

Eine Million Päckchen am Tag

Stichproben wie die der dänischen Handelskammer lassen erwarten, dass die Verkäufer auch nach Juli weiter tricksen. Denn ein Problem bleibt unverändert: Der Zoll kann angesichts der gigantischen Mengen nur einen Bruchteil der Sendungen kontrollieren. Allein am Flughafen Lüttich kamen 2019 rund 350 Millionen Päckchen an, also etwa eine Million pro Tag. In der belgischen Stadt baut Alibaba einen Brückenkopf auf, der Großteil der AliExpress-Päckchen kommt hier an.

Experten erwarten dennoch spürbare Auswirkungen der neuen Steuerregeln. „Bei extrem billigen Produkten wird sich der Einkauf in China weniger lohnen“, sagt Linn Selle, Expertin für Online-Handel beim Bundesverband der Verbraucherzentralen. Das liege nicht nur am Wegfall der



Amazon-Logistikzentrum in Leipzig: Die neue Marktüberwachungsverordnung der EU trifft auch den Versandriesen.

22-Euro-Grenze, sondern auch an der Pflicht, eine Zolldeklaration abzugeben. „Das bedeutet für die Händler zusätzlichen Aufwand und vereinfacht Zollkontrollen“, erklärt sie im Gespräch mit c't.

Ähnliche Erwartungen hat die Deutsche Post: „Wir gehen tendenziell von einem Rückgang der Menge im Bereich Kleinstsendungen aus, zum Beispiel Handyhüllen“, sagte ein Sprecher auf Anfrage. Große Versender könnten deshalb verstärkt Lager in der EU einrichten und die Produkte containerweise in die EU importieren.

Außer dem Wegfall der 22-Euro-Regel erschwert ein im Weltpostverein ausgehandelter Vertrag das Geschäft der Direktversender: Seit 2020 dürfen Postdienstleister in Industrieländern ihre Transportentgelte für Päckchen aus China schrittweise anheben.

Amazon als Vertreter in der EU

Eine weitere Neuerung trifft Direktversender und Händler mit EU-Zwischenlager gleichermaßen. Am 16. Juli, nur zwei Wochen nach der Steuerreform, tritt eine neue EU-Marktüberwachungsverordnung in Kraft. Sie zwingt alle außereuropäischen Anbieter, eine „verantwortliche Person“ innerhalb der EU zu benennen und deren Namen und Anschrift auf ihren Produkten oder der Verpackung zu nennen.

Allzu hoch ist die Hürde für Händler nicht: Sie können zwischen zahlreichen Dienstleistern wählen, die sich als „verantwortliche Person“ bereitstellen. Amazon bietet seinen Händlern ebenfalls einen solchen Service an, gegen eine Pauschale von gerade mal 25 Euro pro Monat. Denn auch der Aufwand für die Vertreter ist überschaubar. Sie müssen lediglich Anfragen von Marktüberwachern beantworten und Konformitätsdokumente bereithalten. Dabei handelt es sich in der Regel nur um Papiere, in denen der Hersteller sich selbst bescheinigt, dass das Produkt alle EU-Regeln einhält. Ein Widerrufsrecht nach EU-Standard besteht hierdurch für die Kundschaft nicht.

Verbraucherschützerin Selle glaubt deshalb nicht, dass die Verordnung dazu führt, dass Chinaprodukte plötzlich sicherer werden. „Wir sind zum jetzigen Zeitpunkt eher skeptisch“, sagt sie. Denn Händler, die sich nicht an die Regeln halten und außerhalb der EU sitzen, können weiterhin nicht bestraft werden. Auch die „verantwortlichen Personen“ müssen

nicht für Schäden durch die Produkte haften.

Aus Selles Sicht ist die Verordnung trotzdem „ein guter erster Schritt“. Denn das Gesetz nimmt erstmals explizit „Fulfillment-Dienstleister“ wie Amazon in die Pflicht. Sie müssen die Rolle als Vertreter künftig automatisch übernehmen, wenn Händler ansonsten niemanden beauftragen. Händler, die keinen Vertreter benennen, dürften deshalb zumindest mit Amazon schnell Ärger bekommen. Produkte von Händlern, die sich nicht an die Regeln halten, könnten ab dem 16. Juli „entfernt werden“, erklärte ein Sprecher des Konzerns auf Anfrage.

Den Plattform-Hebel sollte die EU-Kommission noch stärker nutzen, fordert Selle: Neben Fulfillment-Dienstleistern müssten künftig auch reine Online-Plattformen wie Wish oder Ebay herangezogen werden, „wenn man sonst keinen Ansprechpartner in der EU hat“. Darüber hinaus verlangt der VZBV, dass die Plattformen haften müssen, wenn unsichere Produkte tatsächlich einmal einen Schaden verursachen und ansonsten niemand greifbar ist. Selle ist davon überzeugt, dass die Plattformen dann die Händler strenger kontrollieren und die Produkte tatsächlich sicherer werden. „Es muss sich etwas an der Wurzel ändern, und das sind die Plattformen.“



Bild: Gert Baumbach, vzbv.de

Linn Selle vom Bundesverband der Verbraucherzentralen fordert die Politik auf, Online-Plattformen auch für Schäden durch gefährliche Produkte haftbar zu machen – wenn sonst niemand in der EU verantwortlich gemacht werden kann.

Dass der Umweg über die Plattformen sich lohnt, zeigt auch eine Maßnahme der Bundesregierung. Sie hatte 2019 festgelegt, dass Amazon & Co. für Steuerausfälle haften müssen, wenn sie ausländische Händler ohne gültige Steuernummer zulassen. Seitdem melden sich wöchentlich rund 1000 neue Online-Händler aus China bei dem für sie zuständigen Finanzamt Berlin-Neukölln an. Ende 2020 waren fast 50.000 Händler dort registriert – 2017 waren es erst 432. (cwo@ct.de) **ct**

Studie der dänischen Handelskammer: ct.de/ya9h

23,85 statt 15 Euro: Was die neuen Regeln für Verbraucher bedeuten

Der Wegfall der 22-Euro-Freigrenze am 1. Juli betrifft alle Online-Einkäufe, die direkt aus Nicht-EU-Ländern wie China, den USA oder Großbritannien verschickt werden. Wer zum Beispiel über Ebay oder AliExpress in China eine Powerbank für 15 Euro bestellt, zahlt darauf künftig 19 Prozent Einfuhrumsatzsteuer – also 2,85 Euro. Maßgeblich für die Steuer ist der Rechnungsbetrag inklusive eventueller Portokosten.

Im Normalfall zahlt die Deutsche Post diesen Betrag bei der Einfuhr der Sendung an den Zoll und holt ihn sich später bei der Übergabe der Sendung vom Empfänger zurück – an der Haustür oder in der Postfiliale. Für diesen Service verlangt die Post eine zusätzliche „Auslagenpauschale“ in Höhe von 6 Euro. Für die Powerbank, die man aktuell noch für 15

Euro aus China bekommt, zahlt man ab Juli deshalb insgesamt 23,85 Euro.

Nach und nach dürften immer mehr Händler auf ein neues Verfahren umsteigen, bei dem keine Auslagenpauschale anfällt. Verkäufer, die sich in einem EU-Land für den sogenannten Import One Stop Shop (IOSS) registrieren und monatliche Steuererklärungen abgeben, dürfen die Einfuhrumsatzsteuer direkt von ihren europäischen Kunden erheben. Ihre Warensendungen werden dann vom Zoll durchgewunken, wenn der deklarierte Wert 150 Euro nicht übersteigt. Für die beispielhafte Powerbank zahlt man in diesem Fall 17,85 Euro.

Liegt der Rechnungsbetrag unter 5,24 Euro, bleibt die Sendung auch nach dem 1. Juli steuerfrei, denn Abgaben unterhalb von 1 Euro werden nicht erhoben.

Desinfec't 2021

Wie das Anti-Viren-System Ihrem Windows-PC hilft



Das kann Desinfec't 2021 Seite 14
Windows-Trojaner wegputzen Seite 18

Mit Desinfec't radieren selbst Laien Trojaner aus und bringen wichtige Dateien von Windows-PCs in Sicherheit. Das Sicherheitstool startet direkt von einem USB-Stick und erlaubt ein Jahr lang kostenlose Viren-Signaturupdates.

Von Dennis Schirmacher

Als Familien-Admin ist das Leben manchmal nicht leicht: Als neulich am frühen Abend das Telefon klingelte und meine Mutter sagte, dass irgendwas mit ihrem Laptop nicht stimmt, ahnte ich bereits Böses. „Da kamen so Meldungen, dass irgendein Trojaner oder so gefunden wurde. Das habe ich nicht verstanden und die Fenster einfach weggeklickt. Jetzt tauchen aber überall so komische Fenster mit Werbung für Erwachsene auf. Kannst du das reparieren?“ Nach einem Facepalm atme ich erst mal tief durch und sage: „Ja, kann ich. Aber wenn das nächste Mal solche Warnmeldungen auftauchen, nimm die bitte ernst und lies sie genau durch, bevor du sie vorschnell wegklickst. Jetzt lass Windows erst mal aus und starte den Desinfec't-Stick, wie ich es dir mal erklärt habe.“ Wenige Minuten später übernehme ich über die Fernwartungssoftware Teamviewer die Kontrolle über den Problem-PC und erfülle gefühlt zum hundertsten Mal meine Rolle als Familien-Admin.

Das kann Desinfec't

Sie kennen Desinfec't bereits? Dann verschwenden Sie keine Zeit und springen direkt zum nächsten Artikel, der die Nutzung des Systems für Einsteiger und Profis erklärt. Desinfec't 2021 richtet sich an Windows-Nutzer und kann Computer von Trojanern befreien. Dafür bringt das langjährig bewährte Sicherheitstool der c't-Redaktion vier Virens Scanner von Avast, Eset, F-Secure und Sophos mit. Damit die Scanner auch für aktuelle Schädlinge gewappnet sind, gibt es ein Jahr lang kostenlose Signaturupdates. Für Profis bringt es noch den Open-Threat-Scanner und – neu in der 2021er-Version – das Threat-Hunting-Werkzeug Thor-Scanner mit, um

Computer noch tiefergehender zu untersuchen.

Der Clou an Desinfec't ist, dass es keine Anwendung ist, die unter Windows läuft. Es bringt ein eigenes Live-Betriebssystem auf Linux-Basis mit, das Sie statt Windows direkt von einem USB-Stick starten. Das hat den großen Vorteil, dass Sie ein möglicherweise verseuchtes Windows nicht starten müssen, um es zu untersuchen. Das ist wichtig, da ein Trojaner in einem inaktiven Windows keinen weiteren Schaden mehr anrichten kann. So schauen Sie mit dem Notfallsystem gewissermaßen aus sicherer Entfernung auf das womöglich verseuchte System. Bei der Virensuche müssen Sie keine Angst vor einer erneuten Trojaner-Infektion haben: Da Desinfec't auf Linux basiert, können Windows-Viren dem System nichts anhaben.

Virenjagd für jedermann

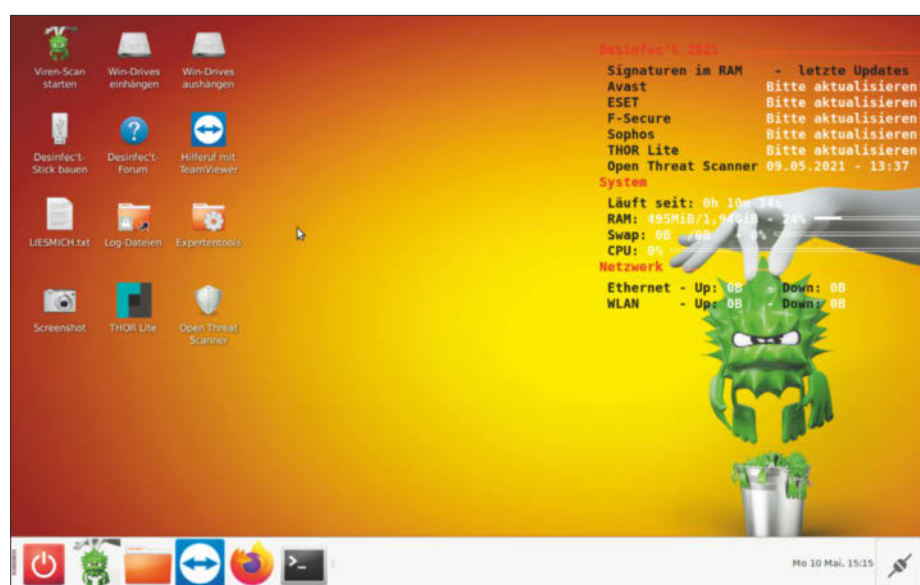
Live-System? Linux? Ich verstehe nur Bahnhof. Keine Angst: Von der Oberfläche orientiert sich das Sicherheitstool an Windows und dank verständlich beschrifteter Icons sollten selbst Computer-Laien einen Scan starten können. Wir haben bewusst viele Einstellungsmöglichkeiten und Linux-Funktionen herausgeworfen beziehungsweise versteckt, damit nichts vom eigentlichen Einsatzzweck von Desinfec't ablenkt.

Wer trotzdem überfordert ist, startet einfach den Easy-Scan-Modus. Hier ist die Oberfläche noch weiter heruntergebrochen und das System startet automatisch mit der Trojanerjagd. Dabei schaut sich der Scanner von Eset auf der Windows-Festplatte um.

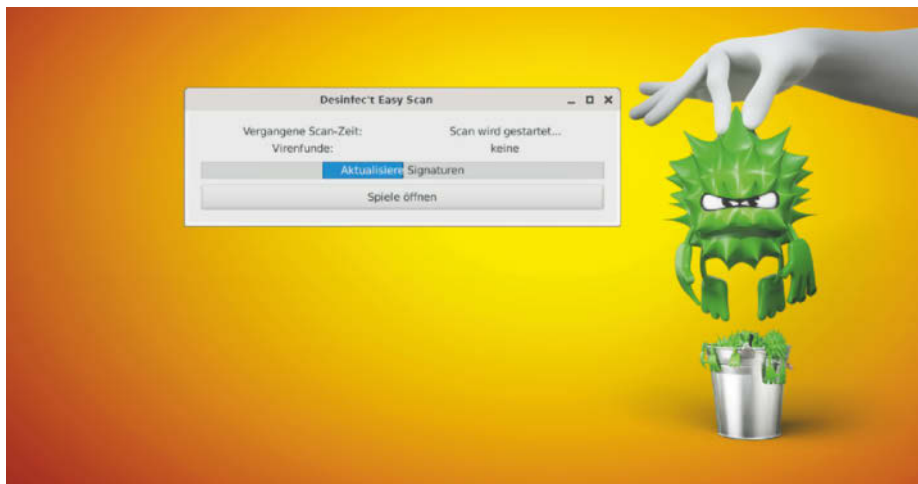
Doch auch im ausgewachsenen Desinfec't gibt es Hilfestellungen. So kann sich beispielsweise der Familien-Admin über die integrierte Fernwartungssoftware Teamviewer-Software über das Internet auf Problem-PCs umschaun und einen Scan starten.

Voraussetzungen

Um Desinfec't auf einem USB-Stick zu installieren, benötigen Sie ein Exemplar mit mindestens 16 GByte Speicherplatz. Einen Stick erstellen Sie beispielsweise mit unserem Installer direkt unter Windows. Im Anschluss müssen Sie in den Bootoptionen Ihres Computers lediglich den Stick als Startmedium auswählen (siehe Kasten auf S. 20). Das Sicherheitstool läuft auch von einer DVD. Dafür brennen Sie das ISO-Image mit einem Laufwerk auf einen



Dank aussagekräftiger Icons und verständlichen Menüs gehen selbst Computer-Neulinge mit Desinfec't auf Trojanerjagd.



Wer direkt loslegen will, wählt im Bootmenü den Easy Scan aus. Dieser startet direkt den Viren-Scanner von Avast, der die Windows-Installation untersucht.

Dual-Layer-DVD-Rohling. Diese Betriebsart ist aber aus mehreren Gründen nicht zu empfehlen: Das System läuft davon wesentlich langsamer und es stockt öfter. Außerdem merkt es sich keine Daten. So müssen Sie etwa die Virensignaturen nach jedem Neustart erneut aktualisieren und Sie können keine Daten von verunfallten PCs in Sicherheit bringen. Von einem USB-Stick gestartet, merkt es sich die Signaturen und kopierten Dateien.

Damit das System läuft, benötigt Ihr Computer mindestens 8 GByte RAM. Im folgenden Artikel finden Sie Tipps und Tricks, wenn Desinfec't nicht startet. In der Redaktion haben wir das System auf vielen älteren, aber auch auf aktuellen Computern erfolgreich getestet. Wir können aber nicht garantieren, dass es mit allen möglichen Hardwarekonfigurationen harmonisiert. Gegebenenfalls startet es also auf manchen Computern unter Umständen gar nicht.

Trojaner ausfindig machen

Wenn Sie den Verdacht haben, dass Windows infiziert ist, genügt es für einen ersten Überblick, nur den vorausgewählten Scanner von Avast von der Leine zu lassen. Bei Bedarf können Sie im Scan-Assistenten aber auch alle Scanner auf die Jagd schicken. Standardmäßig prüfen die Scanner die gesamte Windows-Festplatte. Je nach Datenmenge und Leistungsfähigkeit Ihrer Hardware kann das eine ganze Nacht und länger dauern.

Bevor der Scan startet, aktualisiert Desinfec't mit einer aktiven Internetverbindung automatisch die Virensignaturen. Den Kontakt zum Internet stellen Sie per

WLAN oder Kabel her. Trotz regelmäßiger Updates kann es vorkommen, dass ein Schädling so neu ist, dass es noch gar keine Signaturen gibt. Es gibt also keine hundertprozentige Sicherheit. Avast, Eset, F-Secure und Sophos bieten bis Juni 2022 kostenlose Signaturupdates.

Nach dem Scan öffnet das System automatisch eine Ergebnisliste im integrierten Firefox-Browser. Dort finden Sie weitere Informationen zu den Funden. Aus der Liste heraus können Sie Schädlinge direkt aus dem Verkehr ziehen. Doch nicht immer geht die Welt gleich unter, wenn ein Scanner Alarm schlägt. Manchmal weisen legitime und harmlose Dateien Trojanern ähnliche Signaturen auf und werden fälschlicherweise als solche erkannt. Mit verschiedenen Bordmitteln von Desinfec't grenzen Sie Fehlalarme effektiv ein. So laden Sie mit nur wenigen Klicks womöglich gefährliche Dateien auf die Analyseplattform Virustotal hoch. Dort schauen noch mal mehr als 60 Online-scanner auf die Datei und geben eine Einschätzung ab.

Dass Desinfec't etwas in Windows kaputt macht, ist sehr unwahrscheinlich: Standardmäßig hat das System nur lesen den Zugriff und kann somit nichts auf der Windows-Festplatte verändern. Wenn Sie beispielsweise einen Trojaner unschädlich machen wollen, müssen Sie den Schreibzugriff explizit erlauben.

Neben der Virenjagd können Sie Desinfec't als Notfallsystem nutzen, wenn Windows nicht mehr startet. So ist es beispielsweise möglich, wichtige Dateien wie Lebensläufe oder private Fotos in Sicherheit zu bringen. Dafür kopieren Sie die

Dateien einfach auf den USB-Stick, von dem das System läuft.

Futter für PC-Experten

Wer sich gut mit Computern beziehungsweise Linux auskennt, kann aus Desinfec't noch mehr herausholen. Um noch tiefer nach Schädlingen zu graben, bietet sich der Open-Threat-Scanner an. Ganz neu ist der Thor APT Scanner. Damit ausgerüstet steigen PC-Profis tief in die Trojanersuche ein. Damit kann man besonders gut hoch entwickelte Schädlinge vom Kaliber Emotet aufspüren. Doch eins darf man nicht vergessen: Desinfec't kann zwar Trojaner unschädlich machen, wenn aber eine Malware bereits zugeschlagen hat, sind oft viele Systemeinstellungen manipuliert. Diese kann das System nicht gerade biegen. In vielen Fällen bekommt man Systeme nur sauber, indem man Windows komplett löscht und neu installiert.

Das Sicherheitstool kann sogar noch mehr: Mit integrierten Expertentools können Sie verloren geglaubte Daten retten. Beispielsweise, wenn Sie versehentlich Fotos von einem USB-Stick gelöscht haben. Außerdem ist es möglich, Kopien von ganzen Festplatten anzufertigen.

Probleme lösen

Wenn das Notfallsystem nicht startet oder Sie andere Probleme mit dem System haben, lesen Sie bitte zuerst den folgenden Artikel. Dort finden Sie Anleitungen, wie man das System auf einen USB-Stick installiert und es davon startet. Außerdem gibt es Hinweise zu Startproblemen. Viele Probleme lassen sich meist mit relativ wenig Aufwand lösen. Das offizielle Desinfec't-Forum (siehe ct.de/y8m7) ist eine weitere Anlaufstelle, um Probleme aus der Welt zu schaffen. Dort ist neben Nutzern auch die Redaktion und der Desinfec't-Entwickler aktiv. Wer gar nicht weiter weiß, kann sich per Mail an die Redaktion wenden. Um Fehler im System kümmern wir uns in Form von Updates. Diese installieren sich automatisch, sobald das Sicherheitstool am Internet hängt.

Auf dem PC von meiner Mutter habe ich übrigens mehrere Trojaner gefunden und mich deswegen für die sicherste Alternative in Form einer kompletten Neuinstallation entschieden. Die wichtigsten Daten habe ich vorher auf einem Desinfec't-Stick in Sicherheit gebracht.

(des@ct.de) 

Desinfec't-Forum: ct.de/y8m7

Ihr Digital Office. Ihre Daten. Unter Ihrer Kontrolle.

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

Machen Sie sich unabhängig mit HCL Software



hclsw.de/DS

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

**Jetzt zum virtuellen Launch Event für
HCL Domino 12 am 7. Juni 2021 anmelden!**
Die ersten 1.200 registrierten Teilnehmer/-innen
erhalten ein Willkommensgeschenk.

Kostenlose Registrierung unter:
<https://hclsw.de/d12launch>



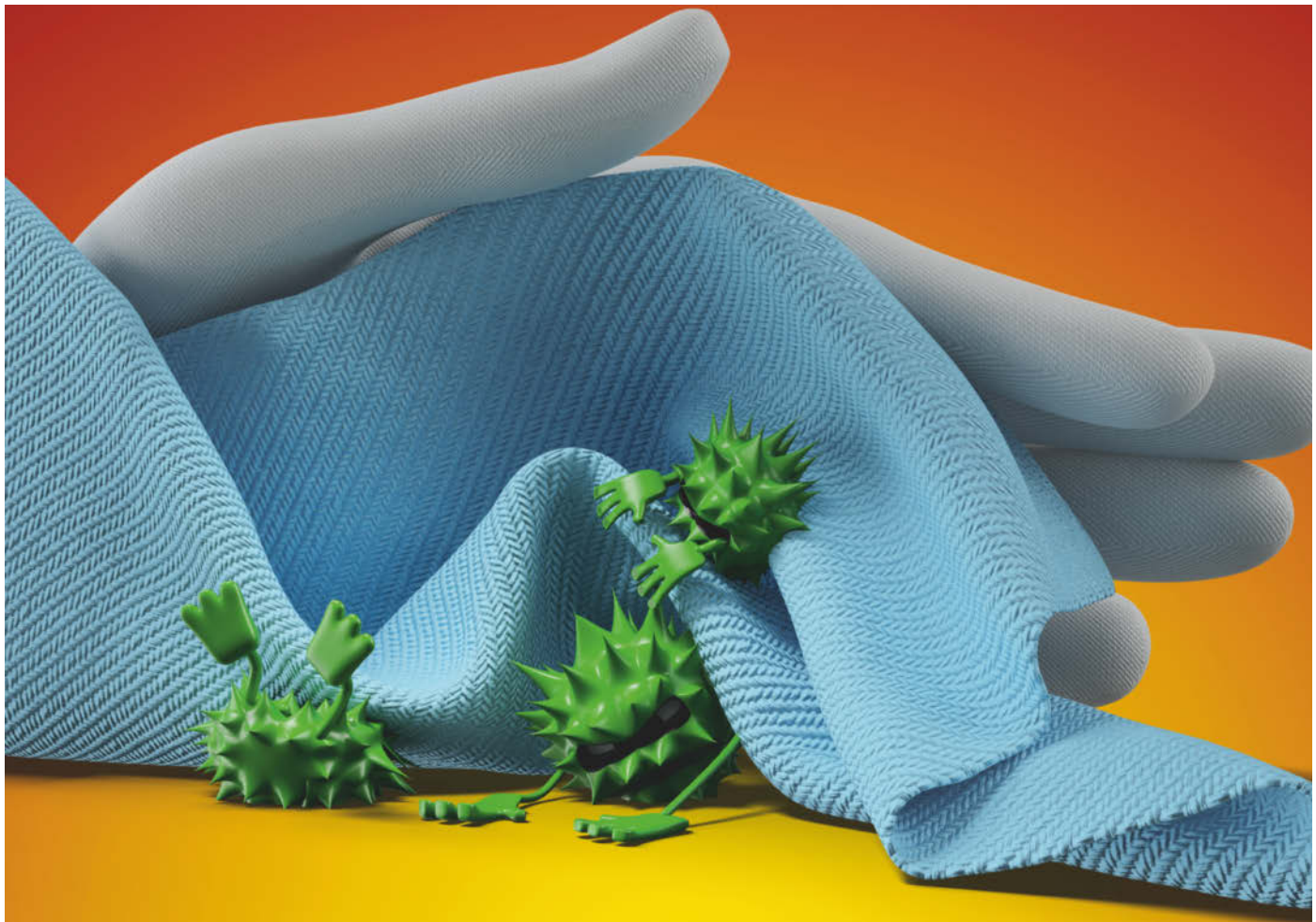


Bild: Andreas Martini

Windows-Trojaner wegputzen

Wie Sie mit Desinfec't Viren aufspüren und erledigen

Wenn in Windows sprichwörtlich der Wurm drin ist, können Sie diesen mit Desinfec't austreiben. Außerdem retten Sie mit dem Sicherheitstool wichtige Daten aus einem nicht mehr startenden Windows.

Von Dennis Schirmacher

Um für den Viren-Notfall gerüstet zu sein, sollten Sie das ISO-Image von Desinfec't am besten sofort herunterladen (siehe Kasten auf Seite 19) und auf einem USB-Stick installieren. Schließlich sollte ein womöglich infizierter Windows-PC ausgeschaltet bleiben, damit ein Schädling im laufenden System nicht noch mehr Unheil anrichten kann. Den Stick bewahren Sie in einer Schublade auf – das gibt ein sicheres Gefühl, falls doch mal was passiert.

USB-Stick erstellen

Damit das System von einem USB-Stick startet, müssen Sie es mit unseren Tools installieren. Bitte benutzen Sie ausschließ-

lich die integrierten Installationsroutinen, damit das Sicherheitstool fehlerfrei läuft. Das bloße Kopieren der ISO-Datei auf einen Stick führt nicht zu einem lauffähigen System. Der Grund dafür ist, dass Desinfec't auf mehrere Partitionen aufbaut, die nur unsere Tools korrekt erzeugen. Zwar können Sie das System auch auf einen Dual-Layer-DVD-Rohling brennen, sein volles Potenzial spielt Desinfec't aber erst von einem USB-Stick aus. Nur darauf speichert es aktualisierte Daten wie Viren-Signaturen und gerettete Dateien dauerhaft. Das Erstellen eines Sticks gelingt über mehrere Wege.

Wenn Windows läuft, müssen Sie das heruntergeladene ISO-Image zuerst als

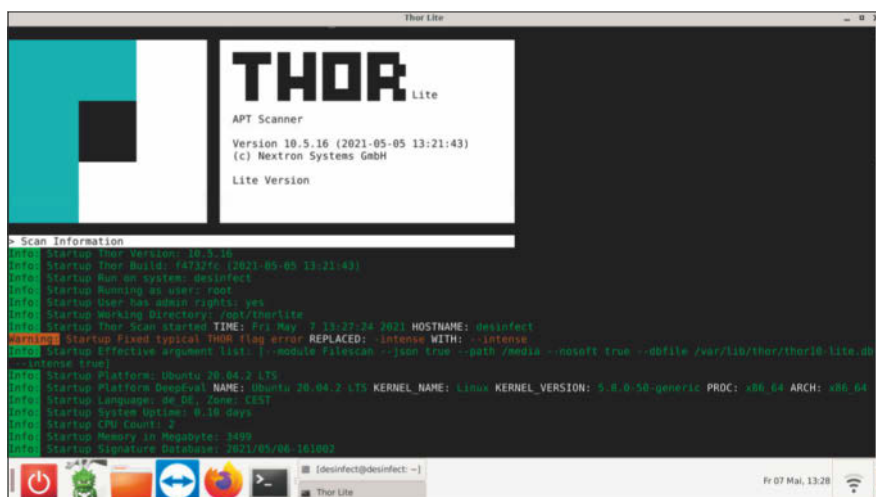
Laufwerk im Datei-Explorer verfügbar machen. In der Standardeinstellung von Windows 10 gelingt das mit einem Doppelklick auf die ISO-Datei. Danach taucht Desinfec't als Laufwerk im Explorer auf. Wenn Sie ein DVD-Brennprogramm installiert haben, könnte es an dieser Stelle dazwischenfunken, indem es die Datei auf einen Datenträger brennen will. In diesem Fall klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die Datei und wählen „Öffnen“ oder „Öffnen mit/Windows-Explorer“ aus.

Nun klicken Sie im Explorer auf das Laufwerk mit dem Desinfec't-Logo. Mit einem Doppelklick auf die Datei „Desinfec't2USB_64_Bit.exe“ starten Sie den Installationsvorgang. Die 32-Bit-Version des Installationstools ist nur für Besitzer von Computern aus 2009 oder früher relevant. Jetzt müssen Sie aufpassen: Der Installationsassistent löscht den ausgewählten Datenträger unwiderruflich. Entfernen Sie am besten alle anderen externen Datenträger und stellen Sie sicher, dass sie für die Installation den richtigen USB-Stick ausgewählt haben. Um sicherzugehen, schauen Sie sich den dem Stick zugeordneten Laufwerksbuchstaben im Explorer an und vergleichen diesen mit dem unter „Device“ im Installationsassistenten. Stimmt alles, klicken Sie auf die Schaltfläche „Write“. Im Anschluss beginnt die Installation.

Wenn dieser Vorgang erfolgreich abgeschlossen wurde, können Sie das System starten (siehe Kasten auf Seite 20). Doch bevor es richtig losgeht, muss sich das System noch richtig an den Stick anpassen. Das gelingt über den Punkt im Desinfec't-Bootmenü „in nativen Desinfec't-Stick umwandeln“. Geschieht dies nicht, verhält sich das System wie von einer DVD gestartet und speichert keine Daten. Dementsprechend müssten Sie dann Viren-Signaturen nach jedem Neustart erneut herunterladen. Deshalb raten wir sehr dazu, das zu machen; je nach Geschwindigkeit des Sticks ist dieser Vorgang innerhalb weniger Minuten abgeschlossen. Nun merkt sich das Sicherheitstool Daten und Sie können auch beispielsweise Fotos und Videos von verunfallten Windows-PCs in Sicherheit bringen.

Alternativer Weg

Wenn Windows sich bereits seltsam verhält, sollten Sie den Stick nicht auf dem betroffenen Rechner erzeugen. Wenn Sie schon einen Desinfec't-Stick oder eine DVD mit dem Sicherheitstool besitzen, starten Sie es davon und erzeugen an-



Mit dem neuen Thor-Scanner graben Profis noch tiefer nach Malware vom Schlage Emotet.

schließend einen Stick. Ist das nicht der Fall, müssen Sie einen Bekannten mit einem sauberen Windows bitten, das System für Sie auf einen Stick zu installieren.

Läuft Desinfec't, müssen Sie zur Stick-Erstellung auf das Icon „Desinfec't-Stick bauen“ auf dem Desktop klicken. Vorsicht: Der Vorgang löscht den ausgewählten Stick ohne Nachfragen. Stimmt alles, können Sie die Voreinstellung so lassen und auf „Anwenden“ klicken. Nach dem wenige Minuten andauernden Installationsvorgang halten Sie einen vollständigen Desinfec't-Stick in der Hand, den Sie direkt nutzen können. Eine Umwandlung ist nicht mehr nötig.

Wenn Sie bei der Erstellung den Punkt „Easy Scan“ auswählen, startet das System ohne Umwege direkt mit einem Komplett-Scan von Windows. Dieser Modus ist besonders für Freunde und Verwandte

interessant, die sich nicht so gut mit Computern auskennen: Nichts lenkt vom eigentlichen Anwendungszweck ab und man kann nichts falsch machen.

Mit der BTRFS-Option erstellte Sticks sind umfangreich modifizierbar. Das Dateisystem hat aber nach wie vor experimentellen Charakter und richtet sich nur an Linux-Profis. Läuft Desinfec't mit dem BTRFS-Dateisystem, kann man es zum Beispiel dauerhaft mit aktuellen Treibern oder Office-Anwendungen erweitern [1]. Dafür benötigen Sie aber einen großen (minimal 32 GByte) und schnellen USB-Stick.

Meldet Desinfec't bei der Installation ein Problem, liegt das zumeist an alten oder fehlerhaften Sticks. Damit die Installation optimal gelingt, prüft Desinfec't den Stick und gibt eine Warnung aus, wenn er beim Lesen und Schreiben zu langsam ist. In so einem Fall können Sie das System

Gratis-Download und Desinfec't-Stick-Angebot

Abonnenten loggen sich im heise Shop ein und klicken in ihrer Konto-Übersicht auf „Abo-Service“. Dort findet man unter „Zum Artikel-Archiv“ die c't-Ausgabe 12/21 und wählt diese aus. Nach einem Klick auf „Heft-DVD herunterladen“ startet der Download. Alternativ registrieren sich Käufer des Heftes für den Download mit einer gültigen Mailadresse auf der Website ct.de/desinfec't2021. Nach Abschluss kommt der Download-Link per Mail.

Nach dem Herunterladen installieren Sie das Image wie in diesem Artikel be-

schrieben auf einen USB-Stick und starten im Anschluss das System. Alternativ brennen Sie es auf eine Dual-Layer-DVD mit 8,5 GByte Speicherplatz.

Die c't-Ausgabe 12/2021 ist auch auf einem USB-Stick für 19,90 Euro erhältlich, von dem Desinfec't direkt startet. Abonnenten bekommen 3 Euro Ermäßigung. Dafür müssen Sie sich in ihrem heise-Shop-Konto einloggen und den Stick kaufen.

Hashsumme vom ISO-Image:
siehe ct.de/y41f

Desinfec't starten

Vermuten Sie, dass ein Schädling sein Unwesen auf Ihrem Windows-PC treibt, fackeln Sie nicht lange und fahren Sie den Computer herunter. Schalten Sie ihn wieder ein und drücken sofort entweder F8, F10, F11 oder F12, damit das BIOS-Bootmenü erscheint. Bei manchen Computern rufen Sie dieses Menü mit der Esc- oder Enter-Taste auf. Wenn das nicht klappt, starten Sie auf Ihrem Smartphone eine Internetsuche und geben neben Ihrem Computer-Modell noch BIOS-Bootmenü ein, um die richtige Taste zu finden.

Erscheint das Menü auf dem Bildschirm, legen Sie die Desinfec't-DVD ein oder schließen einen Stick an. Wählen Sie im Anschluss das Medium mit Desinfec't aus und starten Sie davon. Funktionierte das nicht, müssen Sie den Umweg über das BIOS-Menü gehen. Dieses rufen Sie meist durch das Drücken der Taste

Entf oder F2 auf. Auch an dieser Stelle gilt, dass das Menü über verschiedene Tasten aufrufbar ist.

Dort stellen Sie die Boot-Reihenfolge so ein, dass das Medium mit Desinfec't zuerst startet. Wollen Sie nur einen Routine-Check machen, können Sie den Start von Desinfec't auch direkt aus einem laufenden Windows 8.1 oder 10 anstoßen. Das funktioniert aber nur, wenn das System im UEFI-Modus läuft. Dafür halten Sie die Umschalttaste (Shift) gedrückt **1** und klicken im Startmenü auf Neustart. Im anschließend auftauchenden Bildschirm bestätigen Sie den Punkt „Ein Gerät verwenden“ **2**. Als Nächstes wählen Sie das Medium mit Desinfec't aus **3**. Nun fährt Windows herunter und bootet automatisch das Notfallsystem. Klappt der Start partout nicht, wählen Sie bitte im Desinfec't-Bootmenü die Option „Safe Mode“ aus.



trotzdem nutzen, im Betrieb bekommen Sie aber ziemlich sicher Probleme. Vor allem lahme Sticks (Schreibvorgang mit weniger als 3 MByte/s) machen bei Signatur-Updates Ärger. Erkennt die Prüfung bei der Erstellung Fehler, kann Desinfec't den Stick auf Wunsch zurücksetzen. Anschließend können Sie ihn wie gewohnt formatieren und für andere Zwecke nutzen.

Sicherheitstool starten

Wie Sie Desinfec't booten, zeigt der obige Kasten. Wenn das Starten geklappt hat, haben Sie die größte Hürde überwunden. Das Problem ist, dass das System aus Speicherplatzgründen nicht alle Treiber für jegliche erschienene Hardware enthalten kann. Wir haben das System aber erfolgreich auf Hardware aus den vergangenen 10 Jahren getestet. Bei Intel haben wir mit i7-CPU's der 2000er-Serie und bei AMD mit A6-APUs begonnen. Bei den Grafikkarten kamen neben Onboard-Lösungen wie HD3000 von Intel auch aktuelle

einem alternativen Kernel ausprobieren. So bringt beispielsweise der Kernel 5.11.8 eine bessere Unterstützung für moderne WLAN-Chips mit. Leider laufen AMD-Grafikkarten in dieser Variante nicht mit der nativen HD-Auflösung eines Monitors. Aufgrund einer hohen Kompatibilität haben wir uns als Standard für den Kernel 5.4 entschieden. Hilfe finden Sie im offiziellen Desinfec't-Forum (siehe ct.de/y41f).

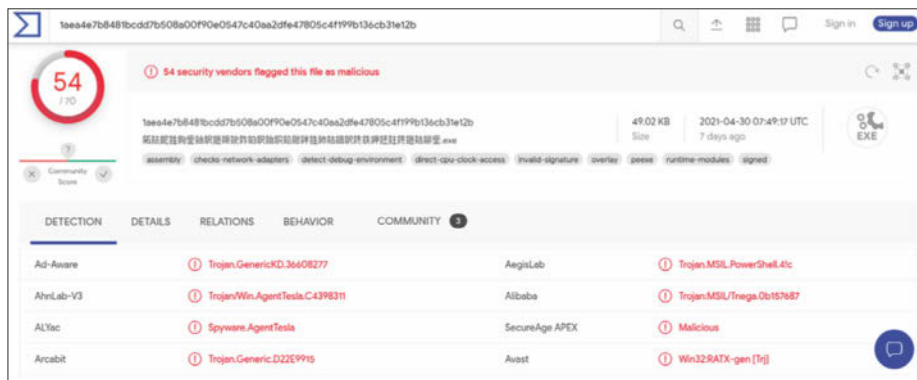
Trojaner-Gefangenschaft vorbereiten

Wenn Desinfec't das erste Mal auf einem Computer gestartet ist, müssen Sie mit dem automatisch auftauchenden Assistenten einen Projektordner anlegen. Dieser Ordner bildet Ihr Arbeitsverzeichnis für diesen Vorfall. Darin speichert das Sicherheitstool beispielsweise Scan-Ergebnisse und vor einem Virus in Sicherheit gebrachte Dateien. Der Ordner ist unter Windows sichtbar. So haben Sie später auch von anderen Windows-Systemen aus Zugriff auf die Dateien. Desinfec't erkennt PCs an individuellen Hardware-IDs und legt für jeden Computer einen neuen Projektordner an. Davon profitieren vor allem Nutzer, die Desinfec't auf vielen verschiedenen Computern einsetzen. Bei der Analyse von Ergebnissen behalten Sie dank aussagekräftigen Ordner-Namen wie „Spiele-PC“ und „Arbeits-Möhre“ den Überblick.

Ist der Projektordner erstellt, können Sie mit dem ersten Viren-Scan beginnen. Führen Sie dafür einen Doppelklick auf das Desktop-Icon „Viren-Scan“ aus. Im Anschluss öffnet sich der Scan-Assistent. Wenn der PC noch nicht mit dem Internet verbunden ist, taucht das WLAN-Fenster auf. Darin können Sie bestätigen, dass sich Desinfec't das WLAN-Passwort merkt.

RTX2000-Modelle von Nvidia zum Einsatz. In unseren Tests startete Desinfec't 2021 problemlos. Außerdem haben wir die Kompatibilität mit NVMe-SSDs gesteigert.

Wenn das System partout nicht startet, können Sie im Desinfec't-Bootmenü den Safe Mode auswählen oder das Booten mit



Um Fehlalarme effektiv einzugrenzen, laden Sie Funde aus der Ergebnisliste direkt zum kostenlosen Analysedienst Virustotal hoch. Dort schauen noch mal 60 Scanner auf die Datei und geben eine Einschätzung ab.



Power mit 12 .de-Domains! Homepage Go

Noch bis Ende Mai 2021!
Keine Bestellannahme nach
dem 31.05.2021 möglich.

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

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

2,29
€/Monat*

Preis gilt dauerhaft!

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



Komfortable Online-
Lernplattform



Datenaustausch &
Videokonferenzen

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

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

Verschlüsselte Festplatten scannen

Wer seine Festplatte mit Microsofts Bitlocker verschlüsselt hat, kann Laufwerke direkt aus dem Scan-Assistenten einbinden. Dafür müssen Sie das Laufwerk lediglich auswählen und nach den Scanner-Updates das Passwort für das verschlüsselte Volume eingeben.

Im Test hat das in der Redaktion problemlos mit einer unter Windows 10 20H2 verschlüsselten Systempartition geklappt. Mit kommenden Windows-Updates ist die Kompatibilität aber möglicherweise nicht mehr gegeben. Das Problem ist, dass Microsoft in neuen Windows-Versionen oft an der Bitlocker-Schraube dreht und die Entwickler der Mount-Tools unter Linux erst mal nach-

ziehen müssen. Wenn das erfolgt ist, bringen wir Desinfec't auf den aktuellen Stand.

Wer mit VeraCrypt verschlüsselte Daten scannen möchte, muss die Container beziehungsweise Laufwerke über den VeraCrypt-Client im Experten-Tools-Ordner einbinden. Um Festplatten einzubinden, müssen Sie VeraCrypt starten. Nun wählen Sie den verschlüsselten Datenträger aus und mounten diesen im VeraCrypt-Client. Die Festplatte taucht dann im Scan-Assistent zur Auswahl auf. Haben Sie Ihre Systemplatte voll verschlüsselt, müssen Sie noch die Option „mount partition using system encryption“ auswählen.



Mit Bitlocker verschlüsselte Laufwerke tauchen direkt im Scan-Assistenten auf und stehen nach der Auswahl für Scans bereit.

Achtung: Das steht dann im Klartext auf dem Stick. Wenn Sie den verlieren, sollten Sie das WLAN-Passwort also vorsichtshalber ändern. Eine Internetverbindung ist nötig, damit die Scanner von Avast, Eset, F-Secure und Sophos ihre Signaturen aktualisieren können.

Wählen Sie nun die zu scannende Festplatte aus. Standardmäßig schauen sich die Scanner die gesamte Windows-Installation an. Alternativ können Sie mit der Option ganz unten gezielt einen Ordner oder eine Festplatte beziehungsweise einen USB-Stick scannen. Wenn keine Festplatte im Scan-Assistent auftaucht, machen Sie einen Doppelklick auf das Desktop-Icon „Win-Drives einhängen“. Im Anschluss sollten die Laufwerke im Scan-Assistenten auftauchen.

Nachdem Sie die gewünschte Festplatte oder einen Ordner zum Scannen ausgewählt haben, klicken Sie auf „Vor“. Um eine erste Einschätzung über den Infektionsgrad eines Computers zu erhalten, genügt es, die Untersuchung mit dem vorausgewählten Scanner von Avast zu starten. Dafür klicke Sie auf „Anwenden“.

Scan-Zeit erheblich und der Computer kann sogar abstürzen. Der Grund dafür: Wenn Desinfec't zur Untersuchung große Archive im Arbeitsspeicher entpackt und untersucht, kann das zu Instabilitäten des Systems führen. Wenn Sie nur die Signaturen aktualisieren wollen, ohne einen Scan durchzuführen, wählen Sie die entsprechende Option aus und klicken auf „Anwenden“. Das ist zum Beispiel hilfreich, wenn Sie später einen Computer scannen wollen, der nicht mit dem Internet verbunden ist.

Nach der Untersuchung

Ist der Scan abgeschlossen, erscheint hoffentlich ein Fenster mit der Nachricht, dass kein Trojaner gefunden wurde. Doch Vorsicht: Selbst wenn kein Scanner Alarm schlägt, kann sich dennoch ein Schädling auf dem PC befinden. Das kann passieren, wenn der Trojaner so neu ist, dass es noch keine Signaturen zur Erkennung gibt. Wählen Sie sich also nicht in hundertprozentiger Sicherheit.

Haben die Scanner hingegen angeschlagen, atmen Sie erst mal tief durch und prüfen Sie die sich automatisch in Firefox öffnende Ergebnisliste mit den Funden. Es ist nicht auszuschließen, dass es sich um Fehlalarme handelt. Um das besser einschätzen zu können, bringt Desinfec't mehrere Methoden mit. Springt beispielsweise nur einer der vier Scanner auf eine Datei an, liegt ein Fehlalarm nahe. Es kann zum Beispiel vorkommen, dass in einer Abschlussarbeit verankerte harmlose Word-Makros einen Alarm auslösen.

Wenn sich der Trojaner-Verdacht dadurch nicht aus der Welt schaffen lässt, laden Sie die verdächtige Datei zum Online-Analysedienst Virus hoch. Dafür kli-

Umgehend startet der Assistent die Aktualisierung der Viren-Signaturen, damit die Scanner für aktuelle Schädlinge gerüstet sind. Im Anschluss startet ohne weiteres Zutun der Scan.

Im Reiter „Experte“ können Sie den Scan anpassen. Auf Wunsch schauen sich die Scanner Archive und Mailboxen an. Achtung: Diese Option verlängert die



Wenn der Viren-Scan läuft, können Sie sich die Zeit mit verschiedenen Mini-Spielen vertreiben.

cken Sie auf die Verknüpfung ganz rechts in der Ergebnisliste und anschließend auf Link öffnen. Dort schauen über 60 Scanner auf den Fund und geben eine Einschätzung ab. Zusätzlich zu diesen Ergebnissen finden Sie dort oft noch Kommentare anderer Nutzer zu analysierten Dateien. Das ist für eine Einschätzung sehr hilfreich. Ob sie Dokumente mit vertraulichen Inhalten hochladen, müssen Sie selbst entscheiden.

Wenn Sie gar nicht mehr weiterwissen und überfordert sind, rufen Sie mittels TeamViewer jemanden aus der Familie oder dem Bekanntenkreis zu Hilfe. Derjenige übernimmt über das Internet die Kontrolle über den Problem-PC und schaut sich auf dem System um. Das Fernwartungstool bringt Desinfec't direkt mit. Auch eine Windows-Version ist mit dabei. Die Nutzung ist aber ausdrücklich nur im privaten Bereich erlaubt.

Echter Trojaner voraus

Auch wenn alle Zeichen auf einen echten Virenbefall hindeuten, lässt Desinfec't Sie nicht im Stich. Mit wenigen Klicks machen Sie Trojaner unschädlich – das gelingt direkt aus der Ergebnisliste. Klicken Sie dafür einfach auf „Umbenennen“ und Link öffnen. Im Anschluss müssen Sie im automatisch auftauchenden Fenster dem Sicherheitstool erlauben, schreibend auf die Windows-Festplatte zugreifen zu dürfen. Das ist standardmäßig nicht erlaubt, damit Desinfec't nichts am System verändern und gegebenenfalls kaputt machen kann. Ist der Schreibzugriff erlaubt, hängt das Skript an den Dateinamen die Endung .VIRUS. Handelt es sich um eine ausführbare EXE-Datei, wird daraus „Ransomware.exe.VIRUS“. Diese Methode ist simpel, aber effektiv: Dadurch ändert sich der Dateityp und Windows kann die Datei nicht mehr ausführen.

Falls bei diesem Vorgang zum Beispiel eine legitime Systemdatei unter die Räder kommt und Windows im schlimmsten Fall nicht mehr startet, können Sie einfach die Dateierweiterung .VIRUS entfernen und alles ist wieder wie zuvor. Alternativ können Sie das entsprechende Skript im Expertentools-Ordner einsetzen. Das versetzt alle von Desinfec't umbenannten Dateien wieder in den ursprünglichen Zustand zurück.

Für Profis

Der Open Threat Scanner (OTS) und der neue implementierte Thor Scanner richten sich an erfahrene Virenjäger, die noch tiefer nach Schädlingen vom Kaliber eines

Avast	ESET NOD32	F-Secure	Sophos	Open Threat Scanner	Aktion
/media/840E-89EE/Test-Viren/für Desinfec't 2021 relevant/2021-03-30/86c13be9220609a7181f63baf3f222eaf195d3d261f7d02eae9197189f987					VirusTotal umbenennen
/media/840E-89EE/Test-Viren/für Desinfec't 2021 relevant/2021-03-30/86c13be9220609a7181f63baf3f222eaf195d3d261f7d02eae9197189f987					VirusTotal umbenennen
/media/840E-89EE/Test-Viren/für Desinfec't 2021 relevant/2021-03-30/86c13be9220609a7181f63baf3f222eaf195d3d261f7d02eae9197189f987					VirusTotal umbenennen
/media/840E-89EE/Test-Viren/für Desinfec't 2021 relevant/2021-03-30/86c13be9220609a7181f63baf3f222eaf195d3d261f7d02eae9197189f987					VirusTotal umbenennen
/media/840E-89EE/Test-Viren/für Desinfec't 2021 relevant/2021-03-30/86c13be9220609a7181f63baf3f222eaf195d3d261f7d02eae9197189f987					VirusTotal umbenennen
/media/840E-89EE/Test-Viren/für Desinfec't 2021 relevant/2021-03-30/86c13be9220609a7181f63baf3f222eaf195d3d261f7d02eae9197189f987					VirusTotal umbenennen
/media/840E-89EE/Test-Viren/für Desinfec't 2021 relevant/2021-03-30/86c13be9220609a7181f63baf3f222eaf195d3d261f7d02eae9197189f987					VirusTotal umbenennen
/media/840E-89EE/Test-Viren/für Desinfec't 2021 relevant/2021-03-30/86c13be9220609a7181f63baf3f222eaf195d3d261f7d02eae9197189f987					VirusTotal umbenennen
/media/840E-89EE/Test-Viren/für Desinfec't 2021 relevant/2021-03-30/86c13be9220609a7181f63baf3f222eaf195d3d261f7d02eae9197189f987					VirusTotal umbenennen
/media/840E-89EE/Test-Viren/für Desinfec't 2021 relevant/2021-03-30/86c13be9220609a7181f63baf3f222eaf195d3d261f7d02eae9197189f987					VirusTotal umbenennen
/media/840E-89EE/Test-Viren/für Desinfec't 2021 relevant/2021-03-30/86c13be9220609a7181f63baf3f222eaf195d3d261f7d02eae9197189f987					VirusTotal umbenennen
/media/840E-89EE/Test-Viren/für Desinfec't 2021 relevant/2021-03-30/86c13be9220609a7181f63baf3f222eaf195d3d261f7d02eae9197189f987					VirusTotal umbenennen

In der Ergebnisliste in Firefox finden Sie Infos, wie den Speicherort, von als verdächtig eingestuft Dateien. Über die Schaltfläche „Umbenennen“ machen Sie Trojaner unschädlich.

Emotet graben wollen. Beide können Sie direkt über die Icons auf dem Desktop starten. Der OTS setzt auf Yara-Regeln. Dabei handelt es sich um Listen mit Merkmalen von Schädlingen, um diese via Pattern Matching aufzufinden. Die Aktualisierungen holt sich OTS vom GitHub-Repository von ReversingLabs. Die haben sich eine hohe Erkennungsrate und geringe Fehlalarmquote auf die Fahne geschrieben. Ambitionierte Trojanerjäger können sogar eigene Regeln für den Scanner schreiben und so ihren eigenen Viren-Scanner bauen [2].

Den Thor Scanner von Nextron setzt Desinfec't 2021 in der Lite-Version ein. Der Scanner verwendet neben etwa 3000 ständig aktualisierten Yara-Regeln auch weitere sogenannte Indicators of Compromise (IOC), um Anzeichen für aktuelle Bedrohungen aufzuspüren. Die eingesetzten Regeln sind größtenteils von Hand optimiert, um das Risiko von Fehlalarmen gering zu halten. Wenn jedoch Thor schlägt, ist es mit dem Umbenennen einer Datei definitiv nicht mehr getan. Die Behandlung der so gefundenen Bedrohungen erfordert solide Kenntnisse der Incident Response. Sowohl Thor als auch OTS

sind Werkzeuge für Profis; im Zweifelsfall muss man sich da dann kompetente Hilfe holen.

Im Expertentools-Ordner auf dem Desktop finden Sie weitere Profi-Werkzeuge, etwa um verloren geglaubte Dateien zu retten und ganze Festplatten zu klonen. Mit QPhotoRec rekonstruieren Sie mit etwas Glück versehentlich gelöschte Daten. Das klappt beispielsweise mit Bildern oder Office-Dokumenten. Die Dateien bringen Sie dann auf einem Desinfec't-Stick in Sicherheit. Mit einem weiteren Tool fertigen Sie eine 1:1-Kopie einer Festplatte an. Das kann zum Beispiel für die Wiederherstellung von Windows auf einem anderen Computer hilfreich sein. Aber wie der Name der Werkzeuge schon sagt, sollten sich nur Experten an diese Tools wagen. Andernfalls könnte Windows Schaden nehmen. (des@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Mattias Schlenker, Fit für die Zukunft, Desinfec't via BTRFS erweitern, c't 16/2017, S. 144
- [2] Mattias Schlenker, Scannen mit eigenen Waffen, Den Open Threat Scanner von Desinfec't erweitern, c't 16/2020, S. 164

Forum, Hashsumme: ct.de/y41f

Das ist neu in Desinfec't 2021

- Gratis Signatur-Updates bis Juni 2022
- Thor-Lite-Scanner
- Kompatibilität mit NVME-SSDs erhöht
- Ubuntu 20.04.2
- Kernel 5.4 und alternativ 5.11.8
- aktualisierte Expertentools: QPhotoRec, Partitionen klonen

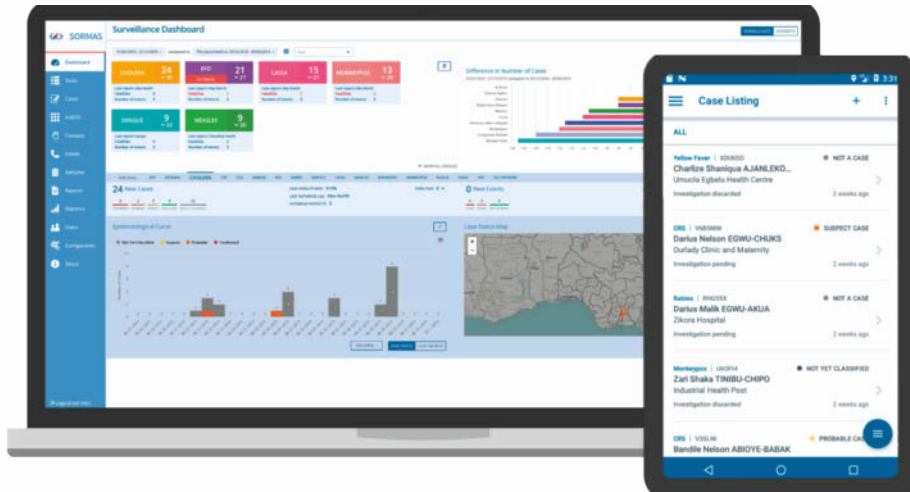


Bild: HZI

Offene Kontaktverfolgung

Sicherheitslücken im Pandemie-Management-System SORMAS

Deutsche Gesundheitsämter setzen bei der Kontaktverfolgung und Quarantäneverhängung von Corona-Infizierten zunehmend auf die Open-Source-Software SORMAS. Das System ist weltweit zum Management von Epidemien im Einsatz. Bis vor Kurzem hätten sich Angreifer allerdings einfach von außen in SORMAS einklinken können.

Von Dr. Andreas Kurtz

SORMAS steht für: Surveillance, Outbreak Response Management and Analysis System. Das federführend vom Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung (HZI) entwickelte System dient der Verwaltung von Kontaktpersonen und zur Nachverfolgung von Infektionsketten. Ursprünglich zur Eindämmung der westafrikanischen Ebola-Epidemie im Jahr 2014

konzipiert, wird SORMAS mittlerweile auch von deutschen Behörden bei der Corona-Pandemie eingesetzt.

Das Managementsystem ist seit 2016 ein Open-Source-Projekt, der Quellcode auf GitHub verfügbar. So kann das System weltweit sehr einfach und unbürokratisch eingesetzt werden. Bei einem Scan fand c't Dutzende aktive SORMAS-Installationen rund um den Globus verteilt. Sie sammeln für gewöhnlich Namen, Adressen und Telefonnummern, Testergebnisse sowie Quarantäne-Anordnungen von Infizierten und ihren potenziellen Kontakten. Wenn diese brisanten Informationen in falsche Hände geraten oder gar manipuliert oder gelöscht würden, hätte das nicht nur für die Betroffenen, sondern für die gesamte Pandemiebekämpfung fatale Folgen.

Gefährliche Standard-Accounts

Bis Mitte März wurden bei jeder Installation von SORMAS zu Demo- und Testzwecken ungesicherte Standard-Accounts angelegt und standardmäßig aktiviert, bis hin zum Administrator. Die simplen zugehörigen Passwörter standen festver-

drahtet im Quellcode. Wer ihn studierte, konnte sich mit diesen Zugängen von außen über das Internet in die Systeme einklinken und nach Belieben Personendaten auslesen, verändern oder löschen.

Solche Standard-Accounts mit statischen Passwörtern sind ein Verstoß gegen das „Security by Default“-Paradigma. Es bedeutet, dass eine Software schon im Auslieferungszustand die sicherst mögliche Konfiguration aufweisen sollte. In der Praxis führen solche Default-Logins immer wieder zu ernststen Problemen.

Über eine Auswertung der von SORMAS genutzten digitalen Zertifikate (Certificate Transparency Logs) und einschlägige Suchmaschinen entdeckte c't Anfang Februar eine Vielzahl potenziell anfälliger SORMAS-Installationen im Internet – von Indien bis Afrika und von Australien bis Europa. Da unsichere Standardeinstellungen erfahrungsgemäß häufig nicht angepasst werden, ist die Gefahr groß, dass sich darunter auch zahlreiche Installationen mit Default-Logins und Standardpasswörtern befinden.

Situation in Deutschland

Auf Nachfrage von c't erklärte das HZI Ende Februar, dass es die Probleme nicht als Sicherheitslücke einstufte. So erklärten die Update-Hinweise, dass die automatisch angelegten Konten lediglich Demo- oder Testzwecken dienen. Administratoren würden dazu angehalten, die Konten auf Produktsystemen selbstständig zu entfernen oder die Passwörter zu ändern.

Wenn die Admins das jedoch vergaßen oder die Aufforderung nicht lasen, blieben die Konten weiterhin aktiv. Das



heise
Investigativ

Viele c't-Investigativ-Recherchen sind nur möglich dank anonymer Informationen von Hinweisgebern.

Wenn Sie Kenntnis von einem Missstand haben, von dem die Öffentlichkeit erfahren sollte, können Sie uns Hinweise und Material zukommen lassen. Nutzen Sie dafür bitte unseren anonymen und sicheren Briefkasten.

<https://heise.de/investigativ>

System selbst warnte Betreiber nicht vor aktiven Standard- oder Administrator-Konten mit unveränderten Passwörtern.

Laut HZI seien deutsche Gesundheitsämter in der Regel nicht betroffen. Insgesamt 336 Ämter würden ihre SORMAS-Instanzen über das gemeinsam mit dem RKI konzipierte Projekt SORMAS@DEMIS beantragen, die dann von einem IT-Dienstleister installiert und zentral betrieben würden. Diese Instanzen würden grundsätzlich ohne Standard-Accounts aufgesetzt und für jede würde ein neues, individuelles Administrator-Passwort vergeben. Die Konfiguration und weitere Nutzung obliege dann dem jeweiligen Gesundheitsamt. Unklar blieb jedoch, wie viele der 39 weiteren an das RKI angeschlossenen Gesundheitsämter diesen Service nicht nutzen und SORMAS auf eigene Faust betreiben.

Hilfe aus Heilbronn

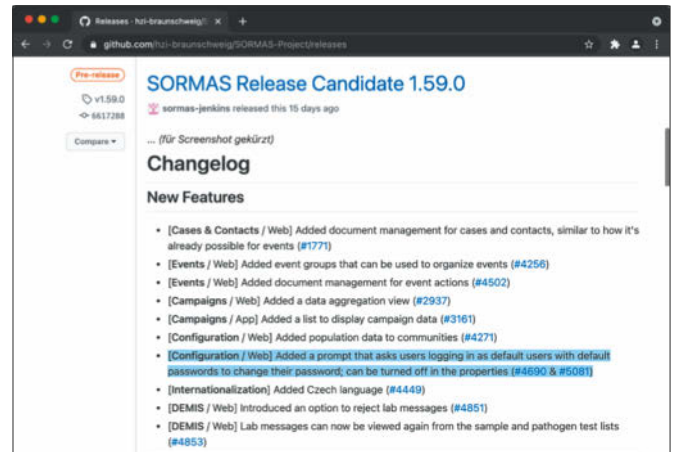
Die HZI-Entwickler reagierten auf die Hinweise von c't und änderten die SORMAS-Konfiguration so ab, dass bei zukünftigen Neuinstallationen keine Default-Logins mehr angelegt werden. Die Änderungen wurden mit Release 1.58 im März veröffentlicht.

Durch diesen offiziellen Fix änderte sich aber nichts an bestehenden Installationen: Wurde SORMAS bereits mit Default Logins installiert, waren diese auch nach dem manuell einzuspielenden Update weiterhin gültig. Zudem warnte SORMAS auch nicht vor dem Admin-Konto, das weiterhin bei jeder Neuinstallation immer mit dem gleichen, fest im Code der Anwendung hinterlegten Standardpasswort angelegt wird.

Diese verbliebenen Probleme wurden erst in der SORMAS-Version 1.59 angegangen, die bis zum 14. Mai bei den vom HZI betreuten Gesundheitsämtern aufgespielt werden sollte. c't hatte eine Forschungsgruppe der Hochschule Heilbronn kontaktiert, die sich mit Cybersicherheit an der Schnittstelle zu medizinischen Anwendungen beschäftigt. Die Forscher um Prof. Dr.-Ing. Andreas Mayer erkannten das Problem und steuerten dem HZI kurzfristig Code bei.

Durch die Ergänzungen der Hochschule Heilbronn werden SORMAS-Nutzer und Betreiber bei vorhandenen Default-Logins oder Standardpasswörtern nun gewarnt und es werden Passwortwechsel für die betroffenen Konten erzwungen – inklusive für das des Administrators.

Im Changelog von SORMAS auf GitHub führt das HZI den erzwungenen Passwortwechsel als neues „Feature“ auf. Dass es sich dabei um ein wichtiges Sicherheits-update handelt, erfahren die Nutzer nicht.



Verfolgt man die emsige Betriebsamkeit des SORMAS-Teams auf GitHub, erkennt man schnell, wie mit Hochdruck an neuen Funktionen, Verbesserungen und Bugfixes gearbeitet wird. Im Hinblick auf die Standard-Accounts wäre trotzdem energischeres Handeln wünschenswert gewesen – ebenso wie ein transparenterer Umgang mit Sicherheitsproblemen und deren Behebung durch sicherheitsrelevante Updates.

Zwei-Faktor-Authentifizierung

Um dem hohen Schutzbedarf der in SORMAS verarbeiteten Gesundheits- und Personendaten gerecht zu werden, drängen sich noch eine ganze Reihe weiterer Verbesserungen auf. Das zeigt ein Blick in den OWASP Application Security Verification Standard, einem umfassenden Kriterienkatalog zur Absicherung von Webanwen-

dungen. Er beschreibt beispielsweise in Abschnitt 2 detaillierte Anforderungen an eine sichere Authentifizierung, etwa eine Zwei-Faktor-Authentifizierung.

Wie die Kooperation der Heilbronner Forschungsgruppe mit dem HZI zeigt, ist das SORMAS-Team gegenüber externen Beiträgen aufgeschlossen und nimmt sie dankbar an. Wer ihm auf GitHub unter die Arme greifen und so zur erfolgreichen Pandemiebekämpfung beitragen möchte, rennt offene Türen ein.

Betreiber von SORMAS sollten in jedem Fall darauf achten, dass sie alle Standardpasswörter geändert haben und stets die neueste Version einsetzen, um mögliche Sicherheitslöcher zu schließen, bevor Angreifer sie ausnutzen. (hag@ct.de) **ct**

SORMAS und Sicherheitsregeln:
ct.de/yq4a

SORMAS-Nutzerkonten

Im Kern besteht SORMAS aus einem mit der Jakarta Enterprise Edition aufgesetzten Backend-Server mit einem Web-Frontend als Hauptzugangsweg. Ergänzend gibt es eine Android-App, die über ein REST API mit dem Backend interagiert. Für den einfachen Betrieb stehen vorgefertigte Docker-Images zur Verfügung.

Um die komplexen Abläufe des Epidemie-Managements und aller daran beteiligten Personengruppen über ein System zusammenzuführen, verfügt SORMAS über ein umfassendes Rollenkonzept mit Dutzenden Rollen und jeweils unterschiedlichen Berechtigungsstufen.

Personen der Rollengruppe „Hospital Informant“ sind dafür verantwortlich, Verdachtsfälle in der Bevölkerung zu er-

kennen und an das System zu melden, beispielsweise aus einer Klinik. „Laboratory oder Surveillance Officer/Supervisor“ analysieren und validieren die so eingespeisten Informationen anschließend. „Case/Contact Officer bzw. Supervisor“ kontrollieren bestätigte Fälle sowie Eindämmungsmaßnahmen und verfolgen sie nach. Für Administratoren steht schließlich eine Rolle mit umfassenden Berechtigungen zur Verfügung, um das Gesamtsystem und seine Benutzer zu verwalten.

Problematisch ist, dass SORMAS bis zur Version 1.57 für jede dieser Rollen automatisch ein Benutzerkonto angelegt hat. Die Passwörter entsprachen dabei jeweils den Benutzernamen.

Medizinische Spahnmaßnahmen

DVPM-Gesetz spart beim Datenschutz und digitalisiert die Pflege

Pflegeeinrichtungen sollen künftig durch Apps statt mit mehr Geld für Personal unterstützt werden. Gesetzlich Versicherte bekommen eine digitale ID und eine Patientenkurzakte mit wichtigen Gesundheitsdaten.

Von Detlef Borchers

Das Gesetz zur digitalen Modernisierung von Versorgung und Pflege (DVPMG) hat den Bundestag passiert. Mit dem Gesetz wird die Gematik beauftragt, die elektronische Gesundheitskarte (eGK) durch eine elektronische Online-Identität abzulösen. Daten wie der Notfalldatensatz, die heute auf einer eGK gespeichert werden können, sollen in eine automatisch angelegte Patientenkurzakte wandern.

Gespart werden soll beim Datenschutz: Bislang nötige Datenschutzfolgeabschätzungen von Arztpraxen und Therapeuten entfallen und werden durch eine „zentrale Abschätzung im Gesetzgebungsverfahren“ ersetzt. Diese Folgeabschätzungen müssen an die telematische Infrastruktur (TI) angeschlossene Praxen und Kliniken dann nur noch lesen und unterschreiben.

Durch die einmalige Entlastung spart das Gesundheitssystem nach Berechnungen des Ministeriums 731 Millionen Euro, zuzüglich jährlichen Einsparungen für Aktualisierungen und Änderungen der Folgeabschätzungen in Höhe von 548,5 Millionen Euro. Mehr noch: Auch die Pflicht zur Bereitstellung eines Datenschutbeauftragten entfällt für die Niedergelassenen. Das sollen Kosten von 150 bis 600 Euro im Monat sein, die Ärzte mit

einer Praxis nicht mehr zahlen müssen, was sich zur stattlichen Summe von 427 Millionen Euro jährlich addiert.

Ein Jubel über vermeintlich sinkende Versicherungsbeiträge wäre jedoch verfrüht, denn der im DVPMG geplante Anschluss der Pflege- und Rehabilitationsleistungserbringer an die TI frisst einen erheblichen Teil der Ersparnisse wieder auf. Im Gesetz ist von 148.000 neuen Anschlüssen die Rede, die von den Pflegeversicherungen finanziert werden müssen. Setzt man die bislang erstatteten 3000 Euro pro Anschluss an, müssten die gesetzlich Versicherten dazu 444 Millionen Euro allein für die Erstanschlüsse stemmen. Angeschafft werden müssen dazu zunächst einmal Hardware-Konnektoren, von denen heute bereits feststeht, dass sie bald wieder ausgemustert werden.

Kurzakten für alle

Mit dem Gesetz zur digitalen Modernisierung wird nämlich auch die sogenannte TI-2.0-Infrastruktur (siehe Seite 114) gesetzlich verankert. Die Projektgesellschaft Gematik bekommt den Auftrag, einen „Zukunftskonnektor“ als Software zu entwickeln und an Stelle der elektronischen Gesundheitskarte bis zum 1. Januar 2024 eine digitale Identität für alle gesetzlich Versicherten einzuführen.

Was bis dahin auf der Karte gespeichert wurde, wandert in eine elektronische Patientenkurzakte, nicht zu verwechseln mit der elektronischen Patientenakte. Die Kurzakte wird für jeden gesetzlich Versicherten automatisch angelegt und speichert Notfalldaten, Medikationspläne und Organspendeerklärungen. Ärzte und andere Leistungserbringer können die Daten online ohne Zustimmung des Patienten abrufen. Ob für Patienten ein Opt-out möglich sein wird, ist bislang unklar.



Bild: Jan Woitas / dpa

Hinzu kommen ein neuer Messenger-Dienst für die TI, Videokommunikation für Ärzte sowie Erweiterungen der Videosprechstunden für Patienten. Zudem investiert die Bundesregierung in digitale Pflegeanwendungen (DiPA), die beispielsweise Demenzpatienten beim Gedächtnistraining oder Angehörigen bei der Organisation der häuslichen Pflege helfen sollen. Bis 2025 sollen 130 Millionen Euro in die Entwicklung von DiPA fließen, die die bisherigen digitalen Gesundheitsanwendungen (DiGA) ergänzen. Und damit Versicherte und Ärzte nicht den Überblick verlieren, wird für DiPA und DiGA ein „nationales Gesundheitsportal“ für 9,5 Millionen Euro aufgebaut.

Mit all diesen Neuerungen ändert sich auch die Rolle der Gematik. Sie soll im Rahmen einer Rechtsverordnung die Stelle werden, die Standards setzt und überwacht – ähnlich wie es das BSI im Bereich der IT-Sicherheit macht.

Realitätsverlust

Einen Tag vor der Verabschiedung des DVPMG fand der 124. deutsche Ärztetag statt. Das „Ärzteparlament“ schickte die Bitte an das Parlament, das gesamte Gesetzespaket abzulehnen: „Es besteht die Gefahr, dass durch die gesetzgeberische Geschwindigkeit die Anbindung zu den tatsächlich in der Fläche der Versorgung herrschenden Realitäten verloren geht.“

Statt einem Turbo bei der Digitalisierung wünschen sich die Ärzte vielmehr eine Abkehr von Fallkostenpauschalen sowie bessere finanzielle Unterstützung für das dezimierte und überlastete Medizin- und Pflegepersonal. Genutzt hat die Warnung der Ärzte vor dem Realitätsverlust jedoch nichts: Neben der Koalition aus CDU/CSU und SPD stimmten auch die Grünen für das neue Gesetz. (hag@ct.de) **ct**

Mozilla startet VPN-Dienst in Deutschland

Die Mozilla Foundation sucht nach neuen Einnahmequellen und bietet einen kostenpflichtigen VPN-Dienst an. Mozilla verkauft aber schlicht die Dienstleistung von Mullvad zum doppelten Preis.

In ausgewählten Ländern war Mozilla VPN bereits verfügbar, jetzt startet der Dienst in Deutschland und Frankreich. Laut eigenen Angaben nutzt Mozilla VPN die Infrastruktur des schwedischen VPN-Anbieters Mullvad. Daher kann Mozilla auf 754 Server in über 30 Ländern als Einwahlpunkt verweisen. Mozilla verspricht, dass durch das VPN alle Netzwerkaktivitäten geschützt und persönliche IP-Adressen verschleiert werden.

Um Mozilla VPN zu buchen, benötigt man ein kostenloses Firefox-Konto. Die Preise für den VPN-Dienst liegen bei 9,99 Euro monatlich. Bei einem Halbjahresabo fällt der Preis auf umgerechnet 6,99 Euro, für ein ganzes Jahr auf 4,99 Euro im Monat. Mit einem Konto können bis zu fünf Geräte gleichzeitig das VPN nutzen. Mullvad selbst bietet seinen Dienst bei vergleichbaren Konditionen für nur fünf Euro im Monat an – unabhängig von der Laufzeit.

Mozilla VPN nutzt das WireGuard-Protokoll. Davon bekommt man als Nutzer nicht viel mit, denn man benötigt die VPN-App von Mozilla. Diese gibt es für Android,

iOS, macOS, Windows 10 und Linux. Für Letzteres stellt Mozilla nur ein PPA-Repository für Ubuntu bereit. Anwender anderer Linux-Distributionen können laut Mozilla-Hilfeseiten den Client selbst kompilieren. Die Quellen hat Mozilla auf GitHub veröffentlicht (siehe ct.de/yaq9).

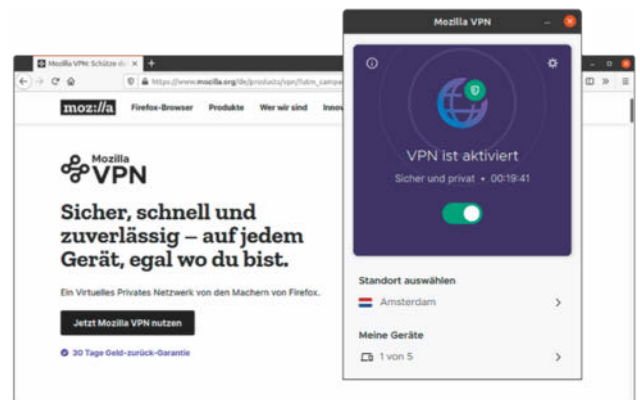
Beim ersten Start verbindet sich die VPN-Anwendung mit dem zugehörigen Firefox-Konto und lädt dann automatisch die VPN-Konfiguration. Diese fanden wir nirgends separat zum Download; man kann Mozilla VPN nicht ohne Weiteres mit anderen WireGuard-Clients verwenden. Die Bedienung ist dafür sehr einfach und komfortabel. Bei Mullvad bekommt man die Dienstleistung aber günstiger und kann nicht nur den VPN-Client frei wählen, sondern neben WireGuard auch OpenVPN nutzen.

Mozilla VPN bietet einen eigenen Client an, der automatisch die Konfiguration lädt und das VPN verbindet.

Mozilla wirbt mit seinem eigenen Engagement für Datenschutz. Man erhebe ausschließlich Daten, schreibt Mozilla in der Pressemitteilung, die man zur Bereitstellung des Dienstes unbedingt benötigt. Laut Datenschutzhinweis wird aber beim Verbindungsaufbau das Firefox-Konto abgefragt und so kurzzeitig die IP-Adresse in den Logdateien der Mozilla-Server gespeichert. Die IP-Adresse nutzt Mozilla, um so die Beschränkung des VPN-Angebotes auf bestimmte Länder durchzusetzen. Der Netzwerkverkehr selbst werde nicht erfasst und Mullvad führe keinerlei Server-Logs.

Mozilla war erst kürzlich in eine finanzielle Schieflage geraten. Die Entwicklung von kostenpflichtigen Diensten bekam daraufhin Priorität. (ktn@ct.de)

Weitere Infos: ct.de/yaq9



**WIBU
SYSTEMS**

Zeit vorbei für Hacker, Cracker und Piraten

Im Zeitalter softwaregetriebener Produkte sorgt CodeMeter für

- Know-how-Schutz vor Reverse Engineering
- Vorteile neuer Geschäftsmodelle für Anbieter und Anwender
- Security by Design für Software- und Geräte-Hersteller



Warten Sie nicht länger!
Schützen Sie Ihre Produkte
jetzt [s.wibu.com/sdk](https://www.wibu.com/sdk)

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



**SECURITY
LICENSING**
PERFECTION IN PROTECTION

Das gesprochene Wort zählt

Clubhouse und der Social-Audio-Hype

Der Erfolg von Clubhouse hat viele große Internetfirmen auf den Plan gerufen. Von Facebook bis Spotify arbeiten alle an sozialen Netzwerken auf Basis von Live-Gesprächen.

Von Jo Bager

Clubhouse hat mit seinen Live-Rede-Räumen (mit seiner iOS-App) Anfang des Jahres einen plötzlichen Hype ausgelöst. Das hat eine Reihe von Gründen, etwa die Themenvielfalt und das Format der Gespräche. Jeder kann bei Clubhouse in einem Verzeichnis Diskussionsräume zu Themen suchen, die ihn interessieren – oder selber einen Raum aufmachen: eine Art 24-Stunden-Barcamp.

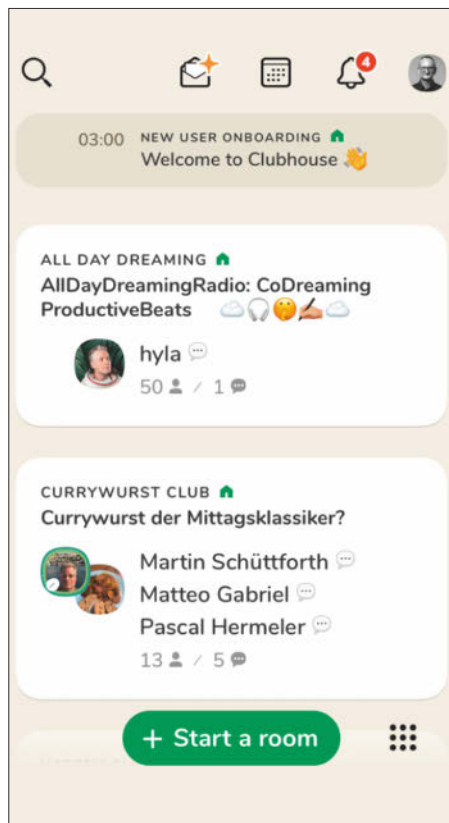
In den Räumen diskutiert jeweils eine kleine Gruppe von Teilnehmern, der Rest lauscht. Zuhörer können sich zu Wort melden, die Moderatoren ihnen das Wort erteilen. Dieses Format wird gerne mit Live-Podcasts verglichen. Viele Menschen mögen solche „virtuellen Lagerfeuer“, die ein Gefühl der Nähe suggerieren, ohne völlige Aufmerksamkeit zu erfordern.

Die Pandemie hatte aber wohl auch zum Erfolg beigetragen: Clubhouse gibt insbesondere extrovertierten (und der Videokonferenzen mit Zoom müden) Menschen eine Bühne. Vor allem unter Marketingleuten war Clubhouse zunächst beliebt, später kamen Journalisten, Twitterer und Politiker hinzu. Und dann war da noch die Sache mit der Verknappung: Rein kam man nur mit Einladung, was offenbar eine Zeit lang die Neugier anfachte.

Überall Social Audio

Der Hype um Clubhouse hat in kurzer Zeit viele Konkurrenten auf den Plan gerufen,

die an ähnlichen Angeboten schrauben. Von den Social-Media-Plattformen Facebook und LinkedIn gibt es derzeit nur Ankündigungen. Facebook will im Rahmen einer allgemeinen Audiostrategie Podcasts, Soundbites – kurze, kreative Audio-clips – sowie „Live-Audio-Räume“ unterstützen. Die Plattform will diese Räume „zunächst in Gruppen und für Personen des öffentlichen Lebens“ testen und ihnen von Anfang an Möglichkeiten bieten, ihre Inhalte zu monetarisieren. Auch von der Microsoft-Tochter LinkedIn gab es bis Redaktionsschluss nicht viel mehr als ein paar Mockups der Bedienoberfläche.



Die Live-Rederunden von Clubhouse könnten stilbildend für einen neuen Typ von Funktionen auf diversen Plattformen wirken.

Spotify hat den Betreiber der App Locker Room gekauft, derzeit ein Audio-Netzwerk rund um Sport. Das Streaming-Unternehmen plant, das Themenspektrum der App zu erweitern und will sie möglicherweise auch umbenennen. Reddit testet seine Plattform namens Talk im Beta-betrieb. Wer sie ausprobieren will, muss sich derzeit auf eine Warteliste setzen lassen. Einen Talk starten können zunächst nur Personen, die bei Reddit Moderatoren-Status haben. Discord nennt seine Live-Audio-Funktion „Stage Channels“. Auch hier gilt, dass nicht jeder Discord-Nutzer einen solchen Channel eröffnen kann, sondern nur Betreiber eines Community-Servers.

Als wichtigster Konkurrent für Clubhouse wird derzeit Twitter gehandelt. Das liegt unter anderem daran, dass der Kurznachrichtendienst an seine große Nutzer-gemeinde anknüpfen kann. Seit Anfang Mai testet Twitter seine sogenannten Spaces im Betabetrieb. Nur, wer 600 Follower aufweisen kann, darf einen Space eröffnen. Viele Funktionen von Clubhouse fehlen noch, etwa die Option, Gespräche mit mehreren Moderatoren zu führen. Vor allem aber betreibt Twitter kein zentrales Verzeichnis der Spaces. So erfährt man ohne eine gezielte Suche nach Neuem nur von Spaces anderer Twitterer, denen man bereits folgt.

Quatschen als Standard-Feature

Es dauerte nur ein paar Wochen nach dem Hype, bis die ersten Stimmen einen Abgesang auf Clubhouse anstimmten. Nach einer im Januar und Februar durchgeführten Umfrage des Meinungsforschungsunternehmens Civey hatten weniger als vier Prozent der Deutschen jemals die neue Plattform genutzt, viele kannten sie nicht einmal. Also alles viel Wind um nichts?

Dafür entstehen zu schnell zu viele Nachahmer. Social Audio scheint gut in die Zeit zu passen, sonst würde sich nicht ein halbes Dutzend großer Player auf das neue Format stürzen. Es spricht viel dafür, dass Live-Laberräume eine ganz normale Funktion bei vielen Diensten und Plattformen werden könnten, denn Nutzer, die zum Quatschen kommen, bleiben. Und das ist pures Gold in der Aufmerksamkeitsökonomie. Für Clubhouse wäre das allerdings keine gute Entwicklung. Denn wenn man erst einmal überall quatschen kann: Wer geht dazu dann noch ins Clubhouse? (jo@ct.de)

Links zu den Diensten: ct.de/y7nh

BSI hilft beim Windows-Schutz

Wer nicht eines Tages von Hackern überrascht werden möchte, muss passende Schutzmaßnahmen treffen. Mit den Windows-Gruppenrichtlinien des BSI ist das jetzt besonders einfach – nicht nur in Unternehmensnetzwerken.

Windows ist bei Angreifern weiterhin hoch im Kurs und wer es den Cyber-Gangs nicht leichter als nötig machen will, muss geeignete Schutzmaßnahmen treffen. Doch welche sind das? Diese Frage versucht das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) im Rahmen seines SiSyPHuS-Projekts zu beantworten. Das Bundesamt hat nun konkrete Schutzkonfigurationen für drei Einsatzprofile als importierbare Windows-Gruppenrichtlinien herausgegeben, die sich zwar in erster Linie an Behörden in Bund und Ländern und Unternehmen richten, „aber auch technisch versierte Bürgerinnen und Bürger können die Empfehlungen umsetzen, erklärt das BSI. Für die Härtung des Betriebssystems kommen ausschließlich Windows-Bordmittel zum Einsatz.

Die Konfigurationen gibt es für Anwender mit „normalem Schutzbedarf“, die entweder Einzelrechner nutzen, oder Systeme, die Teil einer Domäne sind. Für Domänenmitglieder mit hohem Schutzbedarf hat das BSI eine weitere Konfiguration vorgesehen. Die Gruppenrichtlinien-Dateien (Download über ct.de/y37n) werden von einer ausführlichen Anleitung begleitet, die den Import per Local Group Policy Object Utility (LGPO, Einzelrechner) und Gruppenrichtlinienverwaltung (für Rechner im Active Directory) beschreibt.

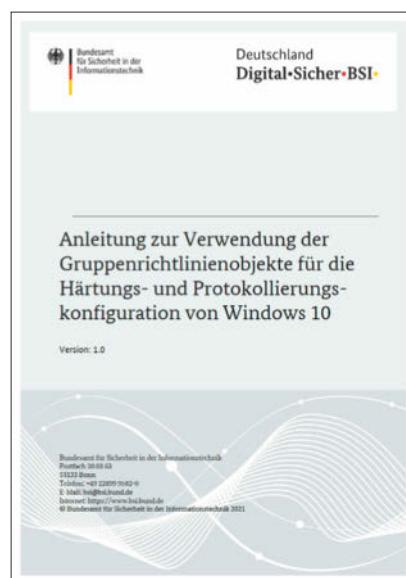
Die Schutzmaßnahmen basieren auf den bereits zuvor veröffentlichten BSI-Empfehlungen zu Protokollierung (Arbeitspaket 10) und Härtung (Arbeitspaket 11), welche die IT-Sicherheitsfirma ERNW GmbH im Auftrag des BSI erarbeitet hat. Das BSI weist darauf hin, dass nicht alle Empfehlungen allgemeingültig über Gruppenrichtlinien umgesetzt werden können. Wo genau man noch mal Hand anlegen muss, erfährt man in dem Begleitdokument, dazu zählt die Umbenennung von Administrator- und Gastkonten sowie die individuelle Zuweisung von Benutzerrechten.

SiSyPHuS Win10 steht für „Studie zu Systemintegrität, Protokollierung, Härtung und Sicherheitsfunktionen in Windows 10“ – ein passender Name für ein Projekt, das

Grundlagen schaffen soll, „die Gesamtsicherheit und Restrisiken für eine Nutzung von Windows 10 bewerten zu können“, sowie praktisch nutzbare Schutzempfehlungen liefern soll. Dazu zählt auch, die Telemetriefunktionen von Windows 10 in die Schranken zu weisen. Erste Ergebnisse hierzu hatte das BSI bereits Ende 2018 veröffentlicht. Anfang 2019 wurde durch eine Antwort der Bundesregierung auf eine Anfrage der Bundestagsfraktion „Die Linke“ bekannt, dass die SiSyPHuS-Arbeit zu diesem Zeitpunkt bereits 1,37 Millionen Euro gekostet hat.

Die konkreten Handlungsempfehlungen aus dem SiSyPHuS-Projekt richten sich an Admins und technisch versierte Nutzer, die sich nicht scheuen, die Windows-Innereien zu studieren. Wem das zu viel des Guten ist, dem liefert das BSI auf seiner Website „BSI für Bürger“ seit einiger Zeit auch leichter verständliche und umsetzbare Basistipps zur IT-Sicherheit (siehe ct.de/y37n). Eine weitere Anlaufstelle für gleichermaßen pragmatische wie effektive Schutzempfehlungen sind unsere c't-Sicherheits-Checklisten, die viele Bereiche des digitalen Alltags abdecken: ct.de/check2021. (rei@ct.de)

BSI-Gruppenrichtlinien für Windows 10: ct.de/y37n



Die Windows-Gruppenrichtlinien des BSI begleitet eine Anleitung, die nicht nur deren Einsatz beschreibt, sondern auch, welche Handgriffe über den Import hinaus nötig sind.

Spitzenklang für Homeoffice und Freizeit!

Genial in Preis und Leistung.



Leserwahlsieger
Audiovision 3/21

nuBox A-125

Aktives Stereo-Lautsprecher-Set

Mehr Klanggenuss nicht nur am Arbeitsplatz – mit unseren Multitalenten für Musik, Gaming und Live-Streaming!

Präziser und dynamischer HiFi-Sound, stark in Bass und Leistung.

Beeindruckende Raumerweiterung!

Vieleseitige Anschlussoptionen: Bluetooth, HDMI, digital und analog.

Nur direkt + günstig vom Hersteller nubert.de

Nur 24,5 cm Höhe, Musikleistung 160 Watt/Set, Master/Slave-Bauweise. Weiß oder Schwarz. Setpreis 398,- € (inkl. 19% MwSt./zzgl. Versand; Gratisversand in DE + AT) 30 Tage Rückgaberecht - Webshop www.nubert.de

Nubert electronic GmbH, Goethestraße 69, DE-73525 Schwäbisch Gmünd
Studios: Schwäb. Gmünd, Duisburg · Profiberatung +49 (0)7171 87120

nubert

MEHR KLANGFAZINATION

Reform des IT-Sicherheitsgesetzes

Das novellierte „Gesetz zur Erhöhung der Sicherheit informationstechnischer Systeme“ hat Bundestag und Bundesrat passiert. Das BSI wird gestärkt, die Hürden für 5G-Ausrüster werden höher.

Nach Billigung durch den Bundesrat und viel Kritik aus Politik- und Expertenkreisen hat das überarbeitete IT-Sicherheitsgesetz die Legislative passiert. Es sieht insbesondere eine Stärkung des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) vor. Dazu soll das Amt 74,24 Millionen Euro jährlich für fast 800 neue Stellen erhalten.

Auch der Kompetenzbereich des BSI wird erweitert. Um Botnetze, vernachlässigte IoT-Geräte oder Quellen von Schadsoftware zu finden und gegebenenfalls zu bekämpfen, darf das BSI zum Beispiel Portscans innerhalb Deutschlands durchführen oder Methoden wie DNS-Sinkholes und Honeypots nutzen.

In Zukunft kann das BSI außerdem Telekommunikationsanbietern mit mehr als 100.000 Kunden zwingen, an betroffene Systeme „technische Befehle zur Bereinigung von einem konkret benann-

ten Schadprogramm“ zu verteilen – unter Wahrung von Vertraulichkeit und Integrität dieser Systeme. Die Anbieter müssen dem BSI Bestandsdatenauskünfte liefern, wenn es der Schutz von Betroffenen oder deren Benachrichtigung erfordern. Das soll helfen, Trojaner wie Emotet oder komplexe Angriffe besser zu erkennen. Nicht zuletzt darf das BSI künftig für 12 bis 18 Monate „Protokolldaten“ aus dem externen Datenverkehr und „Protokollierungsdaten“ über die interne IT-Nutzung von Behörden speichern.

Das Gesetz ermächtigt die Bundesregierung außerdem, den Einsatz „kritischer Komponenten“ bei „voraussichtlichen Beeinträchtigungen der öffentlichen Sicherheit und Ordnung“ beim Netzausbau zu untersagen. Bestandteile solcher Infrastrukturen müssen zertifiziert sein und ihre Hersteller eine Garantieerklärung abgeben. Bei Gefährdungspotenzial darf das Innenministerium im Benehmen mit Wirtschaftsministerium und Auswärtigem Amt Anbieter von Komponenten zum Beispiel für 5G ausschließen. Die Hürden dieser „Huawei-Klausel“ sind aber hoch.

Der Bundesrat bemängelte, dass der Bund dem Appell der Länder nach mehr

Kooperation nicht nachgekommen sei. Diese fordern insbesondere zur Gefahrenabwehr, bei schweren Cybersicherheitsvorfällen obligatorisch unterrichtet zu werden. Der Wirtschaftsausschuss der Kammer schloss sich zudem der Kritik zivilgesellschaftlicher Akteure wie der AG Kritis an, dass das Innenministerium diesen teilweise nur einen Tag zur Stellungnahme zugiebt hatte. Experten und Opposition sehen zudem große inhaltliche Mängel und eine fehlende Gesamtstrategie. Auch einige Politiker der Koalition äußerten sich kritisch. (mon@ct.de)



Innenminister Horst Seehofer gibt sich glücklich über das IT-Sicherheitsgesetz. Viele Experten, die Opposition und selbst einige Politiker der Koalition übten hingegen deutliche Kritik.

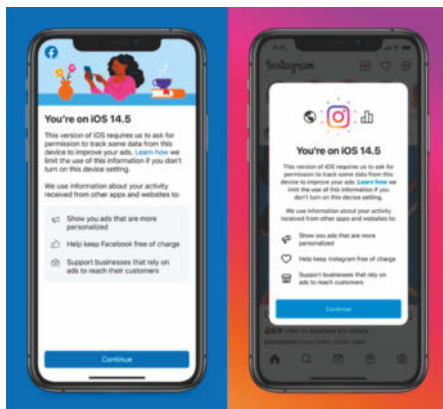
iOS: Facebook und Instagram mit Trackinghinweis

Facebook und Instagram setzen auf iPhones mit iOS ab Version 14.5 ab sofort **Apples neue Bedingungen beim Werbetacking** um. Beim Start können die Apps den Nutzer nun per Opt-in um eine Einwilligung bitten. Erst wenn dieser zugestimmt hat, dürfen Facebook und Instagram auf die Werbe-ID des Mobilgerätes zugreifen, um dessen Aktivität anbieterübergreifend zu erfassen. Zuvor zeigten beide Apps einen Hinweis, dass es sich um eine Pflichtmaßnahme handele: Nutzer sollten daher zustimmen, um „bessere Werbung“ zu ermöglichen und Facebook und Instagram kostenfrei zu halten.

Das Opt-in ist Teil der Tracking-Transparenz-Initiative Apples, die bereits zu heftigem Streit zwischen Apple und Facebook (zu dem auch Instagram gehört) geführt hatte. Laut Flurry Analytics stimmten 17 Tage nach Einführung

von iOS 14.5 nur 13 Prozent aller iOS-Nutzer weltweit einem Tracking zu.

(mon@ct.de)



Mit subtilen Hinweisen auf sonst potenziell anfallende Kosten wollen Facebook und Instagram ihre Nutzer ermuntern, dem Werbetacking unter iOS zuzustimmen.

Digitaler Impfnachweis

In „wenigen Wochen“ will ein Konsortium um IBM im Auftrag des Bundesgesundheitsministeriums die „CovPass-App“ für Android und iOS veröffentlichen. Mit ihr bekommen Geimpfte und Genesene einen digitalen Nachweis in Form eines QR-Codes für Veranstaltungen und Reisen innerhalb der EU. Ebenso soll die CovPass-App Ergebnisse von offiziellen Anti-Gen- oder PCR-Tests enthalten. Die Corona-Warn-App wird um die Funktionen der CovPass-App erweitert. Der gelbe internationale Impfausweis bleibt weiterhin gültig.

Innerhalb der Bundesländer sollen Impfzentren passende QR-Codes an bereits Geimpfte per Post verschicken. Wer von Covid genesen ist oder sich bei seinem Hausarzt hat impfen lassen, soll sich dafür an die jeweilige Praxis wenden. Zusammen mit einem Lichtbildausweis kann der Ausdruck bei Kontrollen ebenso vorgezeigt werden wie die Smartphone-App. (hag@ct.de)

Baden-Württemberg: Änderungen bei der Schul-IT

Erneuter Wirbel in Baden-Württemberg: Einerseits teilt das Hochschulnetzwerk BelWü mit, dass es künftig für Schulen keine Ressourcen mehr bereitstellen kann, andererseits warnt der Landesdatenschutzbeauftragte vor dem Einsatz von Microsoft 365 für Schüler und Lehrer.

Derzeit versorgt in Baden-Württemberg das Landes-Hochschulnetzwerk BelWü Schulen mit Instanzen des Open-Source-Lernmanagementsystems Moodle. Doch nun mahnt das Wissenschaftsministerium, das BelWü möge sich wieder auf die Versorgung der Hochschulen des Landes konzentrieren.

Am 1. Mai informierte BelWü zwar die betreuten Schulen darüber, dass die Mailsysteme und die eigentliche Moodle-Lernplattform vorerst unverändert bestehen bleiben, bis das Land eine Alternative bereitstellen kann. Viele Schulen betreiben aber auch eigene selbstverwaltete Moodle-Auftritte sowie Wikis und Foren. Das Hosting dieser Webauftritte bietet BelWü ab sofort nicht mehr an, bestehende Auftritte werden ab Oktober 2021 nach und nach eingestellt.

An einer alternativen Landeslösung arbeitet das Kultusministerium schon seit geraumer Zeit. Dabei wurde zuletzt eine an den Schulbetrieb angepasste Version von Microsoft 365 favorisiert. In einer ge-

meinsamen Stellungnahme fordern mehr als 20 Institutionen und Verbände eine Abkehr von diesen Plänen, darunter der Landesschüler- und Landeselternbeirat sowie der Philologen- und Realschullehrerverband.

Die geplante Landeslösung unter Einbeziehung von MS Office und Teams wurde in den vergangenen drei Monaten erprobt. Insbesondere in Berufsschulen gibt es viele Befürworter dieser Lösung. Der Landesdatenschutzbeauftragte Dr. Stefan Brink, der das Pilotprojekt begleitete, rät allerdings „aufgrund hoher datenschutzrechtlicher Risiken von der Nutzung der geprüften Version von Microsoft Office 365 an Schulen ab“, heißt es in einer Stellungnahme auf der Website seines Büros. Die Landesdatenschützer wollen „ab dem Beginn des neuen Schuljahres [...] allen

dann vorliegenden Beschwerden mit Nachdruck nachgehen.“

„Wir haben immer erklärt, dass die Stellungnahme des Landesdatenschutzbeauftragten für das Kultusministerium handlungsleitend sein wird“, teilt das Kultusministerium auf Anfrage von c't mit, betont jedoch auch: „Microsoft Office 365 wird bereits von vielen Schulträgern und Schulen [...] genutzt. [...] Ein Einbezug in die digitale Bildungsplattform wäre deshalb effizient und nah an der Alltagspraxis vieler Schulen.“ Eine denkbare Alternative sei Phoenix Suite. Microsofts Konditionen für Schulen sind allerdings so günstig, dass der Einsatz dieses Open-Source-Pakets Zusatzkosten von 18,5 Millionen Euro pro Jahr verursachen würde. (dwi@ct.de)

Stellungnahmen: ct.de/ypx1

The screenshot shows the BelWü website with a navigation bar at the top containing links for 'Hilfe', 'FAQ', 'Anleitungen', and 'Sicherheit'. On the right side of the header are search and navigation icons. The main content area features a title 'Migration und Einstellungen von Diensten für Schulen durch BelWü' and a sub-header 'Frage 1: Wann wird mein Webauftritt bei BelWü abgeschaltet?'. The text below explains that schools will receive a shutdown schedule for their web presences, starting from October 1, 2021, and ending on February 28, 2023. It lists the types of web presences affected: Homepage, Wiki, Forums, NextCloud, and self-managed Moodle instances.

Rauswurf zur Unzeit: BelWü stellt Dienste für Schulen ein.

Endlich. Einfach. Smart Home.

Smarte Lichtsteuerung für Ihren Garten!

Das komfortable Schalten und Dimmen von Licht schafft nicht nur eine Wohlfühlatmosphäre in Ihren eigenen vier Wänden, sondern auch in Ihrem Garten. Verbinden Sie Ihre Außenbeleuchtung einfach mit einem Lichtsensor. Bei einsetzender Dämmerung gehen Ihre Lichter automatisch an und setzen Ihren Garten stilvoll in Szene.

- ✓ Einfache Installation
- ✓ Sicher und geschützt
- ✓ Beliebig erweiterbar um mehr als 100 Produkte

homematic-ip.com



homematic IP



Bild: Herwin Bahar / dpa

Auslaufmodell 30 Prozent

Entwickler und Behörden setzen App-Store-Betreiber unter Druck

App-Store-Betreiber wie Apple streichen satte Provisionen ein und gängeln Entwickler mit Auflagen. Dass sie damit noch lange durchkommen, ist unwahrscheinlich – denn neben den Entwicklern erhöht auch die EU-Kommission den Druck.

Von Daniel Herbig und Christian Wölbart

Apple-Manager als Zeugen vor Gericht, öffentliche Kreuzverhöre und Einblicke in interne Mails: Die Klage des Spieleherstellers Epic gegen Apple ist wahrlich ein Spektakel. Der Anfang Mai in San Francisco eröffnete Prozess um Epics Spiel „Fortnite“ und Apples App-Store-Regeln wird voraussichtlich Ende des Monats entschieden. Epic wirft Apple den Missbrauch einer marktbeherrschenden Stellung vor

und will seine Inhalte künftig an iPhone-Nutzer verkaufen, ohne dabei 30 Prozent der Umsätze an Apple abzugeben. Bis Redaktionsschluss dieser c't war noch nicht absehbar, wie das Verfahren ausgeht.

Doch selbst, wenn Apple sich durchsetzen sollte: Allzu lange dürfte der iPhone-Hersteller mit seinen rigiden App-Store-Regeln und seiner 30-Prozent-Provision nicht mehr durchkommen. Denn auch Wettbewerbsbehörden sowie die Politik erhöhen den Druck auf den iPhone-Konzern und andere Plattformbetreiber.

Auch Vestager macht Druck

Jüngstes Beispiel ist eine Entscheidung der EU-Kommission: Ende April stellte die Behörde „vorläufig“ fest, dass Apple seine marktbeherrschende Stellung beim App-Vertrieb missbrauche. In dem Verfahren geht es zwar bislang nur um Musikstreaming-Apps wie Spotify, aber EU-Kommissarin Margrethe Vestager machte deutlich, dass sie das System App Store insgesamt angreift: Der Konzern verlange „hohe Pro-

visionen“ und verbiete Konkurrenten, in ihren Apps auf alternative Kaufmöglichkeiten hinzuweisen, twitterte sie. „Das schadet den Verbrauchern.“ Apple darf nun zu den Vorwürfen Stellung nehmen.

Weil solche Kartellverfahren sich über Jahre hinziehen, plant die EU-Kommission auch eine Verschärfung der Rechtsgrundlagen. Der im Dezember vorgeschlagene „Digital Markets Act“ sieht vor, dass Wettbewerbsbehörden künftig nicht mehr in jedem Einzelfall nachweisen müssen, dass ein Unternehmen eine marktbeherrschende Stellung hat und diese missbraucht. Stattdessen sollen sich Plattformen, die in Europa mehr als 6,5 Milliarden Euro Umsatz machen und dort mehr als 45 Millionen Nutzer haben, an besonders strenge Regeln halten. Sie dürften dann zum Beispiel App-Anbietern nicht mehr untersagen, auf günstigere Kaufmöglichkeiten hinzuweisen.

Der Druck von Entwicklern und Wettbewerbsbehörden lässt die 30-Prozent-Regel – jahrelang der Branchenstandard bei Apps und Spielen – bereits jetzt bröckeln: Seit Januar verlangt Apple von Entwicklern, die nicht mehr als eine Million US-Dollar pro Jahr im App Store verdienen, nur noch 15 Prozent. Und von Juli an halbiert auch Google seine Provision auf 15 Prozent, solange der Jahresumsatz eines Anbieters unterhalb einer Million US-Dollar bleibt.

Auch bei anderen Shop-Betreibern geraten die Dinge in Bewegung. Valve, das Unternehmen hinter der Spieleplattform Steam, verlangt seit 2018 nur noch 25 oder 20 Prozent von größeren Studios, weil namhafte Entwickler wie Bethesda und Electronic Arts einige ihrer Titel nicht mehr bei Steam anbieten wollten. Inzwischen wehren sich auch kleinere Anbieter gegen den Betreiber des größten PC-Spiele-Stores. Das Indie-Studio Wolfire Games wirft ihm in einer Klage vor, seine marktbeherrschende Stellung auszunutzen. Unmissverständlich damit verknüpft: die 30-Prozent-Provision.

Microsoft hat die Abgaben für PC-Spiele im Microsoft Store bereits auf zwölf Prozent heruntergefahren. Bei dieser Marke liegt auch Apple-Kontrahent Epic mit seinem eigenen Games Store. Selbst mit dieser Provision könne man ein „profitables und nachhaltiges“ Geschäft aufbauen, twitterte Epic-Chef Tim Sweeney 2019 als Seitenhieb auf Apple. Unter dem Strich blieben so rund fünf Prozent des Umsatzes bei Epic als Gewinn hängen, bei weiterem Wachstum seien auch Margen von sechs oder sieben Prozent drin.

Geschickt versucht Epic, die Öffentlichkeit auf seine Seite zu ziehen. Den Rauswurf des beliebten Online-Shooters „Fortnite“ aus dem App Store und dem Play Store hatte das Entwicklerstudio provoziert, indem es Zahlungen für im Spiel erworbene Gegenstände schlicht an Apple und Google vorbeischleuste, ganz ohne Abgabe. In der kurzen Zeit, bevor „Fortnite“ deswegen gesperrt wurde, waren diese Items für die Spieler 20 Prozent billiger.

Aus Sicht des früheren Apple-Managers Philipp Shoemaker sollte die Provision sogar eher in Richtung drei Prozent gehen, ähnlich wie bei Kreditkartenfirmen. Apple habe sich die 30 Prozent zum Launch des App Stores mehr oder weniger willkürlich herausgepickt, erklärte Shoemaker der New York Times. „Niemand hat das hinterfragt.“ Andere Anbieter wie Google oder Samsung folgten dann schlicht Apples Vorbild, als sie selbst App-Läden aufmachten.

Marge von über 70 Prozent?

Wie viel Apple mit seinem App Store bislang genau verdient, ist unbekannt. Die

Umsätze werden in Finanzberichten des Unternehmens mit anderen Diensten wie Apple Music und Apple Pay zusammengeführt und damit unkenntlich gemacht. Analysten gehen aber davon aus, dass Entwicklerteams 2020 Software für insgesamt mehr als 60 Milliarden US-Dollar über den App Store verkauft haben. Demnach könnte Apple rund 20 Milliarden US-Dollar an Provisionen eingestrichen haben. Die Gewinnmarge des App Store liege oberhalb von 70 Prozent, glauben Analysten.

Auch viele App-Entwickler haben nicht den Eindruck, dass den US-Konzernen für den Betrieb ihrer Shops hohe Kosten entstehen. „Apple und Google machen Milliardenumsätze mit einer minimalen Dienstleistung“, kritisiert der Chef einer europäischen Entwicklerfirma mit zwei Dutzend Mitarbeitern im Gespräch mit c't. Supportanfragen würden die Shopbetreiber meistens direkt an die App-Entwickler weiterleiten – auch, wenn das Problem beim App Store liege und nicht bei der App.



Bild: Noah Berger / dpa

Epic-Chef Tim Sweeney vor seinem Auftritt im Prozess gegen Apple: Der „Fortnite“-Anbieter versucht geschickt, die Öffentlichkeit auf seine Seite zu ziehen.

Außerdem dürfe man nicht vergessen, dass die Entwickler neben der Provision auch noch die Mehrwertsteuer zahlen müssten. Unter dem Strich blieben deshalb nur rund 50 Prozent der Umsätze bei ihnen hängen. Namentlich genannt werden möchte der Unternehmer nicht – aus Sorge, von Apple oder Google gegängelt zu werden.

(cwo@ct.de) **ct**

DRINGENDER BEDARF?

SCHNELLE UND VERLÄSSLICHE LÖSUNGEN.

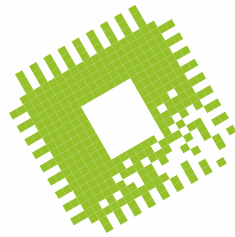
YOUR SOURCING PLATFORM.

WILLKOMMEN BEI DER CONRAD SOURCING PLATFORM.

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



Bit-Rauschen



2-Nanometer-Chip, neue CPU-Lücke und OpenCL schwächelt

IBM hat zwar keine Halbleiterfertigung mehr, entwickelt die Technik aber weiter und demonstriert einen 2-Nanometer-Testchip. Forscher entdecken einen neuartigen Seitenkanalangriff, OpenCL hat es schwer und Festplattenpreise steigen wegen der Kryptowährung Chia.

Von Christof Windeck

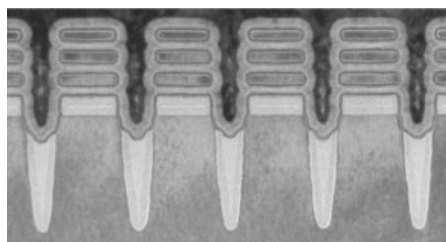
Entwicklerteams von IBM Research in Albany (New York) haben auf einer Pilotanlage den angeblich weltweit ersten Testchip mit 2-Nanometer-Technik gefertigt. Die 2-Nanometer-Serienfertigung dürfte allerdings wohl frühestens im Jahr 2025 anlaufen. Dann sollen im Idealfall mehr als 330 Millionen Transistoren auf nur einen Quadratmillimeter Siliziumfläche passen. Das wären über 50 Prozent mehr als bei Chips wie Apple M1 und Qualcomm Snapdragon 888 aus der bisher fortschrittlichsten Fertigungstechnik, dem 5-Nanometer-Verfahren von TSMC. Allerdings wird zwischen der 5- und der 2-Nanometer-Fertigungstechnik noch die 3-Nanometer-Technik kommen, insofern ist der von IBM gezogene Vergleich etwas schief.

IBM hat mit der 2-Nanometer-Technik neuartige Feldeffekttransistoren (FETs) hergestellt, sogenannte Nanosheet-FETs. Bei denen teilt sich der leitende Kanal in mehrere feinere Blättchen (Sheets) auf, die allseits von der Gate-Elektrode umgeben sind. Nanosheet-Transistoren sind eine Variante der Gate-All-Around-(GAA-)FETs, die etwa auch Intel und TSMC für die 3- und 2-Nanometer-Fertigung entwickeln. Sie sollen dann die bisherigen FinFETs ablösen, deren leitender Kanal die Form einer oder mehrerer Finnen hat.

Weil IBM keine eigene Serienfertigung mehr betreibt, werden wohl Kooperationspartner wie Samsung und möglicherweise auch Intel die Nanosheet-Technik als Auftragsfertiger anbieten. Die Kooperation zwischen IBM und Intel ist neu. Mit Globalfoundries arbeitet IBM hingegen schon lange zusammen, aber Globalfoundries hat bisher keine Pläne, feinere Strukturen als 12 Nanometer zu fertigen. Am Standort Dresden produziert Globalfoundries minimal 22-Nanometer-Strukturen, nämlich auf Silicon-on-Insulator-(SOI-)Wafers; die Technik heißt dort 22FDX.

Micro-Ops-Lücke

Amerikanische Forscher haben eine Sicherheitslücke aufgedeckt, die x86-Prozessoren von AMD und Intel und potenziell auch ARM-Chips betrifft. Ähnlich wie bei Spectre nutzen sie einen Seitenkanal: Um an vermeintlich geschützte Daten von anderen laufenden Threads heranzukommen, manipulieren sie den Micro-Op-Cache. Dieser Pufferspeicher sitzt ganz dicht an den Rechenwerken, ist mit einigen Tausend bereits dekodierter Mikrooperationen befüllt, genannt Micro-Ops (μ Ops/uOps). Dadurch steigt die Rechenleistung aktueller Prozessoren ganz erheblich, weshalb Schutzmaßnahmen gegen die neue Sicherheitslücke die Performance wiederum deutlich mindern könnten. Allerdings



2025 könnte die Fertigung von 2-Nanometer-Chips anlaufen, die mit „Nanosheet“-Transistoren arbeiten. Deren leitende Kanäle (oben im Bild im Querschnitt zu sehen) sind rundum von der Gate-Elektrode umgeben.

ist der Seitenkanalangriff, den das Forscherteam etwas dramatisch „I see dead μ Ops“ taufte, recht kompliziert und wurde bisher nicht in die Datenbank der Common Vulnerabilities and Exposures (CVEs) aufgenommen. Das deutet darauf hin, dass er als wenig bedrohlich eingeschätzt wird; er dürfte vor allem für Attacken auf Cloud-Server attraktiv sein und das Sicherheitsrisiko bei typischen Desktop-PCs und Notebooks nicht wesentlich steigern.

OpenCL im Abseits

Die Programmierschnittstelle OpenCL, mit der sich etwa Grafikprozessoren als Rechenbeschleuniger einbinden lassen, gerät in Bedrängnis. Zwar erschien die erste Version schon 2008 und erst im Herbst 2020 verabschiedete das Standardisierungsgremium in der Khronos Group noch OpenCL 3.0. Apple hat die Technik jedoch mit einem Sicherheitsupdate für macOS 10.15 (Catalina) stillgelegt. Auf Macs soll man stattdessen gefälliger das Metal-API nutzen beziehungsweise Befehle aus Apples „Accelerate“-Framework. Nvidia als dominierender Verkäufer von Rechenbeschleunigern pflegt höchst erfolgreich das hauseigene CUDA(-X) und zeigt recht wenig Interesse an OpenCL. So bleiben als OpenCL-Befürworter vor allem AMD und Intel übrig. Doch Intel schmiedet mit OneAPI ein eigenes Eisen und mit SYCL gibt es ein weiteres Programmiermodell. Diese API-Fragmentierung dürfte Entwickler abschrecken, die ihre Software mit Rechenbeschleunigern auf Trab bringen wollen. Das wiederum bremst die Verbreitung von Apps, die die zahlreichen Spezialfunktionen moderner Prozessoren ausreizen.

Teurere Festplatten

An Lieferengpässen und daraus folgende Mondpreise von Halbleitern hat man sich schon zähneknirschend gewöhnt. Anfang Mai wurden nun Festplatten mit hoher Kapazität ab etwa 10 TByte deutlich teurer. Ursache ist vermutlich der Handelsstart der Kryptowährung Chia, deren „Proof of Space“-Schürfprozess viel Speicherplatz belegt. Letzteres ist wohl gut gemeint und soll im Vergleich zum stromfressenden Mining etwa von Bitcoin und Ethereum weniger Ressourcen fressen – aber braucht die Welt wirklich noch mehr Kryptowährungen? (ciw@ct.de)

Bit-Rauschen als Audio-Podcast:
ct.de/yr2b

PayPal: „Inaktivitätsgebühr“ und Integration in Ladenkassen

Der Bezahlendienst PayPal will dem stationären Handel neue Möglichkeiten an der Kasse bieten. Online-Händler, die ihr PayPal-Konto nicht nutzen, sollen hingegen bis zu 10 Euro im Jahr zahlen.

Händler in Deutschland und Österreich, die zwölf Monate am Stück nicht auf ihr PayPal-Konto zugreifen oder weder Geld senden noch empfangen, müssen ab Dezember 2021 mit einer „Inaktivitätsgebühr“ rechnen. Von ihnen erhebt der Dienst ein Entgelt von bis zu 10 Euro. Ins Minus rutschen sollen Konten jedoch nicht: Beträgt der Saldo weniger als 10 Euro, wird maximal der noch vorhandene Rest abgebucht.

PayPal will betroffene Händler rechtzeitig vorher informieren; um wieder als aktiv zu gelten, reichen ein einmaliges Einloggen oder eine Transaktion. Die Kalifornier begründen den Schritt mit den Kosten, die ihnen durch ungenutzte Kundenkonten entstünden.

Darüber hinaus hat PayPal sein Bezahlssystem für das mobile Bezahlen per Smartphone erweitert. Einzelhändler können PayPal nun in ihr Kassensystem integrieren. Kunden bezahlen über einen dynamischen grafischen Code (Farbmatrix-plus Strichcode). Dazu müssen sie in der

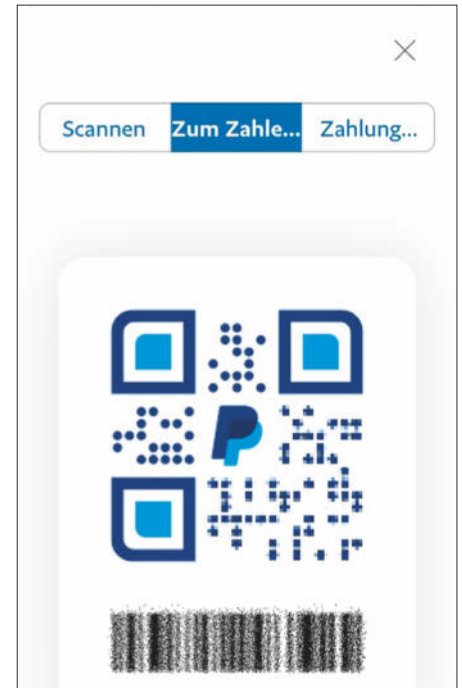
PayPal-App über den Button „Scannen“ die Funktion „Zum Zahlen anzeigen“ auswählen. Der Code erscheint auf dem Display des Kunden, der Kassierer erfasst ihn mit einem Lesegerät. Alternativ kann auch das Kassensystem einen Code anzeigen, den der Kunde dann mit seinem Gerät einscannt.

PayPal zieht den Zahlungsbetrag anschließend von einer Kreditkarte oder einem Girokonto ein, das der Nutzer hinterlegt hat. Die Händlerkonditionen sind Verhandlungssache, sollen aber nach Aussagen aus Branchenkreisen günstiger sein als für den Onlinebereich. In Deutschland ist das System zunächst in 41 Geschäften auf dem Flughafen München im Einsatz. Ob es den etablierten, NFC-basierten Verfahren wie Apple Pay und Google Pay Konkurrenz machen kann, bleibt abzuwarten.

Bereits im Juni 2020 hatte PayPal ein System vorgestellt, bei dem kleine Einzelhändler, aber auch Privatkunden (etwa für Flohmärkte) einen statischen Code ausdrucken oder auf dem Display eines Handys anzeigen lassen können. Der Zahler muss den Betrag bei diesem Verfahren nach dem Scannen allerdings über die Funktion „Geld senden“ händisch eintippen. Nach Angaben des Zahlungsdienstes soll die Einführung des Systems

positiv verlaufen sein, er äußerte sich aber nicht zu konkreten Zahlen.

(mon@ct.de)



Kunden können ab sofort im Einzelhandel mit einem grafischen Code über ihre PayPal-App bezahlen, sobald der Händler diese Zahlungsart im Kassensystem integriert hat.

BADEN-4.0 WÜRTTEMBERG

Post-Corona-Digitalisierung –
Was kommt, was geht, was bleibt?

1. Juli 2021
Online-Event

JETZT VORMERKEN!

www.bw-4-0.de

#bw40

Zweiter Anlauf für die GeForce RTX 3060 mit Mining-Sperre

Nvidia will die Neuauflage der 300-Euro-Grafikkarte fürs Ethereum-Mining unattraktiv machen und so die Verfügbarkeit steigern.

Die im Februar vorgestellte Gaming-Grafikkarte GeForce RTX 3060 erfreut sich bei Minern der Kryptowährung Ethereum großer Beliebtheit, weil sie zumindest auf dem Papier lediglich 329 US-Dollar kostet. Da die Karten aber schon direkt in Asien



Die GeForce RTX 3060 wandert momentan statt in Gaming-PCs vor allem in Kryptomining-Farmen.

in Mining-Rechenzentren wandern, sind sie hierzulande im Einzelhandel nur zu astronomischen Preisen von über 850 Euro erhältlich, falls überhaupt. Um die Karten fürs Mining unattraktiv zu machen, hatte Nvidia eine Drossel eingeführt: Sie erkennt Berechnungen mit dem Ethash-Algorithmus und bremst sie etwa auf die Hälfte aus. Die Drossel wurde aber relativ schnell überwunden.

Im Mai will Nvidia deshalb eine Neuauflage der GeForce RTX 3060 mit anderer PCI-ID bringen, bei der die Mining-Bremse tatsächlich funktionieren soll. An den übrigen Eigenschaften der Grafikkarte mit 12 GByte GDDR6-RAM und 3584 Shadern soll sich nichts ändern. Ende April hat der GPU-Hersteller den Grafiktreiber GeForce 466.27 vorgestellt, der die zweite Version der GeForce RTX 3060 unterstützt. Nvidia hat den Treiber zudem für die Enhanced Edition des Ego-Shooters Metro Exodus optimiert. Diese verwendet für eine bessere Grafikdarstellung zusätzlich Raytracing-Effekte und die KI-unterstützte Kantenglättung DLSS 2.0.

(chh@ct.de)

GeForce-Treiber 466.27: [ct.de/ytqt](https://www.nvidia.com/de-de/drivers/466.27)

Firmware-Update für Kingston-SSD

In unseren Bauvorschlägen der letzten zwei Jahre hatten wir mehrfach die M.2-SSD Kingston A2000 verwendet. Bei einigen Lesern kam es **unter Linux zu Abstürzen** des gesamten Systems. Ursache ist ein Problem der A2000 mit der Energiesparfunktion Autonomous Power State Transition (APST), sodass die SSD erst nach dem Aus- und Wiedereinschalten des Rechners erkannt wird.

Seit Ende April bietet Kingston ein Firmware-Update an, das diesen Fehler beheben soll. Allerdings verteilt der Hersteller es über die Software „SSD Manager“, die es ausschließlich für Windows gibt. Deshalb stellen wir die Firmware inklusive einer Anleitung für Linux unter ct.de/ytqt zum Download bereit. (chh@ct.de)

SSD-Firmware-Update: ct.de/ytqt



Kingston A2000: Firmware-Update verhindert Abstürze unter Linux.

Achtkern-Mobilprozessoren für Gamer und Profis

Die Mobil-CPU der Serien **Intel Core i-11000H** und **Xeon W-11000M „Tiger Lake-H“** für leistungsstarke (Gaming-) Notebooks und mobile Workstations sollen dem AMD Ryzen 5000H Paroli bieten. Sie verwenden die modernen Willow-Cove-Rechenwerke und die Xe-GPU der bereits im Herbst 2020 vorgestellten Quad-Cores der Serien Core i-11000H und Core i-1100G, haben aber nun bis zu acht CPU-Kerne.

Zu den Plattform-Neuerungen zählen 20 PCI-Express-4.0-Lanes am Prozessor für Grafikchips und schnelle M.2-SSDs, WLAN-Adapter mit Wi-Fi 6 Enhanced, Thunderbolt 4 sowie eine breitere Anbindung zum Serie-500-Chipsatz.

Das Spitzenmodell Core i9-11980HK tritt mit einer einstellbaren TDP (cTDP) von 65 Watt und einem Turbotakt von bis zu 5 GHz an. Bei 3D-Spielen verspricht

Intel eine um bis zu 21 Prozent höhere Bildrate im Vergleich zum Vorgänger Core i9-10980HK. Die übrigen Prozessoren haben eine cTDP von 35 Watt, damit die Hersteller die Leistung flexibel an das

Kühlsystem des Notebooks anpassen können. Die beiden Xeons W-11955M und W-11855M können ECC-RAM ansteuern und den Speicher per Total Memory Encryption verschlüsseln. (chh@ct.de)

Mobilprozessoren Tiger Lake-H, 10 nm

Prozessor	Kerne	Takt / Turbo	L3-Cache	TDP / cTDP
Consumer-CPUs				
Core i9-11980HK	8+HT	2,6 / 5,0 GHz	24 MByte	45 W / 65 W
Core i9-11900H	8+HT	2,5 / 4,9 GHz	24 MByte	45 W / 35 W
Core i7-11800H	8+HT	2,3 / 4,6 GHz	24 MByte	45 W / 35 W
Core i5-11400H	6+HT	2,7 / 4,5 GHz	12 MByte	45 W / 35 W
Core i5-11260H	6+HT	2,6 / 4,4 GHz	12 MByte	45 W / 35 W
Business-CPU mit vPro				
Xeon W-11955M	8+HT	2,6 / 5,0 GHz	24 MByte	45 W / 35 W
Core i9-11950H	8+HT	2,6 / 5,0 GHz	24 MByte	45 W / 35 W
Xeon W-11855M	6+HT	3,2 / 4,9 GHz	18 MByte	45 W / 35 W
Core i7-11850H	8+HT	2,5 / 4,8 GHz	24 MByte	45 W / 35 W
Core i5-11500H	6+HT	2,9 / 4,6 GHz	12 MByte	45 W / 35 W

Microsofts rein europäische Cloud

Microsoft unternimmt einen neuen Anlauf, in der EU ansässigen Kunden aus dem öffentlichen Sektor und Unternehmenskunden DSGVO-kompatible Cloud-Services zur Verfügung zu stellen.

Künftig sollen in der Cloud von Microsoft gespeicherte und verarbeitete Daten europäischer Behörden und Großunternehmen („Enterprise Customers“) die EU nicht mehr verlassen. Diese Zusage, gültig für Azure, Microsoft 365 (inklusive Office) und Dynamics 365, macht Brad Smith, President und Chief Legal Officer bei Microsoft, in einem Blogbeitrag (siehe ct.de/yx8d). Microsoft nennt diese Initiative „EU Data Boundary for the Microsoft Cloud“. Die technische Entwicklung hierzu sei angelaufen, Smith nennt aber keinen Abschlusstermin.

Die Ankündigung wirkt insofern etwas befremdlich, als Microsoft schon

seit rund zwei Jahren verspricht, die Daten europäischer Kunden auf EU-Servern zu speichern. Die dafür eingeführten Rechenzentrumsregionen garantieren jedoch lediglich, ruhende Daten, etwa auf OneDrive oder Sharepoint, auf regionalen Servern zu halten.

Inhalte, die durch Azure-Dienste wie zum Beispiel die Cognitive Services, darunter Übersetzung und Textanalyse, von Microsoft-Servern verarbeitet werden, können hingegen durchaus in die USA transferiert werden. Das bestätigte uns ein Microsoft-Mitarbeiter in einem Gespräch anlässlich des Praxisartikels „Microsoft Office ohne Cloud“ in *ct* 8/2021, S. 154.

Möglicherweise soll sich genau das mit der „EU Data Boundary“-Initiative ändern. Smith schließt ausdrücklich Diagnosedaten, Supportdaten und nicht näher spezifizierte „Service-generierte Daten“ ein. Ob dieses Statement aber tat-

sächlich auch zu übersetzende und anderweitig durch Azure-Dienste verarbeitete Inhalte abdeckt, bleibt unklar.

Wovon hingegen bei Microsofts Ankündigung nicht die Rede ist: Technisch dürften dem Konzern auch künftig alle Möglichkeiten offenstehen, aus den USA auch in der EU gespeicherte Daten abzugreifen. Zwar sagt Smith, Microsoft werde alle unrechtmäßigen Aufforderungen zur Datenherausgabe anfechten, wann immer es dafür eine rechtliche Basis gebe. Er schließt aber nicht aus, auch Anfragen zu befriedigen, die im Konflikt mit EU-Recht stehen, sondern verspricht für diesen Fall „Monetary Compensation“. Der Begriff könnte für Schadenersatz oder auch nur für Gebührenersatz stehen. Auf jeden Fall erfahre der Kunde dann wenigstens von der Abfrage. (hps@ct.de)

Microsofts Blogbeitrag: ct.de/yx8d

O'REILLY® Know-how für Praktiker

Noch mehr Auswahl:
www.oreilly.de



ISBN 978-3-96009-157-8
ab 35,99 € • E-Book | Print | Bundle



ISBN 978-3-96009-105-9
ab 27,99 € • E-Book | Print | Bundle



ISBN 978-3-96009-154-7
ab 23,99 € • E-Book | Print | Bundle



ISBN 978-3-96009-153-0
ab 31,99 € • E-Book | Print | Bundle

Bundle up!

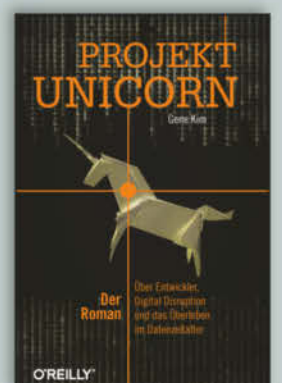
Print- & E-Book
als O'Reilly-Bundle



ISBN 978-3-96009-141-7
ab 19,99 € • E-Book | Print | Bundle



ISBN 978-3-96009-147-9
ab 23,99 € • E-Book | Print | Bundle



ISBN 978-3-96009-139-4
ab 19,99 € • E-Book | Print | Bundle

Zurück ins Kino

FMX 2021: Konferenz für Animation, Effekte, Spiele und immersive Media

Das vergangene Jahr hat die Branche für visuelle Effekte und Animation geprägt: Statt aufwendige Filme produzierte sie vor allem Serien. Neben Einblicken in Produktionen wie Tenet, Godzilla vs. Kong, WandaVision und The Mandalorian ging es auf der FMX vor allem darum, Zuschauer zurück ins Kino zu locken.

Von André Kramer

Nicht alle Filme entstehen in Hollywood. Die weltweit vernetzte Branche emanzipiert sich von Kalifornien und nutzt Standortvorteile wie die Filmförderung in Deutschland. Keynote-Speaker Florian Gellinger von der Berliner Effektfirma Rise berichtete über den Animationsfilm Drachenreiter und den Science-Fiction-Film Stowaway. Das Berliner Effektstudio hat bereits Erfahrungen mit vielen Marvelfilmen gesammelt, wagt sich mit beiden Filmen nun heraus aus der Rolle des Zulieferers und produziert effektgeladenes Kino in Deutschland.

Die deutsche VFX-Branche

Der Animationsfilm „Drachenreiter“ um den jungen Silberdrachen Lung ist von Cornelia Funkes gleichnamigem Buch inspiriert. Er entstand in Co-Produktion von Rise Pictures mit Constantin Film und lief voriges Jahr im Kino. Rise renderte den größten Teil des Films inklusive 1200 Umgebungen sowie Simulationen für Feuer, Eis und Rauch.

Stowaway erzählt die Geschichte einer Reise zum Mars, auf dem die Sauerstoffversorgung manipuliert wird. Die Crew ist mit Anna Kendrick und Toni Collette hochrangig besetzt. Rise Pictures produzierte ihn zusammen mit Augen-

schein aus Nordrhein-Westfalen und XYZ aus Los Angeles. Alle Innenszenen wurden in den Bavaria Studios in München gedreht, alle im All spielenden Außenszenen in den MMC Studios in Köln. Die visuellen Effekte entstanden komplett bei Rise in München. Beim Entwurf der Raumstation orientierte sich Rise an realen Vorbildern wie der ISS. Da es sich um begrenzten Raum handelte, ließ sich das Projekt mit einer kleinen Crew im Studio umsetzen. Den aufwendig produzierten Film hat Netflix gekauft und er landete in den USA und in Großbritannien auf Anhieb die Erstplatzierung. In Deutschland soll er ab 10. Juni in den Kinos laufen.

Immersives Filmenerlebnis

Überhaupt erwartet die Branche mit Anspannung das Ende der Lockdowns und möchte die Zuschauer zurück ins Kino locken – und das geht nur über die Technik, denn viele haben ihr Heimkino aufgerüstet. Urgestein der Effektszene Douglas Trumbull hält für eine immersive Kinoerfahrung hohe Auflösung, hohe Bildrate, ein helles Bild sowie hohen Dynamikumfang (HDR), einen weitwinkeligen Bildschirm und immersiven Sound für essenziell. Bereits in den Sechzigern arbeitete er mit Stanley Kubrick an „2001: Odyssee im Weltraum“.

„In Zeiten des analogen Films war es schwierig, einen neuen Standard durchzusetzen, denn Kinos hätten umgerüstet werden müssen“, sagt Trumbull. „Mit digitalen Projektoren ist es einfacher zu experimentieren.“ Ein Ärgernis, das Filmemacher seit Jahrzehnten umtreibt, ist das charakteristische Flackern von Filmen mit 24 Bildern pro Sekunde, ein Standard aus der frühen Zeit des Tonfilms. Das Flackern löst der vergleichsweise langsame Verschluss aus. In Actionszenen mit schnellen Schwenks und Bewegungen zeigt sich bei dieser Bildrate Bewegungsunschärfe und diesen Effekt müssen Filmemacher seit jeher mitdenken. Er limitiert ihre Möglichkeiten in einer Weise, die der digitalen Technik nicht angemessen ist, so Trumbull, denn moderne Profikameras nehmen mit Leichtigkeit 4K-Film mit 120 Bildern pro Sekunde auf.

Peter Jackson experimentierte bei seiner Hobbit-Trilogie mit 48 Bildern pro Sekunde. Das Publikum ist aber den alten Standard gewöhnt: Kino bedeutet Flackern. Das Bild wirkte eher wie Fernsehen, lautete eine häufige Beschwerde der Zuschauer. James Cameron sieht keine Alternative zu höherer Bildrate: Das geplante Avatar-Sequel mit Kate Winslet, Zoe Saldana und Vin Diesel werde in höherer Bildrate als 24 Bilder pro Sekunde erscheinen. Ob es 48 oder 60 Bilder pro Sekunde werden, wird noch geprüft.

Godzilla vs. Kong

Einer der wenigen aufwendigen Blockbuster des Jahres ist „Godzilla vs. Kong“. Für die Prügelei der Atom-Echse mit dem großen Affen griffen Kreativteams der Effektstudios MPC, Scanline VFX und Weta digital mehrfach auf vorhandenes Material zurück. Dennoch kostete er 200 Millionen US-Dollar. Für die Hongkong-Szenen ver-



Bild: Scanline VFX

Affe haut Echse. Spoiler: Die Echse haut zurück. Die Muskulatur von Kong generierte die Effektschmiede Scanline mit Ziva VFX Studio.

wendete MPC Stadtmodelle aus dem Film „Ghost in the Shell“. Schlüsselemente wie die violette und blaue Neonbeleuchtung erinnern noch an das ursprüngliche Material. Im Laufe der Szene trampeln die Monster die glänzenden Wolkenkratzer nieder. Wie ein Gebäude zusammenfällt, entscheidet mittlerweile eine Physiksimulation – in früheren Jahren war derartiges Zerstörungswerk Handarbeit. Dennoch arbeiteten bei MPC rund 300 Leute acht Monate lang an der Sequenz.

Das Modell von Kong hat ein Team um VFX-Supervisor Bryan Hirota neu modelliert. Der Gorilla musste älter wirken als im 2017 erschienenen Film „Kong: Skull Island“, denn dieser spielt im Jahr 1973. „Pate stand der Kong aus Skull Island, allerdings statten wir ihn mit kräftigeren Armen und Schultern aus“, sagt Hirota. „Bodybuilder, Boxer und MMA-Kämpfer, die etwas älter als zu ihrer besten Zeit sind, bildeten die Vorlage für das Modell.“ Der Arbeitstitel: „old man Kong“.

Das Tool Ziva VFX Studio half beim Generieren der Muskulatur über einem vereinfachten Skelett. Kongs Fell erzeugte Hirotas Team mit verschiedenen prozeduralen Techniken separat für elf Körperregionen, unter anderem getrennt für die Gliedmaßen, Bauch, Brust und Kopf. Dabei orientierte sich Scanline VFX nicht nur an Gorillahaar, sondern auch an Büffeln und anderen Wildtieren.

Ein Schauspieler ließ der digitalen Figur anschließend ihre Bewegungen im Motion-Capture-Verfahren. Im Dschungel bewegt sich Kong oft auf allen Vieren wie ein Gorilla; in Hongkong geht er eher wie ein Mensch auf zwei Beinen. Godzilla stampft wenig agil die Gebäude nieder wie ein Panzer.

John Des Jardin, Pier Lefebvre und Michael Langford von MPC waren für die Kampfszene in Hongkong verantwortlich. Die Produktion folgte dem Prinzip „die beste Idee gewinnt“, sagt Pier Lefebvre von MPC Film. Kreativität und eine gute Show standen bei diesem Film im Vordergrund, nicht die realistische Darstellung 100 Meter großer Fantasiewesen.

The Mandalorian

Notgedrungen hat sich die Filmbranche im Jahr 2020 auf Fernsehen und Streaminganbieter verlagert. Jon Favreau gelang es mit der auf Disney+ ausgestrahlten TV-Serie „The Mandalorian“, die angeschlagene Star-Wars-Marke wiederzubeleben. Nach der missglückten Sequel-

trilogie wollte gefühlt niemand mehr die Geschichten aus der weit entfernten Galaxis hören. Mit dem wortkargen Mandalorianer und Baby Yoda alias Grogu hat sich das geändert.

Auf der FMX ließ Lucasfilm hinter die Kulissen blicken: Aus den Erfahrungen der Prequel-Trilogie, die nahezu ausschließlich vor Greenscreen entstand, hat Lucasfilms Effektsparte „Industrial Light & Magic“ gelernt. Die Schauspieler mussten damals quasi blind agieren. Schnelle Grafikkarten ermöglichen nun eine virtuelle Produktion: „The Mandalorian“ entstand an echten Sets vor hochauflösenden, farbechten LED-Wänden.

Für jede Episode entsteht eine Prävisualisierung für die LED-Wand, die bei der Planung hilft und den Schauspielern Orientierung gibt. Später wird sie durch ausgefeilte visuelle Effekte ersetzt. Für den Mandalorianer entstanden etwa 2000 Effekteinstellungen in Studios an den Standorten San Francisco, Singapore, Vancouver, London und Sydney – von Dunkeltruppen über Baby Yoda bis hin zu massiven Raumkreuzern.

Wo in der ersten Staffel computergenerierte Figuren die Szenen bevölkerten, setzt Lucasfilm jetzt Schauspieler ein: Die Sprünge der Piraten auf den Transporter entstanden nicht digital, sondern es handelte sich um Stuntleute.

Erst wenn der Darktrooper den Mandalorianer verprügelt, wird der verkleidete Pedro Pasqual durch ein digitales Double ersetzt. Auch Grogu ist sowohl real, beziehungsweise Puppe, als auch computergeneriertes 3D-Modell. Seine Mimik kann keine



Bild: 2021, Wild Bunch Germany

Der Film Stowaway mit Toni Collette (im Bild) und Anna Kendrick wurde in München und Köln gedreht. Die Effekte stammen vom Berliner Studio Rise.

Puppe überzeugend transportieren. Wenn er schläfrig oder überrascht wirken soll, kommt das digitale Double zum Einsatz. In vielen Einstellungen ist Grogu eine Puppe, deren Gliedmaßen an Stangen bewegt werden. Da er seine Finger nicht bewegen kann, werden einzelne Bestandteile wie seine Hand ersetzt, beispielsweise wenn der gefräßige kleine Kerl Eier oder Spinnen oder blaue Kekse verspeist.

Disney und Warner Bros. geben nach wie vor den Ton an und bringen aufwendige Unterhaltung auf die Leinwand. Aber wie sich zeigt, können auch vergleichsweise kleine Effektschmieden an ungewöhnlichen Standorten wie Berlin, München und Köln beeindruckendes Kino produzieren. Die von der Filmakademie Baden-Württemberg dieses Jahr als Web-Veranstaltung durchgeführte FMX 2021 fand unter dem Stichwort „Reimagine Tomorrow“ statt. (akr@ct.de) **ct**



Bild: 2020 Disney

Nix Greenscreen: Disney filmte The Mandalorian vor großen LED-Wänden. Bei Baby Yoda handelt es sich um eine Puppe, die durch digitale Teile ersetzt wurde.

Viele neue Epyc- und Xeon-Server

Die jüngsten x86-Serverprozessoren AMD Epyc 7003 und Intel Xeon-SP Gen 3 kommen in zahlreichen neuen Servern zum Einsatz. Außer Allzweck- und Cloud-Systemen gibt es auch Storage- und HPC-Versionen.

Den Wechsel des meistverkauften Serverprozessors Xeon-SP zur Generation 3 „Ice Lake“ nutzen praktisch alle Server-Hersteller zur Vorstellung neuer Systeme, darunter auch welche mit dem schärfsten Xeon-Konkurrenten AMD Epyc 7003, siehe S. 82. Die neuen Xeons können nun – wie die Epycs schon seit zwei Jahren – SSDs, Rechenbeschleuniger und Netzwerkkarten via PCI Express 4.0 anbinden. Außerdem ist mehr RAM möglich, nämlich bis zu 8 TByte, wobei man einige Server noch immer nicht mit 256-GByte-Speicherriegeln bestücken kann, sondern weiterhin höchstens mit 128-GByte-Modulen.

Bei den beiden Server-Marktführern Dell EMC und HPE sowie bei Lenovo enden die Typennummern der Epyc-Server jeweils mit der Ziffer „5“, bei Xeons mit „0“, Beispiel: HPE ProLiant 325 Gen10 Plus v2 mit Epyc 7003 und ProLi-

ant 380 Gen10 Plus mit Xeon-SP Gen 3. Dell bringt mehr als 10 neue PowerEdge-Typen und reduziert die Umweltbelastung bei der Fertigung nach eigenen Angaben unter anderem durch den Einsatz von Recycling-Kunststoff und Verzicht auf Lack an mehreren Stellen. Lenovo nimmt mehr Server mit Wasserkühlung ins Programm und packt in das ThinkSystem SR650 v2 trotz nur zwei Höheneinheiten (2 HE) bis zu 40 2,5-Zoll-SSDs oder -Platten: 24 Einschübe in der Front sowie je acht hinten und in der Mitte, in einem ausklappbaren Träger oberhalb der Pro-

zessoren. Dort passen auch noch M.2-SSDs hinein.

Die größte Produktpalette – darunter nicht nur komplette Server, sondern auch Mainboards der Generation X12 – für die neuen Xeons offeriert Supermicro mit über 100 Geräten. Dabei ist auch das Serverboard X12SPM-TF im microATX-Format für einen einzelnen Ice-Lake-Xeon. Gigabyte, Supermicro und Tyan bestücken ihre neuen Xeon-Boards durchweg mit dem ebenfalls neuen Fernwartungsschip Aspeed AST2600, der unter anderem die Schnittstelle I3C anbindet. (ciw@ct.de)



In den Rackserver **Lenovo ThinkSystem SR650 v2** passen **40 SSDs im 2,5-Zoll-Format**, acht davon in einen hochklappbaren Träger in der Mitte des Servers.

Kryptowährung Chia treibt die Festplattenpreise nach oben

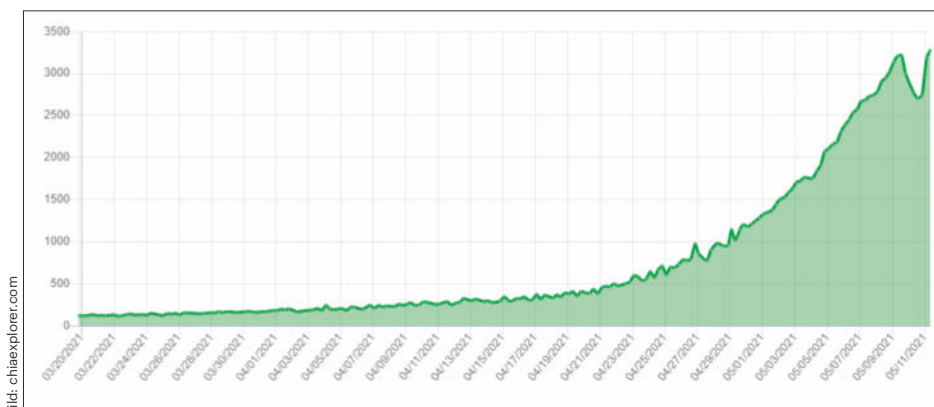
Die Kryptowährung Chia braucht keine große Rechenleistung, sondern viel Speicherplatz zur Ablage von Hashes. In den vergangenen Wochen ist die dafür bereitgestellte Speicherkapazität auf rund 3 Exa-

byte gestiegen. Das **führt zu steigenden Festplattenpreisen.**

Vor allem bei hochkapazitiven Modellen haben sich die Preise stark erhöht. So kostet etwa die WD Gold mit 18 TByte

aktuell 50 Prozent mehr als noch Mitte April. Die 16-TByte-Modelle Seagate Exos X16 und Ironwolf Pro haben sich um rund 30 Prozent verteuert. Bei den etwas kleineren Laufwerken mit 12 TByte steigen die Preise zwar ebenfalls, aber nicht bei allen Modellen. Während die Steigerungsrate bei Ironwolf Pro und WD Red Pro rund 10 Prozent betrug, lag die Teuerung bei der Exos X12 bei mehr als 60 Prozent.

Auch die Preise bestimmter SSDs sind deutlich gestiegen. Beispielsweise kostet die Crucial MX500 mit 2 TByte nun rund ein Viertel mehr als noch vor wenigen Wochen. Kleinere Modelle sind jedoch, wie auch bei den Festplatten, von den Preissteigerungen weniger betroffen. Wer aktuell Laufwerke mit hoher Kapazität benötigt, sollte also genau auf den Tagespreis achten oder den Kauf noch etwas verschieben. (ll@ct.de)



Der Speicherplatz des Chia-Netzwerks nimmt aktuell exponentiell zu und liegt nun bei rund 3 Exabyte.

Test- oder Impfnachweis im Handy

Mit dem BärCODE sollen Theater-, Konzert- oder Restaurantbesucher in Berlin künftig leicht und schnell Einlass bekommen, wenn sie vollständig gegen Covid-19 geimpft oder negativ getestet sind.

Den sogenannten BärCODE hat ein Team um Professor Dr. Roland Eils am Berlin Institute of Health (BIH) der Charité entwickelt. Dabei handelt es sich zunächst einfach um einen ausgedruckten QR-Code. Als Foto auf dem Smartphone-Display funktioniert er wie ein digitaler Nachweis für einen negativen Covid-19-Test. Der Anwender muss dafür keine zusätzliche App einsetzen; er braucht allerdings einen Ausweis, um seine Identität nachzuweisen. Fälschungssicher signiert verschlüsselt der QR-Code den Namen, das Geburtsdatum, den Testzeitpunkt und die Art des Testverfahrens sowie die Teststelle. Alternativ kann der Code auch eine Prüfung des Impfausweises und die Prüfstelle dokumentieren.

Für Veranstalter haben die Entwickler eine Prüf-App zum Scannen des BärCODE konzipiert. Diese muss lediglich einmal am Tag online die Prüfschlüssel aktualisieren, die Kontrollen können dann im Offline-Modus erfolgen. Der Veranstalter legt zuvor fest, wie alt Testergebnisse sein dürfen und welche Arten von Tests er akzeptiert. Zusätzlich kann die App die Anzahl der akzeptierten QR-Codes mitzählen.



Bild: iStock Monkeybusinessimages

Ein einfacher QR-Code dient an der Berliner Charité bereits als digitaler Covid-Test-Nachweis.

Entscheidend ist die sogenannte Proof-of-no-Covid-Infrastruktur (PoNC). Ein zentraler PoNC-Schlüsselserver gibt an Teststellen und Labore einen Signierschlüssel aus. Ein PoNC-Server vor Ort erzeugt dann den BärCODE, den die Stelle an den Bürger ausgibt. Auf der anderen Seite stellt der zentrale Server Prüfschlüssel für die Prüf-Apps bereit. Die Wissenschaftler haben das ganze System unabhängig von Industriepartnern entwickelt und planen, den Quellcode unter Apache-2.0-Lizenz als Open Source zur Verfügung zu stellen. In einer Pilotphase dient der BärCODE zunächst dazu, Einlasskontrollen für Charité-Besucher zu organisieren. Die Entwickler hoffen, ihre Infrastruktur auch für einen später bundesweiten elektronischen Impfausweis nutzen zu können.

(agr@ct.de)

Mini-VR-Brille mit flacher Optik

Mit **Nanostrukturen auf einer hauchfeinen Metallfolie** hat eine Forschergruppe um Professor Nick Vamivakas an der University of Rochester im US-Staat New York eine neue Technik für Virtual-Reality-Brillen entwickelt. Winzige Erhebungen auf der nanostrukturierten

Oberfläche lassen sich so ausrichten, dass sie sichtbares Licht aus jeder gewünschten Richtung direkt ins Auge lenken und dort Bilder produzieren (Video: ct.de/yrem). Die eingesetzte flache und durchsichtige Optik nennen die Forscher Metaform.

Allerdings brauchten sie mehrere Arbeitsjahre, um den Herstellungsprozess der frei formbaren Metallfolien umzusetzen. Denn die feinen Silber-Nanostrukturen entstehen in Elektronenstrahl-Lithografie, und diese Technik mussten sie zunächst an gekrümmte Formen der Trägerfolie anpassen. Die funktionale Metaform und ihre frei formbare Folienstruktur erlaubt es nun, VR-Brillen vielfältig und leicht zu gestalten. Für die Zukunft suchen die Entwickler weitere Anwendungsfelder in Sensorik oder Beleuchtung.

(agr@ct.de)

VR mit Metaform: ct.de/yrem

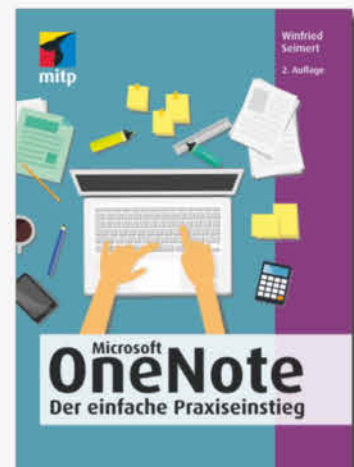


Bild: University of Rochester / Michael Osadciw

Nanostrukturen auf einer dünnen, frei formbaren Metallschicht bilden das Kernstück leichter, unauffälliger VR-Brillen.



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



Auch als E-Book oder Bundle in unserem Shop erhältlich: www.mitp.de/0352



Auch als E-Book oder Bundle in unserem Shop erhältlich: www.mitp.de/0149

Erste Wi-Fi-6-Fritzbox mit 4-Stream-WLAN

AVM wertet seinen Bestseller Fritzbox 7590 mit Wi-Fi 6 auf: Die Fritzbox 7590 AX soll Ende Mai auf den Markt kommen.

Die Fritzbox 7590 AX ergänzt AVMs Angebot an DSL-Routern für den aktuellen WLAN-Standard Wi-Fi 6 alias IEEE 802.11ax um ein zweites Modell. Sie liefert mit jeweils vier MIMO-Streams in beiden WLAN-Funkbändern 2,4 und 5 GHz höhere Bruttodatenraten (1200 und 2400 MBit/s) als ihre Schwester 7530 AX (2 und 3 Streams, 600 und 1800 MBit/s).

Die weitere Ausstattung der Fritzbox 7590 AX entspricht der Wi-Fi-5-Vorgängerin 7590: integriertes xDSL-Modem für den Internetzugang (bis Supervectoring mit 300 MBit/s im Downstream), fünf Gigabit-Ethernet-Ports (1 × WAN, 4 × LAN), zwei USB-3.0-Anschlüsse für Drucker und Massenspeicher, DECT-Basis für Schnurlostelefonie und Smarthome-Geräte, interner S0-Bus für ISDN-Geräte.

Zwei alte Zöpfe hat AVM bei der 7590 AX abgeschnitten: Das xDSL-Modem unterstützt kein ADSL1 mehr (max. 8 MBit/s). Auch läuft das Gerät an keiner der wenigen verbliebenen ISDN-Amtsleitungen.

Dank ihres 4-Stream-WLANs wird die Fritzbox 7590 AX gut mit AVMs kürzlich getestetem Wi-Fi-6-Repeater 6000 harmonisieren (Test in c't 11/2021, S. 82). Da es noch keine 4-Stream-Clients für Wi-Fi 6 gibt, kann die 7590 AX ihre maximale Datenrate sonst nur im Zusammenspiel mit mehreren Geräten gleichzeitig ausschöpfen. Laut Hersteller wird der Router mit FritzOS 7.25 ausgeliefert, möglicherweise steht zum Markteintritt schon das erste Firmware-Update bereit. Die Fritzbox 7590 AX soll bei Erscheinen dieser c't-Ausgabe für 269 Euro (UVP) erhältlich sein.

Schreibt AVM das Muster von 7530 und 7590 AX fort, wird die 7590 AX wohl MaxLinear-WLAN-Chips nutzen. Ein Pendant mit Qualcomm-WLAN-Bausteinen

folgt vermutlich als hypothetische 7690. Vielleicht wird diese dann auch schon Wi-Fi-6E-fähig, wobei ihre dritte Funkschnittstelle im 6-GHz-Band läuft. Noch ist die WLAN-Spektrumserweiterung in der EU aber nicht freigegeben.

(ea@ct.de)



Bild: AVM

AVMs zweiter Wi-Fi-6-Router für xDSL-Internetanschlüsse bringt gegenüber dem Erstling 7530 AX unter anderem etwas flotteres WLAN und einen S0-Bus für alle mit, die noch ISDN-Geräte nutzen.

TKG versus Routerfreiheit

Anfang Mai hat der Bundesrat die Reform des Telekommunikationsgesetzes (TKG, c't 11/2021, S. 16) mehrheitlich befürwortet. Der Verbund der Telekommunikations-Endgerätehersteller (VTKE) sieht mit dem neuen TKG prinzipiell zwar die freie Endgeräthewahl in Deutschland bestätigt: „Auch zukünftig können die Anwender ihr Endgerät am Breitbandanschluss [...] selbst wählen.“ Doch laut VTKE unterlaufen insbesondere Anbieter von Glasfaseranschlüssen jetzt schon die gesetzliche Vorgabe und erlauben keine eigenen Geräte am Glasfaser-Endpunkt.

Deshalb warnt der Verbund davor, „dass die im Gesetz neu aufgenommene Möglichkeit, Ausnahmen vom passiven Netzabschlusspunkt zuzulassen, die Endgerätefreiheit de facto wieder abschafft“ und fordert, dass solche Ausnahmen auch Ausnahmen bleiben müssen. Sonst würde ein Providerwechsel erschwert, weil Verbraucher nicht mehr ihr Endgerät überall einsetzen könnten. Das sei weder im Sinn des Verbraucherschutzes noch des Wettbewerbs für mehr Innovation. (ea@ct.de)

Kurz & knapp: Netze

Der SSH-Client **PuTTY** wurde in Version **0.75 deutlich verbessert**: Das Tool speichert private Schlüssel nun in einem neuen Format (PPK3), das sie mit dem Argon2-Algorithmus besser gegen Brute-Force-Angriffe schützt. PuTTY unterstützt jetzt den Curve448-Schlüsselaustausch, öffentliche Ed448-Schlüssel und RSA-Varianten, die die sichereren SHA-2-Hashfunktionen statt des inzwischen in Brute-Force-Reichweite gekommenen SHA-1 nutzen. Außerdem haben die Entwickler mehrere Bugs beseitigt, unter anderem einen, der unter Windows zur Blockade (Denial of Service) führen konnte.

Trendnet hat **zwei Überwachungskameras mit 4K-Auflösung** für 214 Euro herausgebracht. Die Modelle TV-IP1318PI (feste Blickrichtung) und TV-IP1319PI (Blickrichtung steuerbar) sollen Streams mit 15 bis 20 Bildern pro Sekunde im H.265-Format schicken und Bilder auch nachts dank integriertem IR-Scheinwer-

fer mit 30 Metern Reichweite liefern. Zur Energieversorgung per LAN-Kabel könnten Trendnets neue Gigabit-Ethernet-Switches TPE-BG102g und TPE-BG182g dienen: Sie haben 10 Ports (4 × UPoE/PoE++, 4 × PoE+, 2 × SFP+) und 18 Ports (8/8/2), speisen je nach Modell eine Gesamtleistung von 240 oder 440 Watt ein und kosten 450 beziehungsweise 660 Euro.

Netzwerktechniker können mit Flukes jüngst vorgestelltem **Netzwerktester Link IQ** Twisted-Pair-Verkabelungen für Ethernet bis 305 Meter Länge bei Geschwindigkeiten von 10 MBit/s bis 10 GBit/s prüfen. Das schließt die Multigigabit-Zwischenstufen 2,5 und 5 GBit/s ein (NBase-T, IEEE 802.3bz). Ferner testet das Gerät laut Hersteller auch den Ethernet-Port am anderen Ende und zeigt dessen unterstützte Verbindungseigenschaften an (Geschwindigkeit, Voll-/Halb-Duplex, Power-over-Ethernet-Fähigkeiten).

MINT-Grundschulbildung in Deutschland unterdurchschnittlich

Die MINT-Kompetenzen der deutschen Grundschüler liegen erneut unter dem EU-Durchschnitt – das ist eine zentrale Erkenntnis aus dem „MINT Nachwuchsbarometer 2021“. Auch in der Lehrerfortbildung, der beruflichen Bildung und den MINT-Studiengängen sehen die Autoren Handlungsbedarf.

Die jährlich durchgeführte Bildungsstudie „MINT Nachwuchsbarometer“ – MINT steht für Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik – sieht Verbesserungspotenzial in vielen Bereichen des Schulsystems. Eine der Baustellen, die die Autoren ausgemacht haben, ist die Grundschulbildung: Die Gruppe der Grundschüler mit schwachen Leistungen in den Naturwissenschaften ist der Studie zufolge seit 2015 deutlich angewachsen und liegt nun bei rund 25 Prozent. Schlecht steht es demnach auch um die Lehrerfortbildung in der Primarstufe: Nur acht Prozent der Kinder erhalten MINT-Unterricht von dafür fortgebildeten Grundschullehrkräften – EU-weit liegt dieser Wert bei 27 Prozent.

Die Studie bemängelt weiter, dass sich bei der Zurückhaltung der Schülerinnen gegenüber MINT-Fächern seit Jahren kaum etwas bewegt. Für Wahlpflicht-Unterricht in Physik oder Technik interessieren sich in erster Linie Jungs, in Physik-Leistungskursen sitzen nur 25 Prozent Mädchen. Lediglich elf Prozent der

MINT-Auszubildenden sind junge Frauen und auch der Frauenanteil in den ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen beträgt nur 25 Prozent. Bei der beruflichen Bildung besorgt die Studienautoren auch die hohe Abbrecherquote: Mehr als jeder fünfte MINT-Azubi wirft vorzeitig hin. Zudem wurden 2020 rund 21.000 MINT-Ausbildungsverträge weniger abgeschlossen als im Vorjahr; lediglich ein Viertel dieses Rückgangs geht laut Studie auf die Corona-Krise zurück.

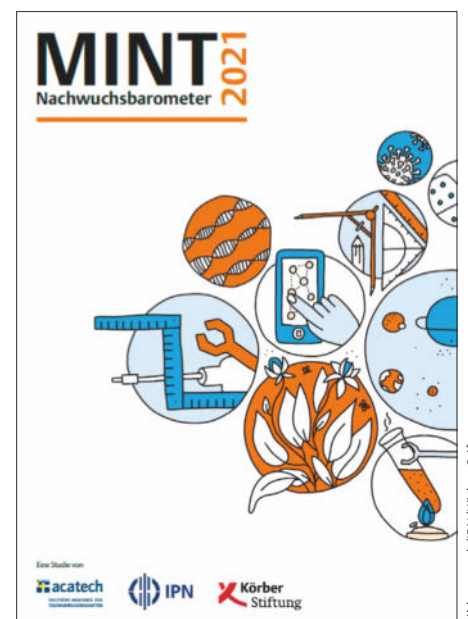
Fortschritte sehen die Wissenschaftler dagegen bei der Digitalisierung der Schulen. Homeschooling und Wechselunterricht seit Beginn der Pandemie haben dem Thema einen Schub verpasst und die Wissenschaftler empfehlen, diese Entwicklung konsequent fortzuführen. Dazu gehört es, in die IT-Infrastruktur der Schulen zu investieren, außerdem in Open Educational Resources, digitale Tools und Lehrkräftefortbildung.

Die Autoren fordern zusätzliche Bildungsangebote, beispielsweise am Nachmittag oder in den Ferien. Leistungsstarke Schüler sollten durch Wettbewerbe und Schülerforschungszentren gefördert werden und eine „klischeefreie MINT-Bildung“, insbesondere weibliche Rollenbilder, sollten helfen, bei beiden Geschlechtern das Interesse an MINT-Themen zu stärken.

Für das MINT-Barometer werten Bildungsforscher aktuelle statistische Daten der Bundesagentur für Arbeit, der

Kultusministerkonferenz und des statistischen Bundesamts aus. Herausgeber der Studie sind die Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (acatech), das Kieler Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (IPN) sowie die Körber-Stiftung. (dwi@ct.de)

Download der Studie: ct.de/ymry



Das aktuelle MINT-Nachwuchsbarometer lobt die Anstrengungen bei der Digitalisierung der Schulen und rät, diese weiter voranzutreiben.



ARGUS® 300

**DER NEUE
MISST GERMANY**

Der neue ARGUS 300 vereint die Funktionen verschiedener Fiber-Messgeräte und xDSL-Kombitester und ist damit für bestehende und zukünftige Aufgaben gleichermaßen gerüstet. Er testet die Bandbreite zahlreicher Schnittstellen wie GPON, Ethernet, WLAN, G.fast, xDSL, 10 GigE uvm.

www.argus300.de

ARGUS®
testing the telecom network

manufactured by
intec
02351/9070-0

Online-FiBu mit Kassenmodul

Mit etwas anderem Funktionsumfang als unter Windows läuft WISO MeinBüro jetzt auch im Web. Mit Vorteilen für Einzelhändler und Einbußen für Handwerker.

Buhl hat seine Programmfamilie WISO MeinBüro um eine Cloud-Ausführung erweitert, die sich per Webbrowser oder Mobil-App bedienen lässt. Software und Anwenderdaten werden dabei im Buhl-eigenen Rechenzentrum in Deutschland gehostet. Wie mit den Windows-Paketen WISO MeinBüro Desktop Standard und Plus lassen sich mit dem Webdienst Kundenkontakte pflegen, Angebote, Auftragsbestätigungen und Rechnungen schreiben, Zahlungen per Homebanking verfolgen und Geschäftsvorfälle buchen. Während viele dieser Funktionen bei den Desktop-Paketen als optionale Erweiterungen der Jahreslizenzen zu kaufen sind, bringt sie der Webdienst von vornherein mit.

Einige Erweiterungen – etwa für das Bestellwesen, zur Einbindung von Datennorm-Katalogen für Handwerkerbedarf sowie eine Elster-Schnittstelle – gibt es allerdings nur für die Desktop-Pakete. Auch

die Optionen, eigenes Briefpapier zu verwenden, maschinenlesbare Rechnungen gemäß XRechnung- und ZUGFeRD-Standard auszuwerten und Lastschriften zu veranlassen, gibt es nicht für Nutzer des Webdiensts. Der punktet dagegen durch ein mächtigeres Dokumentenmanagement: Anwender können herkömmliche Schriftstücke per Smartphone digitalisieren und hochladen, außerdem gibt es eine Volltextsuche über den kompletten Aktenbestand.

Das optionale Feature WISO MeinBüro Web Kasse erweitert iPhones und

iPads mit der kostenlosen WISO-App zu vorschriftsmäßigen Kassensystemen, welche die Geschäftsvorfälle unmittelbar an den Webdienst weitergeben. Über den Dienstleister Sumup werden damit auch Kartenzahlungen möglich.

Preise für WISO MeinBüro Desktop beginnen bei 84,95 Euro/Jahr für Basisfunktionen und bei 6,00 Euro/Monat für WISO MeinBüro Web mit einem Nutzerkonto und maximal 22.000 Euro Jahresumsatz. WISO MeinBüro Web Kasse kostet 119,99 Euro pro Jahr. (hps@ct.de)

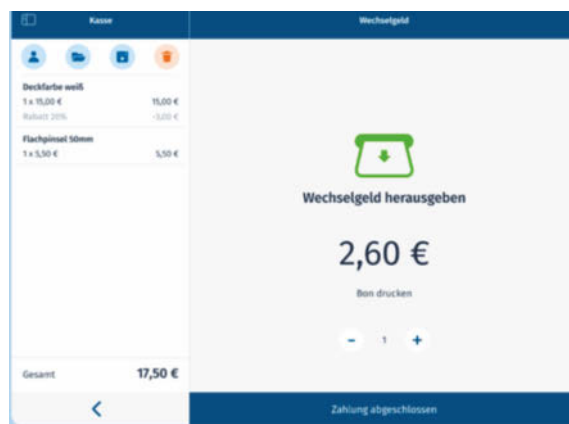


Bild: Buhl Data

Mit dem Feature WISO MeinBüro Web und der MeinBüro-Web-App funktioniert ein iPhone oder iPad als vorschriftsmäßige Registrierkasse und Buchhaltung-Frontend.

Effizienter Rechnungs-Workflow

Betriebe, die ihre Belege mit der Software ELOprofessional oder ELOenterprise verwalten, können mit dem Softwaredienst DATEV Mittelstand Faktura/Rechnungswesen und einem Abo von **ELO for DATEV** ihr Rechnungswesen rationalisieren.

Im Rahmen des Abos analysiert der ELO DocXtractor jeden digitalen Beleg. Belegart und -nummer, den Geschäftspartner, Datum, Umsatz- und Steuerbeträge gleicht er zum Beispiel bei einer Eingangsrechnung mit Stammdaten aus der DATEV-Software und mit dem korrespondierenden Bestellbeleg ab. Daraufhin kann

er Dubletten aussortieren, Konten für die Buchung vorschlagen und Eingangsrechnungen automatisch zur Freigabe weiterleiten. Über eine sogenannte Dunkelbuchung kann der Dienst eine Rechnung autonom begleichen, wenn die Positionen mit denen der Bestellung übereinstimmen. Im weiteren Verlauf werden die Zahlungen gebucht und die Datensätze über das Nürnberger DATEV-Rechenzentrum dem Steuerberater übergeben. ELO for DATEV kostet im kleinsten Paket 39 Euro je Monat und Nutzer, womit sich 6250 Seiten pro Jahr analysieren lassen. (hps@ct.de)

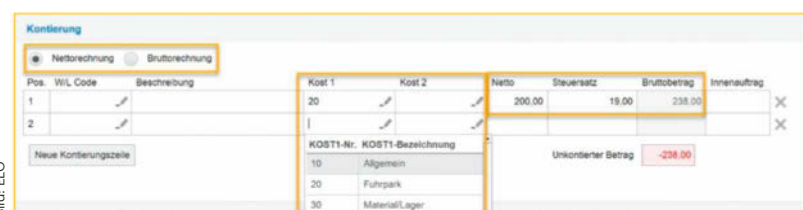


Bild: ELO

ELO for DATEV vereinfacht die Prüfung elektronischer Belege, bevor sie gebucht und an den Steuerberater weitergegeben werden.

Deutsche Cloudspeicher bei Ionos

Im März ist der Ende-zu-Ende-verschlüsselnde Speicherdienst **TeamDrive** komplett von der Microsoft Deutschland GmbH auf den Hoster Ionos (1&1) umgestiegen. Als Grund nennt TeamDrive-Chef Detlef Schmuck „fundamental unterschiedliche Ansätze beim Datenschutz in der EU und den USA“, und letztendlich gehöre die deutsche Microsoft GmbH zu einem US-Konzern, und der unterliege der US-Gesetzgebung.

Ionos kommt nun auch mit einem eigenen Speicherdienst auf den Markt. Es will die quelloffene Anwendung Nextcloud als **Managed Nextcloud** betreuen. Die Ionos-Nextcloud kostet bei einem TByte Speicherkapazität und maximal 15 gleichzeitigen Nutzerzugriffen 9 Euro pro Monat; die ersten drei Monate gibt es gratis. 10 TByte für maximal 100 gleichzeitige Zugriffe kosten 45 Euro im Monat. (hps@ct.de)

Linux-Kernel: Streit um vorsätzlich fehlerhafte Patches

Ein Forschungsprojekt erzürnt zahlreiche Linux-Kernel-Entwickler. Die Linux Foundation hat nun alle Patches der betroffenen Universität untersucht.

Nachdem ihnen Fehlverhalten vorgeworfen wurde, sollen Mitglieder der Universität von Minnesota (UMN) vorerst nicht länger am Linux-Kernel mitarbeiten. Auslöser des Streits war das Experiment einer kleinen Forschungsgruppe der UMN. Sie hatten fehlerhafte Patches an die Entwickler geschickt, ohne bei den Kernel-Entwicklern vorher eine Zustimmung für das Experiment einzuholen. Die Ergebnisse reichten die Forscher bei einer IEEE-Sicherheitskonferenz ein.

Als Anfang April 2021 ein UMN-Forscher wieder Patches minderer Qualität einreichte, platzte Kernel-Urgestein Greg Kroah-Hartman der Kragen. Er gab bekannt, bis auf Weiteres sämtliche neuen Patches der UMN zu ignorieren und beinahe alle ihre bisherigen zu entfernen („revert“). Da half es auch nicht, dass die Autoren beteuerten, die neuen Patches hätten mit dem Experiment nichts zu tun. Die UMN zog den eingereichten Fachartikel zwischenzeitlich zurück und versprach, Forschungsprojekte vor der Zulassung künftig genauer zu überprüfen. Die Kernel-Community blieb jedoch unnachgiebig.

Mittlerweile liegt der Bericht des Technical Advisory Boards (TAB) der Linux Foundation zu dem Vorgang vor. Die große Mehrheit der Patches von Studenten oder Angestellten der



Kernel-Entwickler Greg Kroah-Hartman zieht nach vorsätzlichen Bugs die Notbremse.

UMN hat sich im Nachhinein als unbedenklich bestätigt. Von den 435 fraglichen Patches sind 349 fehlerfrei. Zwar enthalten 39 Patches Fehler und bedürfen einer Korrektur – die Linux-Entwickler stufen sie aber nicht als arglistige Täuschung ein und erkennen darin auch keine Sicherheitsrisiken.

Das TAB bezeichnet das Vertrauensverhältnis zwischen den Entwicklern und der UMN weiterhin als gestört. Als Ausweg empfiehlt ein Vertreter des TAB der Universität, einen erfahrenen Kernel-Entwickler zu suchen. Diese Person soll dann die Patches in einem gesonderten Review-System überprüfen, bevor diese auf der Linux-Kernel-Mailingliste eingereicht werden.

(Martin G. Loschwitz/ktn@ct.de)

Audacity-Projekt: Neuer Eigentümer verärgert Anwender

Erst vor wenigen Tagen hatte die kürzlich gegründete Muse Group die Weiterentwicklung des beliebten **Audio-Editors Audacity** übernommen. Kurz darauf veröffentlichten die Entwickler auf GitHub einen Änderungsvorschlag, um unter anderem mit Google Analytics Telemetriedaten zu erheben. Zu den übertragenen Daten gehören beispielsweise die Nutzungszeit der Software, sämtliche aufgetretenen Fehler, die verwendeten Effekte und die Versionsnummer des Betriebssystems. Die Dienste selbst erheben die IP-Adressen der Anwender.

Viele Audacity-Anwender kritisierten das Vorhaben, da eine anonyme Nutzung nicht

mehr möglich sei und es mit der DSGVO kollidiere. Der heftige Gegenwind veranlasste die Audacity-Entwickler schließlich zu einer Klarstellung. Demnach erhebt der Audio-Editor standardmäßig keinerlei Telemetriedaten, sondern nur nach der ausdrücklichen Zustimmung durch den Anwender (Opt-In). Die Entscheidung können Nutzer jederzeit in den Einstellungen ändern beziehungsweise widerrufen. Die Funktion sei standardmäßig nur bei den von GitHub automatisch erzeugten Audacity-Fassungen enthalten. In der aktuellen Version 3.0.2 fehlt die Telemetriedatenfunktion noch.

(Tim Schürmann/ktn@ct.de)

RTX-3080

Edge AI GPU Plattform



Nuvo-8108GC-XL

“Industrietaugliche High-End Edge AI GPU-Computing Plattform für autonomes Fahren, Bild- und Videoverarbeitung sowie intelligente Videoanalyse.”

UNTERSTÜTZT BIS
GEFORCE RTX 3080

ANTI-VIBRATION
 3GRMS

WIDE-RANGE DC
 4-48V

IGNITION CONTROL
 EINGEBAUT

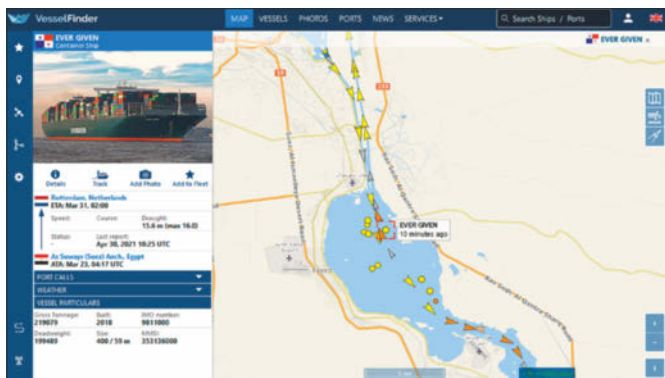
BRESSNER Technology GmbH
 E-Mail: vertrieb@bressner.de
 Tel.: +49 8142 47284-70

Schifffinder

edition.cnn.com/interactive/2021/03/cnnix-steership/
marinetraffic.com
vesselfinder.com

Der Unfall des Frachters Ever Given, der im Suez-Kanal stecken geblieben und einen beachtlichen Teil des weltweiten Warenverkehrs blockiert hat, ist nun schon ein paar Wochen her. Interessant ist es aber nach wie vor, dem Verkehr auf den Weltmeeren hinterherzuspüren – allein um zu verstehen, wie ein einzelnes Schiff die globale Wirtschaft ausbremsen kann.

Nach Angaben der Reederei haben weder ein mechanischer Defekt noch ein Antriebsproblem den Zwischenfall verursacht. Vielmehr könnten die teilweise zig Meter hoch aufragenden Container an Bord des Schiffes wie ein Segel gewirkt und dazu beigetragen haben, dass der Kapitän die Kontrolle verlor. Wie schwierig es ist, ein so riesiges Schiff wie die Ever Given durch ein Nadelöhr wie den Suez-Kanal zu navigieren, lässt sich mit einer **Simulation bei CNN** ausprobieren. Dabei steuert man Geschwindigkeit und Ruderwinkel des Schiffes; Windrichtung und -stärke lassen sich vorgeben.



Einen globalen Echtzeit-Überblick über den Schiffsverkehr geben die Dienste **MarineTraffic** und **Vessel Finder**. Bei Vessel Finder ließ sich auch die Ever Given aufspüren: Sie lag bei Redaktionsschluss noch immer im Suez, und zwar im Großen Bittersee zwischen dem nördlichen und dem südlichen Teil des Kanals. Die ägyptischen Behörden haben sie als Pfand für die durch die Havarie entstandenen Kosten festgesetzt. (jo@ct.de)

Gaaanz gechillt

lofi.cafe

Mit Lofi wird „ein Subgenre des Hip-Hop beziehungsweise elektronischer Musik bezeichnet, das stilistisch im Bereich Easy Listening anzusiedeln ist“, sagt die Wikipedia. Der ruhigen und langsamen Musik wird allerlei positiver Einfluss zugeschrieben. So soll sie sich gut als Untermalung zum Lernen oder konzentrierten Arbeiten eignen und ganz generell entspannend wirken.

Mit dem **lofi.cafe** haben Fabrizio Rinaldi und Marianna Di Vito eine sehr schöne Site gestaltet, mit der Sie die Wirkung der Musik auf sich testen können. Sie hinterlegt die Musik mit Szenen aus japanischen Anime und anderen animierten GIFs, die



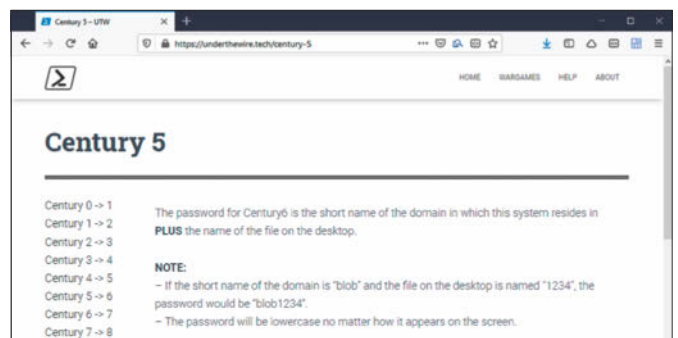
zur Stimmung der Musik passen. Für Besucher, die es mit dem konzentrierten Arbeiten ernst meinen, enthält sie einen Pomodoro-Timer. (jo@ct.de)

PowerShell-Fingerübungen

underthewire.tech/wargames

Der Umgang mit der Windows PowerShell ist nicht immer ganz einfach, aber wie bei vielen anderen Fähigkeiten gilt auch hier: Übung macht den Meister. Wenn das Training wie bei **Under the Wire** aus kniffligen Knobeleyen besteht, macht es sogar richtig Spaß. Im Angebot sind fünf Serien à 15 Aufgaben, deren Ablauf immer gleich ist: Man loggt sich per SSH in den Server der Betreiber ein und löst unter Zuhilfenahme der PowerShell Rätsel.

Diese stammen aus ganz unterschiedlichen Aufgabenbereichen: Mal ist eine Datei aufzuspüren und zu dekodieren, mal führen die Details eines Benutzerkontos im Active Directory zum Ziel, andere Aufgaben drehen sich um die PowerShell selbst, ihre Befehle und Module. Jedes Rätsel liefert ein Lösungswort, das man dann als Passwort zum Einloggen in den nächsten Level verwenden muss.



Um Zugang zum jeweils ersten Level der fünf Rätselserien zu bekommen, meldet man sich mit einer Mailadresse bei der Kommunikationsplattform Slack an und tritt dort einem eigens angelegten Forum bei; hier findet man auch Gleichgesinnte, die helfen, wenn man mal mit einem Level nicht weiterkommt. Hat man erst mal den richtigen Dreh gefunden, lassen sich alle Rätsel mit wenigen Befehlen lösen; umfangreiches Skripten ist nicht nötig. (hos@ct.de)

Diese Seite mit klickbaren Links: ct.de/y5hy

Wi-Fi 6 Schneller. Besser. Weiter.

1&1 DSL
INTERNET & TELEFON

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

Inklusive 1&1 HomeServer+

✓ **40 % schneller**

✓ **Mehr Reichweite**

✓ **1 TB Cloud-Speicher**

AKTION
HomeServer+
mit Wi-Fi 6

0,- €/Monat*
bzw. 299,-



NEU: Wi-Fi 6 für bestes WLAN

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



1&1 Netz, nicht einzelne Angebote

Inklusive



30 Tage testen

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



WLAN-Versprechen

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



Priority-Hotline

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



Funktions-Garantie

Im Falle eines Falles: unverzügliche Entstörung oder Gerätetausch.



Umzugs-Service

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

1&1

1und1.de

02602 / 96 90



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

Mitnahmeeffekt

Vertragsverlängerung bei Rufnummernmitnahme



Um bei einem Wechsel des Anbieters die bisherige Mobilfunknummer weiter nutzen zu können, müssen Kunden oft alle möglichen Hürden überwinden. Bei 1&1 will man den gekündigten Vertrag gleich um ein weiteres Jahr verlängern.

Von Tim Gerber

Das Ehepaar Katrin und Andreas P. hat seit vielen Jahren Mobilfunkverträge beim Provider 1&1. Anfang des Jahres stießen die beiden jedoch bei einer Lebensmittelkette auf ein deutlich günstigeres Angebot. Also kündigten sie ihre zwei Verträge fristgerecht drei Monate vorher bei 1&1. Beim neuen Vertragspartner beauftragten sie die Übernahme ihrer bisherigen Rufnummern für die neuen Verträge.

Doch die Rufnummernmitnahme klappte nur bei Andreas P. reibungslos. Bei dem Vertrag für seine Frau Katrin P. lehnte 1&1 die Portierung der Rufnummer ab. Als sich Andreas P. telefonisch bei der Kundenhotline von 1&1 nach den Ursachen für die Ablehnung erkundigte, bekam er zu hören, dass eine Übernahme nur

möglich sei, wenn alter und neuer Vertragspartner identisch seien. Die beiden alten Mobilfunkverträge bei 1&1 hatte Andreas P. jedoch auf seinen Namen abgeschlossen, die neuen Verträge jeder der beiden Ehepartner im eigenen Namen. Die Portierung der Rufnummer von Andreas P. zu Katrin P. lehnte 1&1 folglich automatisiert ab.

Als Lösung des Problems empfahl die Kundenhotline, dass zunächst Katrin P. den alten Vertrag von ihrem Mann übernehmen solle, dann könne sie dessen Rufnummer anschließend auch zu ihrem neuen Provider übertragen. Das Ehepaar P. war mit dem Vorschlag einverstanden. Zur Durchführung verlangte 1&1 nun mehrere Unterschriften auf Formularen von

drei Seiten Umfang. Von Andreas P. als altem Vertragsinhaber erfragte 1&1 dabei unter anderem als „Pflichtangabe“ ein Kreuzchen auf dem Formular, dass er einer Rücknahme der eventuell schon erfolgten Kündigung des Vertrags zustimme. Außerdem kassierte 1&1 satte 25 Euro für die Umschreibung des Vertrags auf seine Frau.

Nachdem das Ehepaar P. am 20. April die Formulare unterschrieben an 1&1 abgeschickt hatte, erhielt es am selben Abend um 18:15 Uhr eine E-Mail vom Provider: „Schön, dass Sie bei uns bleiben und weiter mit 1&1 mobil surfen und telefonieren. Die Kündigung Ihres 1&1 Mobilfunkvertrags haben wir aufgehoben und wünschen Ihnen auch in Zukunft viel Spaß mit Ihren 1&1 Produkten“.

Wunschlos unglücklich

Das hatten die beiden sich freilich nicht gewünscht. Das Kreuzchen zu seinem Einverständnis in eventuelle Kündigungsrücknahmen hatte Andreas P. für eine Standard-Formulierung gehalten, mit der sichergestellt werden sollte, dass ein neuer Vertragsinhaber auch eine eventuell bereits bestehende Kündigung zurücknehmen kann. Noch am selben Abend um 21.41 Uhr sandte er deshalb eine leicht entrüstete Antwort an 1&1 und widerrief seine Erklärung über die Kündigungsrücknahme darin ausdrücklich. Ausführlich erläuterte er dem Provider, dass es sich um ein Missverständnis gehandelt habe und er eine Rücknahme der Kündigung nicht habe zustimmen wollen.

Am folgenden Tag erhielt Andreas P. einen Anruf des Kundenservice von 1&1. Der teilte ihm jedoch lediglich mit, dass man den Widerruf nicht akzeptiere und der Vertrag seiner Frau nun um ein weiteres Jahr, also bis Mitte Mai 2022, verlängert worden sei. Andreas P. wandte ein, dass der Kundenservice dieses Vorgehen empfohlen habe, obwohl er doch wusste, dass ein Providerwechsel beabsichtigt war. Zudem sei das Kreuzchen in dem Formular als „Pflichtangabe“ bezeichnet gewesen, sodass er gar keine andere Wahl hatte. Wenn dort klar gestanden hätte, dass die Kündigung zurückgenommen wird, hätte er das niemals unterschrieben, beteuerte Andreas P. Doch den Kundenservice von 1&1 ließ das alles unbeeindruckt.

Der Kunde fühlte sich getäuscht und wandte sich Hilfe suchend am Abend des 21. April an c't. Auch uns erschien das Vorgehen von 1&1 nicht ganz geheuer. Es

scheint schon arg schikanös, von den Kunden im Zuge der Rufnummernmitnahme einen solchen bürokratischen Akt zu verlangen. Ungeachtet dessen gilt für jede Art vertraglicher Erklärung unter bestimmten Voraussetzungen das Recht der Anfechtung wegen Irrtums. Die waren hier gegeben, denn Andreas P. hatte eine Erklärung des Inhalts, dass seine Kündigung zurückgenommen wird, nicht abgeben wollen und sich über den Inhalt des ihm vorgelegten Formulars getäuscht. Als zweite Voraussetzung für die Wirksamkeit der Anfechtung hat er den Widerruf unverzüglich mitgeteilt, nachdem er den Irrtum erkannt hatte.

Warum also wollte der Provider die Anfechtung nicht anerkennen? Das fragten wir am 27. April die Pressestelle von 1&1. Bereits am folgenden Tag erhielten wir von einer Pressesprecherin die Auskunft, dass man den Vorgang aufgrund unserer Anfrage eingehend geprüft habe. Katrin P. könne den neuen Anbieter informieren, dass ein neuer Portierungsantrag ab sofort gestellt werden könne. Anschließend werde 1&1 dem Anbieterwechsel zustimmen und die Kündigung zum ursprünglichen Ende der Vertragslaufzeit am 12.05.2021 ausführen. Tatsächlich hatte Katrin P. bereits am Tag zuvor eine E-Mail mit diesem Inhalt von 1&1 erhalten.

Behinderter Wettbewerb

Die Erfahrungen des Ehepaars P. zeigen einmal mehr, woran es beim Wettbewerb der Telekommunikationsanbieter hierzu-

lande krankt. So ist die Rufnummernmitnahme nur dann gesetzlich verbrieft, wenn alter und neuer Vertragspartner persönlich identisch sind. Es ist ein an die

Person gebundenes Recht. Dies machen sich die Provider zunutze, um sich wie in diesem typischen Beispiel aus dem realen Leben eine weitere üppige Laufzeit zu für den Kunden nachteiligen Konditionen zu sichern. Bei 1&1 scheint das Unterjubeln von Kündigungsrücknahmen Masche zu sein; bereits in c't 9/20

(S. 54) hatten wir über ein ganz ähnliches Vorgehen bei der Übernahme eines Geschäftskundenvertrages auf die Privatperson berichtet. Wechselwillige Kunden sollten deshalb eventuell notwendige Vertragsübernahmen am besten rechtzeitig vor Ablauf der Kündigungsfrist vornehmen.

Die missbrauchsanfällige Gesetzeslücke bei der Rufnummernmitnahme wäre aber gar nicht weiter tragisch, wenn dazu nicht noch das Grundübel im deutschen Wettbewerbsverhinderungsrecht käme: die Zulässigkeit langer Vertragslaufzeiten und Kündigungsfristen. In Ländern, deren Gesetzgeber so etwas konsequent verbietet und den Kunden damit echte Flexibilität bei der Wahl ihres Providers verschafft wie etwa in Schweden (siehe c't 13/2018, S. 70), funktioniert der Wettbewerb deutlich besser. Dann hätte 1&1 im Falle von Ehepaar P. anstelle seiner Formularknebeli vielleicht etwas anderes gemacht, womit man Kunden im fairen und freien Wettbewerb ködern kann: ein besseres Angebot. (tig@ct.de) **ct**

**VOR
SICHT
KUNDE!**

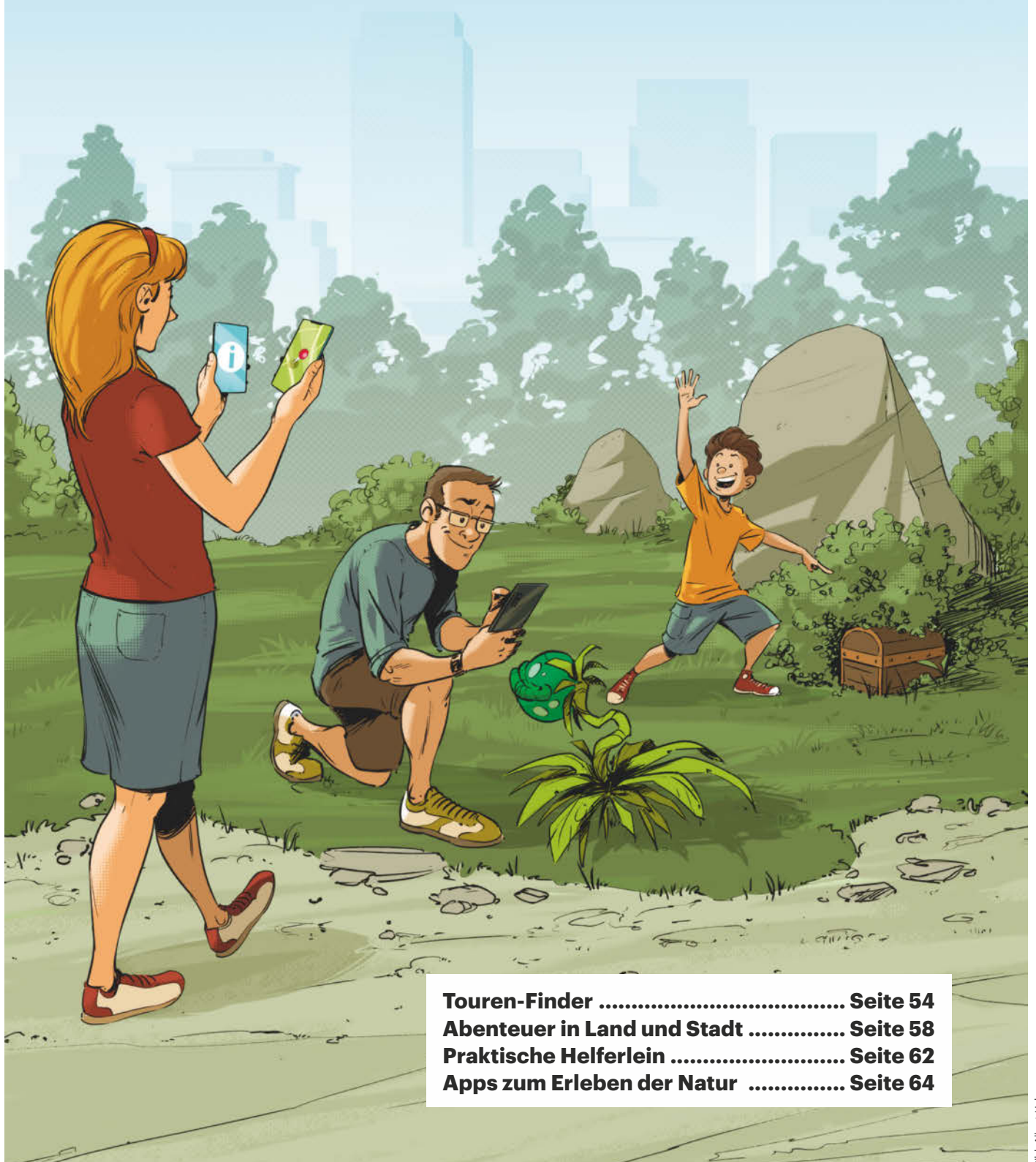
Vorsicht, Kunde: Nachgehakt

In c't 5/2021 auf Seite 50 hatten wir von Oliver R. berichtet, dessen SIM-Kartenverwaltung sein Mobilfunkanbieter O2 partout nicht in den Griff bekommen hatte. Im Zuge unserer Recherchen zu dem Fall trat dann Besserung ein. Allerdings stellte O2 die Abhilfe dem Kunden nachträglich in Form mehrerer Servicegebühren in Höhe von jeweils knapp 5 Euro in Rechnung. Reklamationen des Kunden, dass O2 schließlich nur seine eigenen technischen Pannen behoben hätte und dafür kaum vom Kunden Geld verlangen dürfe, blieben ungehört. Nach-

dem Oliver R. uns darauf angesprochen hatte, haken wir am 26. April beim Provider nach und erhielten zwei Tage später die Auskunft, der Service-Mitarbeiter habe seinerzeit zwar eine schnelle Lösung herbeiführen können, dabei aber leider vergessen, die Servicegebühren auszubuchen. Man habe Oliver R. bereits mitgeteilt, dass ihm die knapp 45 Euro nun gutgeschrieben würden. Warum O2 zur Auffrischung seines Gedächtnisses auf Nachfragen der Presse angewiesen scheint, ist nicht nachvollziehbar. Aber wir helfen gern nach.

Kleine Fluchten

Tagesausflüge mit dem Smartphone organisieren



Touren-Finder Seite 54
Abenteuer in Land und Stadt Seite 58
Praktische Helferlein Seite 62
Apps zum Erleben der Natur Seite 64

Bild: Albert Hulm

Das Wandern killt Corona-Frust. Aber auch bei kurzen Spaziergängen und Radtouren in der Nähe lassen sich noch neue Sachen entdecken. Einen vollen Rucksack brauchen Sie für diese kleinen Fluchten aus dem Heimbüro nicht, denn das Smartphone übernimmt auf Ausflügen mehr als die Navigation.

Von Michael Link

Ausgleich und Entspannung gleich nebenan im Stadtwald machen die jahreszeitlichen Veränderungen wieder bewusster. Doch mit dem, was auf Feld, Wald und Wiesen passiert, kennt man sich kaum noch aus: Wir sind zum großen Teil naturentwöhnt. Viele zucken daher die Achseln bei Fragen: Wie heißt das Pflänzchen, dass diesen Knobi-artigen Geruch verströmt (Bärlauch)? Was ist das für eine kleine blaue Blume (Vergissmeinnicht)? Wie heißt der Vogel, der da unsichtbar hoch am Himmel ununterbrochen quasselt (Feldlerche)?

Noch vor zwanzig Jahren hätten Donald Ducks Neffen Tick, Trick und Track solche Antworten mit ihrem großen Pfadfinderhandbuch gefunden. Heutzutage macht das ein Smartphone. Wir stellen auf den folgenden Seiten Apps vor, die speziell kleine Fluchten aus dem Alltag unterstützen. Tourenfinder für die Natur sind dabei, aber auch Themenspaziergänge für die Stadt. Und auch: kleine Helferlein für unterwegs, die zum Beispiel Pflanzen erkennen, die Sie fotografieren, und Vogelstimmen, die Sie aufzeichnen.

Absturzfallen

Die Natur – das lernen wir notfalls aus Dokumentarfilmen und bei YouTube – ist ein Ort, in dem Lebewesen ständig auf der Suche nach Essen sind, möglichst ohne selbst welches zu werden. Was braucht man, um da heil wieder rauszukommen? In einem IT-Magazin reden wir nicht über die geeignete Kleidung oder Proviant. Nicht in einem Land, in dem es gut 49.000 Lebensmittelläden gibt. Schon eher wären da Smartphone-Apps interessant, um in-

teressante Orte schnell zu finden – Google Maps weiß eben nicht alles.

Die Redaktion wollte in einer nicht repräsentativen Umfrage unter Abonnenten des c't-Club-Newsletters wissen, wie sie das Smartphone bei Ausflügen nutzen. Jeweils knapp ein Viertel derjenigen, die uns antworteten, navigieren und fotografieren damit. Rund ein Sechstel nimmt es zum Aufzeichnen der Wegstrecke sowie zur Suche nach Informationen in die Hand, etwa um nachzuschauen, ob ein Eisladen geöffnet ist. Etwas weniger oft soll es Pflanzen erkennen und noch seltener Tiere – vermutlich, weil diese oft weglaufen, bevor man sie erkennungsdienstlich behandelt hat. Nur rund 1 Prozent nutzt das Smartphone für Spiele wie Pokémon Go oder Ingress und etwa gleich viele lassen das Smartphone in der Tasche oder daheim.

In Taschen sind sie auch sicherer, denn Smartphones sind bei Ausflügen gefährdeter als ihre Benutzer, besonders wenn man gleichzeitig aufs Smartphone schaut und dabei auf dem Weg ins Stolpern gerät. Menschen tragen bei gescheiterten Flugversuchen (auf den Boden werfen, nur nicht daneben) meistens nur ungefährliche Blessuren davon. Smartphonedisplays zeigen nach Stürzen hingegen oft die gefürchtete Spinnen-App und ein Displaybruch zieht eine teure Reparatur nach sich. Eine Smartphonehülle kann das Gerät vor Fall-Schäden bewahren.

Wasserdicht muss diese Hülle für die meisten Smartphones nicht mehr sein, denn viele aktuelle Geräte sind immerhin spritzwasserfest. Wasserdichte Hüllen mit Folien, welche das Display abdecken, ma-

chen Smartphones überdies schlechter bedienbar. Achten sie beim Kauf darauf, dass Kameralinsen und Buchsen nicht abgedeckt werden, Knöpfe weiterhin bedienbar bleiben. Vorteilhaft ist es auch, wenn Sie das Smartphone weiterhin einhändig bedienen können. Letzteres ist bei Klapphüllen nicht immer der Fall.

Ist man mit dem Rad unterwegs, sichert eine Smartphonehalterung den Blick auf die Route. Es beim Fahren in der Hand zu halten, ist hingegen keine gute Idee. Es ist gefährlicher, nicht bloß, weil das 55 Euro Bußgeld kostet. Hat man keine Halterung, kann man auch das Smartphone in eine Tasche stecken und sich per Sprachansage leiten lassen. Sich Ansagen auf einen Ohrhörer oder Kopfhörer ausgeben zu lassen, ist ausdrücklich erlaubt, solange man seine Umwelt nicht akustisch aussperrt. Zur Not können Sie das Smartphone auch einfach mit der Lautsprecheröffnung nach oben zeigend in die Brusttasche stecken. Eine weitere Möglichkeit: Man kann Navigationsanweisungen auch auf einer Smartwatch als Benachrichtigung ausgeben lassen.

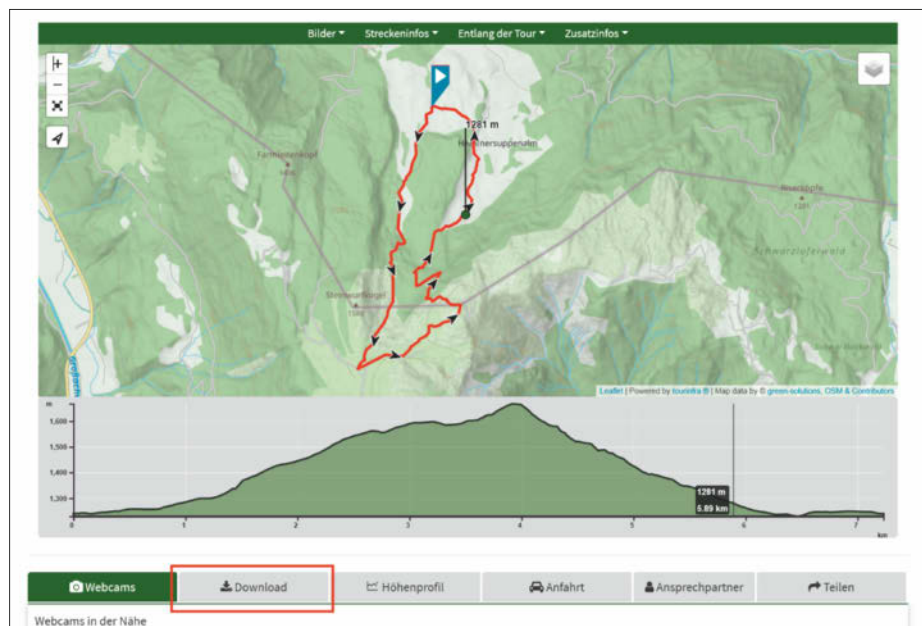
Verirren, aber richtig!

Auch wenn man als Ausflügler nicht gerade vorhat, nach einer monatelangen Wanderung einen Ring in einen Vulkanschlot zu werfen, spielt bei vielen Ausflügen die heimliche Sorge mit, sich auf ihren Wegen zu verirren. Objektiv ist das kaum zu befürchten, denn in hiesigen Naherholungs-



Bild: LifeProof

Smartphonehüllen, hier fürs Google Pixel 5, sollen nicht dick auftragen, aber bei Stürzen das Gehäuse und das Display schützen.



Viele Tourismusportale bieten Routen mit Beschreibung und Navigationsdaten zum Download an.

gebieten wimmelt es von Wegweisern, Schildertafeln und Markierungen an Bäumen und Steinen. Hier läuft man nur das Restrisiko, sie zu übersehen. Entspannter ist es, einer beabsichtigten Route mithilfe gesprochener Abbiegeanweisungen zu folgen und auf der Karte der Smartphone-App jederzeit zu sehen, wo man gerade ist und wie weit es noch zum Ziel ist.

Abenteuer versprechen Apps fürs Geocaching und die LabCaches und Spiele mit AR-Anteil wie Pokémon Go und Ingress. In Apps wie Komoot und Outdoor-Active finden Sie hingegen überbordend viele Touren zum Wandern oder für verschiedene Arten von Rädern. Näheres erfahren Sie auf Seite 54.

Eine je nach Gegend reichhaltige Quelle für Routen zum Radeln, Wandern und für Stadtrundgänge sind die Websites örtlicher oder regionaler Tourismusstellen. In der Regel gibt außer einer Karte auch eine Download-Möglichkeit in den weitverbreiteten Datenformaten GPX und KML. Solche Streckenbeschreibungen landen auf dem Smartphone in der Regel im Ordner „Dateien“. Von dort lassen sie sich in vielen Karten- und Touren-Apps einlesen.

GPX-Dateien funktionieren auch in Wander- und Radfahrnavis. Letztere Geräte standen lange im Ruf, robuster zu sein als Smartphones und außerdem zuverlässiger beim GPS-Empfang in schwierigen Empfangslagen, etwa in schmalen Tälern.

So pauschal stimmt das aber nicht mehr. Denn Smartphones mit schützenden Hüllen sind auch hart im Nehmen – ohne Schutz überstehen die meisten wenigstens ein paar Regentropfen. Auch bei der Handhabung punkten sie, denn Touren lassen sich mit dem Smartphone nicht nur finden, sondern damit auch gleich absolvieren, ohne sie zuvor auf ein weiteres Gerät übertragen zu müssen.

Anders als eine Vielzahl von GPS-Geräten im Handel empfangen Smartphones mit modernen Chipsätzen außer den Signalen der Navigationssatelliten von GPS und Glonass auch solche von Galileo (Europa) und Beidou (China). Sie zeigen also auch dann noch Positionen an, wenn reine GPS-/Glonass-Geräte das nicht mehr können. Einige Smartphones bieten sogar den bei Funkstörungen robusteren Zweifrequenzempfang. Eine Liste Galileo-kompatibler Smartphones, Wearables und Chipsätze finden Sie im Netz auf der Website www.usegalileo.eu.

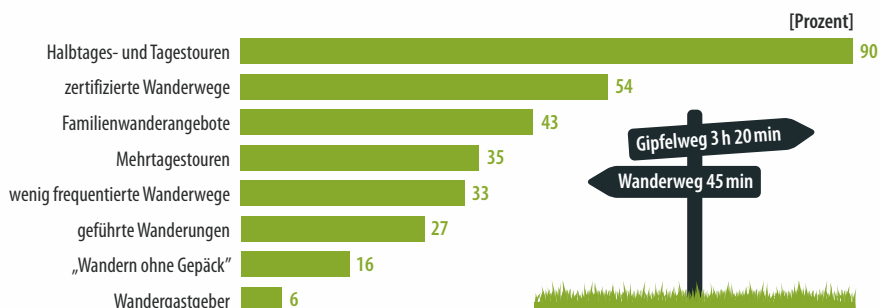
In der Regel versuchen Smartphones zuerst die Ortsbestimmung mit Signalen von GPS und Glonass. Nur wenn dabei nicht wenigstens neun Signale gut empfangen werden, sucht ein Smartphone Signale anderer Satellitennavigationssysteme zur Aushilfe. Das spart Energie. Im Wald bei bedecktem Himmel dauert eine Ortsbestimmung aber trotz allem gerne einige Sekunden und trifft nicht immer genau den richtigen Punkt. Auch den in den meisten Smartphones eingebauten Kompass sollten Sie nur nach Kalibrierung vertrauen.

Weitaus mehr Einfluss auf den Akku hat aber das Display. Mit jedem Einschalten genehmigt sich das Smartphone einen ordentlichen Schluck aus der Elektronenpulve. Bei Tagesausflügen hält der Akku länger durch, wenn Sie die Helligkeit des Displays reduzieren, es schneller abschalten lassen und wenn Sie sich angewöhnen, sich nicht durch den Blick auf die Navi-App, sondern durch leise Sprachansagen leiten zu lassen. Bei mehrdeutigen Ansagen können Sie dann immer noch auf die Karte schauen.

Wenn Sie auf Nummer sicher gehen wollen, dass Sie nicht mit leerem Smartphone-Akku irgendwo im Nirgendwo festhängen, spricht nichts gegen eine kleine Powerbank zum Nachbetanken. Die vielfach verwendeten mit einer Kapazität von 10.000 Milliamperestunden reichen sogar für die Smartphones Ihrer Begleitung. Tipp: Verwenden Sie eine Powerbank mit Quick-Charge- oder Power-Delivery-Ladetechnik, die höhere Ladeströ-

Welche Angebote werden angefragt?

Eine Umfrage des Deutschen Wanderverbandes machte durch die Pandemie bei den Anfragen bei Tourismus-Büros einen spürbaren Anstieg für Anfragen zu Tagesausflügen aus.



me liefert, damit das Ladekabel nicht zu lange mit dem Smartphone verbunden sein muss. Fast alle modernen Smartphones beherrschen wenigstens eine Schnellladetechnik.

Keine Fotos, kein Ausflug

Was wäre ein Ausflug ohne Erinnerungen! Kameras aktueller Smartphones produzieren im Großen und Ganzen ansehnliche Bilder, etwas fotografisches Gespür vorausgesetzt. Besonders die Motivprogramme haben zugelegt, etwa mit Panoramen, Zeitraffern und Zeitlupen. Smartphones können heute so gut wie alles fotografieren: von der Makroaufnahme der Behaarung eines Fliegenbeins bis zur Teelaufnahme vom Mann im Mond. Spitzenmodelle haben sogar extra Tele- und Weitwinkel-Optiken an Bord. Die Smartphone-Software erlaubt stufenloses Zoomen. Sogar den Tiefenschärfe-Effekt großer Blendenöffnungen bei Porträtfotos stellen Smartphones rechnerisch nach. Zugegeben: In etlichen Bereichen sind herkömmliche Kameras weiter überlegen. Aber allein schon, weil man sie zusätzlich zum Handy mitschleppen muss, sind sie für viele eher Ballast als Nutzen.

Aufgrund der geringeren Fläche des Smartphone-Bildsensors rauschen Fotos bei Dunkelheit stärker, was Smartphones wiederum durch Rechentricks auszugleichen versuchen. Google setzt in seinen Pixel-Smartphones Bildsensoren mit

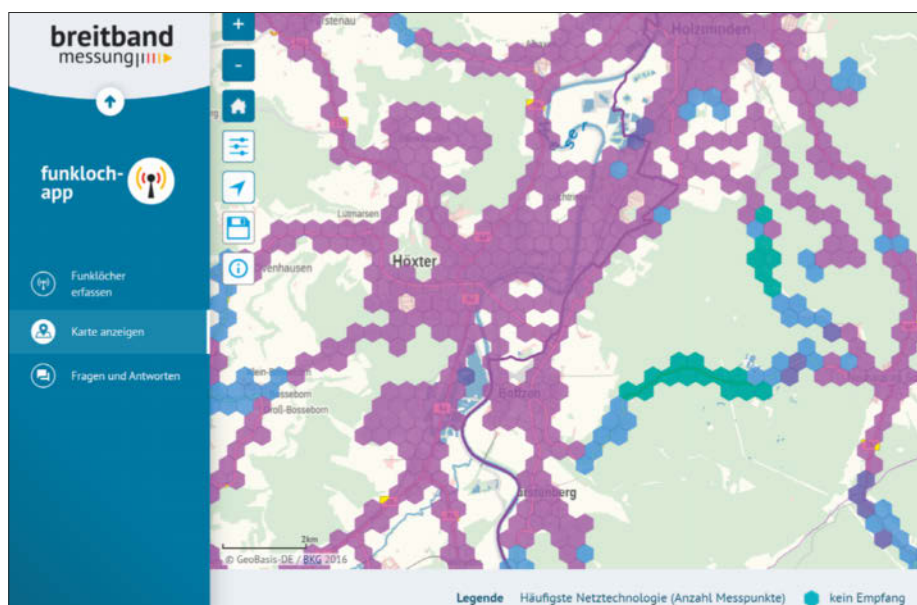
1/2,55 Zoll Diagonale für die Hauptkamera ein. Das ist auch bei vielen anderen Geräten der Mittelklasse das gängige Format. Der Trend geht zu größeren Sensoren, auch sie sind aber kleiner als in herkömmlichen Kameras. Bei aktuellen High-End-Smartphones finden sich meist mindestens 1/1,7 Zoll, Samsung verwendet sogar „Briefmarken“ mit 1/1,33 und bei Xiaomi sogar 1/1,12 Zoll Diagonale. Nur noch bei ganz billigen Smartphones produzieren viertelzöllige Sensörchen weiterhin rauschigen Pixelmatsch.

Unabhängig von der Sensorgröße: Bessere Fotos gelingen, wenn man die Linse kratz- und fettfrei hält und Gegenlicht vermeidet. Streiflicht kann man mit dem Abschatten des Objektivs mit der Handfläche vom Sensor fernhalten.

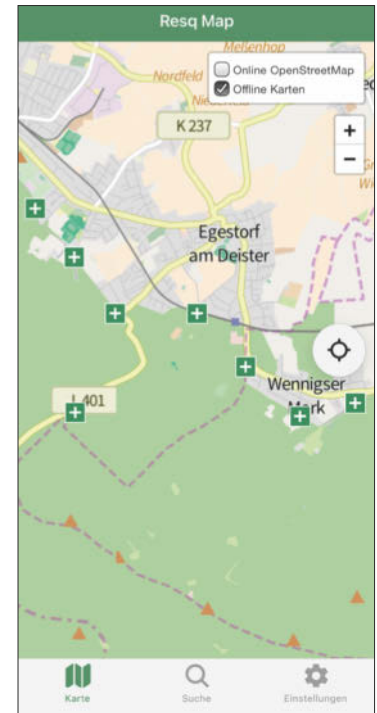
Ein kleines Extra-Bonbon bieten Smartphonekameras ab Werk. Erteilt man die Freigabe, werden zum Foto auch Ortsangaben gespeichert. Bei Touren-Apps kann man somit seine Fotos positionsgetreu als Erinnerung für sich speichern oder zur Illustration einer Tourenbeschreibung mit anderen teilen.

Am Tropf des Internets

Es gibt sie noch: die weißen Flecken, wo es keinen mobilen Netzzugang zum Internet gibt. Die Seite <https://breitbandmessung.de/kartenansicht-funkloch> zeigt nicht nur Orte mit Empfang, sondern auch solche, die kein einziger Netzanbieter versorgt.



Bei der Funkloch-Karte der Bundesnetzagentur stehen nicht eingefärbte Kacheln nicht für Funklöcher, sondern nur für Gegenden, in denen noch keine ausreichenden Daten zur Beurteilung der Netzqualität vorhanden sind. Schauen Sie also lieber nach den farblich ausgewiesenen Funkloch-Waben.



Die kostenlose Resq-Map zeigt Ihnen den Weg zum nächsten Rettungspunkt, der für die Rettungsdienste anfahrbar ist.

Diese Info hilft Ihnen bei der Planung. Mit der Funkloch-App können Sie auch selbst Daten über Stellen mit schlechtem oder ohne Empfang sammeln und zusteuern. Touren-Apps laden ihre Karten normalerweise übers Netz, sodass Sie in solchen Gegenden zwar eine App hätten, diese aber weder eine Karte anzeigt noch eine Route berechnet. Dem vorbeugend können Sie das Kartenmaterial vorher aufs Smartphone laden, am besten im heimischen WLAN. Das schont auch das Tarifvolumen.

Es gibt aber Apps, die zur Routenberechnung dauerhaft am Datentropf externer Server hängen müssen. Allzu schlimm ist ein Funkloch aber auch dann nicht, selbst wenn die Apps mit entsprechenden Warnmeldungen um sich werfen: Bei spontanen Planabweichungen können Sie improvisieren, solange Sie ihre Position auf der Karte weiterhin sehen.

Eine App, bei der Sie auf alle Fälle das Kartenmaterial gebunkert haben sollten, ist die „Resq Map“ die den Weg zum nächsten offiziellen Rettungspunkt im Wald zeigt. Das kann im Falle des Unfalles lebenswichtig sein. Auf den folgenden Seiten finden Sie einige weitere nützliche Apps, welche die Redaktion empfiehlt.

(mil@ct.de) **ct**



Bild: Albert Hulm

Wünschelrouten

Outdoor-Apps zur Routenplanung und Navigation

Der Sommer naht und die milden Temperaturen locken viele Leute vor die Tür. Je nachdem, ob einen der Berg ruft oder man das Fahrrad aus dem Keller holen möchte, gibt es verschiedene Apps zum Navigieren und Routenplanen.

Die Ente und ihre Freunde planen in dem Kinderbuch „Hier kommt die Ente Quatsch, Viel Glück mit dem Barschwein“ einen Ausflug dahin, wo es am schönsten ist. Aber wo genau ist das? Routenplanungs- und Navigations-Apps helfen, der Antwort näherzukommen, indem sie Nutzern neue Wege zeigen, sie ihre Lieblingstouren speichern und interessante Wegmarken mit anderen teilen lassen.

Apps wie Komoot, Outdooractive, BRouter und OsmAnd nutzen dafür OpenStreetMap (OSM) als Karte, das Material Nutzern ohne Lizenzkosten, dafür aber mit den verwendeten Geodaten zur

Verfügung stellt. Inhaber eines OSM-Benutzerkontos können zudem das Kartenmaterial bearbeiten und Geoinformationen hinzufügen.

OpenStreetMap stellt damit eine Alternative zu Google Maps dar, dessen Material man nicht beliebig ändern und für eigene Projekte verwenden darf. Die Navigations-App von Google reagiert besonders im Straßenverkehr sehr schnell auf Staus und Verzögerungen und schlägt alternative Routen vor. Sie bezieht ihre Informationen unter anderem aus dem Verhalten der App-Nutzer: Wenn beispielsweise an einer Stelle mehrere Maps-Nutzer langsam fahren, vermutet Google dort eine Störung des Verkehrs.

Der Weg als Ziel

Mit Google Maps kommen auch Fußgänger und Radfahrer schnell von A nach B, allerdings führen die Routen oft an Autostraßen entlang. Wer nach einer schönen Tour mit Sehenswürdigkeiten, bestimmtem Untergrund oder Pausenmöglichkeiten sucht, für den eignen sich eher Tourenplaner wie Komoot oder Outdooractive.

Dank seiner großen Community enthält **Komoot** mittlerweile die meisten durchgeplanten Wanderungen und Radtouren in Deutschland. App-Nutzer holen sich Inspirationen für neue Wege, fotografieren und kommentieren ihre Lieblingstouren und teilen sie mit anderen. Beim Planen berücksichtigt Komoot verschiedene Bewegungsarten wie Wandern, Spazieren oder Radfahren, das Fitness-Level und ob man nur hin oder auch wieder zurück möchte. Wer einfach nur seine Strecke aufzeichnen möchte, trackt seine Tour – die App erkennt automatisch, ob man joggt oder spazieren geht. Komoot ist kompatibel mit Sportuhren von Garmin und Polar, der AppleWatch, Navigationsgeräten von Garmin, Wahoo und Sigma und Bordcomputern von Nyon und Kiox für E-Bikes.

Eine weitere App mit vielen vorgefertigten Touren für verschiedene Bewegungsarten ist **Outdooractive**. Bei der Tourenplanung können Nutzer der kostenlosen Version mit zahlreichen Filteroptionen eine passende Route erstellen. Zu den auswählbaren Sportarten zählen auch Nordic Walking, Reiten und Kanu. Outdooractive zeigt auf der Karte verschiedene Symbole an, etwa Aussichtspunkte, die Nutzer in ihre Tour integrieren können. Auch eigene Routen lassen sich fix erstellen.

Outdooractive enthält umfangreiche Informationen zu den Zielorten, wie etwa

Von Kim Sartorius

Unterkünfte mit E-Bike-Ladestationen und die aktuelle Wetterlage. Manche Wege zeigt die App allerdings erst in der kostenpflichtigen Pro-Version an. Mit Outdooractive Pro+ erhalten Abonnenten zudem zusätzliche Touren von Kompass und aus ADAC-Wanderführern, sowie Zugang zu den Karten der Alpenvereine.

Unbekannte Höhen

Nutzer von Outdooractive und Komoot kritisieren oft falsche Höhenmeterangaben bei den Touren. Bei der Berechnung von Höhenmetern spielen Trackpunkte und das verwendete Höhenmodell eine wichtige Rolle. Grundsätzlich werden alle Anstiege vom Start bis zum Ziel zusammengezählt. Liegen zu wenig Trackpunkte einer angefertigten Wegeaufzeichnung vor, gehen Anstiege dazwischen verloren, was die angezeigten Höhenmeter verfälscht – sind es zu viele, können die Höhenmeter zu groß ausfallen [1].

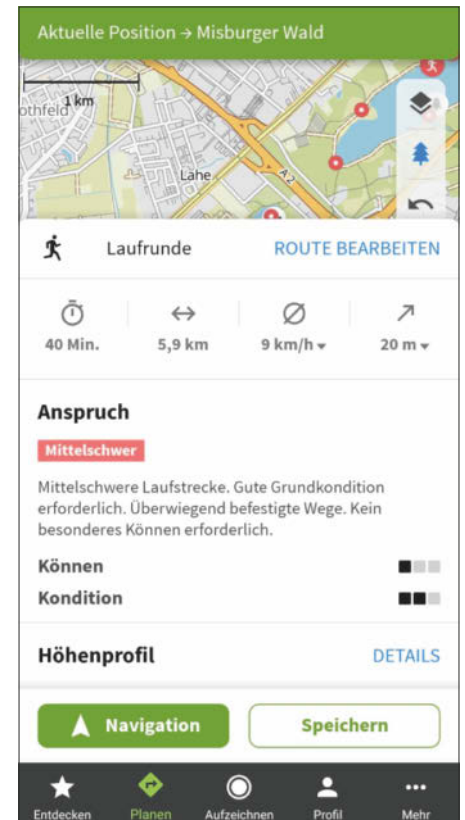
Bei spontanen Richtungswechseln stoßen Komoot und Outdooractive an ihre Grenzen und fordern ihre Nutzer auf, auf die ursprüngliche Route zurückzugehen. Die entsprechenden Ansagen nerven erheblich und sind zum Teil sogar absurd, denn vielfach weicht man vom Weg ab, weil er versperrt ist oder weil man abkürzen will.

Offline Navigation

Der Webdienst **BRouter** und die App OsmAnd reagieren flexibler auf spontane Abstecher in die Natur und berechnen die Route neu – ganz ohne Internetanbindung.



Outdooractive enthält umfangreiche Filteroptionen und vorgefertigte Routen für verschiedene Outdooraktivitäten.



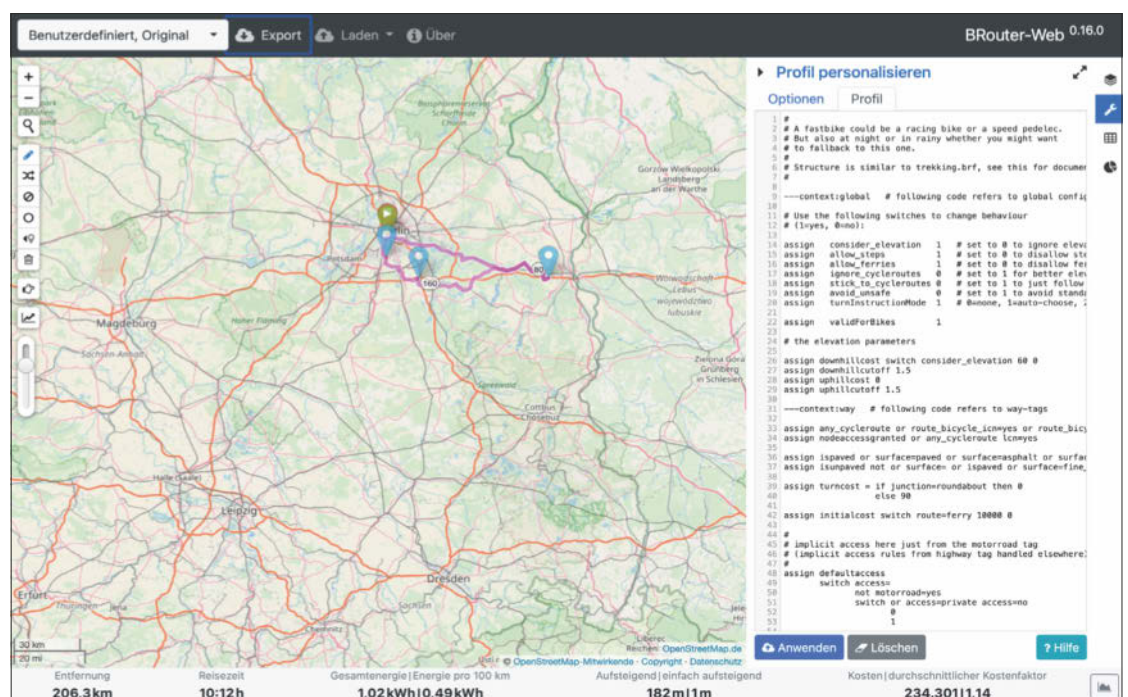
Komoot ist mit diversen Sportuhren, Navigationsgeräten und Bordcomputern von E-Bikes kompatibel.

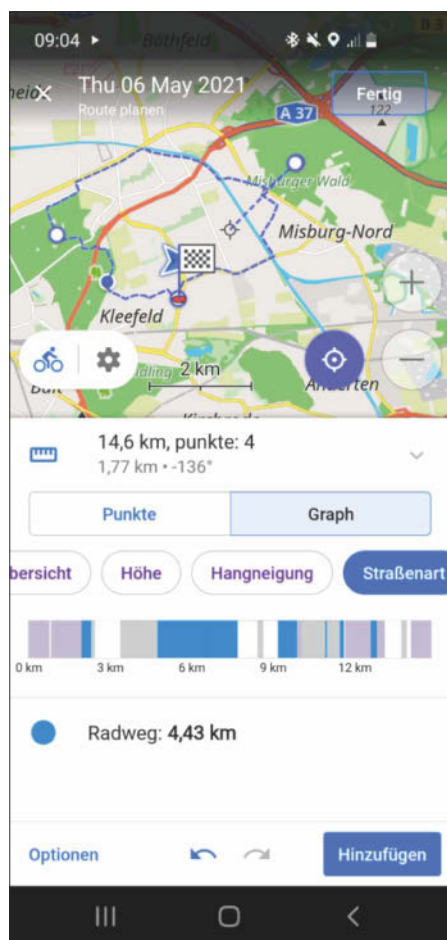
Um beispielsweise eine Rennradtour mit BRouter Web zu planen, entwerfen Anwender eine Route unter brouter.de am Rechner und exportieren sie anschließend als GPX-Datei. Dieses Dateiformat dient zur Speicherung von Geodaten und wird

von den meisten Navigations- und Routenplanungs-Apps unterstützt.

Unter „Touren“ und „Datei importieren“ lässt sich eine GPX-Datei etwa in der Komoot App verwenden. Falls die importierte Strecke Abschnitte enthält, die nicht

Fortgeschrittene Nutzer entwickeln mit BRouter-Web eigene Profile fürs Fahrzeug.





OsmAnd ist nicht ganz so einsteigerfreundlich wie Komoot oder Outdooractive. Mit ein wenig Einarbeitung erhält man aber eine sehr umfangreiche Navigations- und Tourenplanungs-App.

das Komoot-Wegenetz benutzen, kann man der „Originalroute folgen“ oder die „Route an bekannte Wege anpassen.“ Im ersten Fall stellt Komoot für diese Strecken keine Navigation zur Verfügung. Sie sind auf der Karte gestrichelt dargestellt.

BRouter bietet vielfältige Einstellungsmöglichkeiten für Touren in der für Laien nicht unbedingt verständlichen OpenStreetMap-Notation. Experten kön-

nen unter „Einstellungen“ und „Profil“ eigenen Code eingeben oder Schnipsel von GitHub verwenden. Der Quellcode im Repository des GitHub-Nutzers DRiKE schließt beispielsweise Kiesstraßen von der Berechnung aus – ein für Rennradfahrer wichtiges Kriterium. BRouter gibt es auch als App. Zur Navigation muss man diese zusammen mit einer App wie OsmAnd, **Locus-Maps** oder **OruxMaps** nutzen.

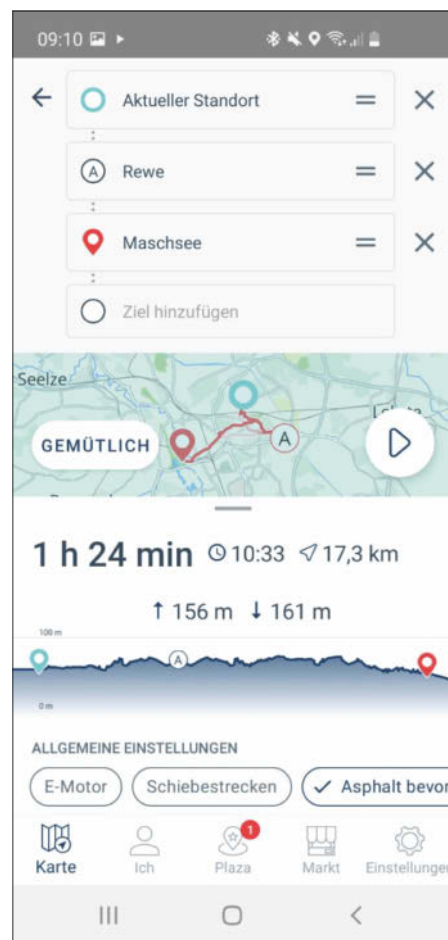
Eine weitere Touren-App, die sich gut zur Offline-Navigation eignet, ist **OsmAnd**. Die Bedienung von OsmAnd ist etwas komplexer als die von Komoot und Outdooractive, weshalb Einsteiger sich erst einmal in die App einarbeiten müssen. Wen das nicht abschreckt, der bekommt ein Tool mit zahlreichen Navigations- und Routenplanungsoptionen, einer detailreichen Karte, deren Aussehen man passend zur aktuellen Sportart ändern kann (etwa Topo oder Offroad) sowie eine Points-of-Interest-Anzeige und eingblendete Höhenlinien.

Nachdem Nutzer das für sie interessante Kartenmaterial heruntergeladen haben, speichert und berechnet OsmAnd Touren offline und lokal, also direkt auf dem Smartphone. Dabei ist darauf zu achten, nur Karten von Orten herunterzuladen, die man befahren oder bewandern möchte, da sonst der Speicher für Fotos und Videos nicht ausreichen könnte.

Fahrradnavigation

Wer nach einer reinen Fahrradtouren-App sucht, für den gibt es Apps wie **Bike Citizens**. Je nachdem, ob man zügig zur Arbeit fahren möchte oder nach einer entspannten Spazierfahrt sucht, gibt es die Routenoptionen „Gemütlich“, „Normal“ und „Schnell“. In der Premium-Version können Nutzer die Karten herunterladen und Heatmaps ihrer Fahrten erstellen.

Vielleicht hätten die Tiere aus „Viel Glück mit dem Barschwein“ eine passende



Bike Citizens berücksichtigt auch E-Motoren und Schiebestrecken bei der Routenplanung.

Touren-App gebraucht - sie bleiben am Ende der Geschichte nämlich einfach, wo sie sind, weil sie es überall am schönsten finden. (kim@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Michael Link, Plan wagen, Radtouren mit Online-Tools und App planen, c't 17/2019, S. 150

BRouter-Einstellungen auf GitHub:
[ct.de/yf94](https://github.com/yf94)

Apps zur Routenplanung

App	Anbieter	Systemanforderung	Preis (Modell)
Bike Citizens Fahrrad-App: Navi & Routenplaner	Bike Citizens Mobile Solutions GmbH	Android, iOS	kostenlos, 3,50 € im Monat, 28,00 € im Jahr
BRouter Offline Navigation	Dr. Arndt Brenschede	Android, iOS	kostenlos
Google Maps - Navigation und Nahverkehr	Google Inc.	Android, iOS	kostenlos
Komoot - Fahrrad, Wander & Mountainbike Navi	Komoot GmbH	Android, iOS	kostenlos, Premium: 60 € im Jahr
Locus Map 4 - Wander&Rad GPS Navigation und Karten	Asamm Software	Android	kostenlos, Locus Map Pro 10 €
OruxMaps GP	Jose Vasquez	Android	4,09 €
OsmAnd - Offline-Karten, Reisen und Navigation	OsmAnd	Android, iOS	kostenlos, OsmAnd+ für einmalig 20 €
Outdooractive: Wander- & Radtouren, GPS & Navi	Outdooractive AG	Android, iOS	kostenlos, Pro: 30 € im Jahr, Pro+: 60 € im Jahr

Digitalisierung leicht gemacht!

Wenn Ihre Bücherregale gerade überquellen, bieten wir Ihnen die ideale Lösung. Das **gesammelte Know-how Ihrer Fachmagazine** kompakt auf Archiv-Discs und -Sticks gespeichert jederzeit zum Abruf bereit. Ideal auch für jene, die an den kompletten Fachinformationen aus den **Zeitschriften-Jahrgängen** interessiert sind.



Bessere Aussichten mit dem Blick zurück:

Fakten, Meinungen, Tests und Hintergrundwissen – das Jahresarchiv 2020 mit allen Beiträgen aus 26 c't-Heften

auf DVD **24,90 €**
auf 32 GByte USB 3.0-Stick **34,90 €**

c't-Know-how XXL:

Alle Artikel von 1983 bis 2020

auf Blu-ray Disc **99,90 €**
auf 64 GByte USB 3.0-Stick **139,90 €**

shop.heise.de/ct-archiv20



iX-Know-how für IT-Experten:

Nachlesen, vergleichen, absichern – alle iX-Inhalte kompakt.

auf DVD **24,90 €**
auf 32 GByte USB 3.0-Stick **34,90 €**

iX-Know-how XXL:

Alle Beiträge von 1988 bis 2020

auf 64 GByte USB 3.0-Stick **109,90 €**

shop.heise.de/ix-archiv20



Neues baut auf Altem auf:

Ihr Blick in wichtige Fakten und Hintergrundinfos des Archives 2020 von Deutschlands einzigem Innovationsmagazin.

auf DVD **24,90 €**

Technology Review-Know-how XL:

Alle Artikel von 2003 bis 2020

auf DVD **59,90 €**

shop.heise.de/tr-archiv20



➤ Bestellen Sie ganz einfach online im heise shop oder per E-Mail: service@shop.heise.de



Bild: Albert Hulm

Mit Vergnügen draußen

Verführungen zum Rausgehen

Schätze suchen, virtuell um die Weltherrschaft kämpfen, per Audio Städte entdecken oder für zurückgelegte Kilometer Medaillen einheimsen – wen das Naturerleben oder die Lust am Wandern selbst nicht nach draußen treiben, den locken vielleicht spielerische Anreize hinaus.

Von Jo Bager

Ein Schatz ist versteckt in Hannovers Stadtwald Eilenriede: „Eire2014_Hänschenklein“. Die Karte bei Opencaching.de verzeichnet seine Position sehr genau: N 52° 23.267' E 009° 45.781'. Ein wenig suchen muss man aber schon noch. Der Schatz – oder genauer gesagt: der Geocache – ist in einer Tupperdose verpackt. Anfang Mai fanden sich ein paar Eicheln und eine Spielzeugfigur darin. Wir haben noch ein paar c't- und Android-Pins dazugelegt. Um große Werte geht es beim Geocaching nicht; es zählt vielmehr der Spaß bei der Suche.

Schätze, ...

Der besagte Cache ist nicht der einzige in der Eilenriede. Und weltweit haben Geocacher mehr als drei Millionen solch kleiner Schätze versteckt. Der Kreativität ist dabei kaum eine Grenze gesetzt. So kann ein Cache eine in einem Astloch verborgene Tupperdose sein, ein mit einem Magneten an einem Brückengeländer befestigtes Filmdöschen oder ein ausgehöhlter Ast.

Man muss sich schon umsehen, um einen Cache aufzuspüren, wobei es einem durchaus passiert, dass man mehrfach über den kleinen Schatz steigt, bevor man ihn entdeckt. Um es noch komplizierter zu machen, hat sich die Geocacher-Fangemeinde viele Varianten ausgedacht. Manchmal muss man Rätsel lösen, um einen Cache zu finden, und manchmal umfasst ein Cache sogar mehrere Stationen.

Gehen Sie doch auch mal auf virtuelle Schatzsuche! Sie benötigen nicht mehr als ein Smartphone mit der App der Plattform **Geocaching.com**, alternativ **c:geo** für Android oder **Cachly** für iOS. Caches sind bei Geocaching.com und opencaching.de verzeichnet. Und wer weiß – wenn Sie erst einmal auf den Geschmack gekommen sind, verstecken Sie dann eines Tages auch Ihren ersten eigenen Cache.

Eine spannende Schatzsuche birgt das Potenzial, auch lauffaule Kinder zu einer Wanderung zu bewegen. Suchen Sie dafür anfangs nicht zu schwierige Caches heraus – die Verzeichnisse geben darüber Auskunft, wie kompliziert ein Cache zu finden ist. Nehmen Sie einen kleinen „Schatz“ mit, den Sie für einen Geocache-Inhalt austauschen, und einen Stift. Vielen Caches liegt eine Art Logbuch bei, in dem Sie sich verewigen können.

Geocaching.com lässt sich per Freemium-Preismodell nutzen. Ein kostenloser Account genügt für den Anfang völlig. In der Premium-Version für 6,30 Euro im Monat oder gut 30 Euro pro Jahr erhält man Zugriff auf einige besondere Caches und Offline-Karten.

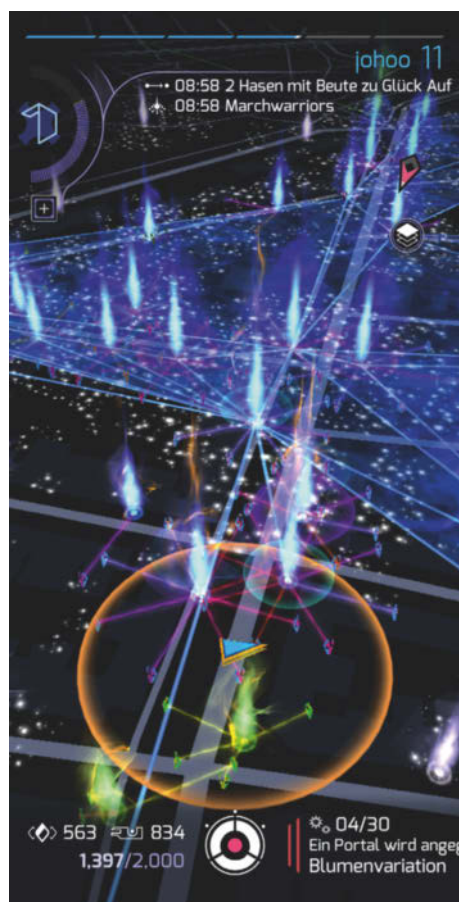
... Münzen und Flaggen

Ganz offensichtlich vom Geocaching inspiriert sind die Smartphone-Spiele Munzee und Flagstack. Bei **Munzee**, dessen Name sich vom deutschen Wort Münze ableitet, geht es wie beim Geocaching darum, Schätze anzulegen und aufzuspüren. Diese Munzees können QR-Codes

sein, die zum Beispiel auf Straßenlaternen kleben, und mit der App ausgelesen werden müssen. Daneben gibt es virtuelle Munzees, denen man sich annähern muss, um sie „einsammeln“ zu können.

Es gibt nach Angaben des Betreibers mehr als 10 Millionen Munzees und mehr als eine halbe Million Spieler weltweit. Die App ist kostenlos; die Plattform finanziert sich durch den Verkauf virtueller Items, Merchandise sowie Stickern, mit denen Munzees gesetzt werden können. Ein wenig frustrierend: Bei unseren Rundgängen waren etliche QR-Codes offenbar nicht mehr vorhanden.

Bei **Flagstack** sammelt man per Smartphone-App virtuelle Flaggen ein. Dazu muss man bis auf 50 Meter in die Nähe einer der Flaggen kommen, ein Tipp in die App „sammelt“ die Flagge ein. Sie verschwindet damit nicht von der Karte; andere können sie weiterhin einsammeln, man selber aber nicht mehr.



In Hannover befinden sich Portale und Kontrollfelder, die man mit einem bestimmten Scanner sehen und verändern kann: Augmented-Reality-Spiele wie Ingress integrieren die reale Welt in ihr Spielgeschehen.

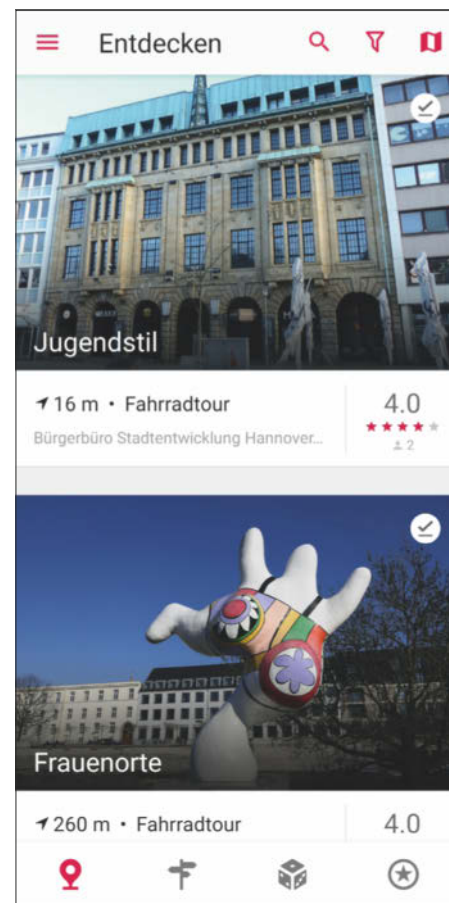
In unserem Spielgebiet Hannover finden sich sehr viele Flaggen, innerhalb einer Stunde konnten wir mehr als 100 Stück einsammeln. Verwaiste Standorte wie bei Munzee gab es nicht. Mit jedem zehnten Fund erhalten Spieler eine eigene Flagge, die sie setzen können. Die App ist kostenlos. Im Online-Shop lassen sich zusätzliche Flaggen kaufen. Der Betreiber versucht sehr aktiv, einen bei der Stange zu halten. Die App meldet häufig temporäre Flags in der Nähe – für uns war das auf Dauer zu penetrant, wir haben die Meldungen deaktiviert.

Schnitzel- und Agentenjagden

Der Geocaching.com-Anbieter Groundspeak baut derzeit sein Angebot aus: Bei dem sogenannten Adventure Lab können Geocacher Schnitzeljagden generieren. An jeder Station muss man Hinweise einsammeln oder Rätsel lösen. Diese sogenannten Adventures benötigen anders als traditionelle Geocaches keine physischen Behälter und können sich auch in Gebäuden abspielen. Derzeit können nur handverlesene Premium-Mitglieder von Geocaching.com Adventures mit bis zu fünf Stationen anlegen. Nutzen lassen sich derartige Adventures von jedem. Sie benötigen dazu die kostenlose separate App **Adventure Lab**.

Mit **Actionbound** kann jeder individuelle Schnitzeljagden und Führungen anlegen, zum Beispiel für Teambuilding-Events in Unternehmen, den Unterricht, Kindergeburtstage oder als interaktive Audioguides. In einem Online-Editor klickt der Spielleiter die Aufgaben seines „Bound“ zusammen, etwa „Gehe zu den GPS-Koordinaten XY“ oder Quizfragen mit mehreren Antwortmöglichkeiten. Er kann auch QR-Codes generieren, auf der Strecke verstecken und die Teilnehmer des Bounds suchen lassen. Im Editor lassen sich Audio-, Bild- und Videodateien hochladen. In c't 10/2018 ab Seite 134 haben wir einen ausführlicheren Artikel, der die Funktionen von Actionbound im Detail erklärt.

Die App ist gratis. Ebenso kostet es nichts, Actionbound privat zu nutzen – solange der Bound öffentlich nutzbar bleibt. Entsprechend finden sich auf der Homepage von Actionbound viele von jedermann spielbare öffentliche Bounds. Einen Bound für einen eingeschränkten Nutzerkreis anzulegen, zum Beispiel für eine private Feier, kostet 7 Euro. Ansonsten bietet der gleichnamige Betreiber für



Audioguides wie guidemate ermöglichen es, Städte mit individuellen Touren (neu) zu entdecken.

jeden Zweck gestaffelte Preise. Eine Lehrerlizenz zum Beispiel kostet 49 Euro pro Jahr, fünf Lehrerlizenzen 145 Euro pro Jahr.

Fantasiewesen fangen, Plätze erobern

Massiv immersive Augmented-Reality-Spiele (AR) vermischen die reale Welt und ihre Spielgeschichte auf noch wesentlich komplexere Weise als Geocaching, Actionbound und so weiter. Bei **Pokémon Go** zum Beispiel fangen Spieler Fantasiewesen (Pokémon) und hegen sie, damit sie stärker und energiegeladener werden. Ihre Pokémon lassen sie dann in virtuellen Arenen gegeneinander kämpfen. Pokémon Go ist mit einer Milliarde Downloads das mit Abstand beliebteste AR-Spiel. Sie (oder Ihre Kinder) haben also bei Pokémon Go die größte Wahrscheinlichkeit, Mitstreiter zu finden.

Derselbe Hersteller, Niantic, hat auch **Ingress Prime** herausgebracht. Dort geht es darum, virtuelle Portale zu erobern, aufzurüsten, zu hacken und Kontrollfelder



Bei The Conqueror erhält man echte Medaillen für bewältigte Strecken.

zwischen den Portalen zu errichten, um möglichst viele Menschen zu beeinflussen. Zwei Fraktionen spielen in Ingress weltweit gegeneinander und versuchen ohne Unterlass, möglichst große Gebiete für ihre Fraktionen zu erobern.

Beim dritten Spiel von Niantic, **Harry Potter Wizards Unite**, wird man als Zauberer entsendet, um magische Kreaturen zu finden und durch Magie von ihren dunklen Wächtern zu befreien.

Auch in Ihrer Nachbarschaft befinden sich Arenen, Portale und magische Kreaturen. Und dort müssen Sie persönlich hingehen, wenn Sie in einem der Spiele weiterkommen wollen: Sie müssen sich mit Ihrem Smartphone in der unmittelbaren Nähe einer Arena befinden, wenn Sie Ihr Pokémon antreten lassen wollen. Das Gleiche gilt für die Ingress-Portale und magische Kreaturen.

Alle Niantic-Spiele sind kostenlos. Spieler können für echtes Geld virtuelle Items kaufen, um schneller voranzukommen. Noch in diesem Jahr soll ein weiteres Augmented-Reality-Spiel von Niantic herauskommen: **Pikmin**.

Per Audio rumkommen

Erkunden Sie fremde Städte oder lernen Sie Ihre eigene Stadt neu kennen – per Audio. Herkömmliche Touren mit Fremdenführern aus Fleisch und Blut gibt es in Zeiten von Corona eher nicht. Mit Audio-

guides können Sie aber trotzdem auf Entdeckungsreise gehen.

Gegenüber herkömmlichen Rundfahrten oder -gängen haben Audiotouren sogar eine Reihe von Vorteilen. Sie müssen sich nicht zu einer bestimmten Uhrzeit an einem Treffpunkt einfinden und auch nicht im Tempo des Vortragenden alle Stationen abklappern. Stattdessen sehen Sie in der App schon vorab, welche Wegpunkte für Sie interessant sind – und wandern oder radfahren diese in Ihrem Tempo ab, wann immer Sie möchten. Außerdem sind viele Audioguides kostenlos. Die Touren lassen sich vorab herunterladen, sodass Sie unterwegs keine Bandbreite verschwenden.

Um Audiotouren zu einem Reiseziel zu finden, empfiehlt sich eine Suche nach „Audiotour [Stadt]“ oder „Audioguide [Stadt]“ im App-Verzeichnis Ihrer Wahl. Auch ein Blick auf die Homepages der jeweiligen Städte kann Links auf solche Guides zutage fördern. Darüber hinaus gibt es ein paar Plattformen, auf denen sich Guides für viele Städte finden. Uns sind **izi.travel** und **guidemate** positiv aufgefallen.

izi.travel listet nach eigenen Angaben 15.000 Führungen „für jedes Reiseziel“. Die App und die Führungen sind kostenlos. Alleine für Hannover verzeichnet die Plattform 26 deutschsprachige Führungen, darunter 21 mit viel Liebe zum Detail vom gemeinnützigen Verein Bürgerbüro Stadtentwicklung produzierte.

guidemate listet mehr als 300 Touren in 133 Städten aus 17 Ländern. Für Han-

nover verzeichnete die App fünf Touren, darunter vier per Karte aufgepeppten Folgen des Podcasts *Schöne Ecken*, die den Führungen einen persönlichen Touch geben. Die App und die meisten Touren sind kostenlos. Der Anbieter finanziert sich mit Provisionen für kostenpflichtige Guides.

Sie kennen sich gut aus in Ihrer Hood? Dann stellen Sie sie Interessierten vor. **guidemate** und **izi.travel** ermöglichen es Ihnen, kostenlos eigene Audioguides zu veröffentlichen. Bei **izi.travel** ist die Veröffentlichung grundsätzlich kostenlos, bei **guidemate** für Privatpersonen.

Belohnungs-Apps

Sie sind keine Spielernatur und auch nicht an Kultur interessiert? Vielleicht hilft ein wenig Schulterklopfen für das zurückgelegte Wegpensum als Anschlag. Ein regelmäßiges Feedback für Bewegung können Sie sich mit den Mitteln der Mobilbetriebsysteme geben lassen. Die **Health**-App für iOS und **Google Fit** für Android enthalten Schrittzähler, bei denen Sie persönliche Ziele hinterlegen können. Dazu zählen zum Beispiel täglich zurückzulegende Schritte oder „Kardiopunkte“ für Wege, die Sie in höherem Tempo zurückgelegt haben. Viele Sport-Apps für Smartphone oder Smartwatch wie **Strava**, **Pumatrak** und **Nike Training Club** enthalten ebenfalls Gamification-Elemente, die einen für das Geleistete loben oder mit allerlei virtuellen Badges „belohnen“.

Noch einen Schritt weiter gehen Apps wie **The Conqueror Challenges**. Dort tre-

Outdoor-Apps mit Gamification-Elementen

App	Anbieter	Systemanf.	Preis(modell)
Actionbound	Actionbound GmbH	Android / iOS	App kostenlos; private Bounds: 7 €
Adventure Lab	Groundspeak Inc.	Android / iOS	kostenlos
Agent-X	Qeevee GmbH	Android / iOS	kostenlos; Pro-Version: 2,99 €
Cachly	Zed Said Studio LLC	iOS	5,49 €
c:geo	c:geo team	Android	kostenlos
Flagstack	Flagfactory Germany UG	Android / iOS	kostenlos; In-App-Käufe
Geocaching.com	Groundspeak Inc.	Android / iOS	kostenlos; erweiterte Version: 6,30 €/Monat
Google Fit	Google LLC	Android	kostenlos
guidemate	guidemate GmbH	Android / iOS	kostenlos; einige Touren kostenpflichtig
Harry Potter Wizards Unite	Niantic, Inc.	Android / iOS	kostenlos; In-App-Käufe
Health	Apple	iOS	kostenlos
Ingress Prime	Niantic, Inc.	Android / iOS	kostenlos; In-App-Käufe
izi.travel	Informap Technology Center	Android / iOS	kostenlos
Munzee	Freeze Tag, Inc.	Android / iOS	kostenlos; In-App-Käufe
Nike Training Club	Nike, Inc.	Android / iOS	kostenlos
Pokémon Go	Niantic, Inc.	Android / iOS	kostenlos; In-App-Käufe
Pumatrak	PUMA SE	Android / iOS	kostenlos
Strava	Strava Inc.	Android / iOS	kostenlos; In-App-Käufe
The Conqueror Challenges	My Virtual Mission	Android / iOS	Challenge ab 28,95 €

ten Sie zu verschiedenen Wander-Challenges an: Sie können den 42 Kilometer langen Inka-Trail erwandern, den Berg Fuji besteigen (74 Kilometer) sowie den Camino de Santiago (772 Kilometer) oder Ultralangwanderungen wie den Appalachian Trail oder den Pacific Crest Trail mit ihren 3167 und 4000 Kilometern absolvieren.

Die Distanzen müssen Sie nicht auf den Originalstrecken bewältigen, sondern dort, wo Sie gerade unterwegs sind. The Conqueror loggt die Distanzen selber oder sammelt sie von anderen Apps oder Smartwatches ein. Man sieht jederzeit in der App, wie weit man gekommen ist und wie weit andere sind, die sich in derselben Strecke befinden. Und wenn man dann einen Trail bewältigt hat, erhält man eine echte Medaille. An einer Challenge teilzunehmen ist nicht gerade günstig. Es kostet mindestens 28,95 Euro. Aber der Einsatz kann ja als zusätzliche Motivation dienen, dranzubleiben.

Motivieren kann man sich nicht nur positiv, sondern auch mit einer gehörigen

Kinder alleine raus lassen?

Viele der vorgestellten Spiele und Apps eignen sich hervorragend, um gemeinsam mit der ganzen Familie loszuziehen. Kniffliger wird es, wenn die Kinder ohne Eltern rausgehen wollen, um Caches aufzuspüren oder Pokémon zu hegen. Auf die Alterseinstufungen der App-Stores sollten sich Eltern nicht verlassen. Bei Pokémon Go und den beiden anderen Spielen von Niantic etwa prangt dort eine Alterseinstufung ab 6 Jahren.

Realistischer erscheint uns die Einschätzung des Spieleberaters NRW: So seien die von Pokémon Go geforderten Fähigkeiten, wie etwa Kaufanreizen

standzuhalten, die eigene Spielzeit kritisch zu reflektieren, sich im Kontakt mit Fremden vorsichtig zu verhalten, den Wert von Daten zu erkennen und sicher im Straßenverkehr zu agieren, bei jüngeren Spielern nicht immer ausreichend ausgebildet. Deswegen stuft der Spieleberater das Spiel als erst für Jugendliche ab 12 Jahren geeignet ein.

Letztlich müssen Sie für jedes Kind individuell abschätzen, was Sie ihm zutrauen. Die Kriterien, die der Spieleberater bei der Beurteilung von Pokémon Go zugrunde legt, sind dabei eine gute Richtschnur, auch für andere Apps.

Portion Grusel: Bei **Zombies, Run!** geht es um genau das: Laufen Sie! Die Zombie-Apokalypse ist im Gange. Sie müssen in diesem Spiel verschiedene Missionen erfüllen. Und spätestens, wenn Sie das

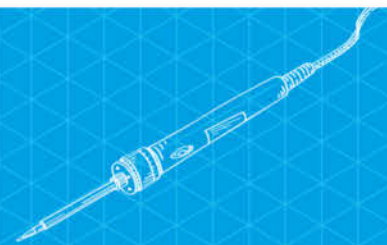
Grummeln der Zombies in Ihrem Nacken hören, sollten Sie sich beeilen ...

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

Download der Apps: ct.de/y9vg

Make:
KREATIV MIT TECHNIK

**DAS KANNST
DU AUCH!**



2x Make testen und 6 € sparen!

Ihre Vorteile:

- ✓ **GRATIS dazu:** Arduino Nano
- ✓ **GRATIS dazu:** Zugriff auf Online-Artikel-Archiv*
- ✓ **NEU:** Jetzt auch im Browser lesen!
- ✓ Zusätzlich digital über iOS oder Android lesen

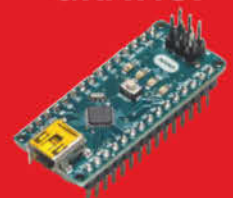
Für nur 15,60 Euro statt 21,80 Euro.

* Für die Laufzeit des Angebotes.

Jetzt bestellen:

make-magazin.de/miniabo

GRATIS!



Schweizer Messer

Apps und Webdienste für alle (Not-)Fälle

Outdoor-Aktivitäten versprechen Freiheit vom durchgetakteten Alltag. Gut vorbereitet lassen sich die kleinen Fluchten unbeschwerter genießen. Mit den richtigen Apps und etwas Planung sind Sie sicher unterwegs und verpassen weder die schönsten Foto-Momente noch den Bus zurück in die Zivilisation.

Von Andrea Trinkwalder

Wer in der Natur unterwegs ist, kann so einige Überraschungen erleben: Das Wetter schlägt um, der Weg ist gesperrt, der Fuß verstaucht, das Geld verbraucht. Mal verlangt der Körper Nahrung, mal will er sie wieder loswerden. Und grundsätzlich verpasst man immer den besten Moment für ein episches Foto. Gut, dass es zu nahezu jedem denkbaren und undenkba- ren Problem eine Lösung in App-Form gibt.

Bei ungünstigen (Wetter-)Bedingungen kann selbst eine vermeintlich leichte Wanderung äußerst anspruchsvoll, anstrengend oder sogar gefährlich werden – vor allem im Gebirge. Böse Überraschungen vermeidet, wer sich vorher über die Verhältnisse informiert und entsprechend packt und plant: Droht ein Gewitter oder ein Wetterumschwung? Wo liegt noch Schnee?

Sicher unterwegs

In den Alpen hat es dieses Jahr bis Mitte April stark geschneit, vor allem nordseitig hält sich der Schnee auch bei sommerlichen

Temperaturen. Will heißen: Bei Biketouren mutiert der gemütliche Forstweg plötzlich zur anstrengenden Tragepassage (doppelte Strafe mit schwerem E-Bike), und zu Fuß muss man mit heiklen vereisten Stellen rechnen oder verhaschte steile Schneefelder queren – auf denen ein Sturz fatal enden kann. Mit der App **ExoSnow** kann man die Schneelage schon checken, bevor man sich für eine Tour entscheidet. Sie wertet Satellitendaten aus und färbt anhand dieser Berechnungen auf einer Karte die Bereiche ein, wo mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit noch Schnee zu erwarten ist.

Aktuelle Infos über Sperrungen sowie gegebenenfalls kurze Lageberichte von anderen Aktiven gibt es in der App von **Outdooractive** und **Alpenvereinaktiv**. Letztere blendet auf Wunsch auch sämtliche in der Gegend installierte Webcams ein.

Vor Naturgefahren aller Art wie Blitz, Hagel, Starkregen oder Sturmfluten innerhalb Deutschlands warnt **DWD WarnWetter**. **Regen-Alarm** versendet auch Push-Nachrichten. Als universelle weltweite Wetter-App von und für Outdoor-Freaks empfiehlt sich **Windy**, das bis zu sechs verschiedene Wettermodelle in einer Vergleichsansicht präsentiert und umfang-



Bild: Albert Hulm

reiche Daten für eigene Analysen zur Verfügung stellt: animierte Radar- und Satellitenbilder, Schneehöhen, Wind, Wellen, Luftdruck und diverse andere Messwerte. Ähnlich informativ ist **Meteoblue**, das in der kostenlosen Version sogar eine Pollenvorhersage bietet. Wer schon mal in Skandinavien unterwegs war, weiß, wie unvorhersehbar das Wetter dort ist. Etwas mehr Planungssicherheit geben hier die lokalen Wettermodelle von **Yr** von NRK; auf die Schweiz ist **MeteoSwiss** spezialisiert.

Notfall-Apps

Um in einer Notsituation schnell und effektiv handeln zu können, sollte man zumindest alle wichtigen Infos und Telefonnummern parat haben. Wer in Bayern, Tirol oder Südtirol unterwegs ist, kann mit der kostenlosen App **SOS EU ALP** rasch und auch bei schlechtem Empfang einen Notruf absetzen: Dabei ermittelt die App die genauen Standortdaten und schickt sie via Internet oder per SMS direkt an die zuständige Rettungsleitstelle – auch Höhen- und Ladezustand des Handys werden dabei übermittelt. Außerhalb der genannten Regionen versendet die App keine GPS-Daten, sondern wählt die 112. Die integrierte Karte zeigt Defibrillatoren-Standorte und Krankenhäuser.

Eine international ausgerichtete Alternative ist das in der Schweiz entwickelte **EchoSOS**, das GPS-Daten per SMS an den Server des Anbieters übermittelt und gleichzeitig die im entsprechenden Land geltende Notrufnummer wählt. Die kontaktierte Rettungsleitstelle kann den Standort abrufen und auf der Karte anzeigen lassen, indem sie die Handynummer des Anrufers auf echosos.com ins Suchfeld eingibt. Nach einer Stunde werden die Daten automatisch vom Server gelöscht.



Mit seinen zahlreichen Layern und animierten Grafiken analysiert Windy so ziemlich jedes Wetter- und Umweltphänomen.

Die komplette medizinische Infrastruktur (Ärzte, Apotheken, Krankenhäuser) der unmittelbaren Umgebung lässt sich über die **Notfall-Hilfe-App** von PASS Consulting abrufen. Außerdem stellt die App nützliche animierte Sofortmaßnahmen-Anleitungen bereit, die sie auf Wunsch auch vorliest. Trotz Vorlesefunktion sollte man solche Apps vor allem zum Training und Auffrischen verwenden, damit man im Ernstfall schnell handeln kann. Auch die **Erste-Hilfe-App des Schweizerischen Roten Kreuzes** vermittelt umfangreiches Wissen für jeden erdenklichen medizinischen Notfall.

Infrastruktur

Manchmal braucht man auf Tour einfach ein Shuttle, zum Beispiel nach einer Gebietsdurchquerung zurück zum Ausgangspunkt oder weil die müden Beine nach einer Abkürzung verlangen. Einen weltweiten Überblick von Bus- und Bahnlinien bis hin zu Fähren inklusive Haltestellen und deren Namen gibt der **ÖPNV-Layer der OpenStreetMap**, der sich auch in die **Locus-Map-App** laden lässt. Fahrpläne sind allerdings nicht hinterlegt. Eine praktische Umkreissuche, die nicht nur die nächstgelegenen Haltestellen, sondern auch Seilbahnen, Bankomaten und Briefkästen auf einer Karte anzeigt, ist **Haltestellen-Suche.de**. Ein Klick auf eine Haltestelle blendet die Adresse sowie die nächstmöglichen Verbindungen ein. Da der Webdienst nicht jede Nebenstrecke oder Dorflinie gespeichert hat, empfiehlt sich ein kurzer Abgleich mit dem OSM-ÖPNV-Layer. Wer keine Karte mit Umkreissuche braucht, lässt sich die besten Verbindungen zurück in die Zivilisation via **DB Navigator** herausuchen.

Gegen plötzliche Hungerattacken helfen in Städten und Gemeinden die Standard-Karten-Apps von Apple und Google: Sie lotsen zu Restaurants, Apotheken, Supermärkten und Tankstellen, letztere auch im Offline-Modus. Die Umkreisanzeige von **Haltestellen-Suche.de** und **Locus Map** haben auch Bäckereien und Kioske im Repertoire. In den (Mittel-)Gebirgen weisen **Locus Map** und **Outdooractive** den Weg zu allen Arten von Hütten und Almen, wobei die Icons auch verraten, ob die Häuser bewirtschaftet sind und Übernachtungsmöglichkeiten bieten – sogar Notbiwaks blendet die Karte ein.

Der Vollmond steht perfekt zwischen zwei Bergzacken, die Sonne versinkt maleisch im Meer – doch bevor man die Kame-

Motiv für Frühaufsteher: Laut AR-Modus von PhotoPills erscheint die Sonne um 5:42 direkt neben den Felsen über dem Horizont. Mit dieser und anderen Berechnungen hilft die App, Fotos mit perfekt positionierter Sonne, Mond oder Sternen zu planen.



ra aus dem Rucksack gekramt hat, ist der Mond schon halb hinter die Felsen gewandert und die Sonne im Meer abgetaucht. Die stimmungsvollsten Momente des Tages sind eben auch sehr kurzlebig. Klar im Vorteil ist, wer weiß, wann sich Blaue Stunde, Morgenröte, Vollmond et cetera wo zeigen.

Berechnung ist das halbe Foto

Kostenlos trägt **LunaSolCal** die wichtigsten Infos über die stimmungsvollen Stunden des Tages zusammen. Man kann Orte in einer Favoritenliste speichern, bei Auswahl zeigt die App die wichtigsten Zeitfenster in einer Liste: Auf- und Untergang von Sonne und Mond, die Zeiten von Morgen-/Abenddämmerung sowie den Blauen Stunden, Mondphasen und die nächste Sonnen- beziehungsweise Mondfinsternis.

Deutlich weiter geht das 10 Euro teure **PhotoPills**, mit dem sich Szenen minutiös und mit AR-Unterstützung planen lassen. Will man etwa ein Motiv mit Mond, Sonne oder Milchstraße im Hintergrund gestalten, berechnet PhotoPills den perfekten Zeitpunkt für den Himmelskörper an der gewünschten Position sowie dessen Größe auf dem Foto in Abhängigkeit vom gewählten Standort. Vor Ort blendet die App deren Bahn direkt ins Sucherbild ein. Eine Freemium-Alternative zu PhotoPills mit ähnlichen Funktionen ist **Sun Surveyor**.

Über Ebbe und Flut informiert **My Tide Times** und die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Polarlichtern berechnet **Meine Polarlicht-Vorhersage**. Es gibt wohl kaum ein Naturphänomen, das nicht per App getrackt wird. (atr@ct.de) **ct**

Apps für alle (Not-)Fälle

App/Dienst	Hersteller	Systemanf.	Preis(modell)
Wetter und aktuelle Verhältnisse			
Alpenvereinaktiv	Outdooractive AG	Android, iOS	kostenlos, Pro ab 2,50 €/Monat
WarnWetter	Deutscher Wetterdienst	Android, iOS	kostenlos; Vollversion 1,99 €
ExoSnow	ExoLabs	Android, iOS	kostenlose Basisversion; hohe Auflösung ab 10 €/Jahr
Meteoblue	meteoblue AG	Android, iOS	kostenlos; werbefrei 1 €/Jahr
MeteoSwiss	Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie	Android, iOS	kostenlos
Outdooractive	Outdooractive AG	Android, iOS	kostenlos; Pro ab 2,50 €/Monat
Regen-Alarm	Michael Diener	Android, iOS	kostenlos; Pro: 8,99 €
Windy	Windyty SE	Android, iOS	kostenlos; Premium ab 1,60 €/Monat
Yr	NRK	Android, iOS	kostenlos
Hilfe im Notfall			
SOS EU Alp	Leitstelle Tirol	Android, iOS	kostenlos
EchoSOS	Ubique Health	Android, iOS	kostenlos
Notfall-Hilfe	PASS Consulting Group	Android, iOS	kostenlos; Premium 3,99 €
Erste Hilfe des SRK	Schweizerisches Rotes Kreuz	Android, iOS	kostenlos
Infrastruktur			
DB Navigator	Deutsche Bahn	Android, iOS	kostenlos
Haltestellen-Suche.de	haltestellen-suche.de	Browser	kostenlos
Locus Map	Asamm Software	Android, iOS	kostenlos; ab 10 €/Jahr
OpenStreetMap (ÖPNV)	openbusmap.org	Browser	kostenlos
Fotografieren			
LunaSolCal	Volker Voecking Software	Android, iOS	kostenlos; iOS: 4,99 €
Meine Polarlicht-Vorhersage	jRustonApps	Android, iOS	kostenlos; werbefrei 1,99 €
My Tide Times	jRustonApps	Android, iOS	kostenlos; werbefrei 1,99 €
PhotoPills	PhotoPills	Android, iOS	10,50 €
Sun Surveyor	Adam Ratana	Android, iOS	kostenlos; Vollversion (Milchstraße) 8,50 €

Forscherdrang

Apps zur Erkundung von Flora und Fauna

Im Freien gibt es nicht nur viel zu erleben, sondern auch zu erkunden. Was ist das für ein Gewächs? Wo finde ich die leckersten Brombeeren am Wegesrand? Apps leiten nicht nur durchs Dickicht, sie erklären es auch.

Von Holger Bleich

Die Natur, das unbekannte Wesen: Obwohl viele Menschen in der Pandemie wesentlich mehr Zeit draußen verbringen, laufen sie oft achtlos an allem vorbei, was um sie herum lebt und wächst. Es gibt eine Menge zu sehen und zu lernen. Wer mit Kindern unterwegs ist, könnte eintönige Sonntagsspaziergänge zu Entdeckertouren mit großem pädagogischen Effekt machen – wenn er sein Handy aus der Jackentasche holt.

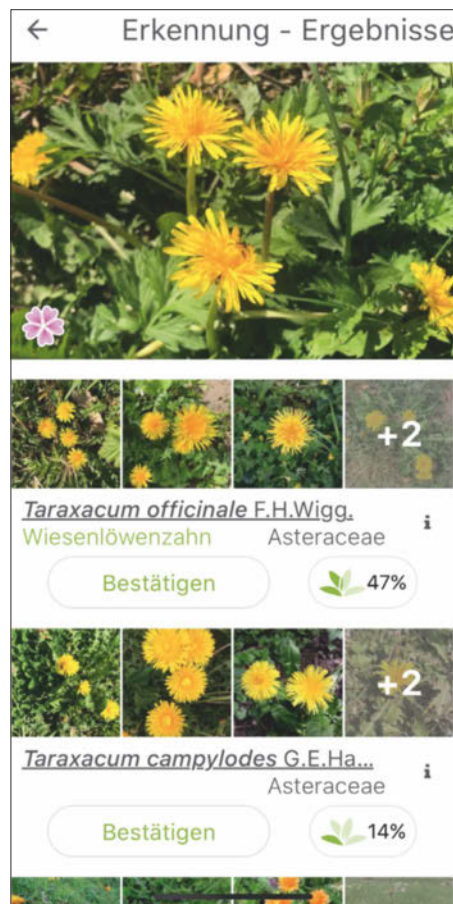
Das Smartphone ersetzt zumindest teilweise botanische Wälzer und Tierlexika. Apps bestimmen mit KI und Bilddatenbanken Pflanzen und Tiere, wenn auch nicht immer ganz zuverlässig. Einige davon beruhen auf Communities, aus denen man nicht nur Wissen abholen, sondern in die man auch eigene Erfahrungen einspeisen kann. Bisweilen entstehen so auch etwa innerhalb derselben Stadt neue Bekanntschaften.

Es gibt viele Apps, die Ihnen das Erkennen von Pflanzen erleichtern. Darunter finden sich etliche Nieten, mitunter auch Freemium-Tools, die sich als Abofallen herausstellen – insbesondere in den Händen von Kindern. Falls Sie ihrem Filius also eine solche App installieren, begleiten Sie ihn bei den ersten Schritten damit.

Flora cognita

Zum Einstieg und aktiven Lernen eignet sich die App des universitären **Flora-Incognita**-Projekts hervorragend. Nachdem Sie eine Blüte oder ein Blatt der Pflanze fotografiert haben, klassifizieren Sie grob, ob Sie etwa ein Gras oder eine Blume vor sich

haben, und die App bestimmt mit hoher Trefferquote den Namen. In der Datenbank hält sie rund 4800 Pflanzenarten der mitteleuropäischen wildwachsenden Flora. Mit der zugehörigen App **Flora Capture** können Sie Fotos nicht erkannter Pflanzen hochladen und erhalten als Bonus später die Einschätzung von Botanikern des Projekts.



Wissenschaftlicher Touch: PlantNet bestimmt Pflanzen anhand aufgenommenen Fotos und spuckt die botanischen Bezeichnungen dazu aus.



Bild: Albert Hult

Ebenfalls dem Community-Gedanken verpflichtet sieht sich die ähnlich funktionierende App **PlantNet**, die in unseren Versuchen auch eine hohe Trefferquote aufwies, aber immer noch alternative Vorschläge geringerer Wahrscheinlichkeit mit anzeigt. Sie arbeitet eher mit den wissenschaftlichen Bezeichnungen von Pflanzen, sodass sich Biologen hier mehr mitgenommen fühlen dürften. Gerade unter diesen kommt in Webforen und Bewertungen die App **Krautfinder** besonders gut weg, allerdings fanden wir den Preis von 20 Euro (iOS) angesichts der kostenlosen Alternativen recht happig.

Wie Flora Incognita ist auch die App **Naturblick** vom Bund gefördert. Sie eignet sich vor allem für Erkundungstouren in der Stadt. Die Bild- und Lauterkennung soll Arten bestimmen, die im urbanen Alltag präsent sind. Sie wird ergänzt von lexikalischen Bestimmungshilfen zu Bäumen, Vögeln, Kräutern, Reptilien, Insekten und anderem mehr. Für die Erkennung seltener Pflanzen eignet sich die App mit ihrer vergleichsweise kleinen Datenbank von rund 600 Arten eher weniger.

Zur Vorbereitung eines Waldspaziergangs mit dem Nachwuchs bietet sich die hübsch gestaltete App **Waldfibel** des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft an. Sie führt sowohl in Baumarten als auch in die tierischen Bewohner mitteleuropäischer Wälder ein. Außerdem erfährt man beispielsweise, welche Funktionen Wälder übernehmen und wie Forstwirtschaft funktioniert.

Wer Essbares in der Natur finden will, kann auch hierfür die Pflanzenbestimmer nutzen. Gezielt auf diesen Zweck ausgerichtet ist das Mundraub-Projekt. Die Community verzeichnet Fundstellen etwa von wildwachsenden Beeren, freistehenden Nussbäumen und Waldlichtungen mit

Feldern des köstlichen Bärlauchs. Die Geodaten präsentiert sie auf einer zoombaren Karte auf **Mundraub.org**.

Eine eigene App hat das Projekt noch nicht in Angriff genommen. Seit einigen Monaten enthält aber die **Zero-Waste**-App einen eigenen Layer, der die Mundraub-Daten auch für unterwegs gut aufbereitet. Er lässt sich oben rechts in der App aktivieren. Ohnehin ist diese App ein guter Begleiter für alle, die sich nachhaltig bewegen wollen. Sie zeigt beispielsweise auch öffentlich zugängliche Trinkwasserquellen an, die von Mitgliedern der Community entdeckt und markiert wurden – gerade für Wanderer können das sehr nützliche Infos sein.

Wer flattert da?

Der Naturschutzbund Deutschland (NABU) stellt mit **Vogelwelt** eine hübsche App bereit, die beim Erkennen von Vogelstimmen hilft. In der Basisversion erleichtern bereits 1400 Fotos von mehr als 300 Vogelarten die Bestimmung, ergänzt von ausführlichen Arten-Porträts. Witzig: Mit In-App-Käufen gibts Extras wie das „Eier-

paket“ (3 Euro). Bald soll man über die Aufnahme des Zwitscherns Arten auch KI-gestützt erkennen können.

Da ist **BirdNET** schon weiter: Die kostenlose App des Cornell Lab of Ornithology und der Technischen Universität Chemnitz behauptet, mehr als 3000 Vogelarten anhand vor Ort aufgenommenen Lauten zu erkennen. Mangels Testexemplaren konnten wir das nicht gänzlich testen, doch wir fanden, die Erkennungsrate ist erstaunlich hoch, sofern die Aufnahmen gelingen und wenige Störgeräusche (etwa Wind) enthalten. Das beliebte, aber kostenpflichtige Pendant **Zwitschomat** gibt es nur für iPhones. Es erkennt Vogelstimmen etwas schlechter.

Für die Bestimmung von Insekten finden sich in den Stores unserer Erfahrung zufolge leider keine vernünftigen Apps, außer der bereits erwähnten App **Naturblick**. Der NABU hat seine Insektenwelt Ende April eingestellt, allerdings findet sich auf der Website des Verbands noch umfangreiche Hilfe zur Bestimmung von Insekten. Zum Start seiner Zählaktion „Insektensommer“ will der NABU bald eine neue App präsentieren, es lohnt also, ab und an auf der Website nachzusehen.

Genau genommen gehören ja auch Schmetterlinge zur Gattung der Insekten. Die kostenpflichtige App **Schmetterlinge bestimmen** hilft, diese flatterhaften Falter anhand von Merkmalen wie Farbe und Flügelform zu klassifizieren. Immerhin 250 Arten enthält die Datenbank, einschließlich Fotos und Beschreibungen. Die Oberfläche ist etwas dröge und gewöhnungsbedürftig, doch die App funktioniert prima.

Sterne ins Handy

Beim Wandern im Gebirge interessieren nicht nur Pflanzen und Tiere, sondern erstaunt auch der Panoramablick am Aussichtspunkt. Blöd ist dann, wenn Mama ihrer Tochter nicht sagen kann, wie die Berge dort drüben eigentlich heißen (zumal diese ja oft sehr lustige Namen haben).

Dabei hilft der **PeakFinder**. Diese toll gemachte App ist für passionierte Wanderer auf jeden Fall ihr Geld wert. Sie blendet abhängig vom via GPS ermittelten Standort ein Panorama ein, das die Namen und Höhen naher und weit entfernter Berge zeigt – in der 50 Cent teureren Augmented-Reality-Version (PeakFinder AR) sogar direkt ins Kamerabild. Im Unterschied zu den meisten hier vorgestellten Apps kommt sie dabei ohne Mobilfunkverbindung aus, was gerade im Hochgebirge sehr



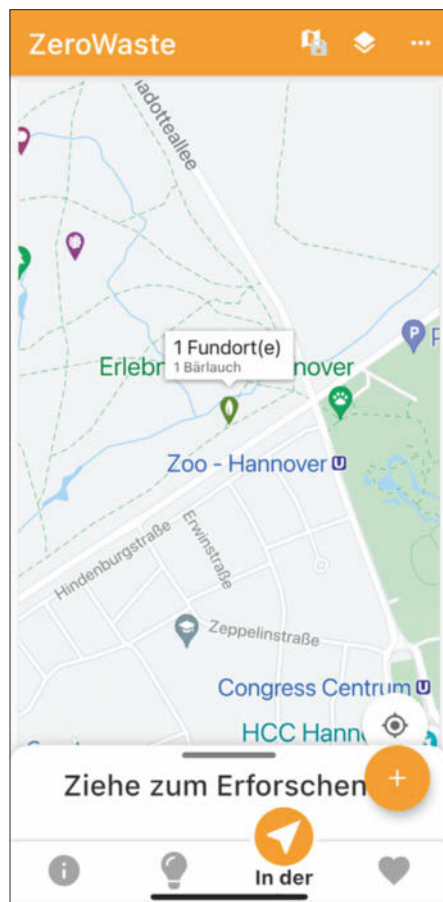
Star Walk zaubert Sternbilder in den Nachthimmel.

sinnvoll ist. Mehr als 350.000 Berge finden sich in der Offline-Datenbank der App.

Und abends, wenn Sie sich nach der Wanderung in der Dämmerung auf der Wiese legen? Dann schauen Sie in den Nachthimmel, und Sie fragen sich, welche Himmelskörper da glitzern? Es mag wenig romantisch sein, aber auch für diese Situation gibt es Apps. **Star Walk** blendet Ihnen Sternzeichen in den abgefilmten Nachthimmel ein oder verrät, ob es sich beim wandernden Lichtpunkt um die internationale Raumstation ISS handelt. Das Sterne-Deuten klappt damit auch neben der abgelegenen Alpenghütte. (hob@ct.de) **ct**

Apps zur Naturerkundung

App	Anbieter	Systemanf.	Preis(modell)
PlantNet	plantnet-project.org	Android/iOS	kostenlos
Flora Incognita	TU Ilmenau	Android/iOS	kostenlos
Flora Capture	TU Ilmenau	Android/iOS	kostenlos
Naturblick	Museum für Naturkunde Berlin	Android/iOS	kostenlos
Waldfibel	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft	Android/iOS	kostenlos
Krautfinder	Arnulf Schultes	Android/iOS	9,49 € / 19,99 €
Zero Waste (Mundraub)	mdermapps	Android/iOS	kostenlos (In-App-Käufe)
NABU Vogelwelt	Sunbird Images	Android/iOS	kostenlos (In-App-Käufe)
BirdNET	Stefan Kahl	Android/iOS	kostenlos
Zwitschomat	Spiny Software	iOS	4,49 €
Schmetterlinge bestimmen	Hugo Stalder	Android/iOS	1,66 € / 2,29 €
PeakFinder	PeakFinder GmbH	Android/iOS	4,69 € / 4,99 €
Star Walk 2	Vito Technology	Android/iOS	kostenlos (In-App-Käufe)



Die Zero-Waste-App enthält Daten des Mundraub-Projekts und zeigt beispielsweise Fundorte von Bärlauchfeldern im Stadtwald an.



Mehrfachleser

Profifotografen brauchen nicht nur schnelle Speicherkarten, sie müssen die geschossenen Fotos zur Weiterbearbeitung auch zügig auf PC oder Mac übertragen. Die Workflow Station von Kingston stellt dafür schnelle Kartenleser für SD- und MicroSD-Karten bereit.

Die Workflow Station ist eigentlich nur ein schneller USB-C-Hub mit USB 3.2 Gen 2 (10 GBit/s) auf der PC-Seite und vier USB-3.1-Gen-1-Anschlüssen (5 GBit/s) am Ausgang – diese aber lassen sich nicht direkt nutzen. In die vier Vertiefungen passen lediglich spezielle Einschübe von Kingston mit jeweils einer bestimmten Funktion: Zum Lieferumfang der Station gehört ein USB-Hub-Einschub mit je einer A- und C-Ausgangsbuchse, optional erhältlich sind Einschübe mit je zwei SD- oder MicroSD-Slots. In jedem dieser Module steckt also erneut ein USB-Hub. In den Verpackungen der Einsätze liegen jeweils auch USB-Kabel mit rund 45 cm Länge; die Kartenleser lassen sich damit optional direkt an eine USB-C-Buchse anschließen, etwa am Notebook.

Das Plastikgehäuse der Workflow Station wirkt recht billig, die Einschübe sitzen etwas locker und klappern dadurch. Die Station bezieht ihren Strom aus einem mitgelieferten Netzteil, einen Ausschalter hat sie nicht. Ihre Leistungsaufnahme liegt unbestückt bei rund einem halben Watt, mit drei Modulen steigt sie auf das Doppelte. Display-Signale leitet sie nicht weiter.

Alle Kartenleser arbeiten nach dem UHS-II-Standard, der eine maximale Übertragungsrate von 312 MByte/s spezifiziert. Die im Test verwendete SD-Karte stammt aus Kingstons schnellster Serie und erreichte diesen Wert beim Lesen auch, beim Schreiben lag sie knapp unter 300 MByte/s. Die verwendete MicroSD-Karte war erwartungsgemäß mit 296 beziehungsweise 250 MByte/s etwas langsamer.

Vier verschiedene Messungen haben wir durchgeführt: Direktanschluss am PC mit dem bei den Karten mitgelieferten Lesern, über den (Micro)SD-Einschub der Workflow Station allein und in der Station sowie mit dem Kartenleser-Einschub über den Mini-Hub in der Station. In allen Fällen erreichten wir die gleichen Werte, egal, welchen der beiden Slots in den Cardreadern wir nahmen. Beim direkten Anschluss der Cardreader einigten sich die Partner ein paar Mal lediglich auf USB-2.0-Geschwindigkeit – Aus- und wieder Einstöpseln behob das Problem.

Das gleichzeitige Kopieren von Daten von zwei Karten funktioniert ebenfalls. Steckten diese in verschiedenen Cardreader-Modulen, lag die Kopiergeschwindigkeit jeder Karte bei 280 bis 290 MByte/s. Deutlich langsamer wurde es im Test mit zwei Karten im gleichen Einschub: Hier schnarchten die Speicherkarten mit jeweils 50 MByte/s vor sich hin. Auch das Kopieren von Daten zwischen zwei im gleichen Einschub steckenden Karten gelang im Test nur mit rund 50 MByte/s. Wer häufig den Inhalt mehrerer Karten gleichzeitig weiterverarbeiten muss, legt sich besser einen Cardreader pro Karte zu.

Die getestete Kombination kostet knapp 170 Euro; gleichschnelle Kartenleser bekommt man schon für deutlich weniger Geld. Doch praktisch ist die Workflow Station schon: Bei voller Bestückung hat man nicht nur die schnellen Kartenleser, sondern auch USB-A- und C-Buchsen in Reichweite. (ll@ct.de)

Workflow Station

SD- und MicroSD-Kartenleser	
Hersteller	Kingston, www.kingston.com
Bezeichnungen	WFS-U (Workflow Station), WFS-SD (SD-Reader), WFS-SDC (MicroSD-Reader)
Lieferumfang	Netzteil, USB-C-Kabel, USB Mini-Hub
Abmessungen / Gewicht	160 mm × 70 mm × 56 mm / 292 g (Workflow Station), 63 mm × 50 mm × 17 mm / 30 g (Cardreader)
Systemanf.	USB-C-Schnittstelle nach USB 3.2 Gen 2
Preis	Workflow Station: 107 €, SD- & MicroSD-Reader: je 28 €



Spielesparer

Der Sechskernprozessor Intel Core i5-11400F hat keine Grafikeinheit. Dafür kostet er lediglich 165 Euro und eignet sich gut für Gaming-PCs.

Die preiswerteste Rocket-Lake-CPU tritt, was Preis und Kernanzahl betrifft, gegen AMDs Ryzen 5 3600 (190 Euro) an. Weil Intel für Core-i-Prozessoren mit „F“ am Ende der Bezeichnung Halbleiter-Dies mit abgeschalteter oder defekter Grafikeinheit nimmt, benötigt man zwingend eine Grafikkarte. Dafür kostet der Core i5-11400F aber auch rund 20 Euro weniger als der Core i5-11400 mit Xe-GPU.

Im Rendering-Benchmark Cinebench R23 liegt die Intel-CPU bei der Singlethreading-Leistung unter anderem wegen des höheren Turbotakts 13 Prozent vor dem teureren Ryzen 5 3600. Sind alle sechs Kerne inklusive SMT ausgelastet, kehrt sich das Bild um: Dann schlägt ihn der Ryzen-Sechskerner mit 10 Prozent Vorsprung dank des höheren Nominaltakts von 3,6 statt 2,6 GHz. Bei der Effizienz unterscheiden sich die beiden CPUs nur geringfügig. Der Core i5 liefert 73 Cinebench-Punkte pro Watt, beim Ryzen 5 sind es 76.

In seiner Paradedisziplin 3D-Spiele kann sich der Core i5-11400F hingegen klar von seinem AMD-Pendant absetzen. Mit einer GeForce RTX 3090 lag die Bildrate bei Metro Exodus und Shadow of the Tomb Raider in Full-HD-Auflösung und hoher Qualitätsstufe jeweils rund 19 Prozent höher. Für Gaming-Systeme geht aus Preis-Leistungs-Sicht die Kaufempfehlung an den Core i5-11400F. (chh@ct.de)

Intel Core i5-11400F

LGA1200-Prozessor	
Hersteller	Intel, www.intel.de
Kerne, Takt (Turbo)	6+HT, 2,6 (4,4) GHz
Cinebench R23 1T / MT	1416 / 8666 Punkte
Leistungsaufn. Leerlauf / Vollast (Peak)	43 W / 106 W (229 W)
Preis	165 €



Unreife Ware

Amazon eero 6: Mesh-WLAN mit Wi-Fi 6

Ein eero-6-Kit bringt schnelles WLAN bis in die letzte Wohnungsecke und bindet auch Smart-Home-Gadgets per Zigbee ein. Es eignet sich aber noch nicht für alle Internet-Anschlusstypen und Anwendungen.

Von Ernst Ahlers

Auf den ersten Blick wirkt Amazons auf Wi-Fi 6 aktualisiertes eero-System rund: Die Nodes sind unaufdringlich und kompakt gestaltet, die App führt – mit zwangsweiser Amazon-Cloud-Anbindung – geschmeidig durch die Einrichtung. Das WLAN ist auf aktuellem Stand, stellt aber mit zwei Zwei-Stream-Funkschnittstellen für ein Mesh-System nur die Basisausstattung dar. Das integrierte Zigbee-Funkmodul bringt allen einen Mehrwert, die ihre Zigbee-vernetzten Smart-Home-Gadgets per Alexa oder nach Aktivieren in der App über das Konkurrenzprotokoll Thread steuern möchten (siehe S. 126). Wer IPv6 nutzen will, muss das Protokoll selbst einschalten: Der Einrichtungsassistent übergeht es ebenso wie das optionale Gastnetz.

Als kostenpflichtige Abo-Option bietet Amazon für 4 Euro monatlich den Dienst eero Secure an: Er soll eine Kindersicherung mit sicherer Suche und Inhaltsfilter sowie einen Webfilter mit Malware- und Phishing-Schutz, Werbe- und Tracking-Blocker implementieren. Vieles davon lässt sich eventuell auch im vorgeschalteten Router oder per kostenlosen Browser-Plug-ins aufsetzen.

Die getestete Firmware 6.3.0 macht einen unfertigen Eindruck: PPPoE für den Betrieb über ein xDSL-Modem fehlt ebenso wie die Mesh-Roaming-Helfer IEEE 802.11k (Radio Resource Measurement) und 11v (BSS Transition); die für effizientere Spektrumsnutzung wichtige Wi-Fi-6-Option BSS Coloring ist deaktiviert.

Dynamic Frequency Selection (DFS) zum Verwenden des ganzen 5-GHz-Bandes fehlt auch, sodass das System im Test stets im Kanalbereich 36 bis 48 arbeitete. So drohen vermehrte gegenseitige Störungen mit Nachbar-WLANs, die ebenfalls dort funken, und damit niedrigerer WLAN-Durchsatz. Multicast-IPTV (etwa für Telekom MagentaTV) leitet das eero-System nur im optionalen Bridge-Mode weiter. Mangels Multicast-to-Unicast-Umsetzung (ct.de/-2234411) in den Funkzellen zerhackt es aber die Streams, sodass das Bild unbrauchbar wird.

WPA3 und Bandsteering fürs WLAN sollen laut Beta-Ankündigung in der App demnächst kommen. Ob und wann die anderen bemängelten Punkte behoben werden, wollte Amazon nicht sagen.

Performance

Beim Umsetzen zwischen Internet und (W)LAN im IP-zu-IP-Betrieb (DHCP bzw. IPoE) schöpfte der eero-6-Router die Kapazität seiner Gigabit-Ethernet-Ports aus (siehe Tabelle). Auch im WLAN lieferte er gegen unseren Wi-Fi-6-Client Intel AX200 guten Durchsatz.

Internetzugänge der 200-MBit/s-Klasse sollte man in vielen Fällen nahezu verlustfrei weiterleiten können, auch über einen Mesh-Repeater hinweg. Beim Energiebedarf zeigte sich das Dreier-Kit bescheiden, doch kommt stets die Leistung eines externen Modems oder Routers noch hinzu – wie bei fast allen Mesh-Kits.

Fazit

Die zum Testzeitpunkt Anfang Mai 2021 aktuelle eero-6-Firmware hinterlässt ein sehr lückenhaftes Bild. Trotz guten Durchsatzes wirkt das System wie überhastet auf den Markt geworfen. Ist Ihr eigener Router schon Mesh-fähig, fahren Sie mit dazu passenden Repeatern besser. Wenn Sie aber weder PPPoE für xDSL-Internetzugänge noch Multicast-IPTV brauchen, sondern „einfach nur Internet“ überall, dann können Sie zugreifen und von hoffentlich über die Zeit nachgereichten Updates profitieren, die die von uns vermissen Mesh- und Wi-Fi-6-Kernfunktionen nachrüsten. (ea@ct.de) **ct**

Amazon eero 6

Mesh-WLAN-System	
Hersteller	Amazon, www.amazon.de/eero6
WLAN (MIMO-Streams)	2 × Wi-Fi 6 (2) = IEEE 802.11ax-600 / 1200, simultan dualband, kein DFS, WPA3 in Vorbereitung
Bedienelemente	Reset, 1 Statusleuchte
Anschlüsse	2 × RJ45 (Gigabit-Ethernet, nur am Root-Node)
getestete Firmware	6.3.0
NAT-Perf. PPPoE (DS / US)	nicht unterstützt
IP-zu-IP (DS / US)	943 / 942 MBit/s
WLAN 2,4 GHz nah / 20 m ¹	344 / 151-214 MBit/s
5 GHz nah / 20 m ¹	768 / 159-197 MBit/s
Client-Durchsatz 26 m 2,4 / 5 GHz ²	157 / 177 MBit/s
Leistungsaufnahme ³	12 Watt / 24 VA
jährliche Stromkosten ³	32 €
Preis (Dreier-Set)	300 €

¹ Root-Node gegen Intel AX200 ² im Mesh-Betrieb gegen AX200

³ Dreier-Set, idle, bei Dauerbetrieb, 30 Cent/kWh, gerundet

IoT-Horchposten

Lorix One LoRaWAN-Gateway im Langzeittest



Das Lorix One ist ein leicht einzurichtendes Outdoor-LoRaWAN-Gateway, das den harschen Bedingungen auf Antennenmasten standhalten soll. Wir haben es vier Monate lang Sturm, Regen und Eiskälte ausgesetzt – in 470 Metern Höhe.

Von Andrijan Möcker

Gateways sind essenzieller Bestandteil jedes auf LoRaWAN basierenden IoT-Funknetzes [1]. Sie sind die Basisstationen, mit denen IoT-Geräte kommunizieren, um den Server zu erreichen. Ideal positioniert, können Gateways Reichweiten im mittleren zweistelligen Kilometerbereich erzielen – vorausgesetzt Antenne und Empfangstechnik sind gut verarbeitet.

Das Lorix One soll die Lücke zwischen günstigen Indoor-Gateways und vergleichsweise teuren Outdoor-Gateways mit Mobilfunkanbindung schließen. Zum Preis von 499 Euro verspricht der Schweizer Hersteller „Wifx“ eine einfache und schnelle Installation sowie ein strukturiertes Webinterface zur Einrichtung, aber auch SSH-Konsolenzugang mit allen Verwaltungsfunktionen – für die, die das bevorzugen.

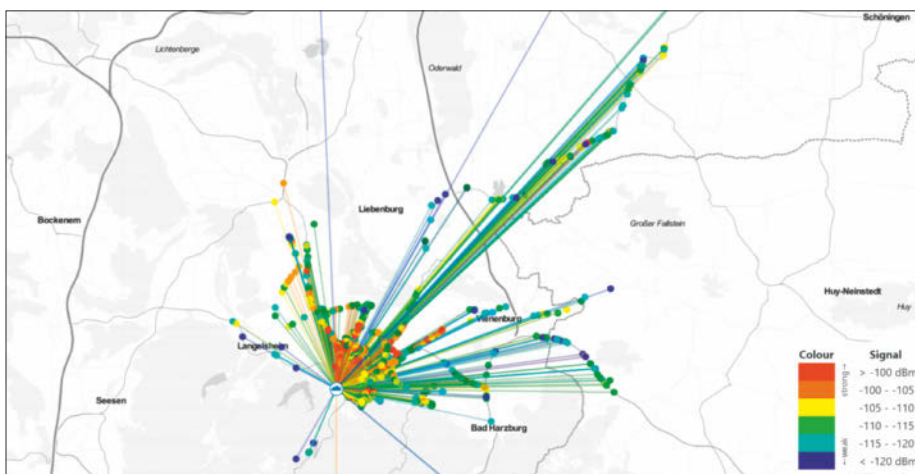
Einrichtung

Das zur Verfügung gestellte Testpaket ist umfangreich und enthält auf den ersten Blick alles, was für die Installation notwendig ist: zwei 2-dBi-Antennen (Indoor/Outdoor), eine 4-dBi-Antenne (Outdoor), das Netzteil sowie Steckereinsätze für aller Herren Länder (und die EU), Montagematerial für Wand- und Mastbefestigung, einen PoE-Injektor sowie das Gateway selbst. Das Lorix One mutet minimalistisch an: Der Zylinder vereint auf 20 x 4,5 Zentimetern einen kleinen ARM-Linux-Server und das SX1301-LoRa-Gateway-Modul von Semtech. Auf der

Oberseite ist der N-Einbaustecker zum direkten Anschrauben von Antennen integriert; auf der Unterseite befinden sich ein MicroSD-Slot zur Speichererweiterung, der Reset-Button und der USB-Port für den Konsolenzugriff, wenn das Netzwerk ausfällt. Außerdem der Fast-Ethernet-Port (100 MBit/s). Im Set sticht hervor, dass Wifx einen rein passiven PoE-Injektor beilegt, der zwischen Switch und Zuleitung gesteckt 24 Volt direkt vom Netzteil auf das Kabel gibt. Der Blick ins Datenblatt verrät: Das Lorix One kann nur damit arbeiten, standardkonformes Power-over-Ethernet (IEEE 802.3af/at/bt) fehlt. Das hätten wir für 500 Euro erwartet; laut Wifx kommt die nächste Hardware-Version mit Standard-PoE.

Das Lorix OS getaufte Betriebssystem ist im DHCP-Modus vorkonfiguriert, sodass man es einfach anstecken und im Netzwerk finden kann. Das Webinterface überzeugt mit übersichtlicher Sortierung: Die Navigation läuft über eine ausklappende Menülisse auf der linken Seite; alles ist eindeutig beschriftet und das Interface funktioniert sowohl im Desktop-Browser als auch auf Mobilgeräten reibungslos. Die Konfiguration für das The Things Network (TTN) konnten wir in weniger als fünf Minuten anlegen und testen. Mit dem Tool „manager“ macht Wifx die Konfiguration per SSH ähnlich leicht. Die ausführliche Betriebssystemdokumentation hilft Neulingen gut verständlich bei tiefergehenden Konfigurationsschritten; Englischkenntnisse vorausgesetzt, denn sowohl die Dokumentation als auch das Webinterface gibt es ausschließlich auf Englisch. Unabhängig davon können Linuxer sich auf dem Unterbau (5.4.41) frei austoben, denn das Administrator-Konto hat Superuser-Rechte.

Lediglich die OpenVPN-Integration bekamen wir aufgrund eines Verschlüsselungsproblems nicht zum Laufen. Laut Hersteller hat ein zweites Update das behoben. Da sich das Gateway zu diesem



Etwa 10.000 Messpunkte zeigen, dass das Gateway die Stadt und umliegende Dörfer sehr gut abdeckt. Aus weiter entfernten oder durch Anhöhen verdeckten Gebieten kommen Pakete bei hoher Datenrate nur sporadisch an. Die größte erzielte Reichweite betrug etwa 40 Kilometer.

Zeitpunkt aber bereits im Outdoor-Test befand, gingen wir das Risiko, die Verbindung zu verlieren, nicht ein. Gestört hat uns zudem, dass Lorix OS keine Push-Benachrichtigungen zur Fehlermeldung an den Administrator beherrscht, etwa per E-Mail – Wifx will das ab Firmware-Version 1.3 anbieten.

Teststandort & Testaufbau

Unser Teststandort ist der 470 Meter hohe Steinberg am Rande der Stadt Goslar. Dank Kontakt über die Stadtverwaltung stellten die Funkamateure des OV HO9 und der Relais-Interessen-Gemeinschaft Steinberg unkompliziert einen Platz an ihrem Betriebsgebäude zur Verfügung. Informationen zur örtlichen Technik finden Sie über ct.de/yj2g. Im Dezember 2020 installierten wir das Gateway mit der mitgelieferten 4-dBi-Außenantenne auf dem 3-Meter-Masten am Gebäude. Die Internetanbindung lief über einen OpenWrt-Router mit Mobilfunkmodem. Am Standort kann man bei gutem Wetter über 50 Kilometer weit schauen – ideale Bedingungen, um hohe Reichweiten zu erzielen. Er ist jedoch auch stark den Elementen ausgesetzt, sodass das Gateway kalte Winde, Schnee und starken Regen überstehen musste.

Um die Abdeckung und deren Qualität zu ermitteln, setzten wir T-Motion-Sticks sowie T-Beam-Tracker in Fahrzeugen ein, die in regelmäßigen Abständen ihre Position per LoRaWAN funkten. Dabei kam ausschließlich der Spreizfaktor 7 (SF7, höchste Datenrate) zum Einsatz, um von den Messpunkten auf der Straße auf die Innenraumabdeckung an gleicher Stelle mit robusteren Datenraten schließen zu können. Die Daten wurden per TTN-Erweiterung zur Kartenerzeugung an den Webdienst TTN Mapper weitergeleitet. Wie das im Detail funktioniert, lesen Sie ab Seite 160. Einen großen Beitrag leistete die Firma Brandschutz Voß, die einen Tracker in ihrem Wartungsfahrzeug mitfahren ließ.

Ergebnisse

Durch die in Fahrzeugen fast täglich bewegten Tracker kamen bis April 2021 rund 10.000 Messpunkte zusammen. Sie zeigen eindeutig, dass das Lorix One durch die exponierte Position die kleine Stadt problemlos vollständig versorgen kann – vorausgesetzt die Landschaft schattet nicht ab. Die größte aus einem



Vom Teststandort am Steinberg in Goslar (470 Meter NHN) kann man bei gutem Wetter über 50 Kilometer weit gucken.

Fahrzeug erreichte Entfernung beträgt 40 Kilometer. Zusätzlich zu den Straßen-Messergebnissen prüften wir die Abdeckung aus einigen Erdgeschoss und Kellern mit robusteren Datenraten, die die Abdeckung im Stadtgebiet bestätigten.

Während des Tests lief das Gateway trotz starkem Regen, viel Schnee und Frost zuverlässig; Abstürze gab es nicht. Lediglich der „UDP Packet Forwarder“ und die „LoRa Basic Station“, beides nicht vom Hersteller entwickelte Weiterleitungssoftware für LoRaWAN-Gateways, kamen mit den gelegentlichen Neustarts unseres Mobilfunkrouters nicht klar und verweigerten danach den Dienst bis zum Ablauf des DHCP-Leases. Eine deutliche Verkürzung der Leasezeit umschiffte das Problem; derzeit prüft der Wifx noch eine Lösung.

Fazit

Das Lorix One bietet ein gutes Komplettpaket für eine LoRaWAN-Gateway-Installation (abzüglich Netzkabel und Internetzugang) sowie gute, leicht zu bedienende Software und Dokumentation. Mit 500 Euro gehört das Gateway nicht zu den günstigsten seiner Klasse. Unsere Messungen zeigen jedoch, dass der Hersteller Wifx nicht an wichtigen

Stellen wie den Antennen und der Software spart und das Gateway problemlos zuverlässig eine ganze Stadt bedienen kann – exponierte Position vorausgesetzt.

(amo@ct.de) 

Literatur

- [1] Jan Mahn, Langstreckenfunk, IoT-Funk LoRaWAN: für kleine Datenmengen und hohe Reichweiten, c't 10/2019, S. 140

Link zur TTN-Mapper-Karte: ct.de/yj2g

Wifx Lorix One

LoRaWAN-Gateway	
Hersteller	Wifx, www.lorixone.io/www.wifx.net
Systemkonfiguration	ARM Cortex A5 (600 MHz), 128 MByte DDR2-RAM, 512 MByte NAND-Flash
getestete Firmware	Lorix OS 1.2.2
Forwarder	UDP, LoRa Basic Station, ChirpStack Gateway Bridge, LORIoT
Anschlüsse	Fast Ethernet, N-Antennenanschluss (Stecker), Mini-USB (Konsolenzugang), MicroSD
Leistungsaufnahme ¹	3 W
Preis	500 €
¹ kein LoRaWAN-Verkehr, 8-Kanal-Empfang	

Sound drin, Lärm draußen

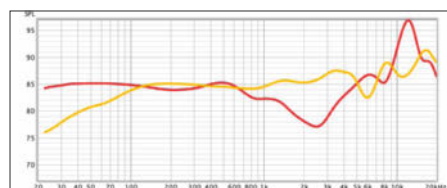
In-Ear-Kopfhörer Galaxy Buds Pro mit aktiver Geräuschunterdrückung

Samsung legt mit den Galaxy Buds Pro In-Ear-Kopfhörer mit ANC und Transparenzmodus auf – und die sind nicht einmal teuer.

Von Steffen Herget

Mit AKG, Harman Kardon und JBL hat Samsung jede Menge Audio-Kompetenz im eigenen Konzern. Das merkt man bei In-Ear-Kopfhörern wie den Galaxy Buds Pro. In Sachen Tragekomfort punkten die Buds mit kompakter Bauform, geringem Gewicht und weichen Silikonpolstern, die Samsung in drei Größen in die Verpackung legt. Im Alltag hatten wir in Sachen Tragekomfort keine Probleme, auch beim Sport saßen die Buds sicher im Ohr, ohne zu drücken.

Den Sound erzeugen winzige Zwei-Wege-Lautsprecher, bestehend aus einem 11-Millimeter-Tieftöner und einem 6,5-Millimeter-Hochtöner. In jedem der beiden Ohrhörer stecken außerdem drei Mikrofone: Eines reicht in den Gehörgang hinein, um Körpergeräusche aufzunehmen und bei aktiver Geräuschunterdrückung (Active Noise Cancellation, ANC)



Die Frequenzmessung der Buds Pro (rot) zeigt im Vergleich mit dem Sennheiser HD600 (gelb) stärker ausgeprägte Bässe und Höhen, aber auch ein Loch in der oberen Mitte.

herauszufiltern, zwei weitere sind nach außen gerichtet und für die Sprache beim Telefonieren verantwortlich.

Satter Sound und starke Akkus

Klanglich überzeugen die Buds Pro mit sattem Bass, der auch bei hoher Lautstärke nicht übersteuert, und präsenten Höhen. Unser Messgerät zeigt im Vergleich mit dem neutral klingenden Sennheiser HD600 jedoch ein deutliches Loch zwischen 1000 und 5000 Hz. Das geht zulasten der Klarheit. Die Galaxy-Wear-App von Samsung hält sechs verschiedene Sound-Modi bereit, einen frei einstellbaren Equalizer gibt es nicht. Wer die Kopfhörer nicht mehr findet, kann separat rechts und links Piepsgeräusche abspielen lassen – wenn die Buds per Bluetooth verbunden sind. Das Piepsen ist allerdings ziemlich leise.

Die aktive Geräuschunterdrückung funktioniert für In-Ear-Kopfhörer sehr ordentlich. Dem ANC kommt dabei zugute, dass die Silikonstöpsel schon passiv gut abschirmen. Vor allem gleichmäßige Geräusche wie Motorbrummen oder Zugrauschen halten die Buds zuverlässig fern, lauter Lärm oder Stimmengewirr dringt aber durch. Große Over-Ears haben bei ANC bauartbedingte Vorteile, im Vergleich mit anderen In-Ears spielt Samsung vorne mit. Die offeneren Buds Live hängen die Pro-Hörer in diesem Punkt meilenweit ab.

Der Transparenzmodus leitet Umgebungsgeräusche weiter, nervt aber bei manchen Sportarten – beim Laufen etwa dringt jeder Schritt besonders laut ins Ohr. Zusätzlich hat Samsung einen Konversationsmodus implementiert, der sich auf Wunsch automatisch zuschaltet, wenn er eine Unterhaltung entdeckt, und dann die Musik leise dreht und Sprache verstärkt. Das ist an sich praktisch, startet aber stets mit einer kurzen Verzögerung und bekommt bei mehreren redenden Personen

in der Nähe schnell Probleme, die „richtige“ Stimme zu erkennen.

War ANC eingeschaltet, schafften die Kopfhörer knapp sechs Stunden Wiedergabe, bevor sie wieder ins Lade-Case mussten. Ohne Geräuschunterdrückung waren auch gut acht Stunden drin. Das Case vermag die In-Ears zweimal komplett zu laden und erhält seinen Strom entweder über USB-C oder drahtlos via Qi.

Fazit

Während die Galaxy Buds Live (Test in c't 23/2020, S. 90) außer dem Sound vor allem durch die neuartige Bauform punkten konnten, aber beim ANC durchfielen, setzt Samsung den Fokus bei den Buds Pro auf eben dieses ANC – mit Erfolg. Die Geräuschunterdrückung funktioniert ausgezeichnet, zudem haben die Kopfhörer einen sehr angenehmen Klang und eine bessere Touch-Bedienung als die Konkurrenz aus eigenem Hause. Auch vor den deutlich teureren Apple AirPods Pro müssen sich die Galaxy Buds Pro nicht verstecken.

(sht@ct.de) **ct**



Samsung Galaxy Buds Pro

Bluetooth-In-Ear-Kopfhörer	
Hersteller, URL	Samsung, samsung.de
Maße	Case: 50 mm × 50 mm × 28 mm, Kopfhörer: 20 mm × 20 mm × 21 mm
Gewicht	Case: 45 g, Kopfhörer: jeweils 6 g
Audiocodex	SBC, AAC, SSC
Konnektivität	Bluetooth 5.0
Kompatibilität	ab Android 7.0 und min. 1,5 GByte RAM, ab iOS 10 und min. iPhone 7
Farben	Schwarz, Silber, Violett
Bewertung	
Klangqualität / Telefonie / Akkulaufzeit	⊕⊕ / ○ / ⊕
Tragekomfort / ANC / Transparenzmodus	⊕⊕ / ⊕ / ○
Preis	155 €
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ sehr schlecht	

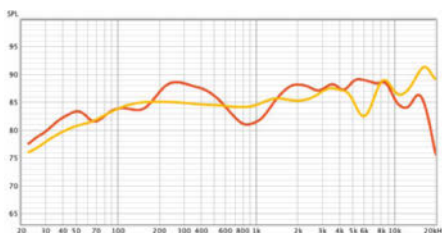


Dauerhörer

Ausgewogener Klang und gemütlicher Sitz: Huawei's Over-Ear-Kopfhörer Freebuds Studio überzeugt in den Grunddisziplinen – und patzt in der Ausstattung.

Nach einigen ordentlichen In-Ear-Kopfhörern versucht sich Huawei mit dem Freebuds Studio an einem kabellosen Over-Ear-Kopfhörer. Die wertigen Metallbügel sind von Kunstleder ummantelt, die Ohrmuscheln aus Plastik halten das Gewicht niedrig. So taugt der solide 260-Gramm-Kopfhörer auch für längere Hörsessions.

Verbindung zum Smartphone nimmt er allein per Bluetooth auf; eine zusätzliche Klinkenbuchse fehlt, an der USB-C-Buchse wird nur geladen. Ist der Akku einmal alle, kann man also nicht auf eine kabelgebundene Verbindung ausweichen. Den neuen LC3-Codec (siehe c't 3/2020, S. 34) unterstützt das Huawei-Gerät trotz



Der Huawei Freebuds Studio (rote Kurve) ist recht ausgewogen abgestimmt wie der Vergleich mit dem Sennheiser HD 600 (gelber Graph) zeigt.

Bluetooth 5.2 nicht. Mit fast allen Smartphones einigt sich der Kopfhörer auf den AAC-Codec. Der L2HC-Codec, der Datenraten bis 960 kBit/s liefert, bleibt Huawei-Smartphones mit mindestens EMUI 11 vorbehalten.

Über drei Tasten an den Ohrmuscheln lässt sich der Kopfhörer einschalten, das Bluetooth-Pairing starten und zwischen ANC, Transparenzmodus und nichts davon wechseln. Die weitere Steuerung erfolgt über die Touchfläche an der Außenseite der rechten Ohrmuschel. Wer die Einstellung individualisieren möchte, braucht die zugehörige App. Diese findet sich aufgrund des Google-Embargos nicht im Play Store, ein QR-Code in der Packung schickt per Link zum APK-Download.

Klanglich weiß der Freebuds Studio insgesamt zu gefallen. Die warme, recht ausgewogene Soundabstimmung ist auch nach längerem Hören nicht ermüdend. Der Bassbereich ist präsent, aber überdeckt die Mitten nicht. Die Höhen spielt der Freebuds Studio samtig-weich, nicht analytisch-spitz. Im direkten Vergleich kitzelt Sonys WH-1000XM4 etwas mehr Details aus den Songs. Das ANC des Huawei arbeitet ordentlich, aber nicht auf dem Niveau des vorgenannten Sony oder des Bose 700.

Wer den Kopfhörer auch für Telefonate verwenden möchte, wird sich über den gelungenen Transparenzmodus freuen. Trotz eines hörbaren Rauschens bleiben damit auch längere Besprechungen angenehm. Die Mikrofone übertragen die eigene Stimme klar, aber recht dünn. Da eine Klinkenbuchse fehlt, lässt sich das nicht mit einem kabelgebundenen Ansteckmikro korrigieren. Die von Huawei angegebene Laufzeit von 24 Stunden erreichte unser Testmuster bei abgeschaltetem ANC, sonst lag er leicht darunter.

Angesichts des Straßenpreises von rund 210 Euro ist Huawei's Over-Ear-Kopfhörer ein attraktives Angebot. Dass die Klinkenbuchse fehlt, ist ärgerlich, auf der anderen Seite überzeugt der Freebuds Studio mit ausgewogenem Sound und Tragekomfort.

(rbr@ct.de)

Huawei Freebuds Studio

Over-Ear-Kopfhörer mit aktiver Rauschunterdrückung

Hersteller	Huawei, huawei.com/de
Anbindung	Bluetooth 5.2
Audio-Codices	AAC, SBC, L2HC (nur Huawei-Smartphones)
Gewicht	260 g
Preis	210 €



Loudness-Purist

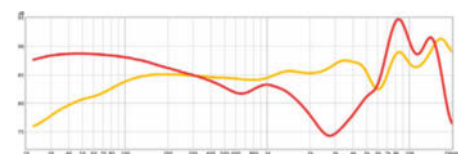
Sennheisers In-Ear-Monitore iE300 punkten mit detailreichem Klang und kräftigem Bass.

Entgegen dem Trend zu kabellosen In-Ears setzen die schnörkellosen In-Ear-Monitore iE300 auf ein robustes Kabel mit Miniklinke, das sich über eine MMCX-Verbindung wechseln lässt. Drahtverstärkungen sichern den ansonsten bequemen Sitz hinter den Ohrmuscheln.

Laut Hersteller soll eine Miniaturkammer hinter dem einzelnen Wandler Resonanzen effizient unterdrücken. Im Test überzeugten die iE300 mit einem voluminösen und detailreichen Klangbild. Kick-Drums bekamen enorm viel Wumms, ohne aufgebläht zu wirken. Stimmen klangen trotz der Mittenabsenkung präsent. In den Höhen sorgte eine Spitze bei 8 bis 9 kHz für eine kräftige Detailbetonung. Um Hörschäden aufgrund des extrem hohen Schalldrucks von 124 dB/Vrms zu vermeiden, sollten Sie die Lautstärke am Zuspeler vor dem Einsetzen prüfen.

Trotz der leicht überbetonten Bässe und Höhen klingen die iE300 für ihren Preis exzellent.

(hag@ct.de)



Die iE300 (rot) betonen im Vergleich zu den neutralen Sennheiser HD600 (gelb) Bässe und Höhen deutlich stärker.

Sennheiser iE300

In-Ear-Monitore

Hersteller	Sennheiser, de-de.sennheiser.com
Anschluss	Kabel (125 cm), Stereo-Klinke 3,5 mm (16 Ohm)
Preis	299 €

Wachsameres Auge

Fahrzeug-Dashcam mit Alexa und 4K

Wenn es mal gekracht hat, liefern Dashcams wichtige Informationen zum Unfallgeschehen. Das Topmodell von Nextbase kann automatisch einen Notruf absetzen und blickt mit zusätzlichen Kameras nicht nur nach vorn, sondern auch nach hinten.

Von Sven Hansen

Nextbase, britischer Spezialist für Autozubehör, zählt zu den Pionieren in Sachen Dashcams. Das derzeitige Portfolio umfasst neun Kameras mit unterschiedlichen Ausstattungsmerkmalen – angefangen vom Einstiegsmodell 122 (90 Euro) bis hin zum hier getesteten Topmodell 622GW für 300 Euro.

Im Lieferumfang befindet sich außer der Dashcam auch das nötige Montage-material: ein Stromversorgungskabel für den Zigarettenanzünder, zwei Halterungen für die Saugnapf- oder Klebmontage an der Windschutzscheibe und ein Verlegetool. Eine MicroSD-Karte zum Aufzeichnen der Videos muss man selber beisteuern, der integrierte Kartenleser der 622GW unterstützt maximal 128 GByte. Neben dem Bewegungssensor hat das Modell im Kamerafuß einen GPS-Empfänger und speichert auf Wunsch die Geoposition parallel zum Video ab.

Die Montage mit der Saugnapfhalterung ist besonders schnell erledigt. Allerdings zeigte unser Dashcam-Test in Kooperation mit dem ADAC (siehe c't 20/2018, S. 110), dass die Halterungen im Falle eines Unfalles oft nachgeben. Besser ist es daher, die Klebhalterung zu nutzen.

Alle Nextbase-Kameras sind mit einer Click&Go-Halterung ausgerüstet, lassen sich also beim Verlassen des Fahrzeugs mit einem Handgriff entfernen. Das ist bequem, in puncto Zuverlässigkeit bei einem

Aufprall allerdings eine weitere potenzielle Schwachstelle.

Die 622GW ist mit einem Akku (320 mAh) ausgestattet, der selbst dann Aufnahmen von bis zu 15 Minuten Dauer erlaubt, nachdem das Gerät in Folge eines Crashes vom Bordnetz getrennt wurde. Die Kamera lässt sich am geschalteten 12-Volt-Anschluss eines Zigarettenanzünders installieren oder mit Dauerstrom betreiben. Bei ersterer Variante fährt sie herunter, wenn man den Zündschlüssel zieht. Bei letzterer geht sie in den Standby, wenn sie einige Minuten keine Fahrzeugbewegung registriert. Die Dauerstrom-



versorgung ist Voraussetzung für den Park-Modus, in dem das Gerät bei Erschütterungen – etwa durch einen Parkrempler – eine Aufnahme anlegt.

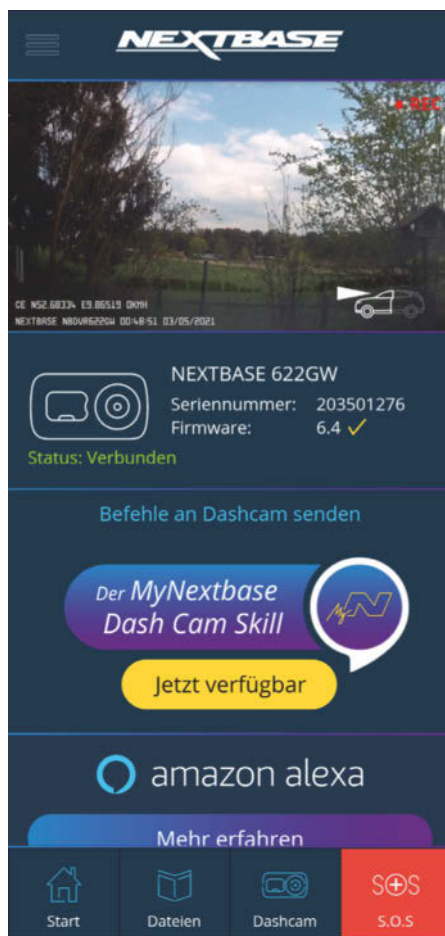
Softwaresache

Nach der Installation im Fahrzeug lässt die Kamera sich wahlweise direkt über das 3-Zoll-Touchdisplay oder über die für iOS und Android erhältliche MyNextbase-App konfigurieren. Die App verbindet sich per Bluetooth oder über den von der Dashcam aufgespannten WLAN-Hotspot.

Zunächst sollte man die Voreinstellung für die Videoaufzeichnung von „Max“ auf „Min“ setzen. Nur so arbeitet die Dashcam gemäß den hierzulande geltenden Datenschutzbestimmungen. In der Default-Einstellung nimmt sie Videoschnipsel auf, bis ihre Speicherkarte voll ist. Erst in der Minimalvariante überschreibt sie Videos in wählbarer Schleifenlänge von 1 bis 3 Minuten automatisch. Nur wenn der Bewegungsmelder ein Ereignis registriert oder der Nutzer die prominente Taste unterhalb des Minidisplays betätigt, wird das Videofragment dauerhaft auf der Karte abgelegt.

In Kombination mit der App bietet die 622GW eine automatische Notruffunktion. Es lassen sich medizinische Daten und Informationen zum Fahrzeug hinterlegen. Registriert die Sensorik in der Dashcam einen Unfall, setzt die Kamera über das per Bluetooth gekoppelte Smartphone einen Notruf ab und übermittelt die Daten an die Leitstelle. Der Notrufdienst ist im ersten Jahr kostenlos, danach bezahlt man je nach Vertragsdauer zwischen 4 Euro und 2,22 Euro pro Monat.

Prominent in der Nextbase-App beworben wird die Unterstützung für Amazons Sprachassistentin Alexa, die wir zum



Die MyNextbase-App zeigt eine Live-Ansicht der Kamera, wenn sie sich mit deren WLAN-Hotspot verbunden hat.

Testzeitpunkt jedoch nicht voll einrichten konnten. Der entsprechende Skill war nur bei Amazon UK erhältlich und arbeitete den dortigen Bewertungen zufolge nicht richtig. Die deutsche Variante steht nach Angaben von Nextbase kurz vor ihrer Veröffentlichung. Danach soll man die Dashcam über Alexa-Kommandos direkt steuern können. Per Bluetooth gekoppelt erkennt die Alexa-App die 622GW immerhin schon als kompatibles Zubehör. Die Alexa-App im Smartphone ließ sich per Druck auf die Assistenzschaltfläche auf dem Dashcam-Display triggern.

Mit dem kostenlosen My Nextbase Player für Windows analysiert, schneidet und teilt man Dashcam-Mitschnitte. Für letzteren Zweck stellt Nextbase eigenen Cloudspeicher bereit, auf dem man Videos für die Dauer von 30 Tagen kostenlos ablegen kann. Im Editor lassen sich Bildausschnitte gezielt vergrößern und Frame für Frame betrachten. Die parallel abgelegten Beschleunigungs- und Ortsdaten werden passend zum Video eingeblendet.

Die Dashcam zeichnet Videos in 4K mit bis zu 30 Bildern pro Sekunde auf, in Full-HD-Auflösung mit maximal 120 Bildern pro Sekunde. Die höhere Bildwiederholrate sorgt bei schnellen Bewegungen theoretisch für besseres Videomaterial durch mehr Einzelframes – in der Praxis lieferte jedoch die Einstellung mit 60 Frames pro Sekunde schärfere Ergebnisse, womöglich aufgrund einer besseren Einbindung des eingesetzten Codecs (H.264). Irritierend ist der Umstand, dass die diversen Videoeinstellungen in der App sich von denen direkt am Gerät unterscheiden.

Als Zubehör bietet Nextbase seitlich ansteckbare Kameramodule an. Es gibt sie wahlweise in einer Weitwinkelausführung zur Beobachtung des Innenraums oder mit einem kleinen Teleobjektiv bestückt. Es filmt zwischen den Vordersitzen hindurch den rückwärtigen Verkehr – eine Art digitaler Rückspiegel. Es gibt auch eine klassische Rückfahrkamera, für deren Installation im hinteren Fahrzeugbereich ein Kabel durch den Innenraum zu führen ist. Nutzt man die 622GW mit Zusatzkamera, landen zwei separate Videos auf der Karte.

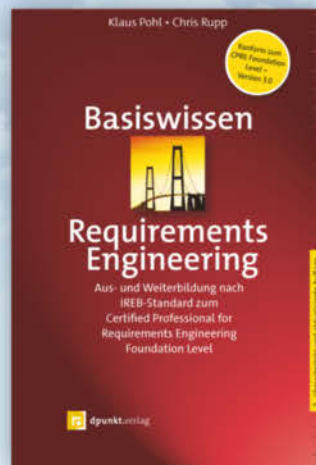
Fazit

Die 622GW ist eine solide Dashcam mit allerlei nützlichen Zusatzfunktionen. Dass man sie erst durch einen Menüeingriff in einen hierzulande legalen Betriebsmodus versetzen kann, ist misslich. In der Praxis wird sie der unbedarfte Nutzer einfach an die Windschutzscheibe bapfen, wo sie munter vor sich hin filmt.

Im Idealfall muss man sich nach der Erstinstallation um nichts mehr kümmern und vergisst die 622GW nach einiger Zeit. Die Stunde des wachsamen Auges schlägt, wenn es bei einem Unfall den passenden Notruf absetzt, eine Fahrerflucht aufdeckt oder einen spektakulär verglühenden Kometen filmt. (sha@ct.de) **ct**

Nextbase 622GW

Dashcam	
Hersteller	Nextbase, www.nextbase.com
Lieferumfang	Dashcam, Klebehalterung, Saugnapfhalterung, 12-Volt-Kabel
Display	Touchdisplay (3 Zoll, 960 × 480 Pixel)
Kamera	max. 3840 × 2160 Pixel bei 30 Frames
Akku	320 mAh (etwa 15 Minuten Video)
Zusatzfunktionen	Alexa, what3words, Notruf
Abmessung / Gewicht	94 mm × 53 mm 45 mm / 208 g
Preis	300 €



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



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



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



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



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

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

dpunkt.verlag

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

www.dpunkt.de



Plug and Communicate

Mit der Videokonferenzkamera IRIS 4K konferieren große Teams in kleinen Meetingräumen.

Die Kamera IRIS von Trust eignet sich für kleine Konferenzräume mit bis zu acht Personen. Sie ist in wenigen Minuten einsatzbereit: einfach per Netzteil mit der Steckdose und per USB-Kabel mit dem Rechner verbinden, fertig. Sobald sie erfolgreich eine Verbindung zum Rechner hergestellt hat, leuchten die LEDs um die Kamera herum grün auf.

Anschließend wählt man sie in den Einstellungen eines Videokonferenzprogramms als Kamera, Mikrofon und Lautsprecher aus. Bei unserem Test hat das unter Windows und mit Microsoft Teams problemlos funktioniert. Unter macOS mussten wir unter „Systemeinstellungen/Ton/Ausgabe“ die Option „Trust IRIS“ auswählen, um die Lautstärke per mitgelieferter Fernbedienung verändern zu können. Auf Nachfrage gab der Hersteller an, dies in einem späteren Update zu beheben. Mit Linux ist IRIS nicht kompatibel.

Im manuellen Kameramodus können Anwender per Fernbedienung selbst steuern, wohin IRIS zeigt und zoomt. Im Nachverfolgungsmodus fokussiert die Kamera automatisch die Person, die gerade spricht. Für einen idealen Klang

empfiehlt der Hersteller zusätzlich das IRIS Extended Mikrophone, das in Kürze erhältlich sein soll.

Ob man über die Fernbedienung Anrufe annehmen und beenden kann, hängt vom Videokonferenzsystem ab. Mit Teams hat es nicht funktioniert.

In einem 6 × 6 Meter großen Konferenzraum waren Videokonferenzteilnehmer an jedem Ort gut zu verstehen, allerdings vermissten wir eine Hallunterdrückung. Das Kamerabild ist standardmäßig etwas zu dunkel, lässt sich über die Fernbedienung aber aufhellen. Wegen des Öffnungswinkels von 120 Grad verzeichnet das Bild tonnenförmig. Der Effekt ist aber nicht sehr stark ausgeprägt und stört nur, wenn man sich auf Personen oder Dinge am Bildschirmrand konzentriert.

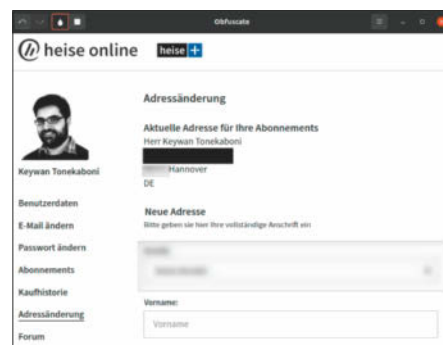
IRIS ist schwerer und größer als vergleichbare Kameras wie die MeetUp von Logitech. Dafür kostet sie weniger und die Installation gelingt genauso einfach. (kim@ct.de)

Trust IRIS 4K

Videokonferenzkamera	
Hersteller	Trust, www.trust.com
Systemanf.	macOS, Windows
Sensorauflösung / max. Bildrate	3840 × 2160 Pixel / 60 fps
Blickfeld diagonal / horizontal / vertikal	120° / 113° / 83°
Lieferumfang	IRIS Videokonferenzkamera, Netzteil, USB-Kabel, Fernbedienung
Preis	799 €



Durch den leichten Fischaugeneffekt dürften gerade Leute, die am Bildschirmrand sitzen, etwas pausbäckiger als in der Realität erscheinen.



Verschlussache

Das Bildbearbeitungstool Obfuscate macht mit wenigen Klicks sensible Inhalte in Bildern unkenntlich.

Nur um ein paar sensible Stellen in einem Foto oder Screenshot unkenntlich zu machen gleich eine ausgewachsene Bildbearbeitungssoftware wie Gimp starten? Eine Alternative ist das kleine Linux-Programm Obfuscate, das man als Flatpak installiert. Das Tool schwärzt oder verwischt ausgewählte Bildteile, etwa persönliche Daten. Praktisch ist das etwa bei einem Screenshot, den man in einem Online-Forum teilen will, oder einem Scan des Personalausweises für den künftigen Vermieter.

Das Bild lädt man per Dateiauswahl, aus der Zwischenablage oder per Drag & Drop. Letzteres klappt nur, wenn Obfuscate Zugriff auf deren Quellverzeichnis hat, der bei der Installation per Flatpak aber in der Regel fehlt.

Zum Verschleiern von Daten gibt es zwei Funktionen: schwärzen oder stark weichzeichnen. Man wählt einen der beiden Modi aus und markiert per rechteckiger Auswahl den gewünschten Bereich. Hat man den falschen Bereich erwischt, hilft die Rückgängig- und Wiederholen-Funktion. Das Ergebnis speichert man als Datei ab oder kopiert es in die Zwischenablage.

Ein Fehler verhindert aktuell noch das Weichzeichnen mancher Bilder: Die ausgewählten Bereiche werden lediglich stark aufgehellt, wobei die Inhalte weiter lesbar sind. Der Fehler ist dem Entwickler bekannt. Ansonsten verrichtet Obfuscate seine Arbeit zuverlässig und spart Zeit. (ktn@ct.de)

Obfuscate

Bildbearbeitungswerkzeug	
Entwickler	Bilal Elmoussaoui, https://gitlab.gnome.org/World/obfuscate/
Systemanf.	Linux mit Flatpak
Preis	kostenlos (GPLv3)

// heise devSec()

Die Konferenz für sichere Software- und Webentwicklung

2021 MIT ZUSÄTZLICHEN ONLINE-TAGEN

DevSecOps und Web-Application Security

Sichere Software beginnt vor der ersten Zeile Code ...

THEMENTAG DevSecOps 29. JUNI

- Wo gehört das Sec in DevOps hinein?
- Was macht eine Secure Architecture aus?
- Kann man „defensiv entwickeln“?
- Welche Codeanalyse-Tools eignen sich für die Cloud?

THEMENTAG WEB-APPLICATION SECURITY 1. JULI

- Erfahrungen mit Content Security Policy
- Mutation XSS im Jahr 2021: Ein längst gelöstes Problem?
- OAuth – The Good Parts
- Sichere Webapps dank moderner Browserfeatures

**10 %
Mai-Rabatt**
für c't-Leser –
Ihr Code:
**2021HDS4CT_
SD654**

JETZT ANMELDEN: www.heise-devsec.de

Ungleiche Zwillinge

Android-Smartphones Samsung Galaxy A72 und A52 5G mit Update-Garantie

Eine lange Update-Versorgung für nur 400 Euro: Samsungs neue Galaxy-A-Klasse bringt zwei ähnliche Smartphones hervor, von denen wir aber nur eines empfehlen.

Von Steffen Herget

Die beiden neuen Samsung-Smartphones Galaxy A72 und Galaxy A52 5G sortieren sich in der mittleren Preiskategorie ein, die in den vergangenen Jahren insgesamt stetig besser und vielfältiger geworden ist. Beide gleichen sich optisch wie ein Ei dem anderen, offenbaren beim genauen Hinsehen aber entscheidende Unterschiede.

Die Rückseiten bestehen aus Kunststoff mit einer matten Beschichtung. Das sieht schick aus und macht die Handys weniger flutschig als glatte Glasflünder – und sie sollten damit eigentlich auch weniger anfällig gegen unschöne Fingerabdrücke sein. Bei den Samsung-Smartphones klappt das aber nicht, auch die matte Oberfläche macht jeden Fingerabdruck sichtbar. Eine Hülle schafft nicht nur optisch Abhilfe, sondern schützt das Smartphone außerdem vor Schäden. Der glänzende Kunststoffrahmen sieht nur auf den ersten Blick nach Metall aus, er besteht ebenfalls aus Plastik. Beide Smartphones sind nach IP67 zertifiziert und damit gegen das Eindringen von Staub und Wasser geschützt.

Eine Stärke der teuren Top-Modelle von Samsung findet sich auch in der mittleren Preisklasse: OLED-Displays. Beide Bildschirme zeigen beeindruckende Farben und Kontraste und strahlen besonders hell – 864 beziehungsweise 940 cd/m² sind starke Messwerte und übertreffen sogar die Herstellerangaben.

Die Ausleuchtung der Panels ist zudem sehr gleichmäßig, hässliche Lichthöfe oder dunklere Stellen sind nicht zu entdecken. Die maximale Bildwiederholfrequenz des Galaxy A52 beträgt 120 Hz, das A72 schafft nur 90 Hz. Wir konnten dabei keinen sichtbaren Unterschied feststellen, beide Smartphones scrollen

merklich sanfter und flüssiger als 60-Hz-Geräte.

Gemütlich, aber ausdauernd

Eher sanft als brutal ist die Performance der A-Klasse. Samsung verwendet in den beiden Smartphones Prozessoren von Qualcomm statt der selbst entwickelten Exynos-Chips. Im A72 verrichtet ein Snapdragon 732G seinen Dienst, im A52 ist es ein 750G. Letzterer hat die stärkeren Kerne sowie eine etwas bessere Grafikeinheit und erreicht in allen Benchmarks ein paar Punkte mehr. In der täglichen Nutzung laufen beide Smartphones nicht so rasant wie High-End-Modelle, aber flüssig genug, und zeigen nur selten kurze Gedenkskunden beim Starten von großen Apps.

Einer der Vorteile der Qualcomm-Chipsets gegenüber den Exynos-Chips ist

Android-Smartphones

Modell	Samsung Galaxy A52 5G	Samsung Galaxy A72
Betriebssystem / Patchlevel	Android 11 / April 2021	Android 11 / April 2021
Prozessor (Kerne × Takt) / Grafik	Qualcomm Snapdragon 750G (2 × 2,2 GHz, 6 × 1,8 GHz) / Adreno 619	Qualcomm Snapdragon 732G (2 × 2,3 GHz, 6 × 1,8 GHz) / Adreno 618
RAM / Flash-Speicher (frei) / Kartenslot	6 GByte / 128 GByte (102 GByte) / ✓	6 GByte / 128 GByte (99 GByte) / ✓
WLAN (Antennen) / Bluetooth / NFC	WiFi 5 (2) / 5.0 / ✓	WiFi 5 (2) / 5.0 / ✓
GPS / Glonass / Beidou / Galileo	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓
5G (n1 / n28 / n77 / n78) / LTE / SAR-Wert (Head, EU) ¹	✓ (✓ / ✓ / ✓ / ✓) / ✓ / 1,055 W/kg	– / ✓ / 0,23 W/kg
SIM / Dual / eSIM	nanoSIM / ✓ / –	nanoSIM / ✓ / –
Fingerabdrucksensor / Kopfhöreranschluss / USB-Anschluss	✓ (im Display) / ✓ / USB-C 2.0	✓ (im Display) / ✓ / USB-C 2.0
Akku / Ladezeit / Drahtlosladen	4500 mAh / 1,6 h / –	5000 mAh / 1,9 h / –
Abmessungen (H × B × T) / Gewicht / Schutzklasse	16 cm × 7,5 cm × 1 cm / 189 g / IP67	16,5 cm × 7,7 cm × 1 cm / 203 g / IP67
Kameras		
Hauptkamera Auflösung / Blende / OIS	64 MP (9248 × 6936) / f/1,8 / –	64 MP (9248 × 6936) / f/1,8 / –
Telekamera Auflösung / Blende / OIS	–	8 MP (3264 × 2448) / f/2,4 / –
Ultraweitwinkelkamera Auflösung / Blende / OIS	12 MP (4000 × 3000) / f/2,2 / –	12 MP (4000 × 3000) / f/2,4 / –
weitere Kameras	5 MP Makro, 5 MP Tiefenkamera	5 MP Makro
Frontkamera Auflösung / Blende	32 MP (6582 × 4896) / f/2,2	32 MP (6582 × 4896) / f/2,2
Display		
Diagonale / Technik	6,5 Zoll / OLED	6,7 Zoll / OLED
Auflösung (Pixel/dichte) / Helligkeitsregelbereich	2400 × 1080 Pixel (407 dpi) / 1,67 ... 864 cd/m ²	2400 × 1080 Pixel (394 dpi) / 1,7 ... 940 cd/m ²
Benchmarks und Laufzeiten		
Coremark Single-/Multicore	16624 / 68113	15393 / 65972
Geekbench V4 Single, Multi / V5 Single, Multi	2893, 6969 / 637, 1808	2436, 6071 / 553, 1669
GFXBench Car Chase / Manhattan 3.0 / Manhattan 3.1 (je On-, Offscreen)	16 fps, 19 fps / 39 fps, 44 fps / 29 fps, 32 fps	15 fps, 18 fps / 38 fps, 42 fps / 27 fps, 31 fps
3DMark Wild Life / Wild Life Stresstest	1109 / 99,6 %	1043 / 99,5 %
Laufzeit lokales Video / 3D-Spiel / Stream ²	15,9 h / 12,8 h / 17,1 h	17,3 h / 13,9 h / 18,3 h
Bewertung		
Performance / Ausstattung	○ / ○	○ / ⊖
Display / Laufzeit / Kamera	⊕⊕ / ⊕ / ○	⊕⊕ / ⊕ / ○
Preis	390 €	400 €

¹ Herstellerangabe ² gemessen bei einer Helligkeit von 200 cd/m²

⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden

der geringere Stromhunger. Das Galaxy A72 ist ein wenig ausdauernder und hielt in jedem unserer Laufzeittests gut eine Stunde länger durch als das A52. Im Vergleich mit anderen Smartphones dieser Klasse schlagen sich beide ordentlich. Der Akku in dem größeren und schwereren Smartphone hat eine um 500 mAh höhere Kapazität als der im A52 5G. Geladen wird ausschließlich über USB-C-Kabel mit maximal 25 Watt. Ein 15-Watt-Netzteil liegt hier, anders als bei der Galaxy-S-Serie, nach wie vor mit im Karton, damit ist der Akku in knapp zwei Stunden wieder voll. Drahtlos Laden via Qi behält Samsung der Oberklasse vor.

Preislich liegen A72 und A52 mit derzeit 400 und 390 Euro eng beieinander, doch bei der Ausstattung gibt es außer dem schwächeren Prozessor einen weiteren Nachteil im größeren Modell: Der schnelle Mobilfunkstandard 5G ist dem kleineren Smartphone vorbehalten. Im Sinne der Zukunftssicherheit sollte 5G jedoch auch in der 400-Euro-Klasse langsam zur Standardausstattung gehören. Den WLAN-Turbo Wi-Fi 6 unterstützen die beiden Telefone nicht. Wer sein Smartphone gerne mit biometrischen Merkmalen entsperren möchte, verwendet dazu den Fingerabdrucksensor im Display oder die Gesichtserkennung über die Frontkamera.

Gute Hauptkamera

Die Hauptkameras beider Smartphones haben einen 64-Megapixel-Sensor, machen in der Standardeinstellungen aber nur Bilder mit 16 Megapixel. Dabei werden die Bildinformationen von vier Bildpunkten zu einem zusammengerechnet. Die volle Auflösung muss man vor dem Knipsen extra auswählen, echte Vorteile bringt das aber kaum. Die Fotos zeigen den mittlerweile gewohnten Samsung-Look mit kräftigen Farben und knackiger Schärfe, bei der die Software allerdings teils deutlich sichtbar nachhilft. Im c't-Fotolabor macht der Nachtmodus bei düsteren 5 Lux noch viele Dinge sichtbar, die ähnlich teure Smartphones meist nicht mehr abbilden. Die Ultraweitwinkelbilder fallen qualitativ klar ab, sie lassen Schärfe vermissen. Nur das A72 hat ein Dreifach-Tele.

Auffällig: Beim Fotografieren brauchte das A72 merklich länger zum Fokussieren, Auslösen und Speichern als das A52 und erweckte immer wieder den Eindruck, gar kein Foto gemacht zu haben – nach ein paar Sekunden war es dann doch da, oft gar mehrere, weil man ungeduldig



Samsung Galaxy A52 5G

Das Galaxy A52 5G ist mit knapp 400 Euro eines der günstigeren 5G-Smartphones. Mit der Entscheidung, einen Snapdragon-Prozessor statt einen Exynos zu verwenden, liegt Samsung richtig: Performance und Akkulaufzeit stehen in einem sinnvollen Verhältnis zueinander. Das OLED-Display leuchtet beeindruckend hell und ist für die Smartphone-Mittelklasse außergewöhnlich gut. Die Hauptkamera macht ansehnliche Fotos, Bilder mit der Ultraweitwinkel-Linse fallen hingegen deutlich ab. Die matte Rückseite ist zwar weniger rutschig als poliertes Glas, wird allerdings durch Fingerabdrücke schnell unansehnlich.

- ↑ gutes Display
- ↓ Performance

Preis: 390 Euro

mehrmals drückte. Zu den genannten Kameras kommen 5-Megapixel-Makro-Kameras, beim A52 eine weitere 5-Megapixel-Knipse für Tiefeninformationen anstelle des Tele. 4K-Videos nehmen die Smartphones mit maximal 30 Bildern pro Sekunde auf, für Selfies steht eine 32-Megapixel-Optik bereit, die durch ein 4-Millimeter großes Loch in der oberen Bildschirmmitte blickt.

In Sachen Updates ist Samsung Vorreiter im Android-Segment, und das nicht nur bei den teuren Luxusmodellen. Für das A72 und das A52 5G verspricht der Hersteller zwei große Android-Upgrades, demnach darf man bei ihnen den Sprung auf die kommenden Versionen Android 12 und Android 13 erwarten. Noch wichtiger: Gleich vier Jahre lang sichert Samsung regelmäßige Sicherheitspatches zu – so lange liefert momentan kein anderer Hersteller bei Android-Geräten. Einzig die Apple-Kundschaft wird in der Regel noch



Samsung Galaxy A72

Das Highlight des Galaxy A72 ist sein 6,7 Zoll großes, sehr hell leuchtendes OLED-Display mit 90 Hz Bildwiederholrate. Der ausladende Bildschirm macht das Smartphone allerdings recht unhandlich. Der Snapdragon 732G ist ein klassischer Mittelklasse-Chip, der keine Bäume ausreißt – das Galaxy A72 läuft eher gemütlich als schnell. 5G unterstützt das Handy nicht. Zu den weiteren Pluspunkten des A72 gegenüber dem A52 5G zählen das Tele-Objektiv und die etwas bessere Akkulaufzeit. Beide Smartphones bekommen vier Jahre lang Softwareupdates. Das Preis-Leistungs-Verhältnis spricht dennoch klar für das kleinere Modell A52 5G.

- ↑ lange Akkulaufzeit
- ↓ kein 5G

Preis: 400 Euro

ein Jahr länger mit Updates für ihre Geräte versorgt.

Fazit

Im Vergleich der beiden Smartphones kommt das A52 5G besser weg als das A72, und das liegt am Gesamtpaket. Das ein wenig kleinere Modell hat einen stärkeren Prozessor, ist dank 5G-Empfang zukunftsicherer und liegt bei der Akkulaufzeit kaum hinter dem A72. Dessen minimal größeres Display ist kein nennenswerter Vorteil, die Telekamera ebenso wenig. Dafür kostet es trotz schwächerem Prozessor und fehlendem 5G ein paar Euro mehr – unverständlich. Das Galaxy A52 5G bietet Samsung optional mit 8 GByte RAM und 256 GByte Speicher an. Ein Vorteil beider Smartphones gegenüber den allermeisten Android-Smartphones nicht nur in dieser Preisklasse ist die lange und zuverlässige Update-Versorgung.

(sht@ct.de) **ct**



Ready Player Two

Gaming-Phones Asus Rog Phone 5 und Lenovo Legion Phone Duel 2

Spielfans haben andere Ansprüche an Smartphones: maßgeschneiderte Peripherie oder mehr Einstellmöglichkeiten etwa. Das und eine eigenwillige Optik bieten das Asus Rog Phone 5 und das Lenovo Legion Phone Duel 2. Im Test glänzen sie nicht nur in klassischen Gamer-Kategorien.

Von Robin Brand und Steffen Herget

Es scheint ein ungeschriebenes Gesetz, dass speziell für Gamer entwickelte Hardware auffallen muss. Aus dem Duell der aktuellen Gaming-Smartphones von

Asus und Lenovo geht in dieser Disziplin Lenovos Legion Phone Duel 2 als klarer Sieger hervor. Die Selfiekamera ploppt seitlich aus dem Gehäuse heraus, ein Lüfter verrichtet klar vernehmbar seinen Dienst und der dicke Kamerabuckel sitzt mittig auf der Gehäuserückseite. Das Asus Rog Phone 5 wirkt im Vergleich fast schüchtern designt – krawallig sieht es allenfalls im Vergleich mit „normalen“ Smartphones aus.

Dass sich Rog Phone 5 und Legion Phone besser als andere Smartphones zum Spielen eignen, liegt nicht in ihren besonders schnellen Prozessoren begründet. Zwar greifen Asus und Lenovo – natürlich – auf Qualcomms schnellsten Chipsatz zurück, aber der werkelt auch in anderen Smartphones. Vielmehr sind es die maßgeschneiderte Peripherie, zusätzliche Gehäusetasten und die umfangreichen Einstellungsmöglichkeiten.

App-Zentrale

Zentrale Anlaufstelle des Rog Phone ist die App „Armoury Crate“. Darin hinterlegt Asus alle installierten Spiele, für die sich jeweils individuelle Einstellungen festlegen lassen. Das reicht von der Touch-Empfindlichkeit über die Aktualisierungsrate des Displays bis hin zu Systemleistung und Netzwerknutzung. Neben individuellen Profilen für die Spiele stehen auch globale Profile bereit, etwa solche für beste Leistung oder längste Laufzeit.

Einen solchen Bereich gibt es beim Lenovo-Smartphone ebenfalls, er heißt Realm. In der Liste der Spiele lässt sich mit Filtern die Auswahl eingrenzen, beispielsweise auf Titel, die 144 Hz Bildwiederholrate oder die erweiterte Bedienung mit den Schultertasten unterstützen. Während des Spielens lässt sich zudem die Prozessorleistung mit dem Rampage-Modus kurzzeitig erhöhen, der Lüfter einschalten oder das eigene Game direkt streamen. Für letzteres müssen Gamer einen Account bei YouTube oder Twitch besitzen.

Zusätzliche Tasten im Gehäuse

Beide Smartphones sind mit berührungssensitiven Flächen im Gehäuserahmen ausgestattet, die beim Spielen als Schultertasten dienen. Die Flächen des Asus-

Smartphones sind jeweils zweigeteilt, sodass insgesamt vier dieser Schultertasten bereitstehen. In der Praxis haben wir die verschiedenen Bereiche der kleinen Flächen nach kurzer Eingewöhnung ziel-sicher getroffen. Hilfreich ist das optiona-le haptische Feedback. Die Flächen reagie-ren auf Tipp- und Streichgesten, und es lassen sich verschiedene Aktionen hinter-legen – individuell anpassbar pro Spiel. Auch die Empfindlichkeit der Tasten und des Gyroskops für die Bewegungssteue-rung kann man den eigenen Vorlieben anpassen.

Lenovo baut ebenfalls vier Schulter-tasten mit Touch-Bedienung in den Ge-häuserahmen ein. Durch den besonderen Schliff des Rahmens sind die einzelnen Tasten besser zu erfühlen als die des Asus. Rechts und links der beim Legion Phone mittig platzierten Hauptkamera sind spe-zielle Vibrationsmotoren untergebracht, die das Smartphone ordentlich durch-schütteln können.

Maßgeschneidertes Zubehör

Die Bedienelemente des Asus erweitert ein anklipbarer Lüfter um zwei weitere me-chanische Tasten. Tatsächlich stellten diese eine deutliche Verbesserung des Lüf-ters gegenüber den Vorgängergeneratio-nen dar. Ärgerlich, dass er nur den teureren Pro- und Ultra-Modellen beiliegt. Separat kostet er 50 Euro. Weiterhin ist der Lüfter mit einem ausklappbaren Ständer ausge-stattet – so kann man das Smartphone zum Beispiel zum Filmeschauen vor sich abstel-len. Wie schon bei der vorigen Generation hatte der Lüfter auf die Leistung des Smart-phones selbst keinen messbaren Effekt, es drosselte bei Raumtemperaturen um 21 °C unter 30-minütiger Dauerlast kaum – egal ob der Lüfter angeklemt war oder nicht. Als Kühlung für schwitzige Hände tat er aber durchaus seine Dienste.

Lenovo baut den Lüfter gleich direkt ein und beleuchtet ihn mit eigenen LEDs blau oder rot. Der kleine Bläser ist jedoch nicht nur optisch auffällig, er pustet auch hörbar vor sich hin, wenn das Smartphone gefordert wird. Warm wird das Legion Phone freilich trotzdem, und ähnlich wie beim Rog Phone ist kein messbarer Vorteil durch die aktive Kühlung festzustellen. Über die Software lässt sich der Lüfter ein- und ausschalten und in zwei Stufen regeln. Speziell bei aufwendigen Spielen saugt der Lüfter ordentlich am Akku: In der Automa-tik hielt das Lenovo 11,1 Stunden durch, schalteten wir den Lüfter aus, waren es 13,6.



Asus Rog Phone 5

Neben Lenovos extravagantem Ga-ming-Phone wirkt das Asus Rog Phone 5 fast schon konservativ – und könnte genau deswegen nicht nur für Gamer interessant sein. Die Laufzeit gehört zu den besten überhaupt, das Display leuchtet hell und kontraststark – und an der Kopfhörerbuchse lassen sich auch hochohmige Kopfhörer betrei-ben. Umfangreiches maßgeschneider-tes Zubehör, darunter Docks, Game-pads und Lüfter, runden das Paket ab. Einzig die Kamera erreicht kein Top-Niveau.

👉 sehr lange Laufzeit

👉 exzellentes Display

Preis: 800 Euro bis 1300 Euro

Das zusätzlich erhältliche Kunai-Gamepad verwandelt das Rog Phone in eine Handheld-Spielekonsole. Ähnlich dem Konzept der Nintendo Switch ist der Controller zweigeteilt und lässt sich seitlich – mit passender Hülle – ans Smart-phone-Display klemmen oder als Control-ler verwenden, wenn man das Smartphone vor sich abstellt.

Leistung satt

Klotzen, nicht kleckern heißt es mit Blick auf die Ausstattungsliste. Müßig zu erwä-hnen, dass beide Smartphones mit Qual-comms Top-SoC Snapdragon 888 ausge-stattet sind. Damit gehören sie zu den schnellsten Android-Smartphones auf dem Markt. Fast schon wahnwitzig mutet die maximale Speicherausstattung mit 18 GByte Haupt- und 512 GByte Flashspei-cher des Asus an. Wir hatten die Version mit 16 GByte und 256 GByte im Test – und konnten sie erwartungsgemäß mit keinem aktuellen Spiel an Grenzen bringen. Auch anspruchsvolle 3D-Spiele lassen sich mit höchster Auflösung und Bildwiederholrate



Lenovo Legion Phone Duel 2

Groß, schwer und auffällig – das sind die offensichtlichen Attribute des Le-novo Legion Phone Duel 2. Das XL-Smartphone ist mit einer Hand kaum zu bedienen, wiegt schwer in der Ho-sentasche und hat einen aktiven Lüfter, der laut pustet, aber wenig Wirkung entfaltet. Die Performance ist trotzdem bärenstark und das Display hübsch an-zusehen, selbst wenn es weniger hell strahlt als das von Asus. Gamer freuen sich außerdem über die leicht zu füh-lenden Schultertasten und die gute Frontkamera zum Streamen.

👉 hochauflösende Selfie-Cam

👉 lauter Lüfter

Preis: 1000 Euro

zocken. Gleiches gilt für das Legion Phone, das in nur einer Speichervariante mit 16 GByte RAM und 512 GByte Arbeitsspei-cher zu haben ist. Das System beansprucht davon etwa 50 GByte für sich, bei Asus sind es nur 26 GByte.

Was ein ordentliches Gaming-Smart-phone sein will, muss ein großes, helles und schnelles Display haben. Asus und Lenovo setzen auf 144 Hz-OLEDs, 6,8 und 6,9 Zoll Diagonale und im Falle des Rog Phone auf besonders hohe Helligkeits-werte. Unter unserem Messgerät strahlt der Bildschirm des ROG Phone 5 deutlich heller als der im Legion Phone, das nur durchschnittliche Ergebnisse lieferte. Knallige Farben und scharfe Kontraste haben beide.

Kräftiger Sound

Beim Sound spart sich Lenovo die Kopf-hörerbuchse; die beiden vorn eingebauten Dolby-Atmos-Lautsprecher machen mäch-tigen Radau. Letzteres lässt sich auch von den Asus-Lautsprechern behaupten, die überaus kräftig tönen und zu den besten



Kurios: Das Lenovo entfaltet seine volle Ladegeschwindigkeit nur, wenn zwei Ladekabel gleichzeitig eingesteckt sind.

Smartphone-Lautsprechern überhaupt zählen. Darüber hinaus spendiert Asus dem Rog Phone eine Klinkenbuchse mit Kopfhörerverstärker. Das sind keine leeren Worte, wir haben eine Ausgangsspannung von zwei Volt gemessen, das ist doppelt so viel wie üblich bei einem Smartphone. So lassen sich auch hochohmige Kopfhörer mit kräftigen Lautstärken betreiben.

Bei modernen Smartphones finden verstärkt zweigeteilte Akkus Verwendung, so auch in den beiden Spielehandys. Ungewöhnlich ist, dass die beiden Smartphones mit zwei USB-C-Anschlüssen bestückt sind, einem seitlichen und einem an der Unterseite des Geräts. So findet sich auch während des Spiels immer ein passender Port. Wahlweise pumpen beide Geräte den Strom während des Spielens am Akku vorbei, um diesen zu schonen. Beide Smartphones befüllen mit 65 (Asus) respektive 90 Watt (Lenovo) ihre Akkus mit Gesamtkapazitäten von 6000 und 5500 mAh in Windeseile. Das Lenovo entfaltet seine volle Ladegeschwindigkeit aber nur, wenn man an beiden USB-Anschlüsse gleichzeitig lädt. Drahtloses Aufladen bieten beide nicht.

Die Kamerapositionen beim Legion Phone sind ungewohnt. Die Hauptkamera hat mittig ihren Platz neben Lüfter und beleuchtetem Logo, während die Selfie-Kamera bei Benutzung aus dem Gehäuse herausfährt – und zwar mitsamt dem Powerbutton mittig an der rechten Seite. Damit sollen Gamer bequem im Querformat streamen können, und das geht auch in 4K.

Die 64-Megapixel-Hauptkameras der beiden Geräte machen ordentliche Fotos bei gutem Licht, das ROG Phone verbucht leichte Vorteile für sich. Der Nachtmodus des Legion Phone, den Lenovo liebevoll „Abend“ nennt, macht überraschend gute Bilder, solange die Kamera ruhig steht.

Beide Geräte filmen mit maximal 8K-Auflösung. Die Ultraweitwinkelkameras sind deutlich unschärfer und blasser und fallen qualitativ stark ab. Teles haben beide Spiele-Handys nicht.

Ungewöhnlich in dieser Preisklasse ist, dass beide Geräte keinen Schutz gegen Wasser und Staub bieten. Während der Grund beim Lenovo klar sicht- und hörbar auf der Rückseite seinen Dienst verrichtet, findet sich auf der Asus-Rückseite kein solcher Lüfter als Erklärung dafür. Hinsichtlich erwartbarer Updates bleiben beide Hersteller vage, Lenovo verspricht ein Upgrade auf Android 12, Asus machte auf Anfrage gar keine Angaben – schwach angesichts von Preisen um 1000 Euro.

Fazit

Mission erfüllt: Beide Smartphones eignen sich außerordentlich gut zum Spielen. Die Bedienkonzepte mit etlichen zusätzlichen Touchflächen in Gehäuserahmen und



Der ansteckbare Lüfter des Asus Rog Phone 5 erweitert es um zwei zusätzliche Tasten und einen ausklappbaren Ständer.

–rückseite erweitern die Möglichkeiten enorm. Lange Laufzeiten und gute Displays runden die Konzepte ab. Wer nicht nur spielen, sondern auch streamen will, sollte zum Lenovo mit quer eingebauter Kamera greifen. Für alle anderen dürfte das alltagstauglichere Rog Phone die bessere Wahl sein. (rbr@ct.de) **ct**

Gaming-Smartphones

Modell	Lenovo Legion Phone Duel 2	Asus ROG Phone 5
Betriebssystem / Security Level	Android 11 / Februar 2021	Android 11 / Februar 2021
Ausstattung		
Prozessor / Kerne × Takt / GPU	Qualcomm Snapdragon 888 / 1 × 2,8 GHz, 3 × 2,4 GHz, 4 × 1,8 GHz / Adreno 660	Qualcomm Snapdragon 888 / 1 × 2,8 GHz, 3 × 2,4 GHz, 4 × 1,8 GHz / Adreno 660
RAM / Flash-Speicher / Kartenslot	16 GByte / 512 GByte (492 GByte) / –	16 GByte / 256 GByte (240 GByte) / –
LTE / SIM / Dual-SIM	LTE Cat. 20/13 (2000 MBit/s / 150 MBit/s) / nanoSIM / ✓	LTE Cat. 20/13 (2000 MBit/s / 150 MBit/s) / nanoSIM / ✓
5G Band: 1 / 28 / 77 / 78 / 260 / 261	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / – / –	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / – / –
WLAN (Antennen) / Bluetooth / NFC / Kompass / Standortbestimmung	Wi-Fi 6 (2) / 5.2 / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo	Wi-Fi 6 (2) / 5.2 / ✓ / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo
USB-Anschluss / Kopfhöreranschluss	2 × USB-C (3.1), OTG, kein DP / –	USB-C (3.1) + USB-C (2.0), OTG, DP / ✓
Akku / Ladezeit / Drahtlosladen	5500 mAh / 13 min: 50 %, 33 min: 100 % / –	6000 mAh / 17 min: 50 %, 53 min: 100 % / –
Abmessungen / Gewicht / Schutzklasse	17,4 cm × 7,8 cm × 1,29 cm / 265 g / –	17,3 cm × 7,7 cm × 1,15 cm / 240 g / –
Display		
Größe / Technik	6,9 Zoll / OLED	6,8 Zoll / OLED
Auflösung / Punktdichte	2460 × 1080 Pixel / 388 dpi	2448 × 1080 Pixel / 394 dpi
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	3,54 ... 589 cd/m² / 96,5 %	4,5 ... 890 cd/m² / 92,4 %
Kamera		
Hauptkamera Auflösung / Blende / OIS	64,2 MP (9248 × 6944) / f/1,9 / –	15,7 MP (4576 × 3432) / f/1,8 / –
Weitwinkelkamera Auflösung / Blende / OIS	15,9 MP (4608 × 3456) / f/2,2 / –	13 MP (4160 × 3120) / f/2,2 / –
Frontkamera	44 MP (7968 × 5480) / f/2 / –	23,8 MP (5632 × 4224) / f/2,5 / –
Messungen, Laufzeiten, Benchmarks		
Laufzeiten bei 200 cd/m² Helligkeit	17 h HD-Video 60 fps / 11,7 h 4K-Video 120 fps / 11,1 h 3D-Spiel / 16 h Videostream¹	22 HD-Video 60 fps / 13,5 h 4K-Video 120 fps / 15,3 h 3D-Spiel / 23,7 h Videostream
Coremark Single / Multi	22738 / 101294	22679 / 102881
Geekbench V4 Single, Multi / V5 Single, Multi	5065, 14428 / 1132, 3659	5044, 14526 / 1126, 3694
GFXBench Car Chase / Manhattan 3.0 / Manhattan 3.1 (je On-, Offscreen)	57 fps, 73 fps / 132 fps, 164 fps / 96 fps, 117 fps	55 fps, 67 fps / 107 fps, 123 fps / 79 fps, 97 fps
3DMark Wild Life / Wild Life Stresstest	5828 / 87,4 %	5716 / 91,2 %
Bewertungen		
Performance / Ausstattung	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕
Kamera / Display	○ / ⊕	○ / ⊕⊕
Preis	999 € (16 GByte RAM/512 Flashspeicher)	799 € (8 GByte RAM/128 Flashspeicher), 899 € (12/256), 999 € (16/256), 1199 € (16/512), 1299 € (18/512) €

¹ alle Messungen mit automatischer Lüfterregelung ✓ vorhanden – nicht vorhanden
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht

ONLINE CONFERENCE

New Food

The taste of tomorrow

► June 24

Will meat, fish and milk products soon be produced in a lab? What technologies are necessary to produce healthy food in a sustainable way?

Receive important impulses from international experts on new food trends at the first EmTech Germany: Meat alternatives, genetic engineering, consumer wishes, etc.

Independent. Up-to-date. Competent.



Agenda Highlights

► **A technology-driven transition towards sustainable food:**

Opportunities and risks in alternative proteins.

Liz Specht, Good Food Institute

► **Cultured meat:**

From the fermenter to the table – The business with animal substitutes from the lab.

Deepak Choudhury, Singapore Institute of Manufacturing Technology

► **Plant-based food and alternative proteins:**

Alternative protein sources from plants, insects and air.

Dr. Volker Heinz, Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik

► **How to produce and regulate culture technique:**

Meat without animals – How does it work and what is inside?

Prof. Kai Purnhagen, Universität Bayreuth

**MIT
Technology
Review**
Das Magazin für Innovation von Heise

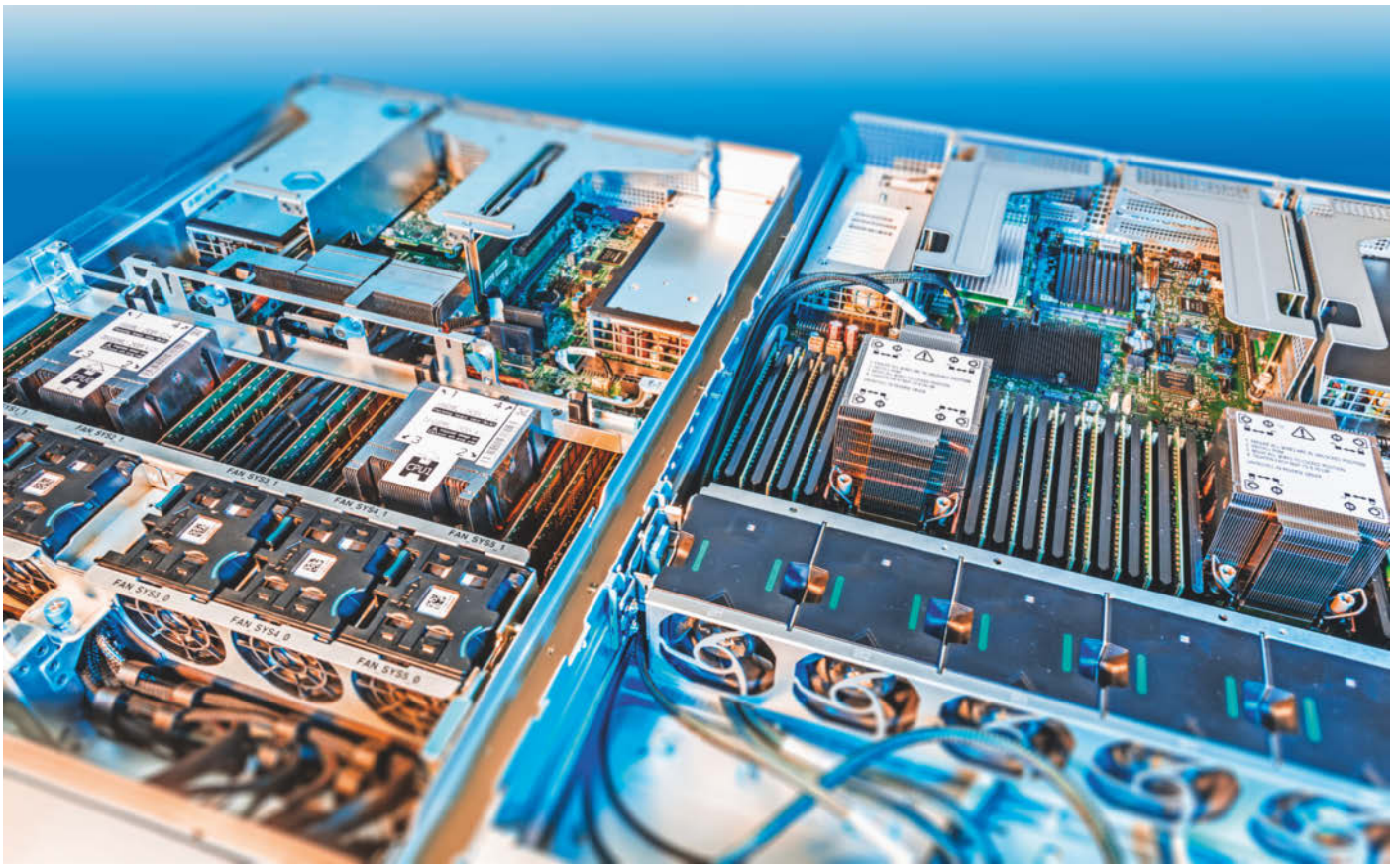
REGISTER NOW

konferenzen.heise.de/emtech-new-food-en

media partner



Get your **10%** early bird discount by May 27



Cloud-Antriebe

AMD Epyc 7003 „Milan“ und Intel Xeon-SP Gen 3 „Ice Lake“ für Server

Endlich schickt Intel die ersten Xeon-Serverprozessoren mit 10-Nanometer-Technik ins Rennen – und ins c’t-Labor. Dort treffen sie auf die ebenfalls neuen AMD-Epyc-CPU der dritten Generation und sollen AMD die Performance-Krone wieder entreißen.

Von Carsten Spille, Andreas Stiller und Christof Windeck

Obwohl der erste AMD Epyc vor mehr als drei Jahren erschien und nun in dritter Generation „Milan“ vorliegt, dominieren Xeons von Intel weiterhin den Markt der Serverprozessoren. Allerdings mussten die „Xeon Scalable Processors“

(Xeon-SP) Federn lassen, Preise und Umsatz sanken zuletzt erheblich. Die jüngste Xeon-SP-Generation „Ice Lake“ mit 10-Nanometer-Technik – die eigentlich schon Jahre früher geplant war – soll jetzt den eklatanten Rückstand auf den 64-Kerner Epyc verkürzen: Die neuen Xeons haben immerhin bis zu 40 statt bloß 28 CPU-Kerne und ziehen beim PCI-Express-Standard (mit PCIe 4.0 statt zuvor 3.0) und RAM (mit acht statt sechs Speicherkanälen) mit den Epycs gleich. AMD hat den Epyc in der dritten Generation mit Zen-3-Mikroarchitektur auch verbessert. Wir nehmen die Kontrahenten unter die Benchmark-Lupe und beschreiben ihre jeweiligen Besonderheiten.

Deutliche Optimierungen

Beim Epyc ist der Schritt von der Zen-2-Generation (7002, Rome) zu Zen 3 nicht sehr groß, aber bedeutend: Epyc-7003-CPU laufen in denselben Servern und Main-

boards wie ihre Vorgänger, sofern der jeweilige Hersteller ein BIOS-Update bereitstellt. Es bleibt folglich bei der Fassung SP3 (siehe Tabelle auf S. 85) sowie bei je acht RAM-Kanälen und 128 PCIe-4.0-Lanes pro CPU, wovon die Hälfte in einem Zwei-Socket-(2S-)System zur Anbindung des zweiten Prozessors dient. Auch die Anzahl der Kerne sowie die Cache-Kapazitäten änderten sich nicht.

AMD hat allerdings die Rechenkerne und den Aufbau der sogenannten Core Complexes (CCX) geschickt optimiert, genau wie beim schon im Herbst 2020 vorgestellten Ryzen 5000 [1, 2]. Im Vergleich zum Vorgänger verkürzte AMD vor allem Latenzen, unter anderem durch bessere Anbindung des weiterhin 32 MByte fassenden Level-3-(L3-)Caches, auf dessen volle Kapazität jetzt auch ein einzelner Kern direkt zugreifen kann. Auch Sprungvorhersage und Speicherdurchsatz wurden verbessert. Je nach

Code verarbeitet ein Zen-3-Kern rund 10 bis 20 Prozent mehr Instruktionen pro Taktschritt (Instructions per Cycle, IPC) als die Kerne im Zen 2. Zudem bringt AMD mehr Epyc-Versionen mit 240 und 280 Watt Thermal Design Power (TDP); diese takten im Schnitt höher als ihre 225-Watt-Vorgänger, wenn das jeweilige Server-Mainboard genug Strom liefert und die Kühlung mitspielt. Außerdem bietet AMD einige Epyc-„F“-Versionen mit weniger Kernen an, aber mit besonders hohem Turbo-Takt und vollem Cache-Ausbau. Sie eignen sich besonders für Software, bei der man Lizenzen pro CPU-Kern bezahlt, sowie für Anwendungen, bei denen es auf niedrigste Latenz ankommt.

AMD setzt weiterhin auf ein „Chiplet“-Design, kombiniert also mehrere Silizium-Dies zu einem Prozessor. Es bleibt bei acht CCX-Dies (CCDs) mit je acht CPU-Kernen, die der Auftragsfertiger TSMC mit 7-Nanometer-Technik herstellt. Die Anbindung von RAM, PCI Express, SATA, USB und anderer I/O-Funktionen erledigt das I/O-Die, welches nach wie vor Globalfoundries mit alter 12-Nanometer-Technik produziert. Beim I/O-Die gab es

lediglich kleinere Updates von Sicherheitsfunktionen.

Xeon-Zeitenwechsel

Der Ice-Lake-Xeon bringt im Vergleich zu seinem direkten Vorgänger „Cascade Lake“ geradezu umwälzende Neuerungen. Intel wechselt nicht nur von 14- auf 10-Nanometer-Fertigung, die 42 Prozent mehr Kerne im Prozessor ermöglicht. Es gibt auch komplett überarbeitete „Sunny Cove“-Rechenkerne mit neuen Funktionen, PCI Express 4.0 statt PCIe 3.0, 64 statt 48 PCIe-Lanes sowie acht statt sechs RAM-Kanäle. Die vielen zusätzlichen Anschlüsse erfordern die neue Fassung LGA4189, also auch neue Mainboards. Zudem schreibt AMD beim billigsten Milan-Epyc 7313P (16 Kerne) 913 US-Dollar in die Preisliste, während es bei Intel mit dem Xeon Silver 4309Y (8 Kerne) schon bei 500 US-Dollar losgeht – auch das ein Novum.

Für Sunny Cove verspricht Intel im Schnitt 20 Prozent mehr Rechenleistung pro Taktzyklus als beim Vorgänger Cascade Lake. Allerdings bleiben Ice-Lake-Xeons auch rund 20 Prozent unter den Turbo-Takten von Cascade Lake (maximal 3,7 statt bis zu 4,5 GHz). Doch weil es

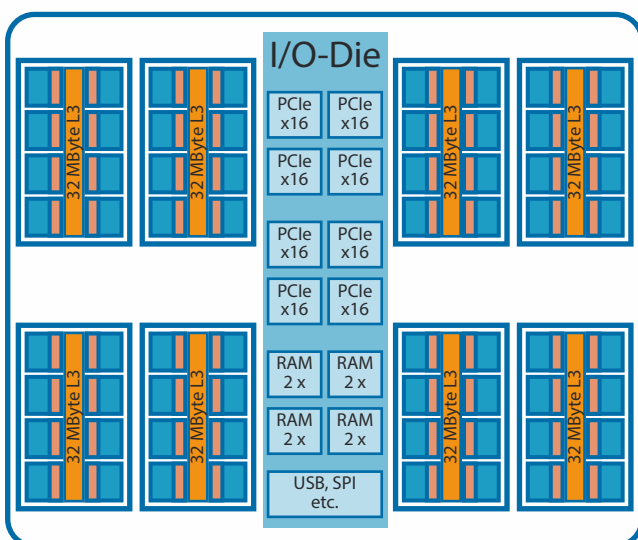
nun viel mehr Kerne gibt – übrigens durchweg auch mehr Kerne pro Euro als bei den Vorgängern –, steigt die Rechenleistung pro physischem Prozessor stark an.

Dass Ice-Lake-Technik nicht die hohen Takte der Vorgänger schafft, zeigte sich war schon 2019 bei Mobilprozessoren der zehnten Core-i-Generation so. Bei diesen wechselte Intel aber mittlerweile zur elften Generation „Tiger Lake“ mit weiter optimierten „Willow Cove“-Kernen, die über 4,5 GHz schaffen. Ähnliche Kerne kommen wohl in den für 2022 angekündigten Xeons der Generation „Sapphire Rapids“ zum Einsatz, die auch DDR5-RAM und PCI Express 5.0 unterstützen – und wieder eine neue CPU-Fassung erfordern, vermutlich LGA4677.

Die aktuellen Ice-Lake-Xeons der dritten Generation (Gen 3) sind also eine Art Zwischengeneration. Das zeigt sich auch an der verwirrenden Unterteilung der Marktsegmente: Es gab schon zuvor Gen-3-Xeon-SPs. Diese „Cooper Lake“-Typen entstammen noch der 14-Nanometer-Fertigung und sind für Server mit vier und mehr Prozessoren gedacht. In der Typenliste erkennt man sie jeweils an einem nachgestellten „H“, also etwa Xeon

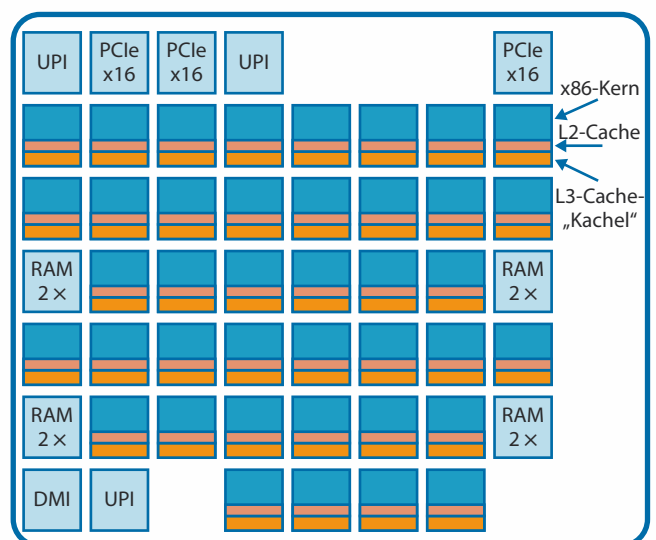
AMD Epyc 7003 „Milan“

Ein Epyc kombiniert bis zu neun einzelne Siliziumchips (engl. Dies) in einem Gehäuse: Acht Core Complex Dies (CCDs) mit je acht Zen-3-Kernen (mit eigenen L1- und L2-Caches) sowie mit 32 MByte gemeinsamen L3-Cache. Jeder CCD ist mit dem I/O-Die verbunden, in dem RAM-Controller für insgesamt acht DDR4-Kanäle sitzen sowie acht PCIe-4.0-x16-Controller. Von den 128 Lanes sind 80 umschaltbar: 16 Lanes in den SATA-Modus, 64 andere Lanes in den GMI-Modus, um einen zweiten Epyc anzubinden. Zudem gibt es Controller für USB, SPI, I²C und LPC – ein Epyc kommt ohne Chipsatz aus.



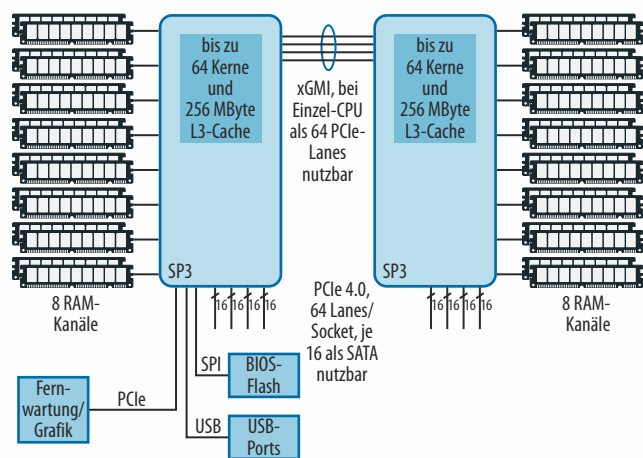
Intel-SP Gen 3 „Ice Lake“

Ein Ice-Lake-Xeon besteht aus einem einzigen (monolithischen) Die, auf dem alle 40 CPU-Kerne und I/O-Controller sitzen. Jeder Kern hat eigene L1- und L2-Caches sowie eine 1,5 MByte große L3-„Kachel“. Sämtliche Funktionsblöcke sind über ein schnelles Mesh-Netzwerk miteinander verknüpft. Zur Verbindung von zwei (oder mehr) Xeons gibt es drei Ultra Path Interconnects (UPIs). Der Xeon-SP braucht einen Chipsatz, der unter anderem SATA und USB anbindet. Die Verbindung zwischen CPU und Chipsatz nennt Intel DMI; das ist eng mit PCIe 3.0 verwandt.



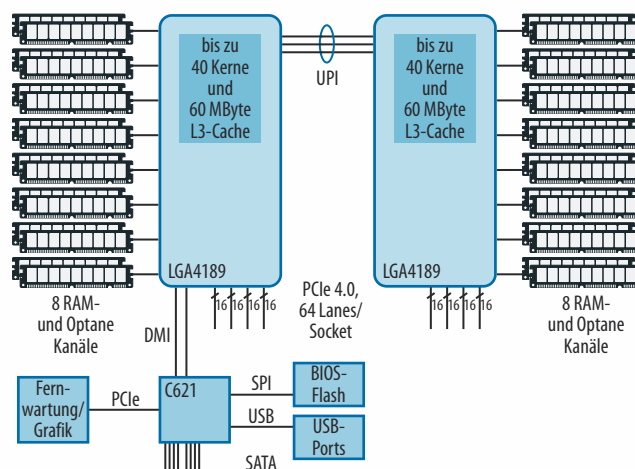
AMD Epyc 7003: Zwei-Socket-Server (vereinfacht)

Um zwei Epyc-CPU zu koppeln, lassen sich 48 oder 64 der 128 PCIe-Lanes in den Betriebsmodus Inter-Chip Global Memory Interconnect (xGMI) umschalten. Seit der ersten Epyc-Generation kommt die Fassung SP3 mit 4094 Kontaktfedern zum Einsatz. Jeder der acht RAM-Kanäle kann ein oder zwei Module aufnehmen (1DPC/2DPC); mit 1DPC ist DDR4-3200 zulässig, mit 2DPC DDR4-2933. 16 DIMMs mit je 256 GByte ergeben maximal 4 TByte pro Fassung (8 TByte bei 2 Fassungen).



Intel Xeon-SP Gen 3: Zwei-Socket-Server (vereinfacht)

Um zwei Prozessoren zu koppeln, hat jeder Xeon-SP drei Controller für den Ultra Path Interconnect (UPI). Die Ice-Lake-Xeons passen in die neue Fassung LGA4189, die im Vergleich zu den Vorgängern mehr Kontakte für mehr RAM-Kanäle und PCIe-Lanes hat. Jeder der acht RAM-Kanäle kann ein oder zwei Module aufnehmen, auch bei Vollbestückung ist DDR4-3200 zulässig. Bis zur Hälfte der Module können Optane DC Memory sein mit bis zu 512 GByte pro DIMM, dann sind pro Fassung 6 TByte Speicher möglich (davon 2 TByte RAM), bei 2 Xeons also 12 TByte. Per DMI ist der Chipsatz „Lewisburg-R“ (C62x) angebunden, darüber wiederum SATA, USB, SPI, I²C und weitere Busse.



Platinum 8380H statt 8380. Im Umkehrschluss zielen die neuen Ice-Lake-Xeon-SP – genau wie die Epycs – auf Server mit einer oder zwei CPU-Fassungen (Sockets) und es gibt – ebenfalls wie bei den Epycs – billigere Versionen nur für den Einzelbetrieb („U“-Typen, bei Epyc: „P“).

Spezialfunktionen

Epyc und Xeon-SP beherrschen jeweils exklusive Funktionen für besondere Einsatzzwecke. Der Epyc bietet etwa Secure Encrypted Virtualization (SEV), um die separaten Speicheradressbereiche parallel laufender virtueller Maschinen (VMs) jeweils unterschiedlich zu verschlüsseln. Das dient einerseits dem sogenannten Confidential Computing in der Cloud, bei dem nicht einmal mehr ein Administrator mit Root-Rechten den Inhalt des RAM ausspähen kann. Andererseits lässt SEV Seitenkanalangriffe wie Spectre ins Leere laufen, bei dem Malware in einer VM versucht, Daten aus einer anderen VM zu ergattern. SEV lässt sich unter anderem mit dem Hypervisor VMware ESXi nutzen, künftig sogar in der „Encrypted State“-Version (SEV-ES), die selbst dem Hypervisor

(alias VM Monitor) den Blick in den VM-Speicher verwehrt.

Der Ice-Lake-Xeon beherrscht nur die transparente RAM-Vollverschlüsselung Total Memory Encryption (TME), die den gesamten Speicher mit demselben Schlüssel schützt. Ursprünglich hatte Intel auch Multi-Key-TME (MK-TME) angekündigt, analog zu AMD SEV. Doch die neuen Xeons haben Software Guard Extensions (SGX), um für sensible Daten auf Cloud-Servern verschlüsselte Enklaven im RAM einzurichten, genannt Trusted Execution Environment. Die jeweiligen Keys für die RAM-Verschlüsselung verwahrt bei AMD der Secure Processor, oft Platform Security Processor (PSP) genannt, und bei Intel die Converged Security and Management Engine (CSME).

Der Epyc kann zudem PCIe-Lanes für die Cache-kohärente Anbindung der haus-eigenen Rechenbeschleuniger Radeon Instinct MI umschalten und so den Speicherzugriff vereinheitlichen, das nennt AMD Infinity Architecture. Bei Intel soll das erst mit Sapphire Rapids und PCIe 5.0 als Compute Express Link (CXL) kommen. Ob solche Funktionen abseits von Super-

computern weite Verbreitung finden, bleibt abzuwarten.

Ein in der Theorie erheblicher, aber in der Praxis selten nutzbarer Vorteil der Xeons sind ihre zwei AVX-512-Rechenwerke pro Kern. Diese verarbeiten pro Taktschritt doppelt so viele Daten wie die je zwei AVX-2-Einheiten pro Epyc-Kern. Und Intel hat den AVX-512-Einheiten neue KI-Tricks beigebracht, nämlich Vector Neural Network Instructions (VNNI) und Deep Learning Boost (DL Boost). Läuft Software mit AVX-512-Code, können Ice-Lake-Xeons deshalb an Epycs mit viel mehr Kernen vorbeiziehen. Doch erstens ist AVX-512-Code eher selten, zweitens haben die Epycs mehr Kerne, drittens takten sie oft höher als die Xeons und viertens setzt man für High Performance Computing (HPC) und KI-Algorithmen häufig Rechenbeschleuniger ein. Wie die AVX-512-Zukunft aussieht, ist offen, weil Intel selbst bald eine Erweiterung namens Advanced Matrix Extensions (AMX) einbauen will, die breite AVX-Einheiten oft überflüssig macht. Solche Rechenwerke sollen Programmierer dank Intels OneAPI angeblich leicht nutzen können.

Die AVX-512-Einheiten der Ice-Lake-Xeons können zudem einige Algorithmen zur Ver- und Entschlüsselung deutlich schneller verarbeiten, etwa AES und ECDHE.

Ausschließlich mit Xeons lassen sich Intels nichtflüchtige Speichermodule mit sehr hoher Kapazität nutzen, genannt Optane DC Persistent Memory. Die Ice Lakes brauchen die neue Version Pmem 200 alias Barlow Pass (Pmem 100: Apache Pass), die es als Speicherriegel mit je 128, 256 oder 512 GByte Kapazität gibt. Optane ist langsamer als DRAM, aber pro Gigabyte billiger, hingegen teurer als NVMe-SSDs, aber viel schneller. Als Kombination aus DDR4- und Pmem-200-Modulen sind bis zu 12 TByte Speicher in einem Dual-Xeon-Server möglich. Optane-Speicher lässt sich einerseits als billiger RAM-Ersatz nutzen und andererseits für Spezialfunktionen von Datenbank- und Storage-Servern.

Benchmark-Parade

AMD und Intel schickten jeweils Pärchen ihrer Server-Spitzenreiter ins c't-Labor, also je zwei Epyc 7763 (64 Kerne, 2,45 bis 3,5 GHz, 256 MByte L3-Cache, 280 Watt, Listenpreis 7890 US-Dollar) und zwei Xeon Platinum 8380 (40 Kerne, 2,3 bis 3,4 GHz, 60 MByte L3, 270 Watt, 8100 US-Dollar). Von AMD kam zudem ein Schwung kleinerer Epyc-CPU's, die wir in einer der kommenden Ausgaben testen.

Die Epycs konnten wir in einem Daytona-Referenzsystem nach einem Update von BIOS und BMC-Firmware in Betrieb nehmen. Die Xeons steckten in Intels neuem „Coyote Pass“-Rackserver (M50CYP2U) mit LGA4189-Fassungen und PCIe 4.0. Bei den Servern mit Pärchen von Epyc 7763 und 7742 sowie Intels neuen Xeon Platinum 8380 kamen jeweils 16 DDR4-3200-RDIMMs (je 32 GByte, insgesamt 512 GByte) zum Einsatz, sodass sämtliche RAM-Kanäle bestückt waren. Das ältere Xeon-System mit 8280er-CPU's führen wir mit zwölf 32-GByte-Modulen DDR4-2933 ebenfalls aus. Alle Tests liefen unter Linux, genauer mit Ubuntu 20.04.2 LTS mit dem Kernel-Build 5.8.0-48.

Die Messung mit dem synthetischen Programm Flops mit hochoptimiertem AVX2-/512-Code zeigt, dass AMDs Epyc 7003 beim reinen Gleitkomma-(Floating-Point-/FP-)Durchsatz nicht mehr so stark zulegt wie beim vorigen Generationswechsel. Nur sieben Prozent Leistungsplus verzeichnet die Milan-Plattform gegenüber ihrem Vorgänger. Die Messung

Die ersten 10-Nanometer-Xeons haben komplett überarbeitete Rechenkerne und brauchen neue Mainboards mit der Fassung LGA4189.



von Intels Xeon Platinum hingegen bestätigt die Papierform: (vor allem) die zusätzlichen Kerne (plus 42 Prozent) lassen die Ice-Lake-Xeons ihren Vorgängern davon sprinten und auch im Vergleich zum Epyc 7763 sind sie noch 15 Prozent schneller. Die Xeon Platinum 8380 profitieren dabei auch von der verbesserten Fertigungstechnik, denn die zusätzliche Performance übersteigt den ebenfalls vorhandenen Zuwachs an erlaubter TDP (plus 32 Prozent).

Der Numbercruncher y-cruncher macht ebenfalls heftigen Gebrauch von AVX-512, welches nicht nur doppelt so viele Daten wie AVX-2 durch die Rechenwerke schleust, sondern vor allem auch neue Befehle mitbringt, die im Einzelfall noch mehr Performance ermöglichen. Hier liegen die Xeon 8380 nur rund 15 bis 20 Prozent hinter den neuen Epycs mit 60 Prozent mehr Kernen beziehungsweise Threads.

In Tests, die praxisbezogeneren Programmcode nutzen, zeigt sich ein anderes Bild. Zwar liegen die neuen auch hier fast durchweg vor den alten Xeons, kommen

aber nicht einmal an AMDs alte 7742er-Epyc-CPU's heran. Dass sie dabei weniger Kerne zur Verfügung haben, ist im Duell der Spitzenmodelle keine Entschuldigung, kann aber bei schwächer bestückten Servern wichtig sein; nämlich dann, wenn weniger, dafür einzeln stärkere Kerne auch geringere Lizenzkosten für die verwendete Software bedeuten.

Im Rendering-Programm Blender 2.92.0 LTS zeigen die neuen Epyc-Prozessoren am eindrucksvollsten, dass AMD noch einmal einiges an Performance speziell aus den einzelnen Kernen herausquetschen konnte: 16 Prozent schneller ist das Epyc-7763-Gespann im Vergleich zu den 7742ern und knapp 39 Prozent vor den Xeon Platins. Auch beim Video-Transcoder Handbrake schneiden die neuen Epycs deutlich besser ab als die Xeon 8380. Die liegen sogar hinter ihren älteren Geschwistern, weil dieser Test nicht alle Kerne voll auslastet und daher der höhere Turbo-Takt der Xeon Platinum 8280 durchschlägt. Auch das Kompilieren kom-

Generationsvergleich: AMD Epyc und Intel Xeon

Prozessor	AMD Epyc		Intel Xeon-SP	
	7002 (Rome)	7003 (Milan)	Gen 2 (Cascade Lake)	Gen 3 (Ice Lake)
Fertigungstechnik	TSMC 7 nm	TSMC 7 nm	Intel 14 nm	Intel 10 nm
Kern-Generation	Zen 2	Zen 3	(Skylake)	Sunny Cove
Kerne / Threads max.	64 / 128	64 / 128	28 / 56	40 / 80
L1D-Cache	32 KByte	32 KByte	32 KByte	48 KByte
L2 pro Kern (gesamt max.)	0,5 (32) MByte	0,5 (32) MByte	1,0 (28) MByte	1,25 (50) MByte
L3-Cache maximal	256 MByte	256 MByte	38,5 MByte	60 MByte
RAM-Kanäle / Socket	8 × DDR4-3200	8 × DDR4-3200	6 × DDR4-2933	8 × DDR4-3200
max. RAM / Socket	4 TByte	4 TByte	3 TByte	4 TByte
max. Optane / Socket	—	—	3 TByte	4 TByte
max. RAM+Optane / Socket	4 TByte	4 TByte	4,5 TByte	6 TByte
PCI Express	128 Lanes PCIe 4.0	128 Lanes PCIe 4.0	48 Lanes PCIe 3.0	64 Lanes PCIe 4.0
PCIe-Lanes bei zwei Sockets	128 Lanes PCIe 4.0	128 Lanes PCIe 4.0	96 Lanes PCIe 3.0	128 Lanes PCIe 4.0
AVX-Einheiten pro Kern	2 × AVX-2	2 × AVX-2	1 oder 2 × AVX-512	2 × AVX-512
Confidential Computing	SEV-ES	SEV-ES	—	TME, SGX
max. Anzahl Sockets	2	2	4 und mehr	2 ¹

¹ für Server mit vier und mehr Fassungen empfiehlt Intel Cooper Lake (14 nm)

plexer Projekte wie des Linux-Kernels 5.11.10 mit dem GCC-Kompiler 9.3.0 läuft auf den Epycs merklich flotter, schon allein, weil sie mehr Kerne haben. Der nackte Durchlauf ohne Module gelingt dabei in gerade einmal 21 Sekunden.

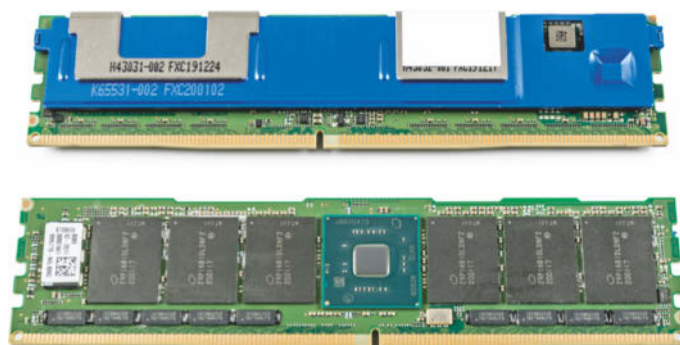
Täglich grüßt das SPEC-Murmeltier

Seit 1989 ist die CPU-Benchmark-Suites der Standard Performance Evaluation Corporation (SPEC) nicht nur dem Namen nach, sondern auch de facto der Standard für CPU-Performance. Derzeit ist CPU2017 aktuell. Das ist ein Benchmark von echten Applikationen, darunter viele wissenschaftliche Anwendungen, aber auch Spiele wie Schach und Go, Video, Komprimierung, Bilderkennung. Allerdings liegt die SPEC-Suite als Quellcode vor und muss also vor den Testläufen kompiliert werden. Dabei kitzeln die CPU-Hersteller mit ausgefeilten Optimierungen das Maximum aus ihren Chips heraus. Der folgende Abschnitt erläutert einige dieser ziemlich komplizierten Tricks.

Die SPEC CPU 2017 besteht aus vier Teilen, die nach Gleitkomma oder Integer-Berechnungen (fp/int) unterscheiden sowie nach Durchsatz („rate“, alle Kerne) oder Geschwindigkeit („speed“, Einzelkern). Zudem gibt es eine weitere Aufteilung in Basis („base“) und höher optimierten Peak-Code – wir messen ausschließlich nach den Basis-Regeln. So erhält man die vier Werte SPECrate2017_int_base, SPECrate2017_fp_base, SPECspeed2017_int_base und SPECspeed2017_int_base, die wir im Folgenden als FPrate, FPspeed, Intrate und Intspeed abkürzen.

AMD und Intel kämpfen für gute SPEC-Werte nicht nur mit ihrer Hardware gegeneinander, sondern verstärkt auch mit Compilern. Schließlich beeinflusst deren Leistung ganz wesentlich die Benchmark-

Eine Besonderheit der Xeons ist, dass sie nichtflüchtige Optane-Speichermodule ansteuern können. Sie passen in dieselben Speicherfassungen wie DDR4-Riegel, arbeiten aber völlig anders.



ergebnisse. Viele Jahre lang war AMD auf diesem Gebiet auf Compiler von Firmen wie Microsoft, PGI oder der GNU-Community (GCC/++, GFortran) angewiesen oder gar auf das Wohlwollen der Compilerentwickler des Konkurrenten, das sich – freundlich ausgedrückt – in Grenzen hielt. Inzwischen gibt es den AMD Optimizing C/C++-Compiler AOCC auf Basis von LLVM, kostenlos und Open Source. Gerade ist er in Version 3.0 verfügbar, die speziell auch die neuen Epycs unterstützt. Intel verwendet bei seinen kostenpflichtigen, proprietären Compilern nun auch ein LLVM-Backend und offeriert mit „OneAPI“ eine komplette Programmierumgebung für verschiedene Prozessoren und Beschleuniger.

GCC dominiert

Die herstellereigenen Compiler sind zu meist ein gutes Stückchen schneller, unter anderem, weil sie undokumentierte Features nutzen können.

Insbesondere bei AMD beruhen die veröffentlichten Benchmarkergebnisse auf den Webseiten der SPEC (www.spec.org) derweil auf aberwitzig vielen Spezial-Flags, die die Benchmarkspezialisten in monatelanger mühevoller Kleinarbeit speziell für die SPEC-Benchmarks ausgetüftelt haben. So programmiert ansonsten kein Mensch!

Aber so sehr sich Intel und AMD auch bemühen, außerhalb vom High-Performance-Computing ist der Einsatz ihrer Compiler eher selten. In der Praxis dominieren ganz klar weiterhin die GNU-Compiler. Blöd also, dass von den abertausend Veröffentlichungen der CPU2017-Benchmarkergebnisse auf www.spec.org einzig der ARM-Serverprozessor Kunpeng 920 von Huawei mit GNU-C/C++ und -GFortran aufgelistet ist. Bei x86 ist da komplett Fehlanzeige.

Wir führten daher schon beim Zweikampf der beiden Vorgänger vor zwei Jahren einen anderen Ansatz für einen fairen Vergleich von Prozessor-Architekturen ein: Man verwendet für beide Kontrahenten den gleichen, möglichst aktuellen Compiler GCC/G++ mit dem Flag -O3 für die beste Performance und mit dem passenden Architektur-Flag [3]. Auch auf das Einbinden eines speziellen Heap Managers (etwa jemalloc) verzichten wir, auch wenn man dadurch vor allem in den Integer-Suites durchaus 10 bis 20 Prozent Performance einbüßt. Aber es geht ja nicht um Geschwindigkeitsrekorde, sondern um faire Vergleiche.

Der nagelneue GCC 11.1.0 von Ende April kennt jetzt beide Probanden: -march=icelake-server für den Xeon 8380 und -march=znver3 für den Epyc 7763.

Leistungsmessungen Serverprozessoren

Prozessor (n=2)	Plattform	Speicher n × 32 GByte	Blender Scene Classroom [s]	Kcbench (mit Modulen) Kernel 5.11.10 m. GCC 9.3.0 [s]	7-Zip Komprimierung [MIPS]	Handbrake Profil: Production Max. [fps]	Y-Cruncher 10 Mrd. Stellen [s] ¹	Y-Cruncher 50 Mrd. Stellen [s] ¹	Flops FMA3 (Double Precision) [GFlops]
			◀ besser	◀ besser	besser ▶	besser ▶	◀ besser	◀ besser	besser ▶
AMD Epyc 7763	AMD Daytona 2021	16 × DDR4-3200	41	136	418125	87,6	103	570	5492
AMD Epyc 7742	AMD Daytona 2019	16 × DDR4-3200	49	154	373058	79,1	106	623	5132
Intel Xeon Platinum 8380	Intel M50CYP2U	16 × DDR4-3200	67	185	299816	56,6	120	711	6336
Intel Xeon Platinum 8280	Intel R2208WF0ZS	12 × DDR4-2933	99	275	225221	57,7	190	1172	4281
Zum Vergleich (Ubuntu 19.04 (Kernel 5.0.0-21))									
AMD Epyc 7601	AMD Grandstand	16 × DDR4-2667	97	keine Messung	191366	keine Messung	267	1726	1370
Messungen unter Ubuntu 20.04.2 (Kernel 5.8.0-48)									

¹ Compute-Time ohne Schreiben der Ergebnisdatei

Überraschung

Einen Performancezuwachs auf dem Cascade Lake (Xeon 8280) zu den zwei Jahre alten Ergebnissen mit der GCC-9.1-Version konnten wir bei unsern SPEC-Läufen allerdings nicht ausmachen, im Gegenteil: bei den Int-FPrate-Messungen zeigte sich oft eine Verlangsamung. Beim Fortran-Benchmark 503.bwave_r war sie besonders ausgeprägt: 295 Punkte mit dem GCC 11.1, aber 495 mit GCC 9.1.

Ähnlich merkwürdig sah es bei den AMD-Prozessoren aus: Der Epyc 7763 mit GCC 11.1 erwies sich bei gleicher Kernzahl und gleichem Takt häufig als langsamer gegenüber dem Vorgänger Rome mit GCC 9.1. Also führen wir die ganze Suite zur Kontrolle noch mal mit dem GCC 9.1 auf dem Milan: Der alte Compiler erzeugte im Schnitt 10 Prozent schnelleren Code. Bremsen da etwa inzwischen standardmäßig aktivierte Sicherheitseinstellungen gegen Seitenkanalangriffe wie Spectre?

Mit den alten Compilern jedenfalls war, wie es sich für eine neue Prozessorgeneration gehört, der Milan dann doch ein Stückchen schneller. Gemäß der Veröffentlichungen der AMD-Partner mit Rome (AOCC 2.0) und Milan (AOCC 3.0) stiegen FPrate und Intrate im Schnitt um 24 Prozent. Bei unseren GCC-9.1-Messungen und gleichem Code für beide Prozessoren gab es indes lediglich zehn Prozent Zuwachs. FPrate wird auf den AMD-Epyc-Prozessoren übrigens sinnvollerweise nur mit halber Thread-Anzahl auf den physischen Kernen gefahren, also ohne Simultaneous Multithreading (SMT). Dann ist für die Performance-Optimierung ein

korrektes Binden der Threads an die Cores (per Numactrl) nötig. Alternativ schaltet man SMT im BIOS-Setup ab.

Abstandshalter

Mit seinen 80 logischen Kernen legt der Xeon Platinum 8380 schon 42 Prozent gegenüber dem Vorgänger drauf, die man dann auch in den SPEC-Werten wiederfindet. Aber auch diese Steigerung reicht noch nicht, um die Epycs bei den Rate-Durchsatzwerten vom Sockel zu stoßen. Lediglich bei den Integer-Speed-Benchmarks liegt er gleichauf mit Milan, hier wirkt sich seine hohe Single-Thread-Performance aus. Aber ansonsten bleibt er weiterhin selbst hinter AMDs Rome klar zurück. Bei den Ergebnissen mit hochoptimierten Compilern (AMD AOCC 2.0 gegen Intel OneAPI) beträgt der Unterschied bei FPrate 11 Prozent, bei Intrate 19 Prozent. Nach unseren GCC9-Messungen ist der Abstand noch deutlich größer, 26 Prozent bei FPrate und sogar 46 Prozent bei Intrate. Und der Milan legt jeweils noch eine Schippe drauf, hier liegen die Ergebnisse bei Intrate bei 48 Prozent (AOCC3.0 gegen OneAPI) beziehungsweise 49 Prozent mehr mit GCC 9 und gar bei 60 Prozent Zuwachs mit GCC 11. Bei FPrate liefern die hochoptimierten Compiler etwa die gleichen Verhältnisse wie unsere GCC-Messungen mit einem Plus von 37 Prozent für den Milan. Da bleibt für Intel also noch einiges zu tun, um hier wirklich den Anschluss zu schaffen.

Fazit

Während die dritte Epyc-Generation 7003 nur leichte, aber gut wirksame Ver-

besserungen bringt, übertrumpfen die Ice-Lake-Xeons ihre Vorgänger deutlich. Doch wer zu spät kommt, den bestraft das Leben: Auch die neuen Xeon-Spitzenmodelle bleiben in vielen Disziplinen hinter den Epycs zurück – oft sogar hinter den älteren Epyc 7742. Bei identischer Kernanzahl und RAM-Bestückung dürften die Performance-Unterschiede zwischen Milan- und Ice-Lake-Systemen hingegen abschmelzen. Bei Allzweck-Servern, die häufig nach der Maßgabe „möglichst viele Kerne und RAM fürs Geld“ bestückt werden, verschärft sich deshalb wohl der Preiskampf zwischen AMD und Intel.

Wenn es um spezielle Einsatzbereiche geht wie Cloud-Server für Confidential Computing, Supercomputer oder KI-Systeme, kommen die jeweils exklusiven Funktionen der konkurrierenden Prozessoren ins Spiel: SEV und Infinity Architecture auf der Epyc-Seite, SGX, VNNI und Optane-Speicher bei den Xeons. Unabhängig von der CPU-Rechenleistung bringt PCI Express 4.0 mehr Geschwindigkeit für SSDs und Rechenbeschleuniger – endlich auch bei Xeons.

(csp@ct.de) 

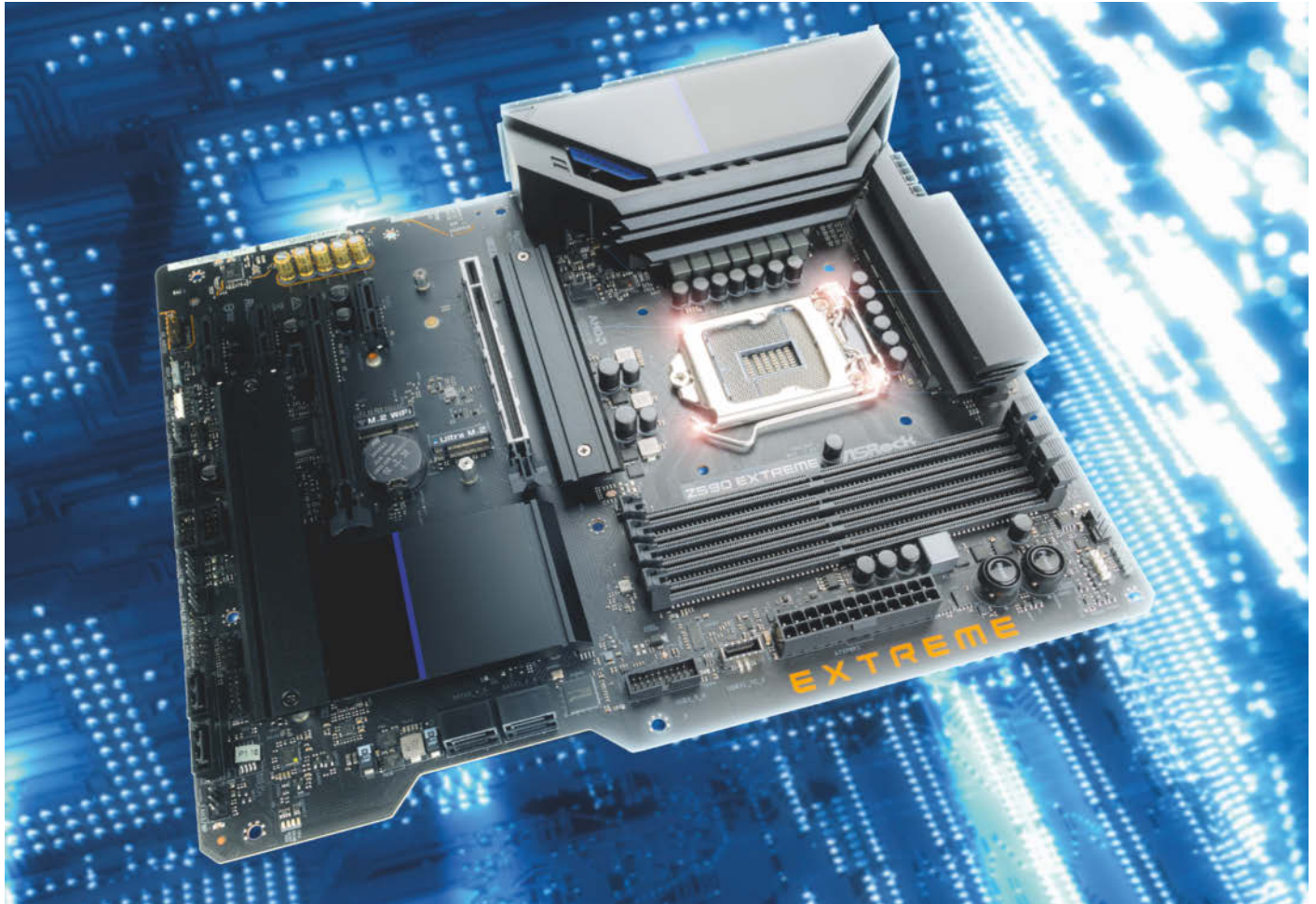
Literatur

- [1] Christian Hirsch, Um Antwort wird gebeten, Kern-zu-Kern-Latenzen bei modernen Prozessoren, c't 2/2021, S. 132
- [2] Carsten Spille, Kronjuwelen, Desktop-PC-Prozessoren AMD Ryzen 9 5900X und 5950X, c't 24/2020, S. 90
- [3] Andreas Stiller, SPECialitäten von Xeon und Epyc, Serverprozessoren von AMD und Intel im Test mit SPEC-CPU2017, c't 22/2019, S. 122

Serverprozessoren in der SPEC CPU2017

Prozessor (n=2)	SPECrate2017_int_base			SPECrate2017_fp_base		
	GCC 9.x ¹ [Punkte]	GCC 11 ¹ [Punkte]	AMD/Intel-Compiler ² [Punkte]	GCC 9.x ¹ [Punkte]	GCC 11 ¹ [Punkte]	AMD/Intel-Compiler ² [Punkte]
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶
AMD Epyc 7763	475	492	821	437	382	641
AMD Epyc 7742	467	keine Messung	664	407	keine Messung	516
Intel Xeon Platinum 8380	319	307	556	322	262	466
Intel Xeon Platinum 8280	214	192	338	214	158	277
Prozessor (n=2)	SPECSpeed2017_int_base			SPECSpeed2017_fp_base		
	GCC 9.x ¹ [Punkte]	GCC 11 ¹ [Punkte]	AMD/Intel-Compiler ² [Punkte]	GCC 9.x ¹ [Punkte]	GCC 11 ¹ [Punkte]	AMD/Intel-Compiler ² [Punkte]
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶
AMD Epyc 7763	7,17	8,53	11,1	179	181	246
AMD Epyc 7742	6,36	keine Messung	8,76	177	keine Messung	199
Intel Xeon Platinum 8380	7,07	8,17	11,7	128	133	229
Intel Xeon Platinum 8280	7,58	7,6	10,4	107	108	156

¹ estimates, keine official runs, gemessen unter Ubuntu-Server 20.04.1 mit -O3, Epyc 7763: 16 × 32 GByte DDR4-3200, 256 copies GCC 9.3 -march=znver2, GCC 11.1 -march=znver3; Epyc 7742: 16 × 32 GByte DDR4-3200, 256 copies GCC 9.1 -march=znver2, GCC 11.1 -march=znver3; Xeon Platinum 8380: 16 × 32 GByte DDR4-3200, 160 copies, GCC 9.3 -march=cascadelake, GCC11 -march=icelake-server; Xeon Platinum 8280: 12 × 32 GByte DDR4-2933, 112 copies, GCC 9.1 -march=cascadelake, GCC 11.1 -march=cascadelake
² Ergebnisse von www.spec.org mit dort dokumentierten flags: Xeon 8280: HP ProLiant DL385 Gen10, Intel-Compiler 19.0.1.144, Xeon 8380: Supermicro SYS-620U-TNR, Intel OneAPI 2021.1, Epyc 7742: HP ProLiant DL385 Gen10 Plus, AOCC 2.0, Epyc 7763: HP ProLiant DL385 Gen10 Plus v2, AOCC 3.0



Grundsanierung

Serie-500-Mainboards mit umfangreicher Ausstattung für Core i-11000 „Rocket Lake“

Mainboards mit B560- und Z590-Chipsatz bringen endlich einen zeitgemäßen Unterbau für aktuelle Intel-Desktop-Prozessoren. Zu den Neuerungen zählen PCI Express 4.0, schnelleres USB sowie HDMI 2.0. Bei der Leistungsaufnahme geht es aber einen Schritt zurück.

Von Christian Hirsch

Mainboards mit Serie-500-Chipsätzen kann man schon seit einigen Monaten kaufen. Doch erst mit den kürzlich vorgestellten Prozessoren der Serie Core-i-11000 „Rocket Lake“ entfalten sie ihr komplettes Potenzial. Die überarbeiteten Cypress-Cove-Kerne der neuen CPUs rechnen bei gleichem Takt rund zwanzig Prozent schneller als die Vorgänger [1]. Außerdem steuern die Neulinge Arbeitsspeicher schneller an und enthalten eine komplett überarbeitete Grafikeinheit mit Xe-Architektur. Die verbesserte LGA-1200-Plattform bringt zusammen mit den

Core-i-11000-Prozessoren PCI Express 4.0 direkt an der CPU für schnellere SSDs, eine breitere Anbindung des Chipsatzes sowie flotteres USB mit 20 GBit/s und HDMI 2.0 für eine ruckelfreie 4K-Darstellung.

Wir haben vier Mainboards mit den Chipsätzen B560 und Z590 ins Labor geholt. Knapp unter 100 Euro kostet das MSI B560M Pro. Ebenso für Allround-PCs taugt das Asus Prime B560M-A für 115 Euro. Aus dem High-End-Segment stammen das Asrock Z590 Extreme für 200 Euro und das Mini-ITX-Board Gigabyte

Z590 Aorus Ultra für 260 Euro. Mainboards mit H510-Chipsatz haben wir nicht berücksichtigt, weil diese in ihren Funktionen stark beschnitten sind und lediglich 10 bis 15 Euro weniger kosten als die preiswertesten B560-Boards. Mainboards mit H570-Chipsatz bieten nur Asus und Asrock in geringer Zahl an. Vermutlich ist den Herstellern die Nische zwischen B560 und Z590 zu klein.

Die Auswirkungen der Pandemie lassen sich auch an den Board-Preisen ablesen. So kostete das Asus Prime B360M-A mit B360-Chipsatz Anfang 2020 noch rund 85 Euro. Das Mitte 2020 erschienene Nachfolgemodell Prime B460M-A pendelte in den letzten Monaten um die 100-Euro-Marke, während für das hier getestete, aktuelle Prime B560M-A 115 Euro fällig sind. Schuld an diesem Preisanstieg tragen unter anderem die anhaltend hohe Nachfrage nach Hardware sowie der schon seit Jahren bestehende und sich nun verschärfende Chipmangel. Das Problem dabei sind weniger die teuren komplexen Halbleiter-Bauteile wie der Chipsatz, sondern kleine, in vergleichsweise alter Fertigungstechnik hergestellte Komponenten wie die Reglerchips für die Spannungswandler. Solche Bauteile kommen nicht nur auf Mainboards zum Einsatz, sondern stecken in nahezu sämtlicher moderner Elektronik vom Smartphone bis zum Auto.

PCI Express: Mehr Lanes, höhere Geschwindigkeit

Durch die jahrelangen Verzögerungen bei Intels 10-Nanometer-Fertigungstechnik herrschte nicht nur bei der Architektur von Core-i-Prozessoren Stillstand, sondern auch bei der darunterliegenden Plattform. Während die inzwischen vier Jahre alte AM4-Plattform für AMD-Ryzen-Prozessoren seit Beginn HDMI 2.0 sowie direkt an die CPU angebundene PCIe-SSDs hat und seit 2019 PCI Express 4.0 bietet, änderte sich bei Intel seit 2015 fast nichts.

Für die jetzt hinzugekommenen Funktionen der Core-i-11000-CPU war die rund ein Jahr alte Fassung LGA1200 von Anfang an bereits technisch vorbereitet. Die Zahl der PCIe-Lanes vom Prozessor wächst von 16 auf 20, sodass zusätzlich zur Grafikkarte eine M.2-SSD direkt an der Rocket-Lake-CPU hängen kann. Durch den Wechsel von PCI Express 3.0 auf 4.0 verdoppelt sich obendrein der Durchsatz. Von einer M.2-SSD mit vier PCIe-4.0-Lanes konnten wir deshalb bei allen Serie-

500-Boards Daten mit rund 6,7 GByte/s lesen. Bei Serie-400-Boards fließen diese noch über PCIe-3.0-Leitungen und müssen darüber hinaus noch durch den DMI-Flaschenhals vom Chipsatz zur CPU, was den Durchsatz auf insgesamt 3,5 GByte/s limitiert, selbst wenn mehrere M.2-SSDs am Chipsatz hängen.

Die Kommunikationsgeschwindigkeit zwischen Chipsatz und Prozessor hat Intel beim Z590 und H570 aufs Doppelte aufgebohrt. Statt vier gibt es dort acht DMI-Lanes, sodass pro Richtung bis zu 8 GByte/s fließen. Dieser Schritt ist wichtig, denn die Chipsätze stellen nun bis zu drei USB-3.2-Gen-2x2-Ports mit 20 GBit/s bereit. Bereits einer davon beansprucht mit rund 2 GByte/s die Hälfte der Bandbreite einer DMI-x4-Verbindung. Bei den beiden günstigen Chipsätzen belässt es Intel bei DMI x4.

USB mit bis zu 2 GByte/s

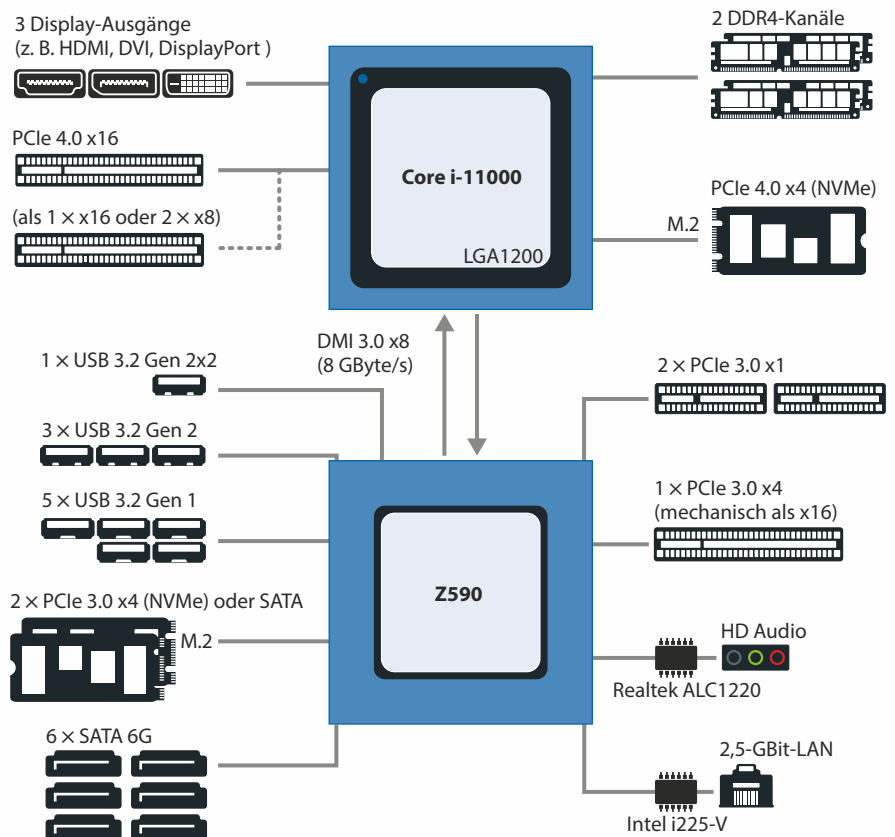
Allerdings agieren die Board-Hersteller bezüglich der schnellen USB-Schnittstelle

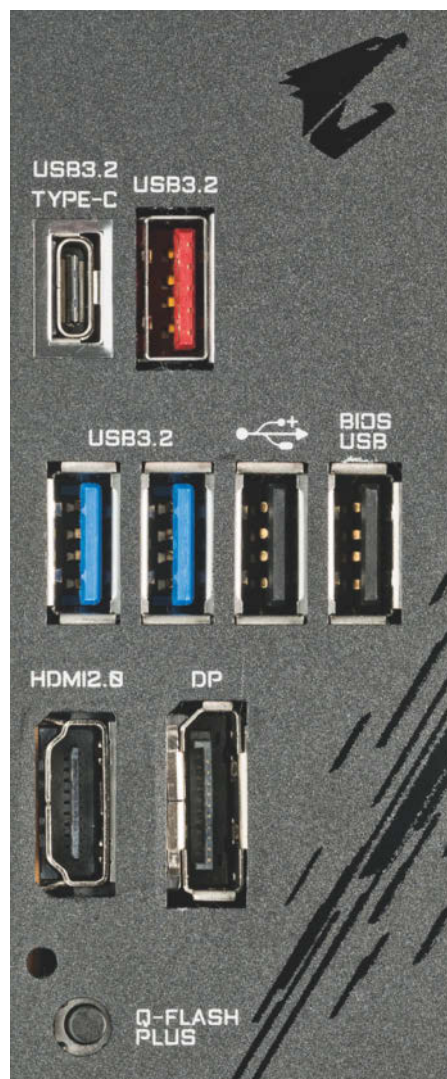
zögerlich: Den beiden B560-Mainboards von Asus und MSI fehlt ein solcher Anschluss, obwohl bei diesem Chipsatz zwei Stück möglich wären. Asrock und Gigabyte stattdessen ihre Z590-Boards immerhin mit einem schnellen USB-Port aus.

Ursache für die Zurückhaltung ist wohl ein technischer Grund: Im B560-Chipsatz gibt es intern 24 sogenannte High-Speed-I/O-Leitungen (HSIO). Manche davon sind fest einer Funktion zugewiesen, zum Beispiel als SATA-Port oder als PCIe-Lane, andere flexibel umschaltbar. Für die USB-3.2-Ports sieht Intel im B560 maximal sechs HSIO-Leitungen vor. USB 3.2 Gen 2x2 mit 20 GBit/s belegt im Unterschied zu den langsameren USB-3.2-Dialekten mit 5 und 10 GBit/s jedoch jeweils gleich zwei davon. Denn bei USB 20 GBit/s erfolgt die Verdopplung des Durchsatzes durch die parallele Nutzung der beiden Adernpaare von USB-C. Statt wenigen superschnellen USB-Buchsen wählen die Board-Hersteller also lieber mehrere nicht ganz so schnelle.

Typische Konfiguration eines Z590-Boards

Die Board-Hersteller können die SATA- und PCIe-Leitungen von Prozessor und Chipsatz relativ flexibel verteilen. Nicht immer lassen sich alle Verbindungen gleichzeitig nutzen, manche Steckplätze teilen sich Lanes.





Das Gigabyte Z590I Aorus Ultra bietet alle vier Geschwindigkeitsklassen von USB 3.2: Der USB-C-Anschluss arbeitet mit 20 GBit/s, die roten Typ-A-Buchsen mit 10 GBit/s und die blauen mit 5 GBit/s. Bei den schwarzen USB-Ports handelt es sich um klassisches USB 2.0.

Serie-500-Chipsätze

Chipsatz	Z590	H570	B560	H510
Anbindung zur CPU	DMI 3.0 x8	DMI 3.0 x8	DMI 3.0 x4	DMI 3.0 x4
PCIe-Lanes	bis zu 24 × PCIe 3.0	bis zu 20 × PCIe 3.0	bis zu 12 × PCIe 3.0	bis zu 6 × PCIe 3.0
USB-Ports	bis zu 14	bis zu 14	bis zu 12	bis zu 10
davon USB 20 GBit/s	bis zu 3	bis zu 2	bis zu 2	—
davon USB 10 GBit/s	bis zu 10	bis zu 4	bis zu 4	—
davon USB 5 GBit/s	bis zu 10	bis zu 8	bis zu 6	bis zu 4
SATA-6G-Ports	bis zu 6	bis zu 6	bis zu 6	bis zu 4
RAID	0, 1, 5, 10	0, 1, 5, 10	—	—
WLAN ¹	Wi-Fi 6	Wi-Fi 6	Wi-Fi 6	Wi-Fi 6
Display-Anschlüsse	3	3	3	2
DIMMs pro Kanal	2	2	2	1
Overclocking	✓	nur RAM	nur RAM	—
TDP	6 W	6 W	6 W	6 W

¹ zusätzlich WLAN-Modul AX201 notwendig

Die integrierte Xe-GPU der Core-i-11000-Prozessoren kann Monitore nun endlich auch direkt per HDMI 2.0 ansteuern. Das klappt bei allen vier Testkandidaten, sodass sie eine Auflösung von 3840 × 2160 Pixeln bei ruckelfreien 60 Hertz liefern. Bisher konnten die Core-i-Mainboards meist nur HDMI 1.4, weshalb die Wiederholrate über HDMI bei 4K auf 30 Hertz beschränkt war. Nur wenige, teure Boards trugen zusätzliche Level Shifter/Protocol Converter (LSPCon), die das DisplayPort-Signal der CPU in HDMI 2.0 wandelten.

Wer vor hat, günstige Celerons, Pentiums und Core i3 in Serie-500-Boards einzusetzen, muss mit einigen Einschränkungen leben. Denn diese CPUs verwenden alle noch die ältere Comet-Lake-Architektur. In dieser Kombination funktionieren weder der M.2-Slot am Prozessor noch PCI Express 4.0, HDMI 2.0 und die breitere Chipsatz-Anbindung.

Volllast nach Gutdünken

Bei den Rocket-Lake-Prozessoren hat Intel die Vorgaben für die Power-Limits gelockert, weshalb sich die Leistungsaufnahme unter Last bei den Boards stärker unterscheiden kann. Grundsätzlich gehören die Prozessoren einer bestimmten Abwärme-Klasse an. Diese Thermal Design Power (TDP) ist als Hinweis an PC-Hersteller gedacht und gibt an, welche Wärmeleistung der CPU-Kühler abführen können muss. Die meisten Core-i-Prozessoren haben eine TDP von 35, 65 oder 125 Watt, die auch als Power Limit 1 (PL1) bezeichnet wird. Da Kühlkörper eine gewisse thermische Trägheit haben, also einige Zeit brauchen, bis sie sich aufgeheizt haben, dürfen moderne Prozessoren ihre TDP für kurze



Asrock Z590 Extreme

Das Asrock Z590 Extreme hatten wir bereits vorab in c't 7/2021 getestet, damals allerdings noch ohne die aktuellen Rocket-Lake-Prozessoren. Das High-End-Board nimmt je zwei Grafikkarten und M.2-SSDs auf. Jeweils der erste Steckplatz hängt per PCI Express 4.0 an der CPU, der zweite per PCIe 3.0 am Z590-Chipsatz. Als einziges der vier Boards ist es mit zwei Netzwerkschnittstellen ausgestattet. Eine davon liefert bei passender Gegenstelle Daten mit bis zu 300 MByte/s. Der Typ-C-Frontanschluss arbeitet im USB-3.2-Gen-2x2-Modus und befüllt externe SSDs mit rund 2 GByte/s.

Bei der analogen Audioqualität sticht das Z590 Extreme positiv heraus. Bei der Aufnahme beträgt der Dynamikumfang 94 Dezibel, der damit um 8 bis 15 Dezibel größer ist als bei den anderen drei Testkandidaten. Für Gehäuselüfter oder Ventilatoren einer Wasserkühlung bietet das Z590 Extreme insgesamt sechs 4-Pin-Anschlüsse.

Im ausgeschalteten Zustand sowie im Standby-Modus schluckt das Asrock-Board wegen blauen LED-Unterflurbeleuchtung über 5 Watt. Erst mit aktiviertem ErP-Modus bleiben die Lichter dunkel und die Leistungsaufnahme sinkt im Soft-off-Modus auf unter 0,3 Watt. Dann fällt aber auch das Aufwecken über LAN weg. Mit dem Core i9-11900K betreibt das Z590 Extreme bei DDR4-3200-RAM den Speichercontroller unnötigerweise nur mit halbem Takt, was unter anderem bei Spielen einige Prozent Leistung kostet.

- ↑ zwei Netzwerkbuchsen
- ↑ gute Audioqualität
- ↓ lange Bootdauer



Asus Prime B560M-A

Das Asus Prime B560M-A taugt auch ohne Grafikkarte für Multimonitorssysteme: Dank 2 × HDMI 2.0 und 1 × DisplayPort 1.4 kann es drei 4K-Displays zugleich mit 60 Hertz Wiederholrate gleichzeitig ansteuern – sofern man einen Prozessor mit GPU verwendet. Auch an anderer Stelle bietet es für 120 Euro viel Ausstattung: So gibt es zwei PEG-Slots für Grafikkarten, vier DIMM-Slots für maximal 128 GByte Arbeitsspeicher und zwei M.2-Steckplätze für NVMe-SSDs.

Bei den USB-Anschlüssen hat der Hersteller aber gespart: In der I/O-Blende sitzen je eine USB-C- und eine USB-A-Buchse mit 10 GBit/s Geschwindigkeit. Die restlichen vier USB-Ports können nur lahmes USB-2.0-Tempo. Stattdessen rüstet Asus das Prime B560M-A intern mit zwei 19-poligen Pfostensteckern für insgesamt vier USB-3.0-Frontanschlüsse (5 GBit/s) aus. Das Mainboard lässt sich mit WLAN nachrüsten: Außer einem passenden M.2-2230-Slot packt Asus auch eine Metallhalterung für das Kärtchen und die Antennenstecker bei.

Nach vielen Jahren hat Asus endlich einen unserer Kritikpunkte behoben: Die Lüfteranschlüsse können 3-Pin-Ventilatoren nun zwischen 0 und 12 Volt regeln und nicht wie bisher erst ab rund 8 Volt, wodurch sie bei vorherigen Board-Generationen unnötig schnell liefen.

- 👉 drei digitale Displayanschlüsse
- 👉 bootet schnell
- 👎 vergleichsw. hoher Energiebedarf



Gigabyte Z590I Aorus Ultra

Das Z590I Aorus Ultra vereint kompakte Mini-ITX-Abmessungen mit Überfunktionsfunktionen. Damit eignet es sich für kleine, aber leistungsfähige Gaming-PCs. In der I/O-Blende ist ein Wi-Fi-6-Modul integriert. Mit zwei Antennen erreicht es im 5-GHz-Band auf 20 Meter Entfernung einen guten Durchsatz von 187 MBit/s. Auf nahe Distanz sind es sehr gute 688 MBit/s. Gigabyte hat das Board mit Anschlüssen für alle drei Geschwindigkeitsklassen von USB 3.2 ausgerüstet (5, 10 und 20 GBit/s): Der USB-C-Anschluss nutzt den schnellsten Modus und erreicht mit sehr schnellen externen SSDs 2 GByte/s.

Aus Platzgründen musste der Hersteller einige Kompromisse eingehen: Der am Chipsatz angebundene M.2-Slot befindet sich auf der Unterseite des Boards. Dort passen aber nur SSDs ohne Kühlkörper hinein. Einige Lüfter- und USB-Anschlüsse erfordern mitgelieferte Adapterkabel. Über die Q-Flash+-Funktion lässt sich das BIOS über einen Taster auch ohne CPU und RAM bequem von einem USB-Stick aktualisieren.

Im Leerlauf benötigt das Z590I Aorus Ultra im Auslieferungszustand mit 31 Watt am meisten. Durch Aktivieren der Package-C-States im BIOS-Setup konnten wir die Leistungsaufnahme fast halbieren (17 Watt). Der analoge Audioausgang erklimmt mit 122 Dezibel Signal-Rausch-Verhältnis die Spitze des Testfelds.

- 👉 schnelles LAN und WLAN
- 👉 USB-C mit 20 GBit/s
- 👎 keine Diagnose-LEDs



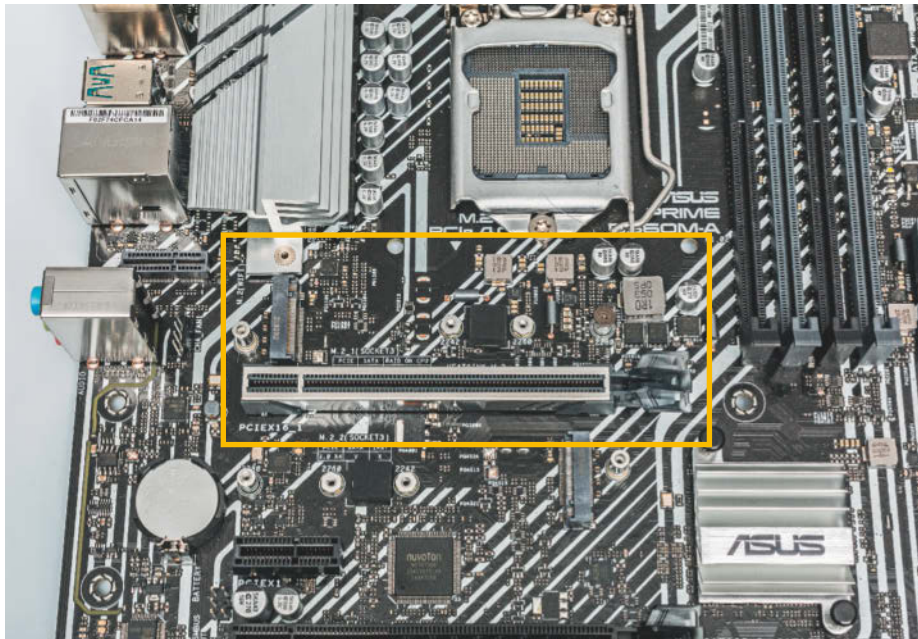
MSI B560M Pro

Das MSI B560M Pro richtet sich an Schnäppchenjäger. Mit einem Preis von knapp unter 100 Euro ist es nicht nur eines der günstigsten Boards mit B560-Chipsatz, sondern auch das preiswerteste mit 2,5-GBit/s-Ethernet und sechs SATA-6G-Ports. Damit eignet sich auch für den Bau eines kleinen Servers. Über DisplayPort 1.4 und HDMI 2.0 lassen sich am B560M Pro zwei 4K-Monitore zugleich mit 60 Hz Wiederholrate betreiben.

An anderer Stelle muss man allerdings Kompromisse eingehen: So gibt es lediglich zwei DIMM-Slots und nur einen Anschluss für Gehäuselüfter. Zudem führt MSI beim B560M lediglich USB-Ports mit 5 GBit/s heraus, obwohl der B560-Chipsatz auch solche mit 10 und 20 GBit/s Geschwindigkeit bereitstellen kann. Bei schnellen externen SSDs ist deshalb die Transferrate auf 460 MByte/s begrenzt.

Im BIOS-Setup kann man zwischen drei verschiedenen Power-Limit-Einstellungen wählen. Wir empfehlen, die Option für Boxed-Kühler zu verwenden, dann verhält sich das MSI-Board nach Intel-Spezifikationen. Die anderen beiden Möglichkeiten ergeben wenig Sinn, wie im Abschnitt zur Leistungsaufnahme beschrieben.

- 👉 bootet schnell
- 👉 2,5-GBit/s-Ethernet
- 👎 nur ein Gehäuselüfteranschluss



Der M.2-Slot neben der CPU-Fassung hängt bei fast allen Serie-500-Boards über PCI Express 4.0 direkt am Prozessor.

Zeit überschreiten und dadurch höher takten. Dieser Turbo bringt für viele Anwendungen ein spürbares Leistungsplus, weil die meisten Aktionen nur wenige Sekunden lang Rechenlast erzeugen.

Intel empfiehlt in seinen Datenblättern der Core-i-11000-Prozessoren ein Turbofenster (PLTau) von 28 beziehungsweise 56 Sekunden (K-Prozessoren) Länge. Spätestens danach sollte der Prozessor die 35, 65 beziehungsweise 125 Watt einhalten. Zudem gibt es ein gleitendes Mittel der CPU-Leistungsaufnahme, was bewirkt, dass nicht nach 56 Sekunden Dauerlast und einer einsekündigen Pause wieder ein Turbofenster mit den vollen 56 Sekunden abrufbar ist.

Eine Angabe, wie viel Leistung Core-i-Prozessoren der 11. Generation dabei maximal verheizen dürfen (Power Limit 2, PL2), fehlt in den offiziellen Datenblättern. Im Pressebriefing zu den Rocket-Lake-CPU's veröffentlichte Intel immerhin Empfehlungen für diese Maximalleistungsaufnahme [2]. Absolute Klarheit gibt es aber auch damit nicht, denn der Chiphersteller gibt für die einzelnen CPUs jeweils einen Basis- und Performancewert an. Beim Core i9-11900K sind das 203 und 251 Watt.

Die genannten Power-Limits steuert die Mainboard-Firmware, bei den meisten Boards lassen sich die drei Parameter im BIOS-Setup verändern. Asus und Asrock orientieren sich an der Performance-Emp-

fehlung von Intel für den von uns verwendeten Core i9-11900K (PL1 = 125 Watt, PL2 = 251 Watt, PLTau = 56 Sekunden).

Gigabyte setzt beim Z590I Aorus Ultra nicht nur das PL2, sondern auch das PL1 für Dauerlast auf unbegrenzt. In der Praxis betrug die Package Power der CPU aber maximal 175 Watt. Eine Erklärung dafür haben wir nicht. MSI hingegen setzt beide Power Limits beim B560M Pro im Auslieferungszustand fix auf 135 Watt. Der Prozessor kann deshalb seine Turbotakte nicht ausschöpfen. Wir empfehlen grundsätzlich, die Intel-Vorgaben einzustellen. Noch höhere Power-Limits bringen in der Regel keine spürbare Mehrperformance, sondern treiben nur den Energiebedarf und die Lautstärke des PCs nach oben [3].

Höherer Energiebedarf durch PCIe 4.0

Im Leerlauf benötigen die Mainboards deutlich mehr als bei der vorherigen Generation. Lagen Boards mit Serie-400-Chipsatz im Auslieferungszustand zu meist bei rund 20 Watt, sind nun eher 30 Watt gängig. Durch Optimieren der C-States lässt sich aber viel Energie einsparen. Zum Beispiel benötigt das recht einfach ausgestattete MSI B560M Pro mit einer PCI-Express-4.0-SSD und Standard-einstellungen 28 Watt. Nachdem wir im BIOS-Setup die Package-C-States auf C10 gesetzt hatten, sank die Leistungsaufnahme deutlich auf 18 Watt.

Um herauszufinden, ob ein Teil des Mehrbedarfs auf das Konto von PCI Express 4.0 geht, haben wir die PCIe-SSD durch eine mit SATA-Schnittstelle ersetzt. Die Leistungsaufnahme bei ruhendem Windows-Desktop blieb jedoch unverändert. Erst mit dem zusätzlich installierten Rapid-Storage-Technology-Treiber (RST) funktionierte das SATA-Link-Power-Management, was noch einmal 4 Watt einspart. Wer also Energie sparen will, muss eine SATA- statt einer NVMe-SSD verwenden.

Eine Besonderheit der Rocket-Lake-CPU's mit Ausnahme des Core i9-11900K ist, dass der interne Speichercontroller bei DDR4-3200-RAM laut Intel nur mit halbem Speichertakt arbeitet (Gear 2). Bei DDR4-2933 und langsamer gilt der Gear-1-Modus mit einem Taktverhältnis von 1:1; das führt zu niedrigeren Latenzen. In der Praxis betreiben aber alle Boards den RAM-Controller auf die eine oder andere Art falsch. Asus, Gigabyte und MSI verwenden den Gear-1-Modus auch bei DDR4-3200 mit dem Core i7-11700K. Asrock schaltet korrekt auf halben Takt herunter, tut das aber auch beim Core i9-11900K, wo der RAM-Controller mit 1600 statt 800 MHz laufen dürfte. Instabilitäten konnten wir trotzdem bei keinem Board feststellen.

Display-Probleme unter Linux

Im Unterschied zu unseren bisherigen Erfahrungen, nach denen neue Intel-Plattformen direkt ab Verkaufsstart einwandfrei mit gängigen Distributionen liefen, hatten wir bei Rocket Lake mit einigen Problemen zu kämpfen. Das betrifft insbesondere die neue integrierte Xe-GPU der Core i-11000. Mit Kernel 5.11 unter Ubuntu 21.04 klappte unter anderem die Monitorerkennung im laufenden Betrieb nicht, im Multimonitorbetrieb zeigten die Displays eine viel zu geringe Auflösung und über HDMI kam kein Bild bei 4K-Auflösung zustande.

Mit dem Kernelparameter `i915.force_probe=4c8a` erzwangen wir das Laden des Kernelmoduls `i915`. Damit klappte zwar der Standby-Modus, aber es funktionierten nur zwei Displays zugleich. Zudem lag die Leerlaufleistungsaufnahme vermutlich wegen der Treiberprobleme um 7 bis 13 Watt über den Windowswerten. Man kann wohl nur warten, bis zukünftige Kernel-Versionen besser angepasste Xe-Treiber bringen.

Fazit

Licht und Schatten liegen bei den Mainboards mit Chipsätzen der Serie 500 dicht beieinander. Dank der modernisierten

Schnittstellen erreicht Intel mit den Core i-11000 nun Anschluss an AMDs AM4-Plattform für die Ryzen-Prozessoren. Große Patzer konnten wir bei keinem der vier getesteten Mainboards finden. Allerdings erzeugen die zahlreichen kleinen Schnitzer, wie der falsche Speichercontroller-Modus, die teils verqueren Power-Limit-Voreinstellungen und die unnötig hohe Leerlaufleistungsaufnahme bei uns den Eindruck, dass die BIOSse in letzter Minute mit der heißen Nadel gestrickt wurden.

Die High-End-Boards Asrock Z590 Extreme und Gigabyte Z590I Aorus Ultra eignen sich mit umfangreicher Ausstattung für leistungsstarke PCs und machen von fast allen Möglichkeiten der neuen Plattform Gebrauch. Dafür muss man aber tief ins Portemonnaie greifen. Für Sparfüchse, die einen preiswerten Office- oder Allround-PC bauen wollen, sind das Asus Prime B560M-A und das MSI B560M Pro einen Blick wert. Sie kosten um die 100 Euro und haben mit drei 4K-tauglichen Display-Ausgängen

oder 2,5-Gbit/s-LAN Funktionen an Bord, die noch vor Kurzem wesentlich teureren Boards vorbehalten waren.

(chh@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Christian Hirsch, Auf Abschiedstournee, Core-i-11000-Prozessoren gegen Ryzen 5000, c't 9/2021, S. 84
- [2] Christian Hirsch, Power-Limits für Core i-11000, c't 11/2021, S. 176
- [3] Christian Hirsch, Auf Kante genäht, Übertakten der Rocket-Lake-Prozessoren Core i5-11600K und Core i9-11900K, c't 10/2021, S. 158

Serie-400-Mainboards für Core i-11000 „Rocket Lake“

Hersteller, Modell	Asrock Z590 Extreme	Asus Prime B560M-A	Gigabyte Z590I Aorus Ultra	MSI B560M Pro
CPU-Fassung / Chipsatz	LGA1200 / Z590	LGA1200 / B560	LGA1200 / Z590	LGA1200 / B560
Format (Abmessungen)	ATX (30,5 cm × 24,5 cm)	Micro-ATX (23,4 cm × 24,5 cm)	Mini-ITX (17,0 cm × 17,0 cm)	Micro-ATX (23,6 cm × 20,2 cm)
Chipsatz-SATA-6G	6	6	4	6
LAN-Chip(s) (Eigenschaften)	Realtek RTL8125BG (PCIe; 2,5 GBit/s), Intel i219-V (PCIe; 1 GBit/s)	Intel i219-V (PCIe; 1 GBit/s)	Intel i225-V (PCIe; 2,5 GBit/s)	Realtek RTL8125B (PCIe; 2,5 GBit/s)
WLAN-Chip (Eigenschaften)	—	—	Intel AX200 (PCIe; Wi-Fi 6, 2,4 GBit/s)	—
Audio-Chip (Eigenschaften)	Realtek ALC1220 (HD Audio)	Realtek ALC897 (HD Audio)	Realtek ALC1220-VB (HD Audio)	Realtek ALC897 (HD Audio)
Fehlerdiagnose / Piepser	4 LEDs / —	4 LEDs / —	— / —	4 LEDs / —
Speicher-Slots / maximaler RAM	4 / 128 GByte DDR4	4 / 128 GByte DDR4	2 / 64 GByte DDR4	2 / 64 GByte DDR4
Erweiterungs-Slots	1 × PCIe 4.0 x16, 3 × PCIe 3.0 x1, 1 × PCIe 3.0 x4 (mechanisch x16)	1 × PCIe 4.0 x16, 1 × PCIe 3.0 x1, 1 × PCIe 3.0 x4 (mechanisch x16)	1 × PCIe 4.0 x16	1 × PCIe 4.0 x16, 2 × PCIe 3.0 x1
interne Anschlüsse	6 × SATA 6G, 2 × USB-A ¹ (5 GBit/s), 1 × USB-C (20 GBit/s), 2 × USB 2.0 ¹ , 1 × HD-Audio, 4 × RGB-LED, 1 × TPM	6 × SATA 6G, 2 × USB-A ¹ (5 GBit/s), 1,5 × USB 2.0 ¹ , 1 × RS-232, 1 × HD-Audio, 1 × SPDIF-Out, 4 × RGB-LED, 1 × TPM, 1 × LPT	4 × SATA 6G, 1 × USB-A ¹ (5 GBit/s), 1 × USB-C (5 GBit/s), 2 × USB 2.0 ¹ , 1 × HD-Audio, 2 × RGB-LED	6 × SATA 6G, 1 × USB-A ¹ (5 GBit/s), 2 × USB 2.0 ¹ , 1 × RS-232, 1 × HD-Audio, 2 × RGB-LED, 1 × TPM
m.2-Slot(s) (Typ)	1 × M.2-2280/60 (PCIe 4.0 x4), 1 × M.2-22110/80/60 (PCIe 3.0 x4, SATA 6G), 1 × M.2-2230	1 × M.2-2280/60/42 (PCIe 4.0 x4), 1 × M.2-2280/60/42 (PCIe 3.0 x4, SATA 6G), 1 × M.2-2230	1 × M.2-2280/60 (PCIe 4.0 x4), 1 × M.2-2280/60 (PCIe 3.0 x4, SATA 6G)	1 × M.2-2280/60/42 (PCIe 4.0 x4)
Lüfteranschlüsse	1 × CPU (4-Pin), 1 × Wasserkühlung (4-Pin), 4 × Gehäuse (4-Pin)	2 × CPU (4-Pin), 2 × Gehäuse (4-Pin)	1 × CPU (4-Pin), 3 × Gehäuse (4-Pin)	1 × CPU (4-Pin), 1 × Gehäuse (4-Pin)
ATX-Anschlussfeld	1 × HDMI 2.0, 1 × DisplayPort 1.4, 5 × analog Audio, 1 × SPDIF Out optisch, 1 × USB-C (10 GBit/s), 1 × USB-A (10 GBit/s), 2 × USB-A (5 GBit/s), 2 × USB 2.0, 2 × LAN, 1 × PS/2	2 × HDMI 2.0, 1 × DisplayPort 1.4, 3 × analog Audio, 1 × USB-C (10 GBit/s), 1 × USB-A (10 GBit/s), 4 × USB 2.0, 1 × LAN	1 × HDMI 2.0, 1 × DisplayPort 1.4, 3 × analog Audio, 1 × USB-C (20 GBit/s), 3 × USB-A (10 GBit/s), 2 × USB-A (5 GBit/s), 2 × USB 2.0, 1 × LAN, 2 × WLAN-Antenne	1 × HDMI 2.0, 1 × DisplayPort 1.4, 1 × VGA, 3 × analog Audio, 4 × USB-A (5 GBit/s), 2 × USB 2.0, 1 × LAN
Lieferumfang	4 × SATA-Kabel, Grafikkartenhalter	2 × SATA-Kabel, Kit für WLAN-Modul	2 × SATA-Kabel	2 × SATA-Kabel
Elektrische Leistungsaufnahme, Transfermessungen				
Soft-off (ErP) / Energie sparen	5,5 W (0,3 W) / 5,7 W	1,0 W (0,8 W) / 1,4 W	1,8 W (0,3 W) / 2,2 W	0,9 W (0,4 W) / 1,8 W
Leerlauf (optimiert) / unter Ubuntu 21.04	30 W (23 W) / 30 W	29 W (21 W) / 29 W	31 W (17 W) / 30 W	28 W (18 W) / 28 W
Volllast (Peak): Hersteller / Intel-Vorgaben	168 W (322 W) / — ²	174 W (304 W) / — ²	230 W (230 W) / 171 (228 W)	173 W (173 W) / 165 W (266 W)
M.2-Slot: lesen (schreiben)	6,5 (4,7) GByte/s	6,7 (4,7) GByte/s	6,7 (4,8) GByte/s	6,5 (4,8) GByte/s
USB 20 GBit/s / USB 10 GBit/s / USB 5 GBit/s: lesen (Schreiben)	2018 (1964) / 1064 (998) / 461 (463) MByte/s	— / 1055 (997) / 462 (464) MByte/s	2023 (1966) / 1068 (1030) / 463 (465) MByte/s	— / — / 461 (463) MByte/s
LAN: Empfangen (Senden)	295 (298) MByte/s	118 (119) MByte/s	295 (298) MByte/s	295 (298) MByte/s
WLAN 2,4 / 5 GHz (20 m)	—	—	173 / 187 MBit/s	—
Funktionstests				
Secure-Boot ab- / CSM einschaltbar	✓ / —	✓ / —	✓ / ✓	✓ / ✓
Wake-on-LAN: Standby / Soft-off	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
USB: 5 V in Soft-off / Wecken per USB-Tastatur aus: Standby (Soft-off)	✓ / ✓ (— ³)	✓ / ✓ (— ³)	✓ / ✓ (— ³)	✓ / ✓ (— ³)
Bootdauer bis Login	17 s	10 s	18 s	10 s
Parallelbetrieb (Digital Monitore)	2 × UHD	3 × UHD	2 × UHD	2 × UHD
4K: HDMI / DisplayPort	60 Hz / 60 Hz	60 Hz / 60 Hz	60 Hz / 60 Hz	60 Hz / 60 Hz
analog Mehrkanalton (Art) / 2.Audio-strom	✓ (7.1) / — ³	✓ (7.1) / ✓	✓ (7.1) / ✓	✓ (7.1) / ✓
Lüfterregelung: CPU-Lüfter / Gehäuse-lüfter 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 %
Audio: Wiedergabe / Aufnahme	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ○
Preis / Garantie	200 € / 36 Monate	115 € / 36 Monate	260 € / 36 Monate	95 € / 36 Monate
getestet mit Core i9-11900K, 16 GByte DDR4-3200, PCIe 4.0-SSD ¹ je zwei Ports pro Stiftleiste ² hält sich ab Werk an Intel-Vorgaben				
✓ funktioniert — nicht vorhanden — ³ funktioniert nicht ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht				



Bild: Rudolf A. Blaha

Schlausprecher

Smarte Displays ab 50 Euro von Amazon, Google, Lenovo und Xiaomi

Amazons Alexa und Googles Assistant lassen sich nicht nur mit Sprachbefehlen herumkommandieren. Per Smart Display mit Touchscreen steuert man das Smart Home bequemer, führt Videotelefonate und streamt in der Küche Filme und Musik.

Von Sven Hansen und Stefan Porteck

Ob nun „Alexa, mach’ das Licht aus“ oder „Ok Google, wie ist der Verkehr“ – diese und ähnliche Sprachkommandos gehören in vielen Haushalten längst zum Alltag. Auch wenn die künst-

lichen Intelligenzen hinter den Assistenzsystemen von Amazon, Apple oder Google längst nicht immer so parieren, wie sie sollen: Offensichtlich ist der Komfortgewinn hoch, sodass die Kundschaft die Sorgen um den Schutz persönlicher Daten und ihrer Privatsphäre beiseiteschiebt.

Smarte Displays sind eine konsequente Erweiterung der Sprachassistenten. Auf ihren Displays mit 4 bis 10 Zoll Diagonale bereiten sie Informationen visuell auf, und bieten mit Kameras oder zusätzlicher Sensorik eine größere Funktionsvielfalt als die reinen Audio-Assistenten.

Im Test sind sechs Smart Displays von Amazon, Google, Lenovo und Xiaomi zu Preisen von 50 Euro bis 250 Euro. Amazon hat derzeit drei Varianten der Echo-Show-Serie im Angebot, deren Name sich nach der Displaydiagonale in Zoll richtet. Wir

wählten das Einstiegsmodell Show 5 und den Show 10 mit mitdrehendem Display. Der Show 8 bietet abgesehen von der größeren Anzeige denselben Funktionsumfang wie das kleinste Modell.

Auch Lenovo verkauft drei Smart Displays, und zwar mit 7, 8 oder 10 Zoll großem Bildschirm. Getestet haben wir auch hier das größte und das kleinste Modell. Die smarten Wecker des Herstellers schafften es nicht rechtzeitig in die Redaktion; wir werden sie in einer Folgeausgabe testen. Dafür erreichte uns Xiaomis niedlicher smarter Wecker mit 4-Zoll-Display.

Googles neuer Nest Hub der 2. Generation darf natürlich nicht fehlen. Der große Bruder Nest Hub Max mit integrierter Kamera wird nach wie vor nur in den USA angeboten.

Fäden spinnen

Alle sechs Kandidaten nutzen Android als Basis. Die Geräte von Google, Lenovo und Xiaomi setzen Googles für andere Anbieter freigegebene Software-Suite mit Anbindung an die Google-Cloud und den Google Assistant ein. Bei Amazons FireOS handelt es sich dagegen um eine stark angepasste Android-Version, die auf Amazons Services zugreift und Alexa ins Haus bringt.

Die Einrichtung der smarten Displays mit Google Assistant funktioniert herstell-

lerübergreifend gleich: Sobald man sie an die Steckdose hängt, melden sie der Welt über Bluetooth ihre Kopplungsbereitschaft. Startet man auf dem Smartphone die Google-Home-App, wird sofort die Einrichtung des neu erkannten Geräts vorgeschlagen. Für die Integration ins Heimnetz erfragt die App das gewünschte WLAN und dessen Passwort und überträgt die Zugangsdaten automatisch aufs Smart Display. Zur weiteren Einrichtung gehört, dass man die Geräte mit dem eigenen Google-Account verknüpft.

Die Verbindung mit dem Google-Account macht Nutzern von Android-Telefonen das Leben leicht, denn die bei Google gespeicherten Daten sind dann automatisch auch auf den Smart Displays verfügbar. Das gilt zum Beispiel für Termine, Kontakte oder Nutzungsdaten von Google Maps.

So blenden die Geräte von Google und Lenovo mit Google Assistant morgens zum Aufstehen direkt Verkehrsinformationen für den Weg zu Arbeit und am Tag anstehende Termine ein. Und auch die Frage nach den Öffnungszeiten des Supermarktes um die Ecke beantworten die Displays ohne spezifische Ortsangabe korrekt, da Google bereits weiß, wo man wohnt. Darüber hinaus erinnern die Geräte an Termine, Flüge und Bahnfahrten, sofern die Buchungsbestätigungen per Gmail empfangen wurden oder die Daten im Google-Kalender eingetragen wurden.

Die Displays der Echo-Show-Serie lassen sich sogar ganz bequem ohne App direkt am Gerät an den Start bringen; die Alexa-App am Smartphone braucht man erst, um die Cloud-Dienste zu konfigurieren. Alexa versteht sich dabei nicht nur auf einen Anbieter, sondern kann beispielsweise Kalenderinformationen von Apple, Google oder Microsoft einbinden.

Amazons Echo Show 5 hat eine Besonderheit: An den hinteren Micro-USB-Port lässt sich ein Ethernet-Adapter anschließen, allerdings nicht mit Strom versorgen. Wer jedoch einen aktiven Netzwerkadaptor wie den für Amazons Fire-TV-Sticks mit separater Stromversorgung nutzt, kann den kleinen Lautsprecher auch ohne WLAN per Kabel ins Netz einbinden. Beim Show 8 ist dies ebenfalls möglich, beim Show 10 und den Smart Displays von Google, Lenovo und Xiaomi muss man mangels USB-Port auf diese Option verzichten.

Entertain me!

Mit den smarten Displays kann man recht Unterhaltendes anstellen. Alle Testgeräte dienen zum Beispiel als Stereoanlage – wahlweise lauscht man Internetradiostationen oder ausgewählten Musik-Abodiensten. Bei Letzteren ist die Auswahl arg eingeschränkt. Amazon bietet natürlich seinen Musikdienst Prime Music an, während bei Google YouTube Music das Programm liefert. Ein Spotify- oder Deezer-Abo lässt sich mit allen Geräten verknüpfen, Apple Music nur auf den Geräten von Google, Lenovo und Xiaomi. Amazon liefert bei Prime Music ein kleines Schmanckerl: Zu einigen Stücken werden die Liedtexte eingeblendet – Mitsingen erlaubt.

Die kleinen Displays eignen sich grundsätzlich auch als Not-TV. Google unterstützt mit Zattoo sogar einen Anbieter, der Live-TV-Inhalte streamt. Wer keinen entsprechenden Account besitzt, empfängt Live-Streams aus den Mediatheken der öffentlich-rechtlichen Sender.

Den Echo-Show-Displays fehlt hingegen ein auf Live-TV spezialisierter Anbieter wie Zattoo oder Waipu, sodass man hier nur auf eine Streaming-App wie den kostenlosen Stream Player setzen kann. Der kennt

zumindest die wichtigsten TV-Kanäle der öffentlich-rechtlichen Sender, bei den privaten Sendern fehlen Schwergewichte wie ProSieben, Sat1 und RTL.

In Sachen Video-Flatrates haben die Geräte von Google und Lenovo am meisten zu bieten. Sie können Videos von Netflix und Disney+ wiedergeben. Etwas aus der Reihe fällt der Wecker von Xiaomi, der gar keine Videowiedergabe unterstützt – weder mit den eigenen Apps, noch als Senke, um via Google Cast Inhalte vom Smartphone anzuziehen.

Amazon hat die Videofunktionen der Show-Geräte etwas versteckt. Über den Sprachbefehl „Öffne Videostartseite“ gelangt man zu einem separaten Auswahlbildschirm, auf dem man auf Inhalte von Prime Video, Netflix sowie die Mediatheken von ZDF und Arte zugreifen kann. Obwohl die Lösung mit der Videostartseite aus dem Bedienkonzept herausfällt, bietet sie Vorteile. Inhalte werden in einer Katalogansicht übersichtlich dargestellt und sind am Display auswählbar – bei den Google-Geräten muss man alles per Sprache bedienen. YouTube ist auf den Amazon-Geräten nur über einen Browser-Shortcut zu erreichen.

Die Google-Geräte arbeiten auch als Chromecast-Senke und können auf diesem Weg Musik oder Videos von anderen Geräten im lokalen Netz zeigen. Das funktioniert bei YouTube-Videos ebenso wie bei Abo-Musik – etwa von Deezer, Spotify, Tidal oder Napster. Bei der Echo-Familie schaut es in Sachen Streaming mau aus. Inhalte kann man nur mithilfe des integrierten Silk-Browsers und einem Screen-sharing-Dienst wie Spacedesk wiedergeben. Letzteres Tool bringt bei Bedarf sogar einen Windows-Desktop auf die Geräte der Show-Serie.

Beim Thema Fotos hat man auf allen Kandidaten die Wahl zwischen vorgefertigten Bilder-Feeds zu Themen wie Kunst, Natur oder Architektur und eigenen Bildern. Die Smart Displays übernehmen dann die Aufgabe eines digitalen Bilderrahmens und spielen die Aufnahmen als rotierende Diashow ab. Dabei müssen die Fotos in den jeweiligen Cloud-Diensten von Google und Amazon geparkt sein.

Die Fotos-App von Google erlaubt über die Funktion „geteilte Alben“ auch das Bereitstellen von Bildern für andere Google-Accounts. Ähnlich schaut es bei der Amazon-Photos-App aus, wo man bis zu fünf Personen zur Pflege eines gemeinsamen Familienalbums einladen kann.



Die smarten Displays können den Status smarter Haushaltsgeräte anzeigen und per Sprache ausgeben. Hier meldet sich eine Waschmaschine von LG.



Amazon Echo Show 5

Klein und knubbelig: Amazons Einstiegsmodell schaut aus wie ein Radio-Wecker. Für diesen Einsatz reicht der Klang, allerdings fehlt ein separater Alarm-/Snooze-Knopf für die Weckfunktion. Als Ersatz für den Fernseher wird man sich den Zwerg kaum zulegen, da scheint die magere Auflösung von 960 x 480 Pixeln verschmerzbar.

Bei den Gerätefunktionen muss man gegenüber den großen Echo-Brüdern kaum Abstriche machen. Mit der Ethernet-Option bietet der Kleine sogar eine WLAN-Alternative, die dem Top-Modell fehlt. In Sachen Videokommunikation funktioniert alles wie erwartet. Der 25 Euro teure Original-Standfuß von Amazon ist beim Videochat nützlich, da man den Neigungswinkel der Kamera frei einstellen kann.

In den turnusmäßigen Angebotswochen des Versandriesen ist der Show 5 für unter 50 Euro zu haben. Die Echos eignen sich gut zum Aufbau eines preisgünstigen Interkom-Systems fürs ganze Haus. Amazons Drop-In-Funktion zum gezielten Ansprechen oder der Rundruf an alle verknüpften Echo-Lautsprecher eines Haushaltes erleichtern die inter familiäre Kommunikation über Räume und Etagen hinweg.

- ⬆️ funktioniert ohne WLAN
- ⬇️ magerer Sound
- ⬇️ fehlende Snooze-Taste

Preis: 90 Euro



Amazon Echo Show 10

Der Echo Show 10 führt ein Eigenleben. Schon bei der Installation dreht er emsig sein 10-Zoll-Display mit 13-Megapixel-Kamera fast komplett um die eigene Achse, als ob er sich für seine Umwelt interessieren würde. Der Drehmechanismus wirkt solide und arbeitet angenehm leise. Greift man manuell ein, um etwa das Display zu neigen, entkoppelt er sich und das Oberteil lässt sich ohne viel Kraft bewegen. Hat einen die Kamera im Fokus, kommt nun die Verfolgung durch das Display hinzu – empfindliche Zeitgenossen werden die Funktion deaktivieren.

Der Show 10 nutzt seine Beweglichkeit und den übergroßen Fotosensor, um beim Videochat alle Teilnehmer im Raum zu erfassen und möglichst gut ins Bild zu setzen. Das klappt meist ganz gut, da neben der Bilderkennung auch aufgefangene Geräusche für die Wahl des richtigen Bildausschnittes analysiert werden.

Klanglich spielt der Show 10 zwischen Amazons teuerstem Smart Speaker Studio und dem Show 8. Die Kamera lässt sich übrigens auch als Sicherheitskamera nutzen, um sich von unterwegs einen Rundumblick zu verschaffen.

- ⬆️ hochauflösende Kamera
- ⬆️ automatisch schwenkendes Display
- ⬆️ guter Klang

Preis: 250 Euro



Google Nest Hub

Der Nest Hub von Google ist unlängst in der zweiten Generation erschienen. Optisch gleicht das Gerät seinem Vorgänger: Das 7-Zoll-Display ist an den Rändern leicht vom mit Stoff verkleideten Standfuß abgesetzt. Das sorgt für einen schlanken Look, bei dem das Display vor dem Fuß zu schweben scheint.

Im Fuß steckt weiterhin ein Mono-Lautsprecher von rund vier Zentimetern Durchmesser. Im Vergleich zum Vorgänger hat Google den Klang merklich verbessert. Statt dünner Töne wie aus einem Joghurtbecher vernimmt man nun auch Bass.

Ein technisches Highlight ist der aus dem Pixel-4-Smartphone bekannte Radar-Chip namens Soli. Er erfasst innerhalb eines keulenförmigen Bereichs vor dem Display selbst kleinste Bewegungen. Im Nest Hub wird er unter anderem zur Gestensteuerung eingesetzt: So lässt sich mit einer Handbewegung vorm Display die Musik- und Videowiedergabe pausieren und starten.

Wer will, kann den Chip auch fürs Schlaftracking verwenden. Sobald man das Feature einschaltet, erkennt er, wann man zu Bett geht und wie lange man liegt.

- ⬆️ Schlaftracking
- ⬆️ gutes Display
- ⬇️ keine Kamera

Preis: 100 Euro

Auf diese Weise lassen sich die smarten Displays als ferngesteuerte Bilderrahmen einsetzen, auf denen frisch in die Cloud geladene Fotos automatisch erscheinen.

Allen Testkandidaten gemein ist ihr gutes Gehör: Mit ihren eingebauten Fern-

feldmikrofonen lauschen sie permanent (auch offline), ob jemand die sogenannten Hotwords ausspricht. Bei Google lauten sie „Hey Google“ und „Okay Google.“ Die Echo-Geräte reagieren in den Werkseinstellungen auf den Zuruf „Alexa“, in der App lassen sich aber auch andere Wörter

festlegen. Sobald die Displays mittels Hotword aufgeweckt wurden, zeichnen sie die folgenden Sprachbefehle auf und schicken die Sounddateien an ihre Server, wo die Spracherkennung erfolgt.

Viele Nutzer beunruhigt der Gedanke, dass Geräte mit Mikros in Wohn- und



Lenovo Smart Display 7

Beim Smart Display 7 bildet der Lautsprecher eine Einheit mit dem Standfuß und sitzt unterhalb des Bildschirms. Die schicke Stoffverkleidung erinnert optisch an den Nest Hub von Google. Klanglich bleibt er aber leicht hinter diesem zurück: Die Wiedergabe gelingt ihm nur bassarm und sehr mittenbetont, immerhin in Stereo.

Der Funktionsumfang unterscheidet sich kaum von dem des Google-Modells. Einzig in den Displayeinstellungen geht es etwas karger zu: Es lässt sich nur die automatische Helligkeitsanpassung ein- und ausschalten, aber nicht festlegen, wie hell das Display bei einer bestimmten Umgebungshelligkeit erstrahlen soll. Dafür ist das Smart Display 7 für Videotelefonie über Google Duo gerüstet: Im oberen Rahmen steckt eine Kamera.

Durch die asymmetrische Form des Standfußes lässt sich das Display hochkant aufstellen. Wie beim größeren Smart Display 10 profitiert man aber auch bei diesem Gerät nur während der Videotelefonie davon. Die eingebaute Smart-Display-Oberfläche von Google funktioniert nur im Querformat: Stellt man das Smart Display hochkant, dreht sie sich nicht mit.

- 👆 schickes Design
- 👆 Stereo-Lautsprecher
- 👆 gutes Preis-Leistungsverhältnis

Preis: 100 Euro



Lenovo Smart Display 10

Das Smart Display 10 kann man wie seinen kleinen Bruder quer oder hochkant aufstellen. Trotz der dann imposanten Höhe von 31 Zentimetern steht es stabil auf dem massiven Fuß, in den Lenovo einen recht wohlklingenden Mono-Treiber einbaut. Die abgewinkelte Fläche aus gebogenem Bambusholz macht besonders die Rückseite des Display 10 zu einem Hingucker.

Für die Videotelefonie mit Duo ist das Hochkant-Setup optimal, alle anderen Modi bringen Inhalte nur im Quermodus auf den Schirm. Nicht einmal der Bildschirmschoner funktioniert hochkant, sodass man das Gerät im Alltag stets in die stabile Seitenlage kippt.

Die Hochkantschwäche macht das Gerät mit seiner Küchenkinokompatibilität mehr als wett. Auf dem knackig scharfen Display mit 1920 × 1200 Pixeln hat man bei interaktiven Koch-Sessions mit Googles Rezeptassistenten einen besseren Überblick. Die Blockbuster von Netflix oder Disney+ schauen recht lecker aus. Für die Lautstärkesteuerung gibt es Tasten am Geräte- und Mikrofon lassen sich ebenfalls mit mechanischen Knöpfen abschalten.

- 👆 hochauflösendes 10-Zoll-Display
- 👆 guter Mono-Klang
- 👇 hochkant nur für Video-Calls

Preis: 250 Euro



Xiaomi Smart Clock

Die Smart Clock von Xiaomi ist für den Einsatz auf dem Nachttisch gedacht und sieht mit ihrem 4-Zoll-Display aus wie ein niedlicher, pummeliger Röhrenfernseher. Die Oberfläche des Google Assistant ist dafür etwas abgespeckt und angepasst. Es fehlt die Kachelansicht aller Smart-Home-Komponenten.

Wischt man nach oben, präsentiert die Smart Clock ein paar Aktionstasten. So lässt sich per Fingertipp das Licht in dem Raum ausschalten, dem man den Wecker zuvor zugeordnet hat. Auch erreicht man so die Nickerchen-Funktion, die einen Countdown auf 20 Minuten stellt, und das Nachtlcht, das das Display für einige Minuten gedimmt und in warmen Farben leuchten lässt.

Mit seinem Preis von gerade einmal 50 Euro ist das Smart Display günstig. Das weiße Gehäuse wirkt dennoch gut verarbeitet. Technisch ist das Gerät nur unteres Mittelmaß: Das Display hat ein blickwinkelabhängiges TN-Panel, das deutliche Farbveränderungen zeigt und verblasst, wenn man nicht direkt drauf schaut. Der Lautsprecher klingt recht dünn, was zum Wecken und vielleicht für einen Podcast zum Einschlafen reicht, aber nicht zum Musikhören.

- 👆 hübsch und dezent
- 👇 eingeschränkte Funktionen
- 👇 Bild und Ton schwach

Preis: 50 Euro

Schlafzimmern stehen. Die Sorge ist nur zum Teil begründet: Die Smart Displays hören zwar zu, zeichnen aber zunächst nichts auf und schicken auch nichts ins Netz. Erst nach der Aktivierung landen die nachfolgenden Sprachdateien auf den Servern von Amazon und Google.

Doch in der Praxis kommt es immer wieder zu Fehlaktivierungen, etwa, wenn in Gesprächen oder im Fernsehen phonetisch ähnliche Phrasen wie „Ok, gut“ fallen. Obwohl die Ansage nicht den Displays galt, zeichnen sie daraufhin trotzdem einige Sekunden lang auf und versuchen mit

ihrer Cloud-Analyse, einen Befehl zu erkennen.

Wer nicht will, dass unbemerkte Audioaufzeichnungen bei den Herstellern landen, der stellt in den zugehörigen Smartphone-Apps ein, dass die Displays den Beginn und das Ende einer Aufzeich-



Amazons Echo Show 5 kann man mit einem aktiven Adapter per Ethernet ins Netz hängen.

nung mit einem Bestätigungston quittieren. So bekommt man wenigstens mit, wenn fälschlicherweise eine Aufnahme gestartet wurde und kann den Assistenten dann zurückpfeifen.

Mit dem KI-Prozessor im Echo Show 10 will Amazon Spracheingaben künftig lokal erkennen und auswerten. Bislang klappt das aber nur auf Englisch, da das deutsche Sprachmodell für den Chip noch nicht fertig ist.

Wie gut die Spracherkennung funktioniert, hängt von zwei Faktoren ab. Auf Seiten der Geräte spielen die Mikrofone die größte Rolle. Alle Testkandidaten nutzen ein Array aus mindestens zwei Mikros, um die Befehle aus größerer Distanz aufnehmen zu können und Richtung und Entfernung der Sprecher zu bestimmen.

Unterschiede zeigten sich bei der semantischen Auswertung beim Anbieter. Hier schneiden die Geräte mit Google Assistant besser ab als Amazons Alexa. Während beide kombinierte Ansagen wie „Mach das Licht in der Küche und im Wohnzimmer an“ verstehen, bügelt Alexa komplexere Fragen und Befehle häufiger mit einem „Das weiß ich leider nicht“ ab als der Google Assistant. So müssen Kommandos an Alexa oft exakt dem vorgegebenen Muster entsprechen, etwa „Öffne LG und sag mir den aktuellen Status von der Waschmaschine“, während bei Google ein lockeres „Wie weit ist die Waschmaschine“ genügt.

Ein weiterer Vorteil des Google Assistant ist seine Fähigkeit, mehrere Nutzer anhand ihrer Sprache zu unterscheiden.

Die Displays erlauben es auch, einen oder mehrere zusätzliche Google-Accounts zu hinterlegen. Jeder, der anschließend nach Terminen oder der Verkehrslage auf dem Arbeitsweg fragt, bekommt dann eine individuelle Antwort.

Schalten und Walten

Neben dem Abspielen von Nachrichten und Wetterberichten ist die Steuerung von Smart-Home-Komponenten eine der wichtigsten Aufgaben digitaler Assistenten. „Alexa, mach das Licht an!“ dürfte einer der am häufigsten ausgesprochenen Befehle sein.

Auf fast allen Geräten mit Google-Betriebssystem erreicht man mit einer Wischgeste die Smart-Home-Steuerzentrale, die die kleinen Kacheln zur Bedienung unterschiedlicher Geräteklassen einblendet – beispielsweise Beleuchtung oder Thermostate. Rechts davon zeigen die Displays auf größeren Kacheln die Geräte des jeweiligen Raumes.

Tippen auf die Kachel löst die jeweilige Hauptfunktion aus, bei Lampen etwa das Ein- und Ausschalten. Über ein Pfeil-Icon in der Kachel gelangt man zu den Detaileinstellungen, in denen sich mit einem Slider die Helligkeit punktgenau dimmen oder mit einem Fingertipp die Beleuchtungsfarbe auswählen lässt. Darüber hinaus blendet das Smart-Home-Menü in einer weiteren Kachel die Live-Bilder verknüpfter Überwachungskameras ein.

Der Wecker von Xiaomi gibt sich etwas karger: Hier lassen sich nur die Lautstärke und die Lampe des jeweiligen Raumes direkt per Wischgeste erreichen. Die Smart-Home-Kacheln fehlen auf dem kleinen Display.

Bei Amazons Echo-Displays ist der Smart-Home-Bereich nicht ganz so übersichtlich gegliedert. Hier passen maximal drei Geräte nebeneinander aufs Display und man muss sich recht mühsam durch die Gruppen und Räume zum Zielgerät hangeln. Eine übersichtliche Dashboard-Ansicht fehlt. Immerhin lassen sich auch hier Live-Bilder von Überwachungskameras einblenden.

Richtig smart wird das Smart Home aber nicht dadurch, dass sich Lampen oder Thermostate per Sprachbefehl oder über eine Smartphone-App steuern lassen. Im Idealfall weiß das Haus selbst, wann was zu tun ist. Dafür kommen üblicherweise mehr oder weniger komplexe Wenn-Dann-Regeln zum Einsatz. Das setzt eine Smart-Home-Zentrale voraus, die sämt-

liche Geräte unter einem Dach vereint und verwaltet.

Das klappt mittlerweile auch mit den Systemen von Amazon und Google. Beide unterstützen sogenannte Routinen. Hierfür finden sich in der Amazon- und der Google-App bereits einfache Vorlagen, beispielsweise eine Guten-Morgen-Routine. In den Apps stellt man mit wenig Aufwand ein, welche Aktionen bestimmte Geräte ausführen sollen und durch welchen Sprachbefehl man die Routine startet. Auf ein gesprochenes „Guten Morgen“ öffnen die Smart Displays dann etwa die elektrischen Rollos und schalten das Licht im Schlafzimmer und die Kaffeemaschine ein. Alexa kann man zum Abrunden solcher Routinen sogar beliebige Sätze in den Mund legen – „Lass krachen, Kalle“.

Hallo Welt!

Die smarten Displays bieten allerlei Kommunikationsformen an, ohne dass man hierfür zum Handy greifen müsste. Auf Zuruf kann man eine Sprachverbindung zu einem anderen Gerät im eigenen Haushalt oder zu einem zuvor hinterlegten, externen Kontakt aufbauen. Die Geräte von Google, Lenovo und Xiaomi nutzen für Video- und Sprachübertragungen den Dienst Duo, während alle Alexa-Geräte – ob Smart Speaker, Display oder einige FireTV-Produkte – mittels eines eigenen, namenlosen Amazon-Dienstes Sprachverbindungen aufbauen können.

Einige Mobilfunkverträge von Vodafone lassen sich sogar in der Alexa-App verknüpfen, sodass man beliebige Telefonnummern im Fest- oder Mobilnetz auswählen kann. Alexa beherrscht zusätzlich die Telefonie über Skype.

Bei der Videotelefonie muss Googles Nest Hub passen – er hat keine Kamera eingebaut. Das Gerät zeigt zwar den Button „Videoanruf via Duo“ an, meckert beim Herstellen der Verbindung dann aber, dass man wegen fehlender Kamera nicht zu sehen ist. Deshalb muss man zu den Lenovo-Produkten greifen, wenn man via Duo videotelefonieren möchte.

Amazon dreht die Videotelefonie auf den Echos eine Stufe höher. Per „Drop In“ kann man auf Wunsch direkt auf zuvor freigegebene Echo-Geräte anderer Amazon-Kunden zugreifen, wenn sie dieser Kommunikationsart zuvor explizit zugestimmt haben. So kann man nach dem Rechten schauen, ohne dass die Gegenseite das Videogespräch aktiv angenom-

men hat. Blockieren lässt sich der Drop In jederzeit, indem man das Gerät in den Nicht-Stören-Modus versetzt oder einfach die mechanische Kameraabdeckung vor die Linse schiebt.

Der Echo Show 10 ist mit seinem drehbaren Display voll auf die Videokommunikation ausgelegt. Das Gerät versucht, durch Gesichtserkennung und Stimmortung alle Kommunikationsteilnehmer in einem Raum im Blick zu behalten. Dabei folgt das Display einem Sprecher, wenn sich dieser im Raum bewegt. Ein digitaler Zoom verändert den Bildausschnitt, sobald etwa ein zusätzlicher Gesprächsteilnehmer ins Blickfeld der Kamera gerät. Man kann mit dem Videopartner chatten

und sich recht frei im Raum bewegen. Mit mehreren Personen in Bewegung arbeitet der Algorithmus weniger genau, sodass man sich den Fokus teils durch lautes Zurufen zurückerobern muss. Im Großen und Ganzen funktioniert die Personenverfolgung aber schon mit der getesteten Firmware recht zuverlässig.

Fazit

Die sechs Kandidaten decken ein breites Spektrum ab, angefangen vom knuffigen Xiaomi auf dem Nachttisch bis hin zum persönlichen Konferenzsystem Echo Show 10 mit seinem 10-Zoll-Display, das dem Sprecher folgt. Dazwischen lohnt sich – bei weitgehend identischen Assis-

tenzfunktionen – ein genauer Blick auf die Hardware. Für den vollen Funktionsumfang darf das Display nicht zu knapp bemessen sein: 4 Zoll Diagonale wie beim Xiaomi-Wecker bieten einfach nicht genug Raum für eine komplexe Smart-Home-Steuerung.

Sopunktet Googles Nest Hub zwar mit faszinierender bis gruseliger Schlafsensorik, aber die fehlende Kamera dürfte für viele Interessenten ein Ausschlusskriterium sein. Hier springen die Displays von Lenovo in die Bresche. Sie haben die Kamera, die für Videokommunikation unerlässlich ist, und bieten bis auf das Schlaftracking genauso viele Funktionen.

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

Smart Displays

Modell	Echo Show 5	Echo Show 10	Nest Hub (2. Generation)	Smart Display 7	Smart Display 10	Smart Clock
Hersteller	Amazon	Amazon	Google	Lenovo	Lenovo	Xiaomi
Hardware						
Prozessor	MediaTek 8163	MediaTek 8183	Quad-Core-ARM-CPU	MediaTek 8167S	Qualcomm Snapdragon 624	k.A.
Firmware	4799221636	19294295172	V. 248666	36.13.20.363278682	36.13.20.363278682	9.42.2.364684219
Display / Touch	5,5 Zoll / ✓	10 Zoll / ✓	7 Zoll / ✓	7 Zoll / ✓	10 Zoll / ✓	4 Zoll / ✓
Auflösung	960 × 480	1280 × 800	1024 × 600	1024 × 600	1920 × 1200	800 × 400
Bedienelemente	Laut, Leise, Mikrofon-Stumm	Laut, Leise, Mikrofon-Stumm, Kamera-Aus	Mikrofon-Stumm	Laut, Leise, Mikrofon-Stumm, Kamera-Aus	Laut, Leise, Mikrofon-Stumm, Kamera-Aus	Laut, Leise, Mikrofon-Stumm
Funktion						
Sprachtelefonie	Amazon Alexa, Skype-Telefonie, Vodafone	Amazon Alexa, Skype-Telefonie, Vodafone	Google Duo	Google Duo	Google Duo	Google Duo
Videotelefonie	Amazon	Amazon	– (nur eingehende Videos)	Google Duo	Google Duo	–
Gruppenanrufe / Drop In	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / –	✓ / –	✓ / –	✓ / –
Fotos Cloud / lokal	✓ (Amazon Photos) / –	✓ (Amazon Photos) / –	✓ (Google Fotos) / –	✓ (Google Fotos) / –	✓ (Google Fotos) / –	✓ (Google Fotos) / –
Audio-Dienste	Prime Music, Spotify, Deezer	Prime Music, Spotify, Deezer	Spotify, Deezer, YouTube Music, Apple Music	Spotify, Deezer, YouTube Music, Apple Music	Spotify, Deezer, YouTube Music, Apple Music	Spotify, Deezer, YouTube Music, Apple Music
Video-Dienste	Netflix, Disney+, Mediatheken (ZDF, Arte), Stream Player	Netflix, Disney+, Mediatheken (ZDF, Arte), Stream Player	Netflix, Disney+, Zattoo	Netflix, Disney+, Zattoo	Netflix, Disney+, Zattoo	–
Streaming-Protokolle	–	–	Googlecast	– (Googlecast nur bei ausgewählten Diensten)	– (Googlecast nur bei ausgewählten Diensten)	– (Googlecast nur bei Audio)
Listen	Any.do, Bing, AnyList, Todoist	Any.do, Bing, AnyList, Todoist	Any.do, Bing, Google	Any.do, Bing, Google	Any.do, Bing, Google	Any.do, Bing, Google
Kalender	Google, Microsoft, Apple	Google, Microsoft, Apple	Google	Google	Google	Google
Ausstattung						
Kamera / Sperre	1 MP / mechanisch	13 MP / mechanisch	– / nicht notwendig	2 MP / mechanisch	5 MP / mechanisch	– / –
Mikrofone / Sperre	2 / per Software	1 / per Software	3 / mechanisch	2 / mechanisch	4 / mechanisch	2 / per Software
Lautsprechersystem	mono, 1 × 1,7-Zoll-Breitbandlautsprecher	stereo, 2 × 1-Zoll-Hochtöner, 1 × 3-Zoll-Tiefmitteltöner	mono, 1 × 1,7-Zoll-Breitbandlautsprecher	stereo, 2 × 1,5-Zoll-Breitbandlautsprecher	mono, 1 × 2-Zoll-Breitbandlautsprecher	mono, 1 × 1,5-Zoll-Breitbandlautsprecher
Anschlüsse	Klinkenbuchse, Micro-USB	–	–	–	–	Micro-USB
Sensorik	Umgebungslicht	Umgebungslicht	Radar, Helligkeit, Ultraschall, Temperatur	Umgebungslicht	Umgebungslicht	Umgebungslicht
Bluetooth	5.0 / A2DP (Sender)	5.0 / A2DP (Sender)	5.0 / A2DP (Empfänger)	5.0 / A2DP (Empfänger)	4.2 / A2DP (Empfänger)	5.0 / (Empfänger)
WLAN	Wi-Fi 5 (802.11a/b/g/n/ac (2,4 GHz/5 GHz))	Wi-Fi 5 (802.11a/b/g/n/c (2,4 GHz/5 GHz))	Wi-Fi 5 (WLAN 802.11b/g/n/ac (2,4 GHz/5 GHz))	Wi-Fi 5 (1x1 WLAN802.11 ac (2,4 GHz/5 GHz))	Wi-Fi 5 (2x2 WLAN802.11 ac (2,4 GHz/5 GHz))	Wi-Fi 4 (802.11b/g/n (2,4 GHz))
zusätzliche Funkstandards	–	ZigBee	Thread	–	–	–
Messungen						
Boot-Zeit	58 Sekunden	54 Sekunden	46 Sekunden	55 Sekunden	47 Sekunden	65 Sekunden
Verbrauch: Standby / max.	2,6 Watt / 4,8 Watt	6,3 Watt / 12,3 Watt	2,6 Watt / 5,2 Watt	1,5 Watt / 6,5 Watt	3,4 Watt / 8,9 Watt	1,9 Watt / 3,4 Watt
Abmessungen (B × H × T)	15 cm × 9 cm × 7 cm	25 cm × 23 cm × 17 cm	20 cm × 14 cm × 8 cm	18 cm × 16 cm × 8 cm	17 cm × 31 cm × 14 cm	11 cm × 8 cm × 6 cm
Bewertung						
Ausstattung	⊖	⊕⊕	⊕	⊕	⊕	⊖
Display / Klang	○ / ⊖	⊕ / ⊕⊕	○ / ⊕	○ / ⊕	⊕ / ⊕	⊖ / ⊖
Kommunikation	⊕	⊕⊕	⊖	○	⊕	⊖
Preis	90 Euro	250 Euro	100 Euro	100 Euro	250 Euro	50 Euro
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht – nicht vorhanden ✓ vorhanden						



Flotte Begleiter

Externe SSDs mit 2 TByte Speicherplatz

Wer häufiger große Datenmengen transportiert, wird mit einer klassischen Festplatte auf die Dauer nicht glücklich. Externe SSDs sind wesentlich flotter befüllt und überstehen auch Stürze besser.

Von Lutz Labs

Mal eben ein paar MByte auf eine externe Festplatte zu kopieren ist kein Problem, das dauert nicht lange. Doch wenn die Datenmengen wachsen, dann nervt die geringe Geschwindigkeit des mechanischen Laufwerks recht schnell. Flinker und robuster ist eine externe SSD mit reichlich Speicherplatz.

Sechs USB-SSDs mit je 2 TByte Speicherplatz haben wir uns ins Labor geholt: Die Adata-Modelle SE760 und SE900G, die Crucial X6 Portable, die Sabrent Rocket Pro, Samsungs Portable SSD T7 und die Barracuda Fast von Seagate. Preislich liegen sie zwischen 200 und 280 Euro, ihre modernen USB-C-Anschlüsse sollen allesamt mindestens 1 GByte/s übertragen

– also ein Mehrfaches der 100 bis 150 MByte/s, die USB-Platten im 2,5-Zoll-Format schaffen. Die Voraussetzung ist dabei, dass das interne Laufwerk des jeweiligen PC oder Notebook auch mithält.

Anschlussvielfalt

Vor ein paar Jahren war die Welt der USB-Speicher noch einfach: USB 3.0 schaffte maximal rund 440 MByte/s, schnellere SSDs wurden damit durch das USB-Protokoll gebremst. Heute sind drei verschiedene USB-Versionen gleichzeitig verfügbar: Das alte USB 3.0 mit 5 GBit/s, heute als USB 3.2 Gen 1 bezeichnet, und die 3.2-Versionen Gen 2 und Gen 2x2 mit einer Maximalgeschwindigkeit von 10 be-

ziehungsweise 20 GBit/s (in der Spitze also knapp über 2 GByte/s). Vor allem für nicht IT-affine Menschen ist dies verwirrend.

Vielen dürfte zudem nicht klar sein, an welchem Port ihres Notebooks sie denn welche SSD anschließen sollen – oder warum überhaupt der PC die 2x2-SSDs nicht mit maximaler Geschwindigkeit ansprechen kann. Immerhin, passende, teils etwas kurze Kabel für USB-A- und USB-C-Buchsen liegen in den meisten Fällen im Karton (bei der X6 liegt nur ein C-Kabel bei, den optionalen Adapter CTUSBCFUSBAMAD lässt sich Crucial mit 10 Euro bezahlen).

Adata empfiehlt, beim Anschluss der SE760 an USB 2.0 ein USB-Y-Kabel zu verwenden, da der SSD sonst nicht genügend Strom zur Verfügung stehen würde. Im Test war dies nicht notwendig, alle SSDs funktionierten auch an dem USB-Veteranen. Die Geschwindigkeit lag dort erwartungsgemäß bei maximal 45 MByte/s, die X6 mochte jedoch nur mit 15 MByte/s schreiben.

Die störanfällige breite alte USB-3.0-Buchse kommt an der Anschlussseite nicht mehr zum Einsatz, bei allen Geräten sitzt eine eigentlich verdrehsichere USB-C-Buchse. Eigentlich. Denn bei der Adata SE760 ist es etwas komplizierter. Nutzt man das beiliegende USB-C-Kabel, klappt alles, mit dem beiliegenden A-Kabel aber meldete sich die SSD nur bei einer der beiden Möglichkeiten auf der SSD-Anschlussseite an. Dieses Problem trat auch mit anderen C-Kabeln auf, aber merkwürdigerweise nur beim Verdrehen auf der Anschlussseite der SSD, beim Verdrehen auf der PC-Seite war die SSD im Windows Explorer immer sichtbar. Die SE760 wurde nicht vom USB Implementors Forum (USB IF, www.usb.org) zertifiziert, wie ein Sprecher des USB IF auf Nachfrage mitteilte, denn ein solches Verhalten entspricht

nicht der Spezifikation. Nach Angaben des Sprechers will sich das USB IF mit Adata deswegen in Verbindung setzen.

Mit einem Samsung Galaxy S10e haben wir geprüft, ob sich die (exFAT-formatierten) SSDs auch an einem Android-Smartphone nutzen lassen. Dieses erkannte alle sechs SSDs, konnte jedoch nur X6 und T7 einbinden. Der zusätzliche Energiebedarf der SSDs führt zu deutlich verkürzten Laufzeiten: Mit der X6 dürfte der Smartphone-Akku nach einer Stunde Betrieb fast leer sein, mit der T7 noch schneller.

Sicherheit

Jedes Jahr gehen Tausende externer Datenträger verloren und mit ihnen nicht nur Daten für den nächsten Videoabend, sondern auch Firmengeheimnisse. Zur Sicherheit sollte man externe SSDs und USB-Sticks also verschlüsseln, damit zum finanziellen Schaden nicht auch noch ein Imageschaden oder gar eine Geldbuße nach der DSGVO hinzukommt.

Eine Hardware-Verschlüsselung bietet jedoch keine der SSDs in diesem Test. Samsung legt eine Verschlüsselungssoftware bei, zudem ist die T7 auch als Touch-Modell mit Fingerabdruckleser erhältlich [1]. Alle anderen SSD lassen sich am einfachsten durch eine Software-Verschlüsselung sichern, etwa mit Veracrypt oder 7-Zip. Für Unternehmen mit Microsoft-Infrastruktur bietet sich Bitlocker an. Am Smartphone oder Tablet lassen sich per Software verschlüsselte Daten allerdings nur mit zusätzlichem Aufwand oder gar nicht vom USB-Medium lesen.

Vorsicht, Fälschungen

Nur weil eine SSD mit einer Kapazität von 2 TByte beworben wird, muss dies noch lange nicht stimmen. Auf eBay finden sich regelmäßig Angebote, die schon bei flüch-



2 TByte SSD-Speicher für 30 Euro? Gibt es nicht. Ein via eBay gekauftes Modell fasst in Wirklichkeit gerade einmal 100 GByte und ist schnarchlahm.

tiger Betrachtung nicht wahr sein können. 2-TByte-SSDs für 30 Euro? Dafür bekommt man nicht einmal eine Festplatte.

Unser Leser Ralph R. hatte dennoch bei dem eBay-Händler directsales-hk zwei extrem günstige SSDs erworben, die sich wie erwartet als gefälscht herausstellten. Er bekam sein Geld zurück, wie das in solchen Fällen üblich ist, die SSDs landeten bei uns. Knapp 100 GByte Speicherplatz können wir den Geräten mittels H2testw (siehe ct.de/yeuw) attestieren, aber dieser Test dauerte sehr lange: Nicht einmal 6 MByte/s flossen beim Schreiben über den USB-Port. Hersteller und Flash-Speicher dieser dreisten Fälschung ließen sich nicht ermitteln.

Dem Autor poppte während des Tests noch ein gesponsertes Amazon-Angebot mit einem 2-TByte-USB-Stick des Herstellers maxineer für 40 Euro herein. Doch wer dergleichen bei einem Händler mit dem Namen Guangzhouzhidanwangluo-

Externe-SSDs – Benchmarks und Praxiswerte

	seq. Transferraten schreiben/lesen ¹ [MByte/s]	Schreibgeschwindigkeiten Text / MP3 / Video ² [MByte/s]	Schreibgeschwindigkeit H2testw [MByte/s]	Leistungsaufnahme idle/lesen/schreiben [W]
	besser ►	besser ►	besser ►	► besser
Adata SE760	627/682	25,2/792/596	78,8	2,7/4/3,9
Adata SE900G	2045/2020	2,2/1096/1040	655	2,1/7/7,1
Crucial X6 Portable SSD	520/568	11,6/332/306	91,2	1/1,9/2
Sabrent Rocket Pro	1085/1083	2,6/851/748	741	1,4/3,6/4,1
Samsung Portable SSD T7	860/1018	0,8/538/1002	399	0,3/3,5/4,4
Seagate BarraCuda Fast SSD	538/565	1,9/485/458	83,5	0,7/2,9/2,6

¹ gemessen mit Iometer, Blockgröße 128 KByte, Laufzeit 1 Minute

² Text: ca. 5700 Dateien mit 47,8 MByte, MP3: 400 Dateien mit 2,6 GByte, Video: 2 Dateien mit 4,8 GByte



Adata SE760

Die schlanke Adata-SSD kann im Test nicht überzeugen. Größtes Manko ist der wählerische USB-Anschluss. Außerdem liest und schreibt die SSD bei längeren Transfers immer langsamer, weil sich die SSD stark erwärmt: Nach zehnmütigem Beschreiben (also nach einigen hundert GByte) meldete die SSD per SMART knapp 80 °C.

Zur Sicherung vieler kleiner Textdateien aber ist die SE760 gut geeignet: Diese schreibt sie mit 25 MByte/s so schnell in den Flash wie keine andere SSD in diesem Test.

- ↑ schnell bei kleinen Dateien
- ↓ USB-Anschluss fehlerhaft
- ↓ wird sehr warm unter Dauerlast

Preis: ca. 230 Euro



Adata SE900G

Die zweite Adata-SSD in diesem Test gehört zu den aktuell schnellsten externen Modellen mit USB-Anschluss: Dank USB 3.2 Gen 2x2 erreicht sie beim Lesen und Schreiben mehr als 2 GByte/s (sofern der PC das auch kann) und dank guter Kühlung hält sie diese Werte auch diverse Minuten lang durch. Die SSD ist jedoch mit 160 Gramm recht schwer und für eine externe PCIe-SSD auch riesig groß: Man könnte denken, dass eine 2,5-Zoll-SATA-SSD drinsteckt.

Die RGB-Beleuchtung dient lediglich optischen Zwecken, die Zustands-LED an der Anschlussseite geht darin komplett unter.

- ↑ sehr schnell
- ↑ dauerlastfest
- ↓ groß und unhandlich

Preis: ca. 255 Euro



Crucial X6 Portable SSD

Die kleine Crucial-SSD ist die günstigste im Test, aktuell bekommt man sie für weniger als 200 Euro. Sie ist jedoch auch die zweitlangsamste beim vollständigen Befüllen mittels H2testw, dabei kamen wir nicht einmal auf 100 MByte/s.

Im Alltag schlägt sich die X6 Portable SSD besser: Sie ist recht flott beim Befüllen mit kleinen Dateien, und bei kurzen Kopieraktionen erreicht sie knapp 570 MByte/s, das Limit der intern genutzten SATA-SSD. An USB 2.0 schreibt sie mit nur 15 MByte/s jedoch viel langsamer als möglich wäre (45 MByte/s).

- ↑ flott bei kleinen Dateien
- ↑ günstig
- ↓ langsam bei langem Beschreiben

Preis: ca. 198 Euro

kejiyouxiangongsi kauft, sollte sich nicht wundern, wenn er über den Tisch gezogen wird.

Wir haben den Amazon-Support auf das unwahrscheinliche Angebot aufmerksam gemacht. Der First-Level-Support fand nichts Schlimmes daran, die Infos würden doch so auf der Webseite des Herstellers stehen. Wir wurden dann an die „Sicherheitsabteilung“ weitergeleitet, die sich um den Fall kümmern wollte. Doch auch nach einer Woche war das Angebot noch online.

USB-Festplatten mit 2 TByte sind für knapp 60 Euro erhältlich, externe SSDs mit 2 TByte kosten mindestens 200 Euro und USB-Sticks mit 2 TByte gibt es nicht mehr – der einzige jemals verfügbare Stick in dieser Größe, der Kingston DataTraveler Ultimate GT, ist nicht mehr erhältlich. Sein Preis lag zuletzt bei rund 800 Euro.

Wer sich eine 2-TByte-SATA-SSD kauft und diese in ein USB-Gehäuse steckt, ist mit mindestens 170 Euro dabei und erhält dafür eine eher langsame externe SSD mit recht großen Abmessungen. Der Schnuckelfaktor der Mehrzahl unserer Testgeräte ist höher (und die Ausnahme erfreut mit RGB-Beleuchtung).

Verpackung

Eigentlich ignorieren wir bei Produkttests die Verpackungen der Testgeräte, da der Plastik- und Papiermüll eh im gelben beziehungsweise blauen Sack landet. Doch zwei der Verpackungen in diesem Test sind ungewöhnlich und daher bemerkenswert. Das betrifft zum einen die der Sammlung T7: Sie besteht zu nahezu 100 Prozent aus weißer Pappe und Papier; einzige Ausnahme ist der Klebestreifen zum Versiegeln der Klappe. Sehr schön.

Das andere Extrem stammt von Sabrent: Die Rocket Pro kommt in einer Metallbox, die von einer Papphülle umgeben und zusätzlich in Klarsichtfolie eingeschweißt ist. Das Innere der Metallbox wird von Schaumstoff unterteilt, darin liegt eine Pappschachtel mit den USB-Kabeln, die SSD ist unverpackt. Gut, eine Metallschachtel kann man immer mal gebrauchen, aber diese Verpackung ist nicht mehr zeitgemäß.

Interne SSD

Eine hohe Schnittstellengeschwindigkeit verlangt eine schnelle interne SSD. Datentransferraten von 1 GByte/s oder mehr sind mit einzelnen SATA-SSDs nicht realisierbar – solch eher langsamen Modelle kommen nur noch bei der X6 Portable und der Barracuda Fast SSD zum Einsatz: Beide erreichen rund 560 MByte/s, das



Sabrent Rocket Pro

Der US-amerikanische Hersteller Sabrent verkauft seine SSDs aktuell nur über Amazon, Schnäppchen sind damit fast ausgeschlossen, ein deutscher Support existiert nicht. Die SSD ist mit mehr als 400 Gramm sehr schwer – das liegt am fetten Aluminiumgehäuse, das gleichzeitig der Wärmeabgabe dient.

Sabrent nutzt aller Wahrscheinlichkeit nach eine PCIe-SSD mit QLC-Flash. Bei eher kurz laufenden Benchmarks erreicht die SSD damit rund 1 GByte/s beim Lesen und Schreiben, bei längeren Praxisaufgaben hingegen bricht die Schreibgeschwindigkeit stark ein.

- ⬆ wertiges Gehäuse
- ⬆ hohe Geschwindigkeit
- ⬇ nur über Amazon erhältlich

Preis: ca. 250 Euro



Samsung Portable SSD T7

Samsungs externe Portable SSD T7 ist die teuerste in diesem Vergleich, nicht aber die schnellste: Viel mehr als 1 GByte/s ist nicht drin, beim Schreiben sind es sogar maximal 860 MByte/s. Besonders langsam aber ist die T7 beim Schreiben vieler kleiner Dateien: Die rund 50 MByte Linux-Quelltext krochen mit nicht einmal 1 MByte/s über die nominell tausendfach schnellere USB-Leitung.

Mit nur 58 Gramm ist die T7 trotz Metallgehäuse eine der leichtesten und auch kleinsten SSDs in diesem Test; zudem hat sie den höchsten Schnuckelfaktor.

- ⬆ schick und flott
- ⬇ teuer
- ⬇ langsam bei kleinen Dateien

Preis: ca. 283 Euro



Seagate BarraCuda Fast SSD

Seagates Barracuda Fast SSD ist trotz ihres Namens nicht die allerschnellste in diesem Test – die verwendete SATA-SSD kann mit den in fast allen anderen Kandidaten verbauten PCIe-SSDs nicht mithalten. Bei kompletter Befüllung mittels H2testw sinkt die Schreibrate auf jämmerliche 84 MByte/s, bei kurzem Beschreiben aber erreicht die SSD immerhin knapp 540 MByte/s.

Vorn liegt die Barracuda lediglich beim Lesen und Schreiben auf zufällige Adressen, für den Systemstart von einer externen SSD wäre sie am besten geeignet.

- ⬆ hohe IOPS-Werte
- ⬇ langsam bei langem Schreiben
- ⬇ teuer

Preis: ca. 269 Euro

MIT SPACE HEBEN SIE AB

TESTEN SIE 2 × SPACE

2 Ausgaben als Heft inkl. PDF
+ Geschenk nach Wahl

Jetzt bestellen:

www.emedia.de/space-mini

**30 %
Rabatt +
Geschenk**



Maximum einer SATA-SSD. Die Gehäuse dieser beiden SSDs deuten nicht auf eine klassische SATA-SSD hin, doch die Platinen füllen die 2,5-Zoll-Gehäuse schon lange nicht mehr voll aus – die meisten Platinen sind deutlich kleiner.

Alle anderen Modelle arbeiten intern mit PCIe-SSDs und NVMe-Protokoll in Version 1.3. In der SE760 und der Rocket Pro arbeitet der USB-NVMe-Controller JMicron JMS583, in der T7 steckt der ASMedia ASM2362. Die mit USB 3.2 Gen 2x2 nominell schnellste SSD in diesem Test, die SE900G, arbeitet mit dem ASM2364 – dieser kommt auch in den anderen bislang verfügbaren SSDs mit USB 3.2 Gen 2x2 zum Einsatz.

Diese USB-PCIe-Wandler werden zwar mittlerweile auch in größeren Stückzahlen produziert, doch USB-SATA-Wandler, wie sie in den SSDs von Crucial und Seagate zum Einsatz kommen, sind noch weitaus zahlreicher und damit günstiger. Gleiches gilt für die SSDs: PCIe-SSDs sind teurer als SATA-SSDs.

Doch welche SSD sich auf der anderen Seite des Wandlers befindet, bleibt in den meisten Fällen unklar; keines der Gehäuse lässt sich zerstörungsfrei öffnen. Da alle Hersteller jedoch ebenfalls interne SSDs im Programm haben, dürften die in den Gehäusen verbauten Modelle aus dem gleichen Haus stammen.

Die Messwerte unseres eigentlich für Festplatten entwickelten Benchmarks H2benchw lassen zumindest Interpretationen über den in einigen SSDs verwendeten Flash-Speicher zu. So sinkt die Schreibgeschwindigkeit bei der Rocket Pro sehr abrupt nach etwa 30 Prozent der Gesamtkapazität auf nur noch ein Drittel des Anfangswertes. Das deutet darauf hin, dass der SLC-Cache voll ist und die SSD

die Daten nun direkt in den langsamen QLC-Speicher schreiben muss. In der Praxis ist das nebensächlich, weil man selten mehr als 600 GByte Daten am Stück schreibt.

Auch bei der SE900G fällt die Schreibgeschwindigkeit abrupt ab, wenn auch nicht so stark: Sie sinkt nach dem Beschreiben von rund 15 Prozent der Gesamtkapazität um etwa ein Viertel – auch die SE900G dürfte die anfangs hohe Schreibgeschwindigkeit per SLC-Cache realisieren, der weniger starke Abfall der Transferrate deutet jedoch auf schnelleren TLC-Speicher hin.

Stöpselt man eine per SLC-Cache beschleunigte SSD sofort nach dem Kopieren riesiger Datenmengen ab, kann sie die Daten nicht mehr in die langsameren Flash-Zellen verschieben. Das führt dazu, dass die Schreibgeschwindigkeit beim nächsten Mal recht niedrig sein wird, weil der SLC-Cache ja noch voll ist. Daher sollte man externe SSDs nach dem Beschreiben besser noch eine Zeitlang am USB-Port belassen, damit sie die notwendigen Aufräumarbeiten durchführen kann.

Aktivitätskontrolle

USB-Speichergeräte sollte man vor dem Abziehen vom PC über die entsprechenden Betriebssystemfunktionen auswerfen, da sonst Datenverlust droht. Für Anwender, die das nicht tun, ist eine Anzeige sinnvoll, die noch laufende Schreibvorgänge optisch signalisiert – am einfachsten mit einer LED. SE760, SE900G, Rocket Pro und T7 haben kleine LEDs neben dem USB-Port, die Fast SSD einen Leuchtstreifen auf der Oberseite. All diese LEDs sind nur sichtbar, wenn man von der Anschlussseite aus auf die SSDs schaut, aus dem

Augenwinkel heraus wird man das Leuchten nicht sehen können.

Die SE900G sticht heraus: Fast die gesamte Oberseite der SSD ist in einem RGB-Wechselspiel erleuchtet, egal ob gerade Datenverkehr stattfindet oder nicht. Wer bereits andere RGB-Komponenten nutzt, könnte sich ärgern: Die SE900G lässt sich nicht in das RGB-Setup einbinden.

Fazit

Große und schnelle externe SSDs dienen wohl meistens der schnellen Sicherung vieler Daten. Wenn die Schreibgeschwindigkeit wie bei der SE760, der X6 und der Barracuda Fast dann aber unter die einer Festplatte sinkt, bleibt von den teuren SSDs lediglich der Vorteil der Robustheit. Bei der SE760 kommt hinzu, dass man nicht sicher sein kann, dass der Stecker richtig herum in der USB-Buchse steckt.

Bei alltäglichen Sicherungen mit geringerem Datenvolumen aber erreichen auch die langsameren SSDs Schreibgeschwindigkeiten von mehr als 500 MByte/s. Fast die doppelte Geschwindigkeit schaffen die sehr teure T7 von Samsung und die Rocket Pro. Wer einen modernen PC mit sehr schneller USB-Schnittstelle besitzt, greift besser gleich zur etwas unhandlichen, aber mit maximal 2 GByte/s sehr schnellen und durch die Beleuchtung sehr auffälligen SE900G von Adata.

(ll@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Lutz Labs, Sicherer Datentransporter, c't 4/2020, S. 72

Download der Testprogramme:
ct.de/yeuw

Externe USB-SSDs mit 2 TByte Speicherkapazität

Modell	SE760	SE900G	X6 Portable SSD	Rocket Pro	Portable SSD T7	Barracuda Fast SSD
Hersteller	Adata, www.adata.com	Adata, www.adata.com	Crucial, www.crucial.com	Sabrent, www.sabrent.com	Samsung, www.samsung.com	Seagate, www.seagate.com
Bezeichnung	ASE760-2TU32G2-CBK	ASE900G-2TU32G2-CBK	CT2000X6SSD9	SB-2TB-PRO	MU-PC2T0	STJM2000400
von Windows erkannte Kapazität	1908 GByte	1908 GByte	1908 GByte	1908 GByte	1863 GByte	1863 GByte
mitgelieferte Kabel	USB A, USB C	USB A, USB C	USB C (Adapter optional)	USB A, USB C	USB A, USB C	USB A, USB C
USB-Version	3.2 Gen 2	3.2 Gen 2x2	3.2 Gen 2	3.2 Gen 2	3.2 Gen 2	3.2 Gen 2
Preis pro Gigabyte	11,4 ct	12,8 ct	9,9 ct	12,5 ct	14,2 ct	13,5 ct
Straßenpreis	228 €	255 €	198 €	250 €	283 €	269 €
weitere erhältliche Kapazitäten	256 GByte (85 €), 512 GByte (95 €), 1 TByte (135 €)	512 GByte (99 €), 1 TByte (160 €)	500 GByte (69 €), 1 TByte (105 €), 4 TByte (475 €)	1 TByte (150 €), 4 TByte (700 €)	500 GByte (90 €), 1 TByte (146 €)	500 GByte (87 €), 1 TByte (125 €)

¹ Die Hersteller rechnen mit 1 GByte = 1.000.000.000 Byte. Für Windows dagegen ist 1 GByte = 1.073.741.824 Byte, die angezeigte Kapazität ist daher kleiner.

167 Seiten
Mac & i-Tipps!

Homeoffice mit Apple – effizient und sicher!

Sofort als
Download
verfügbar!



über
160
Seiten

→ Tests und Tipps
aus drei Jahren
Mac & i

Mac & i kompakt – Homeoffice

Das Homeoffice ist gekommen, um zu bleiben! Darum unterstützt Sie die Mac & i-Redaktion mit über 160 Seiten voll mit Tests, Praxistipps, Empfehlungen und Hintergrundinfos zum Thema Homeoffice mit Mac, iPhone und iPad aus den Mac & i-Ausgaben der letzten drei Jahre. Dabei stehen Themen wie effizientes Arbeiten, Energie sparen, Datensicherheit und die Kauberatung für Hard- und Software im Vordergrund.

shop.heise.de/mi-homeoffice21

PDF-Dossier

9,99 € >

 **heise shop**

shop.heise.de/mi-homeoffice21 >

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



Bild: Thorsten Hübner

Schön ausgeleuchtet

Günstige Leuchten für Videokonferenzen

Wer sich beim Videomeeting im besten Licht präsentieren will, braucht vernünftige Leuchten. Wir haben neun Videoleuchten getestet und geben Tipps, wie Sie auch ohne teure Hilfsmittel das Optimum aus ihrem Setup herausholen.

Von Sahin Erengil

Nach über einem Jahr im Homeoffice und vielen Videokonferenzen gehören schlecht ausgeleuchtete Kollegen mit überladenen Bücherregal im Hintergrund zum täglichen Anblick. Einige Unzulänglichkeiten lassen sich schon mit ein paar einfachen Handgriffen und ein wenig Zubehör vermeiden. Insbesondere eine passende Beleuchtung verhilft zum deutlich besseren Videobild.

Über- oder Unterbelichtung, Rot- oder Blaustich oder tiefe Schatten unter den Augen – all das irritiert, weil es unnatürlich wirkt. Doch weder im Homeoffice noch im Büro sind die Lichtbedingungen für Videokonferenzen üblicherweise ideal. Ein gro-

ßes Fenster an der Seite erlaubt zwar ergonomisches Arbeiten am Schreibtisch, sorgt aber zugleich für störende Schatten im Gesicht. Dagegen kann man mit einer auf der gegenüberliegenden Seite platzierten Lampe schon viel ausrichten.

Wir haben Lampen zwischen 15 und 100 Euro für den Videochat am Schreibtisch getestet. Anhand einiger Szenarien geben wir Tipps, wie Sie die Lampen optimal platzieren und worauf Sie achten sollten. Im Test waren drei Lampentypen: kleine LED-Flächenlichter, LED-Ringleuchten und ein Lampenset aus Kathodenstrahlern (CFL). Vor den LED-Lampen sitzt stets eine streuende Diffusions-

schicht – die Dioden selbst sind Punktstrahler, die andernfalls stark blenden würden. Die beste Ausleuchtung erzielt man mit großen Softboxen, wie sie das hier getestete CFL-Set von Geekoto nutzt. Das beansprucht allerdings sehr viel Stellfläche, die in etlichen Homeoffices fehlen dürfte.

Ringlichter sind bei YouTubern angesagt, sie erzeugen runde Lichtreflexe auf den Pupillen – das kann man mögen oder auch nicht. Die Ringleuchten empfehlen sich besonders für Notebook-Nutzer, da man sie auf Augenhöhe über dem Display platzieren kann. Wer an einem großen Monitor arbeitet, könnte die Ringleuchte auf einem Stativ über dem Display anbringen. Das erfordert aber viel Stelltiefe auf dem Schreibtisch und erzeugt dunkle Ränder unter den Augen, wenn das Licht sehr von oben aufs Gesicht fällt. Platziert man die Ringlichter seitlich zum eigenen Gesicht, leuchten sie die jeweilige Gesichtshälfte recht gleichmäßig aus. Die rechteckigen LED-Strahler benötigen für den gleichen Effekt eine große Leuchtfläche.

Einige Lampen bringen eine besonders platzsparende Befestigung mit, etwa einen Saugnapf oder eine Federklemme für die Schreibtischkante. Vielen Lampen liegt ein kleines Tischstativ bei, das im besseren Fall höhenverstellbar ist – leuchtet die Lampe das Gesicht von unten aus, erzeugt sie Geisterstimmung. Die meisten Lampen besitzen eine Aufnahme für herkömmliche Stativgewinde. Sollte das mitgelieferte Stativ nicht auf den Tisch passen, lässt es sich durch ein vorhandenes Fotostativ neben dem Tisch ersetzen.

Wer das Handy als Videodisplay nutzen möchte, kann es bei den größeren Ringlichtern in den Leuchtring einspannen. Bei

Zwei Lampen rechts und links des Displays leuchten das Gesicht optimal aus; die Aufstellung erfordert etwas Platz auf dem Schreibtisch.



der Lampe von Oxendur lässt sich stattdessen eine Webcam im Ring befestigen, was eine interessante Alternative zur Kamera im Notebook sein kann.

Bei allen hier getesteten LED-Lampen kann man die Leuchtstärke einstellen, bei den meisten auch die Farbtemperatur. Letzteres ist wichtig, wenn man verschiedene Lichtquellen im Raum nutzt und dennoch farbneutrale Videobilder erzeugen will.

Hausmittel

Um das von einem Fenster einfallende Tageslicht bestmöglich auszunutzen, sollten Sie sich für die Videokonferenz entgegen aller ergonomischen Regeln so positionieren, dass Sie frontal oder in einem Winkel von maximal 45 Grad angestrahlt werden. In keinem Fall sollte sich ein helles Fenster im Rücken befinden, denn sonst bleibt im Videobild von Ihnen kaum mehr übrig als eine dunkle Silhouette.

Da das einfallende Licht stark von der Tageszeit, vom Wetter und der Art der Fenster abhängt, brauchen Sie eine Gegenlichtquelle. Eine Schreibtischlampe

kann bereits Wunder wirken. Sehr helle Lampen richten Sie möglichst auf eine gegenüberliegende Wand, dann werden Sie durch das zurückgeworfene Licht sanfter angestrahlt und Gesichtsfalten werden geglättet.

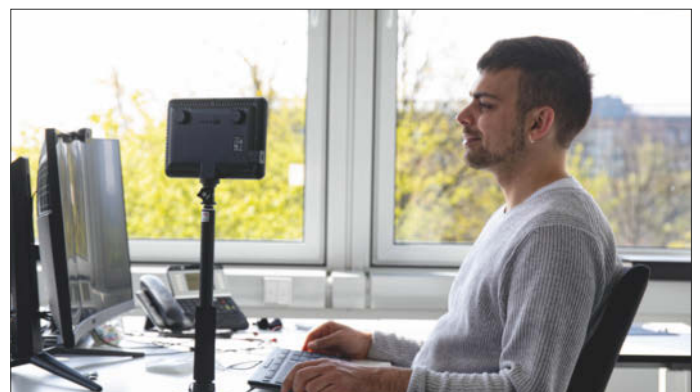
Sie sollten darauf achten, dass sich möglichst keine Farbtemperaturen vermischen, etwa das warmweiße Licht einer Stehlampe und das kaltweiße Licht des bewölkten Mittagshimmels, denn das kann zu einem blau- oder rotstichigen Videobild führen. Deckenbeleuchtung eignet sich nicht für Videokonferenzen, da sie durch Bestrahlung von oben unschöne Schatten im Gesicht erzeugt. Ein kleiner Trick, falls Sie keine Lampe zur Hand haben: Nutzen Sie den Monitor als Scheinwerferersatz, indem Sie dessen Helligkeit voll aufdrehen und einen warmweißen Hintergrund einstellen.

Gut platziert

Haben Sie Ihren Schreibtisch ergonomisch korrekt im 90-Grad-Winkel zum Fenster platziert und werden deshalb seitlich angestrahlt, platzieren Sie ein Licht auf der



Bei der Dreipunkt-Beleuchtung erhellen zwei vorn platzierte Lampen die Person, die Lichtquelle im Hintergrund bringt Tiefe ins Bild.



Sitzen Sie ergonomisch korrekt seitlich zum Fenster, sollten Sie die im Schatten liegende Gesichtshälfte mit einem Strahler aufhellen.



Cyezcor LED-Videolicht

Das kleine Ringlicht von Cyezcor wird platzsparend direkt an den Bildschirm geklemmt. Dies setzt einen ausreichend breiten Monitorrahmen voraus oder erfordert ein Objekt zum Anklippen. Die starke Spannung der Federklemme kann dünne Notebooks beschädigen. Trotz ihrer kompakten Größe ist die Leuchte recht hell. Helligkeit und Farbtemperatur lassen sich einstellen, wobei die Beleuchtungsstärke nicht von der gewählten Farbtemperatur abhängt. Die Ringleuchte empfiehlt sich besonders für unterwegs, man braucht dann aber eine Powerbank oder einen Kabeladapter für den USB-C-Port am Notebook, denn die Lampe zieht 1,2 Ampere.

- ↑ platzsparende Befestigung
- ↑ klein und leicht
- ↓ für dünne Displays ungeeignet



Oxendure Webcam-Ringlicht WSRL-09

Im Oxendure-Ringlicht lassen sich Webcams für Videokonferenzen mit einem ¼-Zoll-Gewinde befestigen. Notebook-Nutzer können die Lampe damit auf dem höhenverstellbaren Stativ direkt hinter das Notebook stellen; große Monitore sind dabei leider im Weg. Das WSRL-09 hat als einziges Ringlicht im Test ein Gehäuse aus Aluminium, seine Verarbeitung ist jedoch mäßig. So war an unserem Testgerät das Innengewinde zur Stativbefestigung schräg eingelassen. Am Stromkabel fehlt die Zugentlastung, weshalb sich einer der Kontakte in der Lampe während des Tests löste.

- ↑ Webcam-Halterung
- ↑ Alugehäuse
- ↓ schlechte Verarbeitung



Somikon LED-Ringlicht

Plastik dominiert die günstige Ringleuchte von Somikon. Das klapprige Stativ ist nicht höhenverstellbar und weil es zu niedrig ist, beleuchtet die Ringleuchte das Gesicht von unten. In den Ring lässt sich ein kleiner flexibler Metallarm einschrauben und dort das Smartphone einklemmen; für Selfies liefert Somikon einen Bluetooth-Selbstauslöser mit. Helligkeit und Farbtemperatur stellt man am Schalter im USB-Kabel ein. Bei der mittleren Farbtemperatur von 4230 Kelvin leuchten alle LEDs, die Lampe ist dann am hellsten. Die Leistungsaufnahme ist mit fast 14 Watt für die gebotene Leuchtstärke zu hoch.

- ↑ günstig
- ↓ geringe Leuchtstärke
- ↓ miserables Stativ

gegenüberliegenden Seite, um Schatten im Gesicht auszugleichen. An temporären Arbeitsplätzen wie dem Küchentisch bieten sich akkubetriebene Lampen an, das vermeidet Stolperfallen durch herumliegende Kabel. Drei der Lampen im Test haben Akkus einbaut; sie sind daher auch für den Betrieb unterwegs interessant.

Im Homeoffice können Sie sich an der Drei-Punkt-Beleuchtung orientieren, die oft in Interviews genutzt wird. Dabei wird die Person aus einem 45-Grad-Winkel mit einem hellen Führungs- und einem gegenüberliegenden, etwas dunklerem Fülllicht angestrahlt. Um die Person noch besser vom Hintergrund zu trennen, beleuchtet eine dritte Lichtquelle die Person von hinten.

Im Homeoffice lässt sich dieses Setup zumindest rudimentär auf die eigene Situation übertragen: Nutzen Sie das helle Fenster als Führungslicht, eine LED-Lampe als Fülllicht und eine Stehlampe im Hintergrund, um Tiefe ins Bild zu bringen. Ohne Fenster benötigen Sie mindestens zwei Lampen, auf das Spitzlicht im Hintergrund können Sie am ehesten verzichten.

Auch der Hintergrund spielt für das Erscheinungsbild eine große Rolle. Wer direkt vor einer weißen Wand sitzt, schafft zwar ein Videobild frei von Ablenkungen, aber auch eine sehr sterile Atmosphäre. Ein belebter Hintergrund bereichert das Gesamtbild um Tiefe, zu chaotisch sollte es aber nicht sein.

Wichtig ist die Positionierung der Kamera: Sie sollte sich möglichst auf Augenhöhe befinden. Besonders bei Notebook-Kameras ist das ein Problem: Dessen Nutzer schauen auf die anderen Meeting-Teilnehmer herab, diese blicken im Gegenzug in die Nasenlöcher des Gegenüber, der zudem in unvorteilhafter Doppelkinn-Optik erscheint. Dagegen hilft, das Notebook mit Tischaufbauten höher zu positionieren [1] oder zumindest ein dickes Buch darunter zu legen.

Platzfragen

Zentrales Auswahlkriterium für Lampen ist der verfügbare Platz und die Bereitschaft, diesen für bessere Beleuchtung zu opfern. So enthält das hier getestete LED-Set von



Somikon XL-LED-Ringlicht

Das tortenplattengroße XL-Ringlicht wird auf dem höhenverstellbaren, stabilen Bodenstativ befestigt. Dank seiner schieren Größe leuchtet es das Gesicht gleichmäßig aus. Im Ring befindet sich eine Befestigungsmöglichkeit fürs Smartphone. Helligkeit und Farbtemperatur lassen sich an der Lampe stufenlos einstellen, die maximale Helligkeit bietet die Leuchte aber nur in einem von drei Presets über das Steuerkreuz der Fernbedienung. Die Regelung ist nicht entkoppelt: Sobald man an den Drehknöpfen der Lampe regelt, vergisst sie diese Presets wieder.

- ↑ sehr gute Ausleuchtung
- ↓ inkonsistente Einstellmöglichkeiten
- ↓ benötigt viel Platz



Neewer USB-LED-Videolicht

Das LED-Set von Neewer enthält zwei kleine LED-Leuchten und zwei Selfie-Sticks, die zu höhenverstellbaren Tischstativen umfunktioniert wurden. Die Helligkeit der Lampen lässt sich in elf Stufen einstellen, die Farbtemperatur liegt fest bei knapp 7100 Kelvin. Trotz ihrer kompakten Größe produzieren die Lampen mit je 670 Lux eine beachtliche Beleuchtungsstärke, wenn gleich das kühle Licht dem Gesicht nicht besonders schmeichelt. Dagegen hilft ein an der Lampen befestigter Warmlichtfilter, der leider nicht mitgeliefert wird.

- ↑ günstiges Lampenset
- ↑ hell
- ↓ kühle, nicht einstellbare Lichtfarbe



Raleno USB-LED-Videolicht

Für die kompakte LED-Flächenleuchte von Raleno benötigt man ein Stativ, an der Lampe sitzt ein Stativkopf mit ¼-Zoll-Gewinde. Helligkeit und Farbtemperatur der akkubetriebenen Lampe lassen sich stufenlos einstellen. Allerdings sind die beiden Parameter aneinander gekoppelt: Dreht man an der Helligkeit, verändert sich auch die Farbtemperatur. Das schließt eine reproduzierbare Einstellung nahezu aus. Ihre maximale Leuchtstärke erreicht die Lampe nur bei warmen (niedrigen) Farbtemperaturen; bei kaltem Licht bleiben die warmweißen LEDs aus und die Leuchtkraft ist sinkt merklich.

- ↑ Akkubetrieb
- ↓ Helligkeit verändert Lichtfarbe
- ↓ wird ohne Stativ geliefert

Neewer gleich zwei Leuchten inklusive Tischstativen. Platziert man diese links und rechts des Monitors, leuchten sie die Szenerie sehr gleichmäßig aus. Auch die Ringlichter von Somikon, Cyecor, Vijim und Raleno verteilen durch ihren namensgebenden Ring das Licht recht gut, müssen jedoch hinter dem Display platziert werden, der Schreibtisch muss also ausreichend Tiefe für Display und Stativ bereithalten.

Deutlich platzsparender sind LED-Leuchten, die direkt am Monitor angebracht werden. Das kleine Ringlicht von Cyecor wird mit einer Klemme befestigt, was aber einen Bildschirm mit breiterem Rand voraussetzt. Die kleine Flächenleuchte von Vijim befestigt man stattdessen mit ihrem Saugnapf auf der Display-

rückseite. Falls ein großzügiger Arbeitsbereich für Videokonferenzen zur Verfügung steht, kann man zu den großen Softboxen von Geekoto oder zur großen Ringleuchte von Somikon greifen. Diese stehen auf Bodenstativen und sorgen für die gleichmäßigste Ausleuchtung im Test.

Die meisten kleinen LED-Lampen werden über einen USB-Anschluss mit Strom versorgt. Im ersten Moment könnte man versucht sein, diese ans Notebook oder an ein PC anzuschließen. Doch Vorsicht: Einige Lampen zogen über 2 Ampere aus der 5-Volt-Buchse, weshalb sie für den direkten Betrieb an den meisten USB-Ports ausscheiden. An USB 2.0 sind maximal 500 Milliampere zulässig, bei USB 3.2 sind es 900 Milliampere, erst USB-C lie-

fert 3 Ampere und mehr (USB-PD). Um die USB-Ports im Notebook nicht zu grillen, nutzen Sie besser ein separates USB-Netzteil pro Lampe, etwa ein vorhandenes Smartphone-Netzteil. Das sollte ausreichend bemessen sein (siehe Tabelle), denn andernfalls erzielt die Lampe nicht ihre maximale Leuchtstärke und der Ladeadapter wird heiß.

Helligkeit und Farbtemperatur

Die Beleuchtungsstärke der getesteten Lampen reicht von gut 200 Lux bei dem Clip-on-Ringlicht von Cyecor bis gut 1500 Lux beim großen Ringlicht von Somikon. Zum Vergleich: Ein 200 cd/m² heller 24-Zoll-Monitor produziert im selben Mess-Setup 70 Lux auf der Mess-



Vijim Video Conference Lighting Kit

Die akkubetriebene LED-Lampe von Vijim bringt man mit einem Saugnapf an glatten Oberflächen an, also beispielsweise direkt am Notebook-Rücken. Der darf aber nicht gewölbt sein, dann hält die Konstruktion nicht. Helligkeit und Farbtemperatur lassen sich stufenlos einstellen, was mangels Fernbedienung jedoch eine ziemliche Fummelerei ist. Der mitgelieferte Diffusor-Überzug, der über die komplette Lampe gezogen wird, sorgt für schön weiches Licht, halbiert jedoch die Lichtausbeute. Der Akku hält fast 3 Stunden durch. Nach dem Laufzeittest verabschiedete sich unsere Lampe mit defekter Elektronik.

- ⬆️ Akkubetrieb
- ⬇️ fummelige Bedienung
- ⬇️ Lampe fiel nach Laufzeittest aus



Vijim Desktop Video Lamp K4

Das Videolicht lässt sich mit einer Federklemme am Schreibtisch befestigen, was deutlich platzsparender ist als ein Tischstativ, aber eine stabile Tischplatte voraussetzt. Die akkubetriebene Lampe verteilt das Licht dank ihrer Größe recht gleichmäßig, Helligkeit und Farbtemperatur lassen sich stufenlos regeln. Die jeweiligen Werte zeigt ein kleines Display im Lampenrücken; das erlaubt reproduzierbare Einstellungen. Ihre maximale Lichtstärke erreicht die Lampe bei 4200 Kelvin; bei sehr warmen und sehr kühlen Farbtemperaturen leuchtet sie dagegen nur halb so hell. Man kann die Lampe im Betrieb laden.

- ⬆️ sehr hell bei mittlerer Farbtemp.
- ⬆️ Display zeigt Lampenwerte
- ⬆️ Akkubetrieb



Geekoto Softbox-Set

Geekoto setzt auf sehr helle Kathodenstrahler statt energieeffiziente LEDs. Zum Set gehören zwei stabile, höhenverstellbare Bodenstative und zwei zusammenfaltbare Lichtwannen. Die Anordnung beansprucht sehr viel Platz, produziert aber eine sehr gleichmäßige Ausleuchtung, wie man sie auch in Videostudios braucht. Helligkeit und Farbtemperatur sind nicht variabel und anders als bei LEDs sollte man die Lampen im warmen Zustand möglichst nicht bewegen, denn sonst könnten sie schnell kaputt gehen.

- ⬆️ sehr gute Ausleuchtung
- ⬇️ keine Einstellungsmöglichkeiten
- ⬇️ braucht viel Platz

ebene. Wir haben die Beleuchtungsstärke der Lampen aus 60 Zentimetern Entfernung mit dem Chromameter CL200 von Minolta gemessen. Zusätzlich haben wir die Beleuchtungsstärke ermittelt, die die Lampen aus einem Abstrahlwinkel von 45 Grad auf der Messebene erzeugen. Je höher dieser Wert ist, umso breiter streut die Lampe das Licht.

Das Licht der beiden CFL-Lampen im Geekoto-Set wird über die Diffusionschicht der Lichtwannen sehr gut verteilt. Das reduziert harte Schatten und lässt das Gesamtbild weicher wirken. Die Lichter von Neewer und Vijim besitzen als Diffusor eine milchige Plasticscheibe beziehungsweise eine elastischer Überzug. Bei den anderen Lampen sitzt die Streuschicht fest an den Lampen.

Tageslicht ist am frühen Morgen und späten Abend etwa 4000 Kelvin warm, mittags dagegen liegt es je nach Bewölkungsgrad zwischen 6500 und 8000 Kelvin. An diese wechselnden Verhältnisse lässt sich außer der Helligkeit auch die Farbtemperatur des Kunstlichts anpassen. Dazu werden die kaltweißen und warmweißen LEDs in den Leuchten je nach gewünschter Lichtfarbe dazu- oder abgeschaltet.

Bei einer Farbtemperatur von 2900 Kelvin zeigen die Farbspektren der meisten Lampen einen Wellenlängen-Berg bei 700 Nanometern, was Rot entspricht. Es dominieren die warmweißen LEDs, während die kaltweißen LEDs wesentlich weniger zum Lampenspektrum beitragen. Durch die Kombination aus warm- und kaltweißen

LEDs ändert sich bei den günstigen LED-Lampen oft nicht nur die Farbtemperatur, sondern auch die Leuchtstärke: Bei mittleren Farbtemperaturen – wenn alle LEDs leuchten – ist es am hellsten, bei sehr kühlem oder sehr warmem Licht werden die Leuchten sichtbar dunkler.

Die Softboxen von Geekoto nutzen als einzige Leuchten im Test keine LEDs, sondern CFL-Energiesparlampen mit E27-Fassung. Diese sind mit spezifizierten 1000 Betriebsstunden deutlich kurzlebiger als LEDs (ca. 50.000 Betriebsstunden), lassen sich bei Defekten aber tauschen.

Fazit

Mit den hier getesteten, günstigen Lampen lässt sich bereits eine deutliche Aufwertung des Videobildes erzielen. Das

rechnet sich vor allem dann, wenn Sie häufiger oder vielleicht sogar öffentlichkeitswirksam vor der Kamera stehen und auf eine möglichst gute Präsentation angewiesen sind.

Für Notebook-Nutzer empfiehlt sich ein Ringlicht, wobei die hier getesteten Ringleuchten allesamt Stärken und Schwächen haben. Wer mittlere Farbtemperaturen benötigt, kann zur unkomplizierten kleinen Somikon-Leuchte greifen, braucht dafür aber ein ordentliches Stativ. Die WSRK-09 von Oxendure verhält sich lichttechnisch sehr ähnlich, sie kommt mit einem guten Tischstativ, ist aber ansonsten mäßig verarbeitet. Die klemmbare Cyezcor-Leuchte überzeugt mit ihrer von der Farbtemperatureinstellung unabhängigen Lichtstärke, ist aber nicht besonders hell. Die verwirrende Kopplung von Farbtemperatur und Helligkeit ist der große Nachteil der ansonsten guten XL-Ringleuchte von Somikon.

Für die Arbeit am großen Monitor taugen eher seitlich platzierte Flächenleuch-

Im Ringlicht von Oxendure werden die warmweißen und kaltweißen LEDs je nach gewählter Farbtemperatur angeschaltet. Gefährlich: Es fehlt eine Zugentlastung am Stromkabel.



ten. Sehr gut gefallen hat uns die helle K4-Leuchte von Vijim, die dank eingebautem Display reproduzierbare Einstellungen erlaubt und mit ihrem Akku sofort überall einsatzbereit ist. Sie kostet allerdings auch fast 100 Euro und man braucht eine zweite Lichtquelle zur gleichmäßigen Ausleuchtung. Deutlich günstiger gelingt das mit dem LED-Komplettset von Neewer. Deren recht kühles Licht lässt sich mit einer gesichtsschmeichelnden, warmweißen Licht-

folie aufpeppen. Wer im Raum keinerlei Platzbeschränkungen hat, kann auch zum Geekoto-Leuchtersatz greifen. Das nutzt zwar nicht einstellbare CFL-Lampen, produziert aber ein sehr gleichmäßiges, schönes Licht. (uk@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Ulrike Kuhlmann, Steh mal bitte auf! Höhenverstellbare Tischaufsätze für ergonomisches Arbeiten, c't 11/2021, S. 100

Videoleuchten für den Schreibtisch

Produkt	LED-Videolicht	Webcam-Ringlicht WSRK-09	LED-Ringlicht	XL-LED-Ringlicht	USB-LED-Videolicht	LED-Videoleuchte PLV-S104	Video Conference Lighting Kit	Desk Video Lamp K4	Softbox-Set
Hersteller	Cyezcor	Oxendure	Somikon	Somikon	Neewer	Raleno	Vijim	Vijim	Geekoto
Bezugsquelle	Amazon	Amazon	Pearl	Pearl	Amazon	Amazon	Amazon	Amazon	Amazon
Lampenform	LED-Ringlicht	LED-Ringlicht	LED-Ringlicht	LED-Ringlicht	LED-Flächenlicht	LED-Flächenlicht	LED-Flächenlicht	LED-Flächenlicht	CFL-Energiesparlampe
Art der Befestigung	Federklemme	Tischstativ	Tischstativ	Bodenstativ	Tischstativ	(kein Stativ mitgeliefert)	Saugnapf	Stativ mit Tischklemme	Bodenstativ
Abmessung Leuchte H × B × T bzw. Durchmesser	11,5 cm Durchmesser	25,5 cm Durchmesser	16 cm Durchmesser	44 cm Durchmesser	14 cm × 9,5 cm × 2 cm	17,5 cm × 12 cm × 2,5 cm	10,6 cm × 6,7 cm × 1,6 cm	26,8 cm × 18,8 cm × 2,6 cm	68 cm × 48 cm × 38 cm
Gewicht	172 g	730 g	574 g	1500 g	300 g pro Leuchte	320 g	240 g	1070 g	1,5 kg pro Leuchte
Stativ Höhe / Stellfläche	–	37 – 57 cm / 44 cm Durchmesser	13 cm / 34 cm Durchmesser	70 – 163 cm / 58 cm Durchmesser	33 – 97 cm / 36 cm Durchmesser	–	–	44 – 103 cm / –	47 – 155 cm / 72 cm Durchmesser
Ladeanschluss / Akku-Laufzeit	USB-A / –	USB-A / –	USB-A / –	Netzstecker / –	USB-A / –	USB-Micro / 1:30 h	USB-C / 2:45 h	Netzstecker / 1:25 h	Netzstecker / –
Leistungsaufnahme	6,1 W	12,1 W	13,8 W	26,2 W	9,7 W pro Lampe	7,6 W	5,5 W	29,9 W	46,4 W pro Lampe
Besonderheiten	–	Webcam-Halterung	Bluetooth-Fernbedienung, Smartphone-Halterung	Smartphone-Halterung	zwei Lampen mit Stativen	–	Diffusor-Softbox, farbige Einlagen	Display für Helligkeit und Farbtemperatur	zwei Lampen mit Stativen und Lichtwannen
Messwerte¹									
Beleuchtungsstärke Bereich / Regelung	37 – 213 lx / 6 Stufen	10 – 301 lx / 10 Stufen	13 – 267 lx / 10 Stufen	146 – 1524 lx / stufenlos und 3 Presets per FB	19 – 670 lx / 11 Stufen	289 – 605 lx / 4 Stufen	92 – 307 lx / 4 Stufen	137 – 1320 lx / 10 Stufen	1433 lx / –
Streulicht ²	23 Prozent	27 Prozent	28 Prozent	32 Prozent	21 Prozent (eine Lampe)	23 Prozent	25 Prozent	24 Prozent	32 Prozent (eine Lampe)
Farbtemperatur Bereich ³ / Regelung	3088 – 6480 K / 5 Stufen	2869 – 6308 K / 3 Stufen	3111 – 6800 K / 3 Stufen	3000 – 7254 K / stufenlos	7070 K / –	3114 – 8000 K / 4 Stufen	3028 – 5854 K / 5 Stufen	3127 – 6000 K / 6 Stufen	5780 K / –
Bewertung									
Helligkeit	⊖	○	⊖	⊕⊕	⊕	⊕	○	⊕⊕	⊕⊕
Ausleuchtung	○	⊕	⊕	⊕⊕	⊕ ⁴	○	○	○	⊕⊕ ⁴
Bedienung / Verarbeitung	⊕ / ⊕	○ / ⊖	⊕ / ⊖	⊖ / ⊕	○ ⁵ / ⊕	⊖ / ⊕	⊖ / ⊖ ⁶	⊕ / ⊕	○ ⁵ / ⊕
Preis (zum Testzeitpunkt)	22 €	39 €	15 €	65 €	65 €	38 €	36 €	99 €	63 €
¹ gemessen aus 60 cm Entfernung mit Chromameter CL-200 ² Restlicht aus einem Streuwinkel von 45 Grad parallel zur Messfläche ³ bei maximaler Helligkeitseinstellung ⁴ mit Lampenset ⁵ keine Einstellung der Farbtemperatur möglich ⁶ defekt nach Laufzeitmessung ⊕⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht – nicht vorhanden									

Zahlen, Daten, Fakten

Beleuchtung

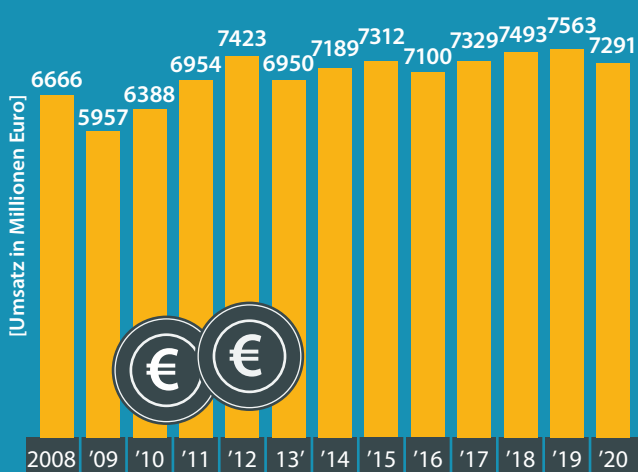
Auf den ersten Blick hat sich beim Energiesparen eine Menge getan. Noch vor wenigen Jahren hingen in vielen Wohnungen Lampen mit hohen Wattzahlen. Durch EU-Verordnungen schwinden sie seit 2013 und weichen energiesparender Leuchtstoff- und LED-Technik. Offenbar

führte das dazu, mehr Ecken zu beleuchten, die man zuvor im Dunkel ließ, daher sank der Energieverbrauch fürs Licht insgesamt kaum. Die Lichtinflation zeigt sich beispielsweise in Parks und Gärten. Sie schadet der Natur, besonders Insekten. Smarte Beleuchtung soll das ändern,

indem sie nicht nur die Helligkeit nach der Uhrzeit regelt, sondern auch schädliche blaue Lichtanteile minimiert. Auch am Arbeitsplatz mögen Menschen kalt wirkendes Licht immer weniger, wie eine Umfrage eines Industrieverbandes zeigt. (mil@ct.de) 

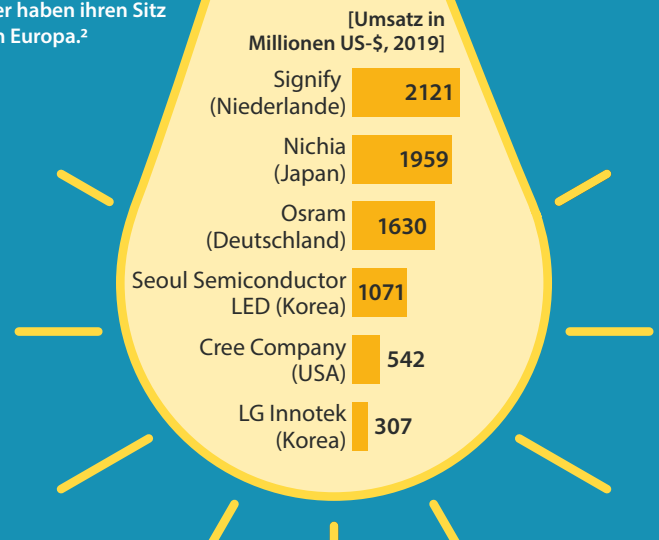
► Umsatz

... trotz der weitflächigen Einführung langlebiger LED-Beleuchtung brachen die Umsätze der Leuchtmittelhersteller nicht ein.¹



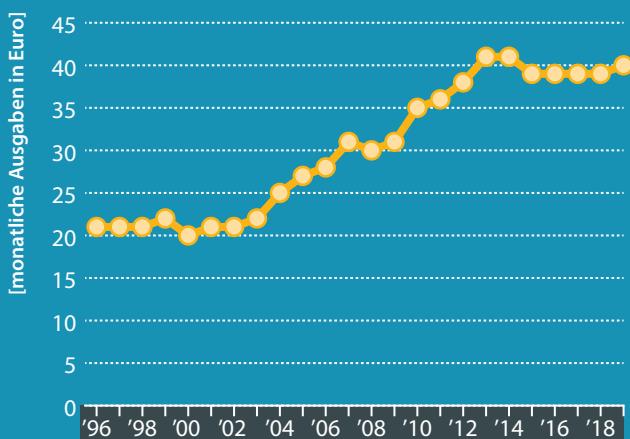
► Hersteller

... einige der großen Beleuchtungshersteller haben ihren Sitz in Europa.²



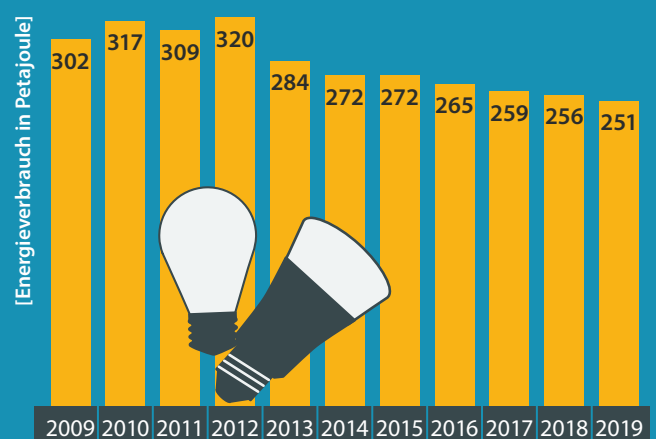
► Stromkosten fürs Licht

... seit der Jahrtausendwende haben sich die Stromkosten etwa verdoppelt – auch für die Beleuchtung.³



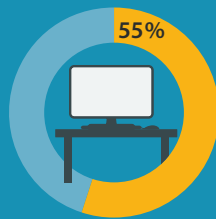
► Energieverbrauch durch Licht

... seit 2013 sinken die Energieverbräuche für die Beleuchtung. Allerdings nicht so stark, wie man erwarten könnte.⁴

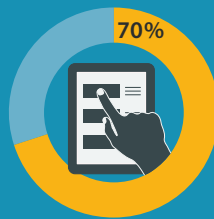


► Licht am Arbeitsplatz

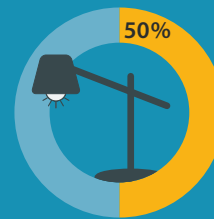
... am Arbeitsplatz würden viele gern besseres Licht haben.
Das betrifft nicht nur die Helligkeit, sondern auch die Lichtfarbe.⁵



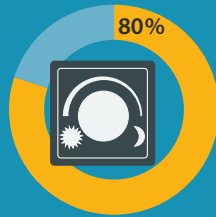
55% würden gern besseres Licht am Arbeitsplatz haben, Ältere und Vollzeitkräfte sogar in noch höherem Ausmaß.



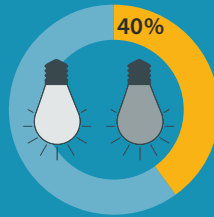
70% hätten gern eine regelbare Beleuchtung am Arbeitsplatz. 59% möchten sie selbst regeln können.



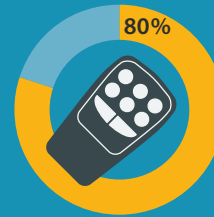
50% finden, dass das Aussehen der Leuchte wichtig ist, Jüngere sehen das in stärkerem Ausmaß so.



80% möchten, dass sich die Lichtfarbe ändert, wenn es draußen dunkler wird.



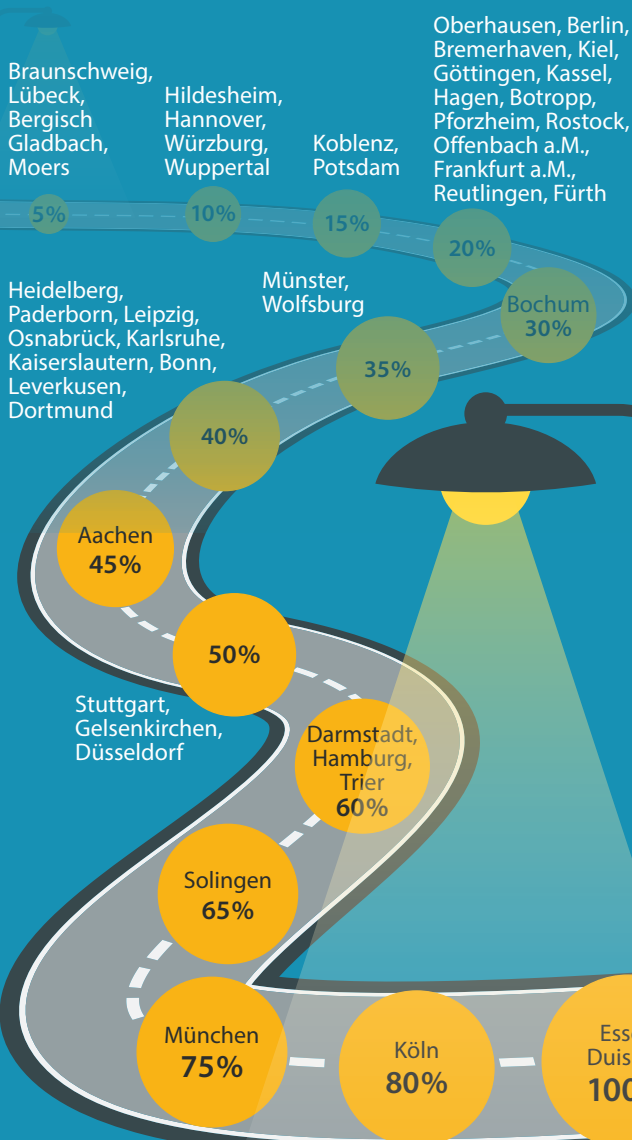
40% sind mit der Helligkeit am Arbeitsplatz unzufrieden, rund 12 Prozent wollen es aber eher dunkler haben.



80% möchten eine Beleuchtung am Arbeitsplatz, die sich den persönlichen Bedürfnissen automatisch anpasst.

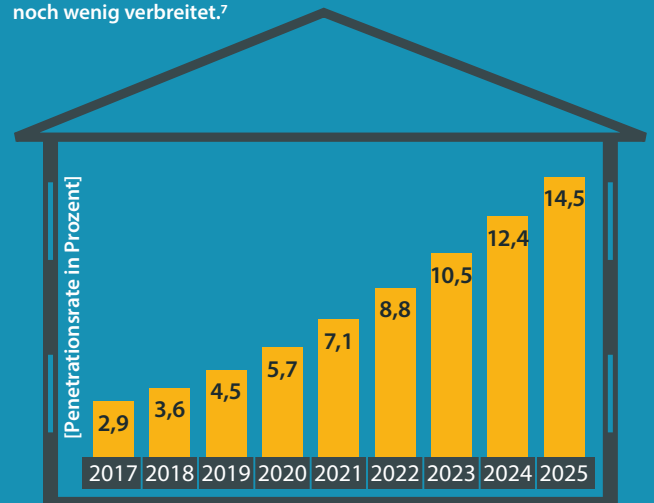
► Smarte Straßenlaternen

... smarte Straßenlaternen regeln ihre Helligkeit selbst.
Der Anteil solcher Leuchten ist in Deutschland eher gering.⁶



► Smartes Licht

... smarte Leuchten in Haushalten sind noch wenig verbreitet.⁷



► Lichtverschmutzung

... nächtliche Außenbeleuchtung stört den Schlaf, die Flora und Fauna und ist eine der Ursachen fürs Insektensterben.⁸





Bild: Thorsten Hübner

Das Milliardengrab

Hardware für digitale Medizin: kaum genutzt, bald entsorgt?

Das von Jens Spahn geleitete Gesundheitsministerium treibt die Digitalisierung der Medizin im Eiltempo voran. Bald soll Hardware im Wert von zwei Milliarden Euro nach nur wenigen Betriebsjahren ausgemustert werden. Ärzte, Apotheken und Versicherungen laufen gegen die Pläne Sturm.

Von Detlef Borchers

Eigentlich soll die Telematikinfrastruktur (TI) im deutschen Gesundheitswesen gerade durchstarten – nachdem sie bisher kaum mehr konnte, als Versicherten-Stammdaten abzugleichen. Die ersten elektronischen Patientenakten werden derzeit in einem erweiterten Feldtest befüllt [1] und das elektronische Rezept steht kurz vor seinem Start [2]. Doch wie sieht die übergreifende Digitalstrategie im Gesundheitswesen aus? Ende Januar veröffentlichte die Projektgesellschaft Gematik, die den Aufbau der TI im Auftrag des von Jens Spahn geleiteten Gesundheitsministeriums koordinieren soll, ein Whitepaper zur „TI 2.0“. In dieser grundlegend neu konzipierten TI des

Gesundheitswesens sollen demnach ab 2025 viele Dinge wegfallen, mit denen sich Versicherte, Ärzte und Apotheker heute befassen müssen – unter anderem die Hardware, ohne die sie gar nicht auf die TI kämen.

Hinweg mit der Hardware!

Trotz des sperrigen Untertitels „Whitepaper Telematikinfrastruktur 2.0 für ein föderalistisch vernetztes Gesundheitssystem“ machte die Veröffentlichung des Papiers am 21. Januar Schlagzeilen. Die Gematik schlägt nämlich nichts Geringeres vor als die Abschaffung jener Identitätsanker, die heute im deutschen Gesundheitswesen zum Einsatz kommen: Softwarebasierte Identitätsprozesse sollen die elektronische Gesundheitskarte der Versicherten, den Heilberufsausweis der Ärzte, die in den Kartenlesegeräten eingesetzte „SMC-B“-Institutionenkarte und nicht zuletzt die Konnektoren ersetzen – also die VPN-Hardware, die Praxen, Krankenhäuser und Apotheken mit der Telematikinfrastruktur verbindet.

Besonders der angedachte Wegfall der Konnektoren erregt die Gemüter. Bis heute sind noch nicht einmal alle der bun-

desweit rund 180.000 Arztpraxen und Kliniken überhaupt über so ein Gerät an die TI angeschlossen: Folgt man den Zahlen eines Anbieters, waren im Februar 2021 noch 15 bis 20 Prozent unversorgt. Sie benötigen den Konnektor in den kommenden Monaten trotz der neuen Pläne aber ebenfalls noch, um obligatorische Dienste wie die elektronische Patientenakte zu erreichen und befüllen zu können – und müssen ihn dann voraussichtlich nur wenige Jahre später wieder abschaffen. Dabei war der Konnektor-Anschluss die Maßnahme, die alle Beteiligten, von Praxen und Kliniken über IT-Dienstleister bis hin zu den Herstellern, wohl am meisten Nerven gekostet hat. Teuer war es obendrein: Rund zwei Milliarden Euro sind bisher in den Ankauf und die Installation der Geräte geflossen. Finanziert haben dies letzten Endes die Versicherten, da die Kassen den Ärzten und weiteren „Leistungserbringern“ Kostenpauschalen für die Geräte erstattet haben. Die aktuell erst anlaufenden Anschlüsse der Apotheken stehen sogar noch aus.

Das Whitepaper verdeutlicht in einer Bewertung des bisherigen Betriebs allerdings auch, dass eben diese Hardware-Konnektoren dazu beigetragen haben, die Telematikinfrastruktur als TI 2.0 neu zu konzipieren. Die sogenannten „offenen Zugangsschnittstellen im Internet“ in der TI 2.0 sind demnach die Antwort der Gematik auf den Ausfall der TI 1.0 im Sommer 2020. Damals waren nach einem fehlerhaften Zertifikatswechsel rund 80.000 Arztpraxen aus der telematischen Infrastruktur geflogen [3]. Bei zwei Dritteln der Praxen musste ein Softwareupdate der Konnektoren vor Ort durch Dienstleister neu eingespielt werden. Die gesamte Störungsbeseitigung dauerte 52 Tage. Aufgrund des Zwischenfalls stehe die Gematik in der Verantwortung, „die Resilienz der TI noch weiter zu erhöhen“.

Umbaukonzepte

Ausgehend von den Erfahrungen aus der Störung zählt das Whitepaper neun Punkte auf, die bis 2025 verbessert oder verändert werden müssten. Drei davon verdienen besondere Aufmerksamkeit:

- Der Zugang zu Diensten auf der TI sollte in Zukunft wie erwähnt unabhängig von Konnektoren erfolgen, auch, um Anwendungen „schneller, wirtschaftlicher und auf Basis neuester technologischer Entwicklungen nutzbar zu machen“.

- Die bisher auf Chipkarten aufsetzenden Anwendungen sollen auf Dienste der TI verlagert werden, „um Datensilos aufzulösen und eine vollwertige mobile Patientenversorgung zu ermöglichen“.
- Ein föderiertes Identitätsmanagement mit einheitlichen Standards soll den administrativen Aufwand sowie Identitätsmissbräuche auf ein Minimum reduzieren. Zugleich könne das Identitätsmanagement auch Identitäten außerhalb der TI für „sektor- oder kassenspezifische Anwendungen“ bestätigen und „übergreifende Sicherheitsniveaus schaffen“.

An die Stelle von Hardware und Chipkarten soll also ein umfassendes Identitätsmanagement treten. Idealerweise kann ein Nutzer dabei nach einem Single Sign-on auf einem Endgerät wie dem Smartphone nach dem Prinzip der „föderierten Identität“ auf alle seine in der TI hinterlegten Gesundheitsdaten zugreifen. Das könnte so aussehen, dass der Nutzer sich über eine App bei seiner Krankenkasse authentifiziert, also einer an die TI angeschlossen und vertrauenswürdigen Stelle. Danach stehen ihm in der App alle Inhalte und Dienste zur Verfügung, für die er eine Zugangsberechtigung besitzt. Der Nutzer bleibt dabei sein eigener Datenmanager innerhalb des föderierten Systems: Er bestimmt weiterhin, welche anderen Nutzer auf seine Daten zugreifen dürfen. Das wahrt Transparenz und Überprüfbarkeit.

Patientenakte und Rezepte samt Zugriffsberechtigung etwa von Ärzten und Apotheken könnte diese Person dann also an einem Ort in nur einer App verwalten, ohne sich gesondert für beides zu authentifizieren, selbst wenn das jeweilige Backend bei unterschiedlichen Dienstleistern liegt. Dazu würde auf der neuen TI 2.0 alles, was es an Hardware-Abhängigkeiten im digitalisierten Gesundheitswesen gibt,

durch Softwarelösungen ersetzt werden. Diese sollen nach den Plänen der Gematik dann weitgehend auf Open-Source-Ansätzen aufsetzen.

Quelloffen

Die zentrale Open-Source-Technik für die TI 2.0 ist OpenID Connect. OpenID Connect basiert auf dem Autorisierungsframework OAuth 2.0, einem offenen Protokoll, das eine standardisierte Autorisierung für Web-, Desktop- und Mobilanwendungen ermöglicht. Für die Teilnahme muss sich ein Nutzer zunächst bei einem Identitätsprovider registrieren und legitimieren. Loggt sich dieser Nutzer anschließend ein und authentifiziert sich über OAuth 2.0, regelt der ID-Provider im Hintergrund über das Autorisierungsframework, auf welche einzelnen Dienste und Ressourcen der Nutzer zugreifen darf. Diese einmalige Authentifizierung für mehrere Systeme gleichzeitig ist das berühmte „Single-Sign-On“. OAuth 2.0 hat sich bereits bewährt: Es kommt auch bei vielen großen Online-Diensten wie Facebook und Google zum Einsatz und kümmert sich dort um Abermillionen Nutzer.

Laut den Plänen der Gematik würden damit Versicherte ihre Gesundheitskarte abgeben, Ärzte ihren Heilberufsausweis. Statt zu einer physischen Karte greifen sie dann zum Smartphone. Die Rolle der Smartcards, die als Identitätsträger und Authentisierungsmittel eine Doppelfunktion haben, käme nach dem Willen der Gematik beispielsweise Krankenkassen, Ärzte- und Apothekerkammern oder Kassenärztliche Vereinigungen als Identitätsprovider zu. Diese würden auch die Authentifizierung der Nutzer durchführen. Durchsetzen sollen die Zugriffsberechtigungen die einzelnen Fachdienste, etwa für elektronische Patientenakte, E-Rezept und ärztliche Kommunikation (KIM) – „auf der Grundlage von elektro-

Sollen bald ausgedient haben: Die Gematik erwägt, die Konnektoren in Praxen und Kliniken durch eine Software-Lösung auf Basis von OAuth 2.0 zu ersetzen.



Bild: Gematik

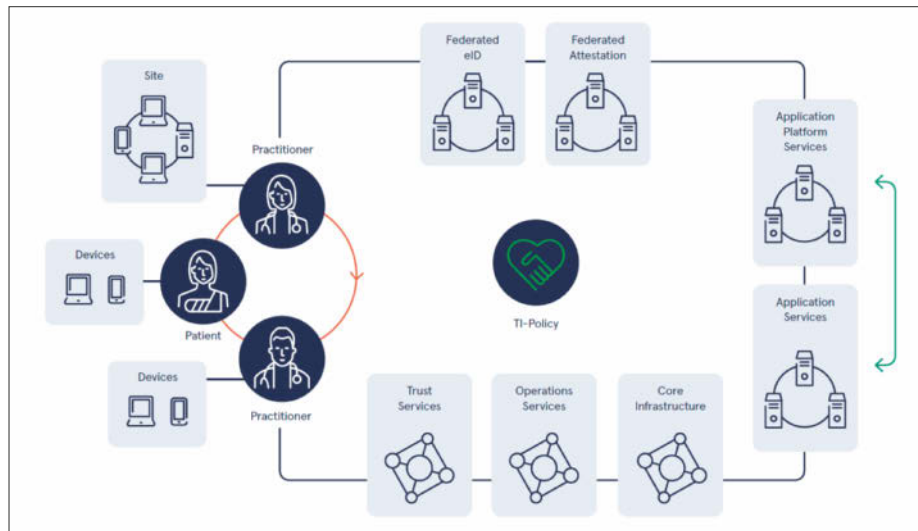


Bild: Gematik

Zwar hat die Gematik ihrem Whitepaper ein Schaubild beigefügt, das die einzelnen Komponenten der TI 2.0 zeigen soll. Der technische Aufbau und die Abhängigkeiten der Dienste untereinander bleiben allerdings noch diffus.

nischen Identitäten und weiterer Merkmale“.

Zu schnell für viele?

In den „weiteren Merkmalen“ steckt eine Menge Sprengstoff. Die TI 2.0 ist nämlich für die europäische Integration ausgelegt. Hier greift die sogenannte „eIDAS-Verordnung“ der EU. Sie liefert bereits eine Grundlage für Identifikations- und Authentifikationsprozesse – für Behörden, den Finanzsektor, aber eben auch das Gesundheitswesen.

Die eIDAS-Verordnung besagt, dass der Zugriff auf medizinische Identitätsdaten mit dem Sicherheitsniveau „hoch“ zu schützen ist. „Hoch“ ist die höchste von drei Stufen; die anderen sind „niedrig“ und „substanziell“. Die EU-Kommission hat für „hoch“ in einer begleitenden Durchführungsverordnung unter anderem festgelegt, dass das elektronische Identifizierungsmittel sowohl vor Duplizierung und Fälschung als auch vor „Angriffen mit hohem Angriffspotential“ schützen soll. Diese Anforderung erreicht man allerdings nur mit geeigneter kryptografischer Hardware. Diese muss dazu nach den internationalen „Allgemeinen Kriterien für die Bewertung der Sicherheit von Informationstechnologie“ mit „CC EAL 4+“ bewertet sein.

Typisch für EAL 4+ sind Chipkarten wie elektronische Gesundheitskarten, Heilberufsausweise und die Institutionenkarten. Auch die embedded Secure Elements (eSE) von Smartphones, also aufgelötete

Sicherheitschips, können dieses Niveau erreichen. Solche Chips werden zum Beispiel bereits für das kontaktlose Bezahlen per Smartphone eingesetzt. 2019 erhielt ein eSE erstmals eine Zertifizierung für CC EAL 4+; es steckt im Snapdragon 855.

Mangelware sichere Smartphones

Genau darin liegt der Sprengstoff: Aktuell schätzen Experten, dass solche Hardware in höchstens 30 Prozent der im Umlauf befindlichen Smartphones eingebaut ist. Dieser Anteil mag bis 2025 höher werden. Dennoch wird ein Teil der Versicherten in der gesetzlichen Krankenversicherung sowie der Mitglieder der Ärztekammern bis dahin noch kein Gerät mit Secure Element besitzen. Sollte es strikt nach dem Whitepaper gehen, dürften solche Nutzer keine elektronische ID erhalten. Folgerichtig müssten die Karten (und Lesegeräte) weiter funktionieren.

Im Vorgriff auf dieses Problem hat die Bundesdruckerei bereits mit einigen Partnern das Projekt OPTIMOS durchgeführt, um ein „praxistaugliches Ökosystem sicherer Identitäten für mobile Dienste“ zu schaffen. In der Version 2.0 soll es zwar das eIDAS-Sicherheitsniveau „hoch“ erreichen, aktuell liegt es dem Staatsunternehmen zufolge allerdings noch auf Stufe „substanziell“.

Skepsis bei Nutzern und Kassen

Der von der Gematik geplante Verzicht auf Smartcards gefällt nicht allen Gesellschaf-

tern der Gematik. In einem gemeinsamen Schreiben kritisierten Kassenärzte und -zahnärzte, Bundesärztekammer, Krankenhausgesellschaft, Apothekerverband und Krankenkassen die „vorschnelle“ Veröffentlichung des Whitepapers. Der Verband der Privaten Krankenversicherungen schloss sich dem an. Mehr noch: Alle Verbände der „Leistungserbringer“ im deutschen Gesundheitswesen – von Ärzten bis Hebammen – haben Einwände gegen das Konzept einer TI 2.0, auf der Identitäten allein durch Software vermittelt werden. Die Ärztekammern und der Apothekerverband etwa wollen nicht auf den Heilberufsausweis respektive Apothekerausweis verzichten, da er auch als Sichtausweis dient und die qualifizierte elektronische Signatur (QES) für die rechtssichere digitale Unterschrift ermöglicht. Eine Softwarelösung genießt bei ihnen bisher deutlich weniger Vertrauen. Hinzu kommt, dass die Ausweise bei einer Gültigkeit von fünf Jahren nicht billig sind und womöglich kurz vor der Umstellung noch einmal erneuert werden müssten. Selbst wenn man eine langfristige Ersparnis annimmt, käme für die Kassen und damit die Versicherten noch einmal eine hohe Summe zusammen: Ärzte zahlen 420 Euro, Apotheker 450 Euro, die sie als Betriebskostenpauschale ersetzt bekommen.

Die Krankenkassen wiederum sehen große Probleme, die inzwischen allgemein akzeptierte elektronische Gesundheitskarte durch eine Software-ID zu ersetzen. Sie wollen daher an einer einfachen Karte festhalten, auf der die Versichertennummer steht. Auch die Kosten spielen eine Rolle: Hatte die Einführung der Gesundheitskarte insgesamt noch die stattliche Summe von 700 Millionen Euro gekostet, so wären jetzt nur noch die Folgekosten für neue Karten in Rechnung zu stellen. Bei einem Stückpreis von etwa 50 Cent wäre dafür rechnerisch selbst bei einem komplettem Austausch für Millionen Versicherte nur noch ein Bruchteil erforderlich. Da der elektronische Notfalldatensatz und der Medikationsplan voraussichtlich ab 2023 in die elektronische Patientenakte abwandern sollen, könnte der Chip mit weniger Speicher sogar noch günstiger produziert werden. Für die TI 2.0 hingegen müssten die Kassen als Provider mit zusätzlichen Kosten ein ID-Management für das föderierte System aufbauen oder über Dritte bereitstellen.

Die Gematik war offenbar überrascht von der geballten Kritik der Leistungs-

erbringer und sich zugleich bewusst, dass das Bundesgesundheitsministerium als Mehrheitseigentümer (51 Prozent Stimmenanteil) die neue Software-TI trotz Gegenwehr durchsetzen kann. So beschwerte sich Gematik-Chef Markus Leyck Dieken in seinem Antwortbrief an die Leistungserbringer, dass „unsere gemeinsam in Spezifikation verabschiedeten Produkte wie die ePA selbst von den Mitgestaltern in Misskredit gebracht werden“. Die übrigen Gesellschafter forderte Leyck Dieken auf, „auf das Konzept zuzugehen und es erst an den Stellen zu verändern, wo man Besseres einbringt“. Offen bleibt allerdings die Frage, was das „Bessere“ ist und ob darüber im Zweifel allein die Gematik und das Gesundheitsministerium mit ihrer Mehrheit entscheiden. Vermutlich ist es aber kein Zufall, dass die Gematik auf einer Fachveranstaltung Mitte März 2021 erstmals FIDO2 für die Authentifizierung ins Spiel gebracht hat. Ähnlich wie bei OAuth 2.0 würde dann eine bereits vorhandene und bewährte Technologie genutzt werden.

Details und Kosten: noch unklar

Der Wechsel von Hardware zu Software hat Konsequenzen für die einzelnen Dienste auf der TI. Das elektronische Rezept [2] und der Kommunikations- und Messengerdienst für Ärzte (KIM) [4] können relativ einfach an Open-ID-Lösungen angepasst werden. Ausgerechnet die elektronische Patientenakte (ePA) [1], die alle Versicherten als erste Komponente überhaupt nutzen können, wird sich dagegen nur mit größeren Änderungen für die TI 2.0 umstellen lassen. Damit ein Arzt solch eine ePA anlegen und befüllen kann, ist er der-

zeit auf den Konnektor in der Praxis angewiesen. Der enthält zu diesem Zweck ein ePA-Fachmodul, das in Zusammenspiel mit seinem elektronischen Heilberufsausweis und der Gesundheitskarte des Versicherten die Zugriffsfreigabe erteilt.

Durch den geplanten Wegfall der Konnektoren müssen die Architekten der TI dieses ePA-Fachmodul sicher an einen erst noch zu findenden Ort verlegen. Da diese Änderung der Zustimmung durch das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik bedarf, rechnet niemand damit, vor 2025 mit dem Umbau der ePA fertig zu werden. Doch selbst ohne die Frage nach dem ePA-Konnektor-Problem ist das anvisierte Datum ehrgeizig. Schließlich müssen nicht nur Provider für die Identifikationsdienste gefunden werden, sondern Rechenzentren aus- oder neu aufgebaut werden. Bei der Gematik heißt es dazu bisher nur lapidar: „Mit der Erreichbarkeit aller Fachdienste der TI über das Internet verlagert sich die betriebliche Leistung der TI fast vollständig in Rechenzentren.“

Das Zieljahr 2025 bringt noch ein weiteres Problem: Die Konnektoren werden mit Zertifikaten geliefert, die gemäß den Bestimmungen des BSI eine Laufzeit von fünf Jahren haben. Je nach Hersteller und Produktversion laufen die ersten Zertifikate ab Herbst 2022 aus. Es gibt zwar Verfahren, um die Konnektoren mit neuen Zertifikaten auszustatten. Diese erfordern aber je nach Hersteller entweder einen rollierenden Austausch oder einen Besuch eines besonders zertifizierten IT-Dienstleisters. Genau damit haben viele Ärzte schlechte Erfahrungen gemacht. Nun stünde ihnen die gleiche zeit- und ressourcenraubende Prozedur für eine bereits obsolete Technik noch einmal ins Haus, kurz darauf gefolgt von der Umstellung auf die Softwarelösung.

Europäische Perspektiven

Die Diskussion über die TI 2.0, wenn sie denn wirklich kommt, könnte in den nächsten Monaten auch eine europäische Dimension bekommen. Bereits im Februar 2020 hat die EU-Kommission ein Diskussionspapier für eine „gemeinsame europäische Datenstrategie“ veröffentlicht. Sie fordert bei den medizinischen Daten einiges ein. Als Teil dieser künftigen Datenstrategie soll ein „europäischer Gesundheitsdatenraum“ entstehen. Die Wunschliste ist gerade bei den Gesundheitsdaten lang geworden.

Die Kommission strebt demnach einen Ausbau der grenzüberschreitenden Weitergabe von Gesundheitsdaten an. Zudem sollen bestimmte Arten von Gesundheitsinformationen „wie elektronische Patientenakten, Genominformationen (für mindestens 10 Millionen Menschen bis 2025) und digitale medizinische Bilddaten im Einklang mit der DSGVO „über sichere zusammengeschlossene Archive“ verknüpft und verwendet werden. Bereits 2022 sollen elektronische „Patientenkurzakte“ und elektronische Verschreibungen grenzüberschreitend in den 22 Mitgliedstaaten, die an der digitalen „eHealth-Diensteinfrastruktur“ (eHDSI) beteiligt sind, genutzt werden können. Über die eHDSI sollen sich dann auch erstmals medizinische Bilddaten, Laborergebnisse und Entlassungsberichte austauschen lassen.

Das ist nur ein Ausschnitt, doch er führt vor Augen, wohin die Reise führen könnte. Mehrfach ist im Abschnitt über die Gesundheitsdaten außerdem die Rede davon, dass ihre Vernetzung die Wettbewerbsfähigkeit der EU-Industrie stärken soll.

Für Deutschland bleibt zu hoffen, dass der Umbau der TI zumindest günstiger und effizienter als ihre Inbetriebnahme wird. Laut GKV-Spitzenverband sollen unter verschiedenen Gesundheitsministern bis einschließlich Jens Spahn allein zwischen 2008 und 2019 insgesamt 2,5 Milliarden Euro in Telematikinfrastruktur-Projekte geflossen sein, ohne die angestrebten Ziele oder überhaupt einen Regelbetrieb zu erreichen. Obendrauf kam nun noch eine wohl bald wieder obsolete Hardware für über zwei Milliarden Euro. Eine ähnlich lange Dauer für die Umsetzung und ähnlich hohe Kosten ließen sich wohl kaum ein zweites Mal rechtfertigen.

(mon@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Borchers, Detlef, Diagnose: digital!, Start für die elektronische Patientenakte, c't 2/2021, S. 116
- [2] Borchers, Detlef, Rezept: digital, Medikamente per Smartphone – demnächst auch in Deutschland, c't 3/2021, S. 114
- [3] Gieselmann, Hartmut, Maus, Thomas, Montz, Markus, Vertrauen entzogen, Warum 80.000 Arztpraxen ihre Verbindung zur Telematik-Infrastruktur verloren, c't 16/2020, S. 28
- [4] Borchers, Detlef, Ärztliches Briefgeheimnis, Wie KIM die Kommunikation von Medizinern absichern soll, c't 4/2021, S. 130

Whitepaper, eIDAS, EU-Datenstrategie:
ct.de/yjmf



Bild: Michael Kapeler / dpa

Fehlplanung: Schon vor dem Regelbetrieb der Telematik-Infrastruktur fordert die von Gesundheitsminister Jens Spahn kontrollierte Gematik einen grundsätzlichen Kurswechsel.

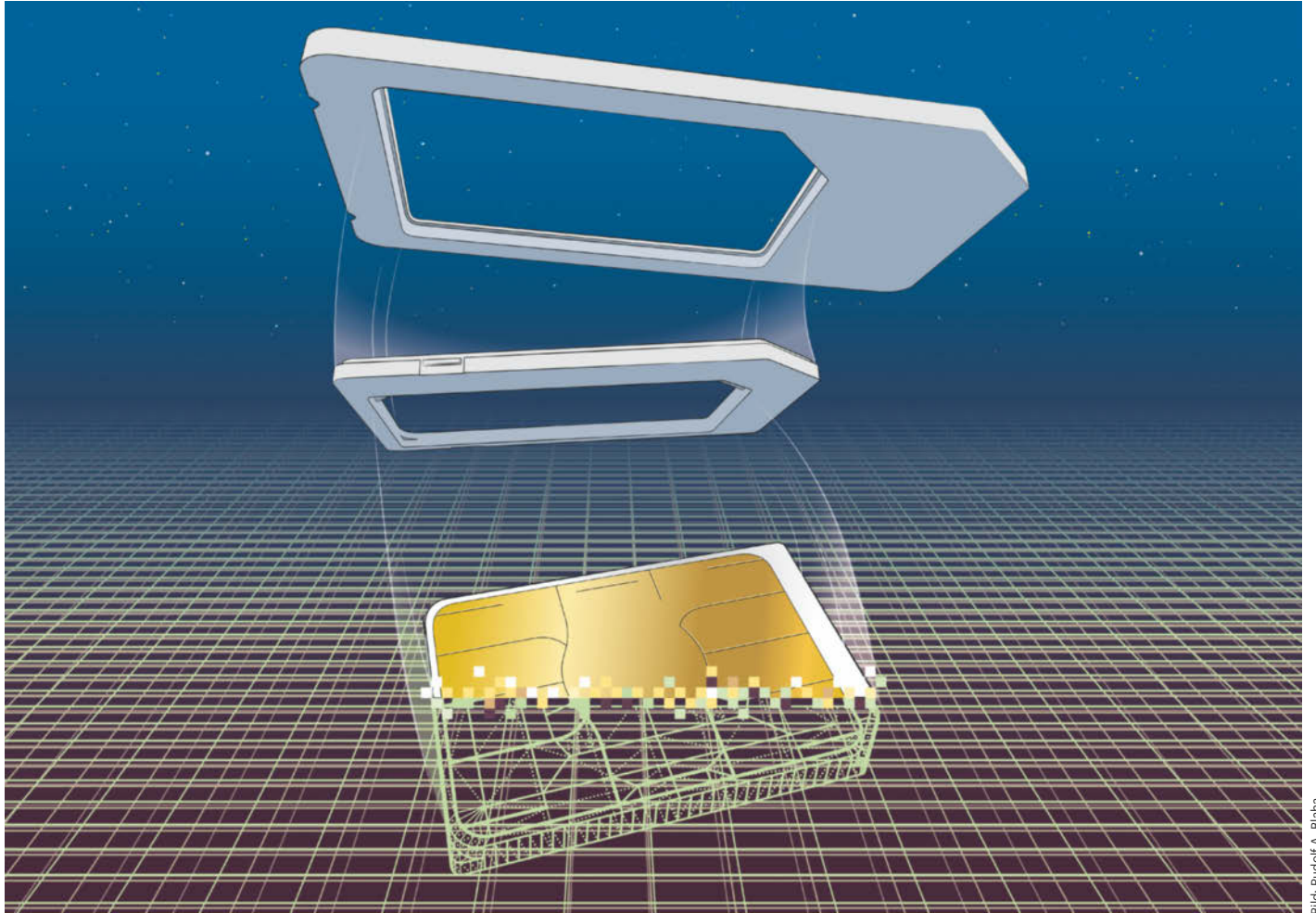


Bild: Rudolf A. Blaha

Virtuell statt Plastik

Die eSIM ersetzt die winzigen SIM-Kärtchen

Die eSIM als Ersatz für die konventionelle SIM-Karte könnte Mobilfunkangebote günstiger machen, den Anbieterwechsel erleichtern und das Gefummel mit winzigen Chipkarten ein für allemal beenden. Zwar hat sie sich noch nicht als Standard durchgesetzt, erste Geräte und Angebote gibt es aber schon.

Von Urs Mansmann

Den SIM-Karten zum Einlegen ins Gerät droht über kurz oder lang das Aus. Sie schrumpften im Lauf von Jahrzehnten von Scheckkartengröße auf das Mini- und Mikro-Format und sind heute als Nano-SIMs nicht größer als der kleine Fingernagel. Bald könnten sie ganz verschwunden sein.

Möglich macht das die eSIM, die es seit sieben Jahren gibt. Sie ersetzt die physische SIM-Karte durch eine fest im Gerät eingelötete. Die eSIM enthält die gleichen Daten wie eine konventionelle SIM-Karte. Diese lassen sich über eine Internetverbindung herunterladen, auf dem Baustein

speichern und dann genau wie in einer herkömmlichen SIM-Karte verwenden.

Bis 2025 soll rund ein Drittel der weltweit in Betrieb befindlichen Smartphones die Verbindung per eSIM aufbauen, prognostiziert die GSMA, der weltweite Industrieverband der Mobilfunkbetreiber. Eigentlich wäre das für Kunden und Provider eine feine Sache. Die Provider sparen sich den zeitraubenden Postversand, die Kunden können auch bei einer Online-Bestellung eine neue SIM-Karte direkt in Betrieb nehmen. Aber irgendwie mag der Wechsel auf die neue Technik nicht so recht in Gang kommen.

Nur Smartphones der Oberklasse haben bereits eine eSIM eingebaut – bei Google zum Beispiel das Pixel 3 und bei Apple alle aktuellen Modelle. Bei Samsung findet man die eSIM nur in den Spitzengeräten, aktuell beispielsweise im Galaxy Note20 und dem aktuellen Galaxy S21 5G. Bei Huawei sind es die Modelle P40 und P40 pro. Die neuesten Flaggschiffe von OnePlus haben dagegen keine eSIM an Bord. Oppo und Xiaomi bieten gar keine Modelle mit eSIM an.

eSIMs stecken auch in einigen Tablets, vor allem in aktuellen iPad-Modellen sowie in hochwertigen Business-Notebooks. Gerne verbauen sie die Hersteller auch in Wearables wie der Apple Watch oder der Samsung Galaxy Gear S2. Grundsätzlich könnte die eSIM in jedem Gerät zum Einsatz kommen, das mit einem Mobilfunkzugang ausgestattet ist.

Ohne Schublade

Für die Gerätehersteller hat die eSIM einen großen Vorteil: Man muss keine SIM-Schublade mehr einplanen. Wenn alle Öffnungen nach außen für Ladebuchsen, Kopfhöreranschluss und eben auch die SIM-Schublade wegfallen, lässt sich ein Smartphone erheblich leichter und günstiger komplett staub- und wasserdicht konstruieren. Motorola ist diesen Schritt mit dem Razr 2019 schon gegangen und hat die konventionelle SIM weggelassen. Das Gerät wurde in Deutschland allerdings nur in geringen Stückzahlen vertrieben.

Bei Wearables kommt die Größe als wichtiger Faktor hinzu: Die eSIM ist ein winziger Chip, der sich an passender Stelle auf eine Leiterplatte packen lässt. Eine SIM-Schublade braucht hingegen vergleichsweise viel Volumen und lässt sich nur an ganz bestimmten Flächen oder Kanten des Gehäuses unterbringen, macht das Gerät also voluminöser und mechanisch empfindlicher und schränkt die Freiheiten des Designers ein.

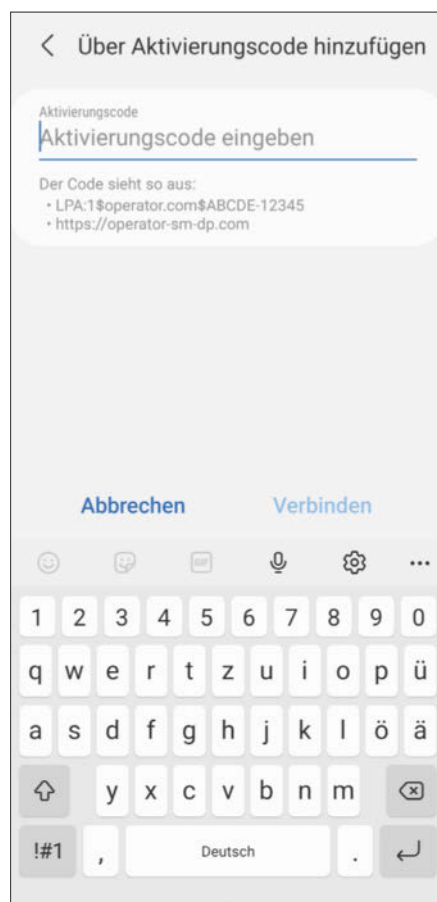
Solche Schubladen sind darüber hinaus anfällig für mechanische Defekte. Kunden, die die Karten falsch einlegen oder manuell unpräzise zugeschnittene Karten mit Gewalt ins Gerät drücken, können es erheblich beschädigen. Und selbst wenn der Kunde alles richtig macht: Schleifkontakte bleiben trotz Goldbeschichtung immer eine mögliche Fehlerquelle.

Auch für die Mobilfunkprovider und die Verbraucher steckt Potenzial in der Karte. Neukunden können mit einer eSIM innerhalb von Minuten nach einem On-

line-Vertragsschluss ins Netz. Geht ein Gerät verloren, ist das Ersatzgerät nach Aufspielen der eSIM-Daten sofort betriebsbereit, ohne eine physische Ersatzkarte bestellen zu müssen. Die teure Logistik für SIM-Karten von der Herstellung bis zum Versand fällt weg. Stattdessen können ganz nach Bedarf SIM-Karten-Profil erstellt und innerhalb weniger Sekunden an die eSIM im Gerät des Kunden übertragen werden.

Komfortgewinn

Was bei normalen Mobilfunkverträgen und -geräten ein Komfortgewinn ist, ist bei IoT-Geräten ein Muss. Bei Systemen, die in den Tiefen von Industrieanlagen, Haushaltsgeräten oder Kraftfahrzeugen verbaut sind, kann man nicht mal eben die SIM-Karte wechseln. Die eSIM erlaubt das nicht nur kontaktlos, sondern letztlich bei Bedarf in Kooperation mit dem Provider sogar vollautomatisch. In IoT-Anwendungen ist der Einsatz von eSIMs heute bereits weit verbreitet und der Markt wächst schnell, weil immer mehr Geräte eine Internetverbindung nutzen.



Der im QR-Code enthaltene Aktivierungscode für das eSIM-Profil lässt sich notfalls auch von Hand eingeben.

Bei Smartphones findet sich eine eSIM in der Regel in Dual-SIM-Geräten. Dabei kann sie die zweite SIM-Karte ersetzen, beispielsweise beim Samsung Galaxy S21, bei dem man eine physische SIM auf dem zweiten Steckplatz oder die eSIM als SIM2 verwenden kann. Bei den iPhones gibt es nur einen SIM-Steckplatz, die eSIM übernimmt dort exklusiv die Rolle der Zweit-SIM.

Der Speicherinhalt der physischen SIM-Karte enthält die IMSI (International Mobile Subscriber Identity), also die Seriennummer der SIM-Karte, und Informationen über das Heimatnetz. Bei der eSIM werden diese Daten in einem Profil abgelegt. Die eSIM kann mehrere davon speichern, der Anwender kann zwischen den Profilen hin- und herwechseln.

Wer also beispielsweise sein eSIM-Profil während des Urlaubs nicht braucht und vor Ort einen Prepaid-Vertrag mit eSIM abgeschlossen hat, kann das Heimat-Profil deaktivieren und dafür das Profil eines Netzes vor Ort aufspielen und einschalten. Wieder zu Hause deaktiviert man das Urlaubs-Profil und nimmt das gespeicherte heimische Profil wieder in Betrieb. Eine Datenverbindung ist dazu nicht nötig, ein solcher Profilwechsel geschieht lokal im Gerät.

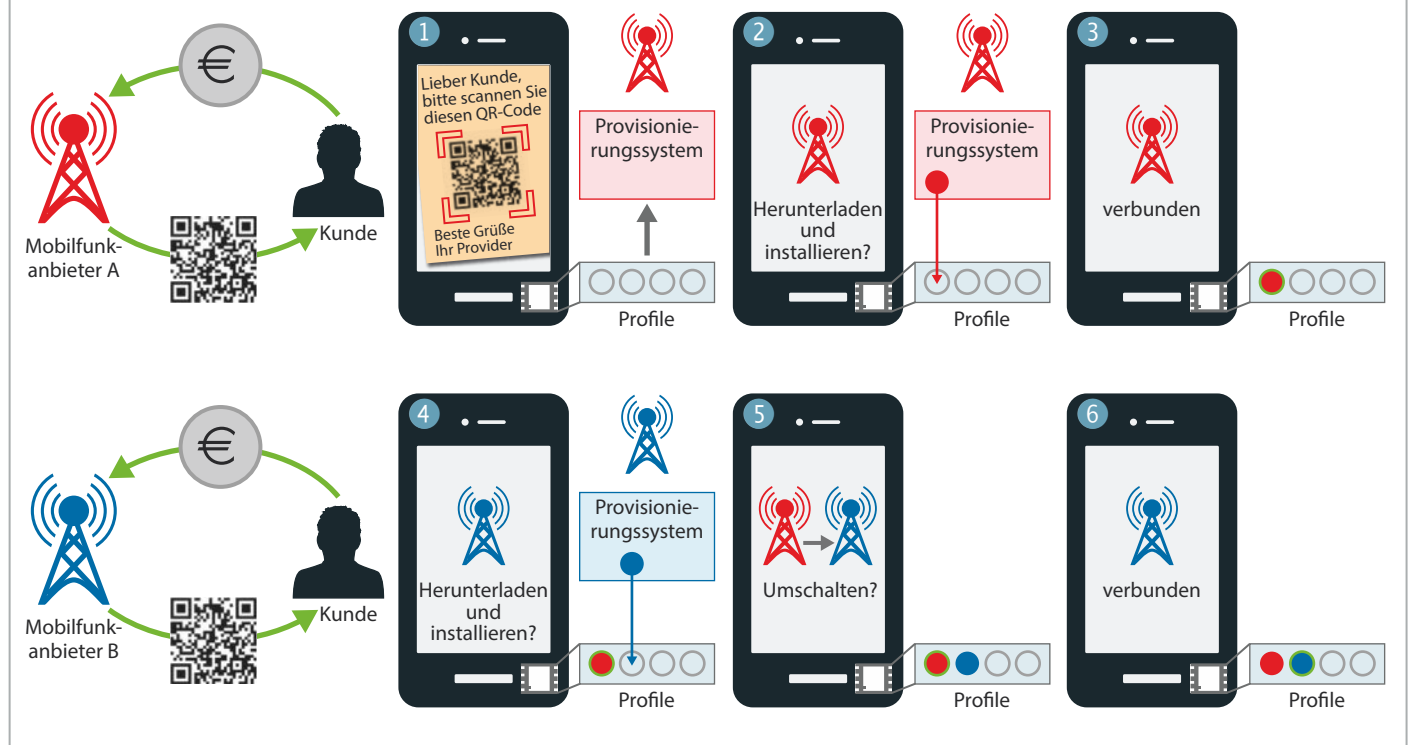
Allerdings kann in einer eSIM immer nur ein Profil gleichzeitig aktiv sein. Dual-SIM-Geräte benötigen also weiterhin eine physische SIM-Karte zusätzlich zur eSIM. Theoretisch ginge das auch mit zwei eSIMs, aber bislang ist noch kein Gerät mit einer solchen Ausstattung auf dem Markt. Bei zwei eSIMs müsste man darauf achten, heruntergeladene Profile auf der richtigen eSIM zu installieren, denn will man zwei Profile gleichzeitig nutzen, müssen sie auf unterschiedlichen eSIMs installiert sein.

Einen Schub für das Interesse könnte die Online-Funktion des elektronischen Ausweises fürs Smartphone (eID) bringen, deren Daten sicher auf der eSIM abgelegt werden können. Im Herbst soll die App starten, die Vodafone, Giesecke+Devrient sowie die Bundesdruckerei derzeit in einer Kooperation entwickeln. Die Technik würde auch weitere Authentifizierungsfunktionen über die eSIM ermöglichen, etwa einen elektronischen Führerschein oder Token für Schließsysteme.

Die Mobilfunk-Provider verstehen die eSIM offenbar als Premium-Funktion und nicht als logische Weiterentwicklung der bisherigen Karten. Erhältlich ist eine eSIM

Provisionierung

In einer eSIM können mehrere Profile gespeichert sein. Ein Wechsel zwischen den Profilen ist möglich und entspricht dem Tausch einer konventionellen SIM-Karte.



bei O2 und Vodafone nur für Vertragskunden. Lediglich die Telekom bietet sie auch für Prepaid-Kunden an.

Der richtige Tarif

Bei O2 und Vodafone muss man als Neukunde zunächst eine physische SIM-Karte bestellen, bevor man eine eSIM zum bestehenden Vertrag hinzubucht. Das hat vermutlich organisatorische Gründe: Mit dem Versand der SIM-Karte prüft der Anbieter, ob die angegebene Adresse korrekt ist und der Vertragspartner seine Post dort erhält. Effizienter geht die Telekom vor. Hier kann der Kunde direkt bei der Bestellung eine eSIM auswählen und nach Identifizierung herunterladen.

Sipgate setzt mit seiner Mobilfunkmarke Simquadrat ganz gezielt auf die neuen technischen Möglichkeiten. Kunden können dort direkt eine eSIM bestellen und das Profil sofort nach der Identifizierung auf ihrem Gerät installieren. Der Wechsel zwischen physischer SIM und eSIM ist bei Simquadrat für Bestandskunden jederzeit möglich, der auf der SIM-Karte aufgedruckte Code dient dabei als Sicherheitsmerkmal. Ausschließlich auf eSIMs setzt der Anbieter Truphone, der

einen internationalen Datentarif anbietet. Der eignet sich vorzüglich zum Testen der eSIM-Funktion, die ersten 100 Megabyte sind kostenlos.

So kommen die Daten auf die eSIM

Eine eSIM lässt sich auf unterschiedlichen Wegen aktivieren. Wenn das Gerät eine Kamera hat, geht es am einfachsten über einen QR-Code, den das System beim Einrichten der eSIM per Kamera vom Bildschirm oder einem Brief einliest. Der enthaltene Aktivierungscode lässt sich alternativ manuell eingeben. Einige Anbieter sichern diesen Vorgang zusätzlich über eine ePIN ab, die mitunter auch als Bestätigungscode bezeichnet wird. Alternativ dazu lädt eine App des Mobilfunkanbieters das eSIM-Profil herunter und installiert es. Anders läuft es, wenn das Gerät keine Tastatur hat, beispielsweise eine Smartwatch. Dann fordert in der Regel eine App auf einem verbundenen Smartphone das eSIM-Profil an und überträgt die Daten auf die Uhr.

Das eSIM-Profil lässt sich auch über die Einstellungen beim Anbieter übertragen. Dazu muss man dort die eID des

Geräts hinterlegen, die eindeutige Identifikationsnummer für die eingebaute eSIM. Danach stößt man den Download des Profils über das Menü des Geräts an. Die eID lässt sich in den Geräteeinstellungen auslesen. Komfortabel ist das allerdings nicht: Die eID umfasst 32 Stellen.

Fazit

Die eSIM vereinfacht das Handling von SIM-Karten deutlich und erleichtert dem Nutzer den Wechsel seines Geräts oder Mobilfunkanbieters. Noch gibt es eSIMs nur in Oberklasse-Smartphones, noch bieten viele Provider ihren Prepaid-Nutzern keine eSIM an. So wie andere Komfortmerkmale wird sich die eSIM recht bald auch in Mittelklasse-Geräten finden.

Und die Möglichkeiten der eSIM erschöpfen sich nicht im Mobilfunkzugang, denkbar sind zahlreiche weitere Anwendungsmöglichkeiten, etwa der elektronische Personalausweis. Die Kunden werden künftig ganz selbstverständlich erwarten, dass man ihnen auf Wunsch auch das passende eSIM-Profil für ihre Geräte zur Verfügung stellt. Und dann hat die Plastik-SIM ausgedient. (uma@ct.de)

IIoT Conference

Die Heise-Konferenz für Industrial IoT
in Kooperation mit der automatica

16. Juni 2021

**10 %
Mai-Rabatt**
für c't-Leser –
Ihr Code:
**021IIOT4CT_
SDF189**

Die Brücke zwischen Automatisierung
und Softwareentwicklung

12 Vorträge unter anderem zu

- ⊗ W3C-Standard Web of Things
- ⊗ Serverless IIoT
- ⊗ Deep Dive MQTT 5
- ⊗ Die Verwaltungsschale am Beispiel FabOS
- ⊗ Robot Operating System (ROS)

www.iiot-conference.de

Zusätzliche Workshops zu MQTT 5 und Machine Learning mit IIoT-Sensordaten

Gold-Sponsor



Veranstalter



@ heise Developer

 dpunkt.verlag



Bild: Albert Hulm

Streng geheim

Wie man die Verschlüsselungsfunktionen von Android in eigene Apps einbaut

Android verschlüsselt zwar alle Nutzerdaten, aber App-Entwickler sollten die Grenzen dieser Verschlüsselung kennen und besonders wichtige Informationen zusätzlich schützen. Zu diesem Zweck bietet Android einfach anzuwendende APIs für biometrische Authentifizierung, Verschlüsselung und Signaturen.

Von Andreas Linke

Smartphones dienen als zweiter Faktor für die Anmeldung bei Banken und Webdiensten, speichern Gesundheitsdaten, intime Nachrichten, Standortverläufe und vieles mehr. Es ist wichtig, diese Daten gut zu schützen. Android beherrscht seit der 2009 veröffentlichten Version 4 eine Verschlüsselung des gesamten Flash-Speichers, seit Android 6 müssen die Hersteller alle Smartphones und Tablets ab Werk verschlüsselt ausliefern. Die Verschlüsselung erfolgt auf Sektorebene direkt im Dateisystemtreiber. Das geht vollautomatisch und sehr schnell, zumal häufig spezielle Hardware zur Beschleunigung genutzt wird [1].

Der eigentliche Schlüssel, der Masterkey, liegt in einem speziellen Disk-Bereich, welcher wiederum mit dem vom Benutzer vergebenen Passcode verschlüsselt ist. Sobald er seinen Passcode beim Entsperren des Geräts eingibt, entschlüsselt Android den Masterkey und kann damit bis zum Herunterfahren des Geräts auf sämtliche Dateien zugreifen. Zum Zurücksetzen des Geräts genügt es, den Masterkey zu löschen, statt mühsam den gesamten Speicherplatz Sektor für Sektor zu überschreiben. Bestimmte Informationen wie Verzeichnislayouts oder Dateigrößen sind von der diskbasierten Verschlüsselung ausgenommen. Damit Angreifer auch aus solchen Daten keine Rückschlüsse ziehen können, ist ab Android 9 zusätzlich eine separate Metadaten-Verschlüsselung möglich.

Diese Vollverschlüsselung (Full Disc Encryption, FDE) funktioniert sehr gut, hat aber auch Nachteile. Da die Nutzer ihr Mobilgerät nur sehr selten ganz ausschalten, liegen alle Daten die meiste Zeit komplett entschlüsselt vor. Mehrere Benutzerbereiche oder Unternehmensprofile las-

sen sich nicht voreinander schützen. Außerdem: Schaltet sich das Handy beispielsweise wegen eines Firmware-Updates oder eines leeren Akkus ab, ist es nach dem Einschalten nicht in der Lage, Anrufe entgegenzunehmen oder Wecker klingeln zu lassen. Auch Verbindungen mit dem WLAN und ein personalisierter Sperrbildschirm sind erst möglich, wenn der Passcode eingegeben wurde.

Dateibasierte Verschlüsselung

Android 7 und höher können daher eine dateibasierte Verschlüsselung (File Based Encryption, FBE) verwenden, wie sie auch Apple in iOS nutzt. Ab Android 10 ist FBE sogar Pflicht. Seit Android 9 kommt FBE auch für SD-Karten zum Einsatz, die per „Adoption“ eingebunden sind; vorher waren sie per FDE verschlüsselt.

Bei FBE gibt es einen Device Encrypted Storage, der schon beim Booten zur Verfügung steht und wichtige Systemdaten enthält. Zusätzlich bekommt jeder Benutzer einen eigenen Bereich namens Credential Encrypted Storage, der wie bisher die Apps und ihre Daten enthält und mit seinem Passcode verschlüsselt wird. Es geht also nicht darum, jede Datei mit einem anderen Kennwort zu verschlüsseln – die dafür nötige Schlüsselverwaltung wäre viel zu komplex. Vielmehr sollen bestimmte Datenbereiche ohne Passworteingabe schon beim Booten verfügbar sein. Und das, ohne die Disk in mehrere Partitionen aufteilen zu müssen.

Wichtig: Davor, dass bösartige Apps die Daten anderer Apps auslesen, schützt weiterhin Androids Sandbox-Mechanismus mit separaten User-IDs pro App. Er lässt sich auf einem gerooteten Gerät oder bei Zugriff auf das Backup leicht aushebeln. Als weiteres Risiko sind alle Apps ohne zusätzlichen Schutz offen einsehbar, wenn man sein Handy kurz aus der Hand gibt. Zudem kommt es immer mal wieder vor, dass böswillige Apps im Play Store landen, die Sicherheitslücken auf den Geräten ausnutzen, um Daten abzugreifen.

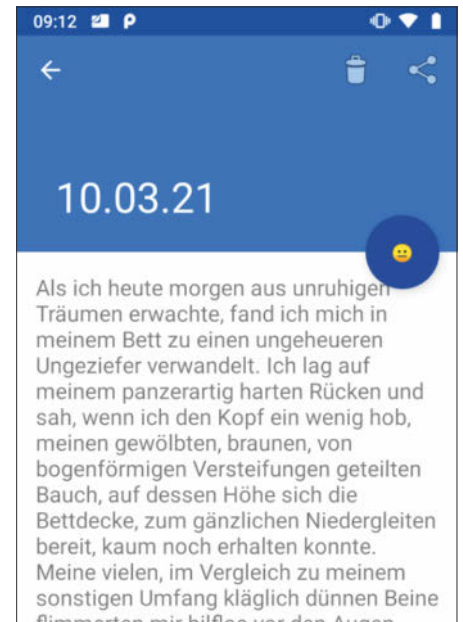
Android kümmert sich also nur um die Sicherheit des Flash-Speichers gegenüber externen Angreifern – aber der zusätzliche Schutz besonders geheimer Daten obliegt weiterhin dem App-Entwickler. Dabei gibt es verschiedene Aspekte, von denen wir die wichtigsten am Beispiel einer einfachen Tagebuch-App beleuchten. In der bewusst einfach gehaltenen App kann man pro Tag einen Text schreiben und seine Stimmung angeben. Damit die in

dieser App erfassten intimen Gedanken und Aufzeichnungen nicht ungeschützt einsehbar sind, soll sie bei jedem Aufruf biometrisch entsperrt werden.

Vermessung

Biometrische Authentifizierung wird von Android inzwischen gut und sicher unterstützt. Die Zeiten, in denen manche Hersteller einfach Fotos von Fingerabdrücken auf dem Gerät gespeichert haben, sind zum Glück schon lange vorbei. Je nach Hardware kann die Authentifizierung über Fingerabdruck, Gesicht, Stimme, Iris oder ähnliches erfolgen. Das Android-Open-Source-Projekt definiert klare Anforderungen an die biometrischen Sensoren und teilt sie in zwei Sicherheitsklassen ein. Sensoren der höheren Sicherheitsklasse BIOMETRIC_STRONG müssen besser gegen Fälschungen geschützt sein als die der Klasse BIOMETRIC_WEAK, außerdem müssen die biometrischen Merkmale kryptografisch geschützt abgespeichert werden. Eine Erkennung von Lebenszeichen wie Augenbewegungen oder der Temperatur des Fingers wird stark empfohlen, ist für Gerätehersteller aber keine Pflicht. Die fälschliche Akzeptanz eines zufälligen (fremden) Fingers oder Gesichts darf bei beiden Varianten 1:50.000 nicht überschreiten.

Ob Ihr Gerät eine starke oder schwache Implementierung hat, merken Sie daran, wie oft der Passcode („Zur Verbesserung der Sicherheit ...“) abgefragt wird. Bei schwacher Authentifizierung muss dies mindestens einmal in 24 Stunden erfolgen, bei der höheren Sicherheitsstufe ist die Abfrage nur alle drei Tage erfor-



Die Beispiel-App erfasst Tagebucheinträge bestehend aus Text und Stimmung und speichert sie ab – verschlüsselt und biometrisch gesichert.

derlich. Die biometrische Authentifizierung ist natürlich niemals sicherer als der Passcode des Geräts. Kennt oder errät man den, kann man Fingerabdrücke ändern/hinzufügen, ein anderes Gesicht anlernen oder den Schutz gleich ganz ausschalten.

Zur Abfrage gibt es die Bibliothek `androidx.biometric`, die man wie gewohnt in `build.gradle` einbindet. Achtung, die im Folgenden verwendeten Klassen gibt es mit gleichem Namen auch im Package `android.hardware.biometrics`, es kommt also auf den richtigen Import an. Mittels

Biometrische Authentifizierung

```
BiometricPrompt prompt = new BiometricPrompt(fragmentActivity,
    new BiometricPrompt.AuthenticationCallback() {
        @Override
        public void onAuthenticationSucceeded(BiometricPrompt.AuthenticationResult res) {
            // Erfolg
        }

        @Override
        public void onAuthenticationError(int errorCode, CharSequence errString) {
            // Fehler/Abbruch
        }
    });
int authenticators = BiometricManager.Authenticators.BIOMETRIC_WEAK |
    BiometricManager.Authenticators.DEVICE_CREDENTIAL;
BiometricPrompt.PromptInfo promptInfo = new BiometricPrompt.PromptInfo.
    Builder().setAllowedAuthenticators(authenticators).build();
prompt.authenticate(promptInfo);
```

```
BiometricManager.from(context).
    canAuthenticate(BiometricManager.
        Authenticators.BIOMETRIC_WEAK)
```

prüft man, ob eine biometrische Authentifizierung für das Gerät vom Nutzer konfiguriert und aktiviert wurde. Im Erfolgsfall liefert die Funktion `BIOMETRIC_SUCCESS` zurück. Ist dies der Fall, kann die Authentifizierung mittels `BiometricPrompt` losgehen (siehe Listing).

Mit den eigentlichen biometrischen Merkmalen, also Fingerabdruck, Stimme oder Gesicht kommen Entwickler aus Sicherheitsgründen gar nicht in Berührung, das übernimmt das System. Damit der Nutzer die App auch entsperren kann, wenn sein Finger verletzt oder das Gesicht von einer Maske verdeckt ist, sollte die App als zweiten Authenticator immer auch den Passcode des Geräts (`DEVICE_CREDENTIAL`) erlauben.

Die App sollte den Prompt beim Start anzeigen und jedes Mal, wenn der Anwender sie in den Vordergrund holt. Dazu muss man einen Listener für `ActivityLifecycleCallbacks` registrieren. Das geschieht am besten in einer eigenen abgeleiteten `class App extends Application` implements `Application.ActivityLifecycleCallbacks`. Diese registriert man im Manifest mittels `<application android:name=".App" ...`

In den Callback-Methoden `onActivityCreated` und `onActivityStopped` zählt man mit, wie viele Aktivitäten gestartet und gestoppt wurden. Ist die Anzahl 0, wurde die App gerade gestartet oder in den Vordergrund geholt und der biometrische Prompt sollte angezeigt werden.

Die App-Klasse ist auch der richtige Ort, um von überall schnell ein `Context`-Objekt zu erhalten, etwa zum Laden von Ressourcen mit `Context context = App.instance.getApplicationContext()`.

Zugesperrt

Die App soll die Tagebucheinträge als verschlüsselte Textdateien auf dem Gerät speichern. So sind sie sicher, selbst wenn Angreifer irgendwie an das Datenverzeichnis der App gelangen, beispielsweise mit einem `DateiManager`, aufgrund eines Android-Bugs, auf einem gerooteten Gerät oder auf einem alten Gerät ohne FDE/FBE.

Wenn es um Verschlüsselung geht, gilt als oberste Regel: Erfinde oder implementiere niemals einen Verschlüsselungsalgorithmus selbst. Auch wenn alles funktion-



Der App-Entwickler entscheidet, ob die App zusätzlich bei jedem Aufruf entsperrt werden muss.

niert, macht man viel zu leicht irgendwo einen Fehler und die Lösung ist angreifbar. Alle ernst zu nehmenden kryptografischen Implementierungen sind Open Source und von Experten auf Schwachstellen abgeklopft. Außerdem nutzen sie die vorhandene Sicherheits-Hardware auf dem Gerät, dazu gleich mehr.

In der Bibliothek `androidx.security.crypto` hat das Android-Team die wichtigsten Methoden zum Verschlüsseln von Dateien und `SharedPreferences`, sowie das Verwalten der zugehörigen Schlüssel zusammengefasst. Sie erlaubt eine Implementierung der Dateiverschlüsselung in nur wenigen Schritten.

Zunächst besorgt man sich einen `MasterKey` für die symmetrische AES-256-Verschlüsselung:

```
MasterKey.Builder builder = new
    MasterKey.Builder(App.appContext(),
        "diary").setKeyScheme(
        MasterKey.KeyScheme.AES256_GCM);
MasterKey key = builder.build();
```

Damit wird ein Schlüssel mit dem Alias `diary` aus dem Android-KeyStore gelesen. Existiert er noch nicht, wird er automatisch angelegt. Der Android-KeyStore ist die bevorzugte Stelle, um kryptografische Schlüssel zu speichern, die nur von der App selbst benötigt werden. Informationen, die zwischen mehreren Apps geteilt werden sollen, beispielsweise Anmelde-daten bei Webdiensten, sollte man in der

`KeyChain` ablegen. Das `KeyStore`-API erlaubt keinen Zugriff auf die Bytes des generierten Schlüssels – so kommen App-Entwickler gar nicht erst in Versuchung, diese irgendwo unsicher abzulegen.

Tatsächlich erfolgen die kryptografischen Operationen in einem sogenannten `Trusted Execution Environment (TEE)`, das ist ein eigenes, unabhängiges System, das auf allen aktuellen ARM-Prozessoren vorhanden ist und selbst bei einem Angriff auf den Kernel – Rooten oder Jailbreaken etwa – gesichert bleibt. Es enthält einen nicht auslesbaren Schlüssel, mit dem die von den Apps verwendeten und im Dateisystem gespeicherten kryptografischen Schlüssel verschlüsselt sind. Ab Android 9 gibt es auf manchen Geräten einen separaten Sicherheits-Chip (Titan M) mit noch höheren Sicherheitsanforderungen, dessen Verwendung der App-Entwickler mittels `setIsStrongBoxBacked(true)` anfordern kann.

Nur die App, die den Schlüssel angelegt hat, darf ihn verwenden. Selbst wenn ein Angreifer eine App mit demselben Package-Namen erzeugt, kann diese den Schlüssel nicht auslesen, denn sie ist anders signiert: Android erlaubt die Installation einer App mit demselben Package und einer anderen Signatur nur nach Deinstallation der bestehenden App, und dabei werden auch alle zugehörigen Schlüssel gelöscht.

Optional kann die App den Schlüssel biometrisch schützen; der Nutzer muss dann explizit zustimmen, dass die App den Schlüssel verwenden darf. Das schützt gegen Attacken durch böswillige Apps im Hintergrund. Die letzte erfolgreiche Authentifizierung darf nicht länger als die angegebene Anzahl Sekunden zurückliegen: `if (App.hasBiometricProtection()) builder.setUserAuthenticationRequired(true, timeoutSeconds)`. In diesem Fall muss die App auf eine `UserNotAuthenticatedException` reagieren, etwa indem sie erneut den oben beschriebenen `BiometricPrompt` anzeigt.

Mit dem `MasterKey` ist die Verschlüsselung von Dateien leicht:

```
EncryptedFile encryptedFile = new
    EncryptedFile.Builder(context, file,
        key, FileEncryptionScheme.
            AES256_GCM_HKDF_4KB).build();
FileOutputStream outputStream =
    encryptedFile.openFileOutput();
outputStream.write(bytes);
```

Die Entschlüsselung erfolgt analog:

```
FileInputStream inputStream =
    encryptedFile.openFileInput();
inputStream.read(bytes);
```

Falls man Benutzereinstellungen geschützt abspeichern will, gibt es eine spezielle `SharedPreferences`-Implementierung, die ebenfalls in einer verschlüsselten Datei landet:

```
SharedPreferences sharedPreferences =
    EncryptedSharedPreferences.create(
        context,
        "secret-prefs",
        encryptionKey(),
        EncryptedSharedPreferences.
            PrefKeyEncryptionScheme.AES256_SIV,
        EncryptedSharedPreferences.
            PrefValueEncryptionScheme.
            AES256_GCM);
```

Unterschrift

Zu Demonstrationszwecken enthält die App eine Funktion zum Export der Tagebucheinträge in entschlüsselter, signierter Form. Die kryptografische Signatur soll sicherstellen, dass der Inhalt authentisch ist und nicht nachträglich verändert wurde. So sind auch alle Apps digital signiert, um sie gegen unautorisiertes Patchen zu schützen. Anders als bei der symmetrischen Verschlüsselung, bei der man denselben Schlüssel zum Ver- und Entschlüsseln verwendet, gibt es bei Signaturen zwei Schlüssel [2]: einen privaten, unbedingt geheim zu haltenden Schlüssel, mit dem die Signatur erzeugt wird, und einen öffentlichen, über einen sicheren Kanal – beispielsweise die eigene Website – verbreiteten Schlüssel, mit dem sich die Signatur überprüfen lässt. Häufig ist dieser öffentliche Schlüssel seinerseits von einer vertrauenswürdigen Instanz (Certificate Authority) signiert.

Das Schlüsselpaar erzeugt man mit einem `KeyPairGenerator` (siehe Listing). Der `PrivateKeyEntry` enthält dabei ein Paar aus öffentlichem und privatem Schlüssel, wobei die App nur die Bytes des öffentlichen Schlüssels auslesen kann. Android erzeugt für jedes Gerät, auf dem die App läuft, einen individuellen privaten Schlüssel, der wie bei der symmetrischen Verschlüsselung niemals den gesicherten Hardware-Bereich verlässt. Mit dem `privateKey` erzeugt man die Signatur und mit dem `publicKey` verifiziert man sie.

Alternativ kann der Nutzer die Echtheit eines Textes am PC mit dem `openssl`-Toolset überprüfen. Ist der öffentliche Schlüssel in der Datei `publickey.der` gespeichert und die zu überprüfende Signatur in `entry.txt.sha256`, lautet der Aufruf

```
openssl dgst -sha256 -keyform der ↵
↳verify publickey.der ↵
↳signature entry.txt.sha256 ↵
↳entry.txt
```

Nach einer Neuinstallation vergibt Android ein neues Schlüsselpaar; den alten öffentlichen Schlüssel sollten sich Nutzer also notieren, wenn sie nach der Neuinstallation noch die Unversehrtheit von alten Texten überprüfen wollen.

Fazit

Auch wenn Android schon von Haus aus diverse Vorkehrungen trifft, um die Daten des Benutzers vor Angriffen von außen zu

schützen, kann es für App-Entwickler sinnvoll sein, besonders wichtige Daten extra zu sichern. Mit den Bibliotheken `androidx.biometric` und `androidx.security` ist das in wenigen Zeilen erledigt. Die sichere Erzeugung und Verwaltung der verwendeten kryptografischen Schlüssel übernimmt das System. Exportierte Daten, die nicht verändert werden dürfen, lassen sich mit digitalen Signaturen schützen. Auch das ist mit den Android-APIs so einfach, dass man es als Entwickler viel häufiger tun sollte. (jow@ct.de) 

Literatur

- [1] Jörg Wirtgen, Schnell verschlüsseln, Die Geräteverschlüsselung von Android-Smartphones, c't 16/2016, S. 102
- [2] Dr. Jan Kopka, Sicherer Kanal, Symmetrische und asymmetrische Verschlüsselung, c't 7/2021, S. 56

Tagebuch-App auf GitHub und weitere Links: ct.de/yper

Signaturen erzeugen und überprüfen

```
keyStore = KeyStore.getInstance("AndroidKeyStore");
keyStore.load(null); // vor jeder Verwendung nötig
KeyPairGenerator generator =
    KeyPairGenerator.getInstance(KeyProperties.KEY_ALGORITHM_EC,
    "AndroidKeyStore");
KeyGenParameterSpec spec = new KeyGenParameterSpec.

Builder("signdiary", KeyProperties.PURPOSE_SIGN | KeyProperties.PURPOSE_VERIFY).
    setDigests(KeyProperties.DIGEST_SHA256, KeyProperties.DIGEST_SHA512).build();
generator.initialize(spec);
generator.generateKeyPair();
KeyStore.PrivateKeyEntry privateKeyEntry =
    (KeyStore.PrivateKeyEntry)keyStore.getEntry("signdiary",null);
PublicKey publicKey = privateKeyEntry.getCertificate().getPublicKey();
byte[] publicKeyBytes = publicKey().getEncoded();
PrivateKey privateKey = privateKeyEntry.getPrivateKey();
//...

/* Signatur erzeugen */

String text = ...
Signature signature = Signature.getInstance("SHA256withECDSA");
signature.initSign(privateKey);
signature.update(text.getBytes());
byte[] signatureBytes = signature.sign();
//...

/* Signatur verifizieren */

Signature signature = Signature.getInstance("SHA256withECDSA");
signature.initVerify(publicKey);
signature.update(text.getBytes());
boolean ok = signature.verify(signatureBytes);
// ...
```

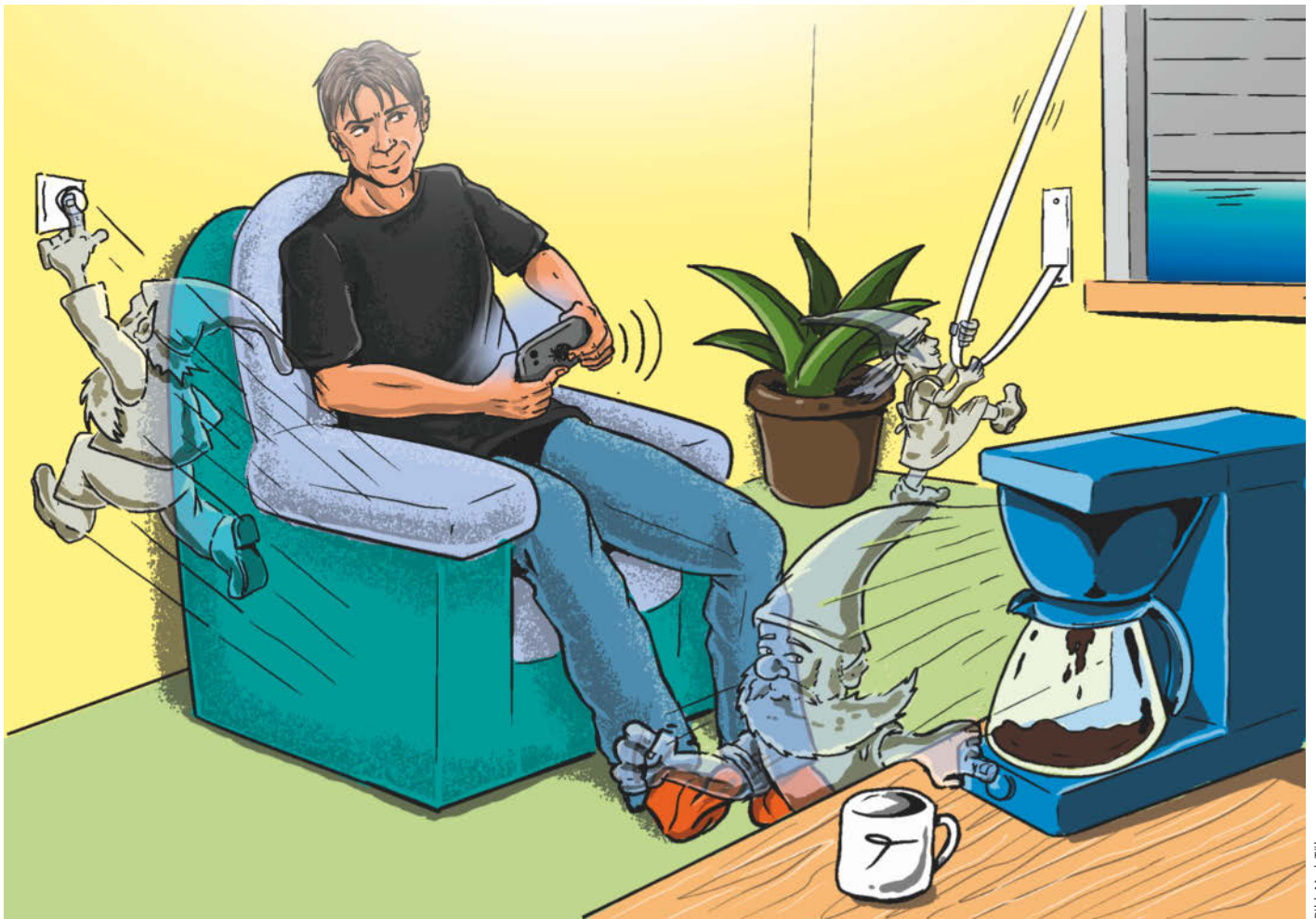


Bild: Mark Töbermann

Flinke Hausgeister

Smart-Home-Funkprotokoll Thread im ersten Praxistest

Das Mesh-Netzwerkprotokoll Thread lag so lange in der Schublade, dass es viele Branchenkenner bereits abgeschrieben hatten. Doch nun haben mit Amazon, Apple und Google gleich drei Branchengrößen passende Geräte auf den Markt gebracht. Da erscheint der Erfolg sicher – doch so einfach ist es in der Praxis nicht ...

Von Berti Kolbow-Lehradt

Es klingt paradiesisch: Im intelligenten Zuhause der Zukunft spielt alles mit allem einfach zusammen, sodass jede Komponente auch über größere Distanzen stets schnell reagiert – und dabei dennoch wenig Strom verbraucht. Mit diesen Aussichten wirbt die Funkstandard-Allianz Thread (zu Deutsch Faden). Allerdings füllte sie lange Zeit eher Papier als Produktregale. De facto bestand das Sortiment bislang nur aus Netzwerkroutern von Amazon und der Google-Tochter Nest, die die Thread Group 2014 initiierte.

Doch seit auch Apple mitwirkt, füllt sich das Ökosystem mit Leben: Mit dem Thread-fähigen Smart Speaker HomePod mini brachte das Technik-Schergewicht Ende 2020 ein Schlüsselprodukt in den Handel. Ein zweites erscheint in diesen Tagen: Die Neuauflage der Set-Top-Box

Apple TV 4K funkt ebenfalls mit Thread. In Apples Fahrwasser folgten zudem die Zubehör-Hersteller Eve und Nanoleaf mit sieben passenden Thread-Komponenten für Apples Smart-Home-Plattform HomeKit (siehe Tabelle).

In einem Praxistest prüften wir das Zusammenspiel ausgewählter Thread-Geräte. Neben zwei HomePod mini nutzten wir dafür von Nanoleaf eine LED-Birne und ein LED-Lichtstreifen sowie von Eve eine smarte Steckdose, einen Kontaktsensor und eine Wetterstation. Unsere Auswahl komplettierten die WLAN-Router Amazon Eero und Google Nest Wifi. Beide sind Thread-fähig, Amazons Gerät unterstützt zusätzlich HomeKit. Gerne hätten wir auch das Zusammenspiel des Smart Displays Google Nest Hub Max mit dem smarten Schloss „Nest x Yale“ der Marke

Yale über Thread getestet, beide sind bislang aber nur in den USA erhältlich.

Beiboot im Heimnetz

Thread ist nicht zwingend als Ersatz für vorhandene Netzwerktechniken gedacht, sondern ergänzt diese. Eve und Nanoleaf kombinieren Thread mit Bluetooth LE, Amazon und Google mit WLAN und Apple mit beiden. Alle basieren auf dem Standard IEEE 802.15.4 und funken auf 2,4 GHz. Dadurch lassen sich alle auf einem Mikrocontroller bündeln. Welches Protokoll wann zum Einsatz kommt, bestimmt die zuständige Anwendungssoftware.

Wie (W)LAN ist Thread IP-adressierbar, dabei unterstützt es IPv6. Daher benötigen Datenpakete vom Heim- zum Thread-Netz und zurück im Unterschied zu ZigBee und Z-Wave keine „Übersetzung“, sondern lassen sich durchreichen. Allerdings kann auch ein Thread-Netz nicht auf eine Verbindungskomponente zum WLAN-Netz verzichten: Weil Smartphones nur über WLAN und Bluetooth funken, können sie keine Schaltsignale direkt an Thread-Komponenten senden. Ein sogenannter „Border Router“ schlägt hier die Funkbrücke.

Nach den Thread-Spezifikationen können beliebige Geräte diese Rolle übernehmen – etwa Smart Speaker wie eben der HomePod mini. Außerdem ermöglicht Thread den redundanten Parallelbetrieb mehrerer Border Router zur Ausfallsicherung. Damit unterscheidet es sich von einem typischen ZigBee- oder Z-Wave-Setup, das mit einem zentralen Gateway steht und fällt. Soweit zumindest die Theorie: Entgegen diesem Grundsatz sieht Apple für den Aufbau eines Thread-Netzwerkes zwingend einen HomePod mini oder ein neues Apple TV 4K als Border Router vor. Dazu später mehr.

Eine integrierte Mesh-Funktion soll sicherstellen, dass der Empfang bis in entlegenste Ecken reicht: Mit Netzstrom betriebene Geräte wie smarte Steckdosen und Leuchtmittel dienen dabei als Knotenpunkte, die Signale empfangen und verteilen (Full Thread Device oder Router) und dabei nicht erreichbare Verbindungsstücke über alternative Routen umgehen.

Im Unterschied dazu nehmen batteriebetriebene Sensoren Datenpakete nur entgegen, schicken sie aber nicht weiter (Minimal Thread Device, Child oder Endpunkt). Bei Nichtgebrauch fallen die Funkchips der Endpunkte zugunsten der Batterielaufzeit in einen Ruhezustand und wa-



Für eine Vollausstattung des smarten Heims ist das Thread-Sortiment noch zu klein, als Kostprobe für die Praxistauglichkeit reicht es aber allemal.

chen nur für ein Steuer- oder Sensorsignal auf. Die Kehrseite des niedrigen Stromverbrauchs: Der Datendurchsatz ist mit bis zu 250 kBit/s ähnlich gering wie bei ZigBee. Ein Thread-Netzwerk umfasst bis zu 511 Endpunkte und bis zu 32 Router; jeden weiteren Router degradiert es automatisch zu einem Endpunkt.

Schweres Erbe

Thread ist nicht der erste Anlauf für ein energiesparendes, dezentrales, vermaschtes Smart-Home-Ökosystem, das über Herstellergrenzen hinwegreicht. ZigBee und Z-Wave folgen dem gleichen Ansatz. Auf Z-Wave setzen bislang aber vor allem weniger bekannter Marken, ZigBee ist nur bei Leuchtmitteln eine feste Größe. Dass dominante Hersteller wie Philips Hue und Ikea trotz des offenen Standards ihre ZigBee-Bridges nur für Markenpartner öffnen, schreckt kleinere Wettbewerber ab. Eine jeweils eigene Gateway-Infrastruktur anzubieten ist für sie wiederum zu kostspielig und aus Verbrauchersicht unattraktiv, weil kaum jemand einen ganzen Schaltkastenpark betreiben möchte.

Für Bluetooth Low Energy (LE) wurde 2017 eine Mesh-Spezifikation nachgereicht [1]. Sie sieht vor, dass etwa ein Smartphone Steuersignale direkt an untereinander „verknottetes“ Bluetooth-Zubehör schickt. Doch der erhoffte Durchbruch von Bluetooth LE blieb aus.

Im Gespräch mit c't erklärte Gimmy Chu, dessen Unternehmen Nanoleaf mit Bluetooth-Mesh-Prototypen Erfahrungen sammelte, dass ihn dies nicht überrascht: Schon wegen der unvollständigen Integration von Bluetooth Mesh in Android und

iOS sah Nanoleaf keine Chance für ein zuverlässig arbeitendes interoperables Bedienkonzept, das ohne physische Verbindungskomponente ins WLAN und zu anderen Smart-Home-Marken auskommt. Hinzu kam, dass auch Branchengrößen nicht signalisierten, ihre Bluetooth-Geräte zu vermaschen oder gar für Wettbewerber zu öffnen.

In der Praxis

Bei unseren ersten praktischen Versuchen kam ein HomePod mini als Border Router zum Einsatz. Zusätzlich benötigt man ein iPhone oder iPad mit iOS 14 beziehungsweise iPadOS 14 und die Steuer-App Apple Home; Android-Nutzer bleiben außen vor. Bei den Komponenten selbst kommt für Apple wiederum nur Zubehör infrage, das gleichzeitig mit HomeKit kompatibel ist. Das schwächt das Argument des herstellerübergreifenden Einsatzes und beschränkt die Geräteauswahl zusätzlich.

Die Produkte von Eve und Nanoleaf richtet man mit der jeweiligen Hersteller-App für iOS ein und verbindet sie über die Home-App mit HomeKit. Mehr braucht man nicht zu tun: Sobald ein HomePod mini sie findet, wechseln sie automatisch von Bluetooth LE zu Thread.



Dieses Logo soll künftig auf Thread-zertifizierten Produkten zu sehen sein.

Fertig	Einstellungen	Thread-Netzwerk
THE PLACE 2.0		
Allgemein		ARBEITSZIMMER
Geräte		Nanoleaf Light Strip ROUTER
Gastzugriff		BALKON
Gruppen		Eve Weather 2021 ENDPUNKT - ÜBER APPLE THREAD ROUTER (00) ANGESCHLOSSEN
Thread-Netzwerk		FLUR
Gerät hinzufügen		Nanoleaf Essential Birne ROUTER (LEADER)
		SCHLAFZIMMER
Eve HomeKit-Geräte kaufen		Eve Energy 2020 ROUTER
		YOGAZIMMER
Über Eve & Support		Eve Door & Window 2020 ENDPUNKT - ÜBER APPLE THREAD ROUTER (00) ANGESCHLOSSEN
		UNBEKANNTER RAUM
Erscheinungsbild		Apple Thread Router (00) BORDER-ROUTER
		Apple Thread Router (C0) ROUTER
		Weitere Infos zu Thread

Die Eve-App listet auf, welche Geräte im Thread-Netzwerk eingebunden sind und welche Rolle sie jeweils einnehmen.

Soll der HomeKit-fähige WLAN-Router Amazon Eero als Border Router dienen, aktiviert man in der Hersteller-App für Android und iOS manuell die Thread-Funktion. Unsere Versuche, in der Eero-App Thread-Geräte von Eve und Nanoleaf zu verknüpfen, scheiterten jedoch. Sie sind aktuell nur für das Zusammenspiel mit HomePod mini oder Apple TV 4K konzipiert und kommen ohne den für Eero nötigen QR-Code.

Eve bietet über seine iOS-App eine praktische Übersicht über das Thread-Netzwerk. So erfährt man unter „Einstellungen/Thread-Netzwerk“, welche Kom-

ponenten als Router oder Endpunkt fungieren, ob sie aktiv sind oder „schlafen“ und über welche Geräuterouten Daten fließen. Eve sticht damit heraus: Selbst über iPhone und iPad erhält man aktuell solche Informationen nicht. Einziger Wermutstropfen: In der Eve-App tauchen zwar auch die Geräte von Apple und Nanoleaf namentlich auf, die Eero-Router jedoch nicht. Der Grund hierfür ließ sich bis Redaktionsschluss nicht klären.

Im Test waren wichtige Ergebnisse allerdings auch ohne App-Visualisierung ersichtlich: So reagierte eine Nanoleaf-Birne im Thread-Modus auf Siri-Befehle au-

genblicklich, während Schaltbefehle via einer für HomeKit typischen Bluetooth/WLAN-Funkbrücke mindestens eine Gedanksekunde benötigten. Im Vergleich mit einer ZigBee-Birne von Philips an einer mit HomeKit verbundenen Hue Bridge war der Latenzunterschied zugunsten von Nanoleafs per Thread gesteuerten Leuchtmittel nicht mehr ganz so groß, aber immer noch klar erkennbar.

Dieser Tempovorteil griff nur solange, wie ein HomePod mini Teil des Thread-Netzwerks war. Entfernten wir ihn daraus, fungierten auch die HomeKit-Zubehörgeräte nicht mehr als Knotenpunkte. Stattdessen lösten sie das Fadenwerk auf und funkten wieder mit Bluetooth.

Fehlversuche

Nach unseren Tests mit Apples kombiniertem Thread/HomeKit-Ansatz wandten wir uns Googles Thread-Lösung zu – und mussten leider schnell feststellen, dass diese aktuell praktisch unbenutzbar ist. Das zeigt sich am WLAN-Router Nest Wifi: Um die Thread-Funktion zu aktivieren, muss man laut offizieller Support-Anleitung den Router auf Werkzustand zurücksetzen, den 16-stelligen Hexadezimalwert des QR-Code auf der Gehäuseunterseite mit passender Software extrahieren, danach anhand der Android-App „Thread 1.1 Commissioning“ einen Border Router in der Nähe orten und durch Eingabe des Einrichtungscodes mit dem Nest Wifi verknüpfen.

Ob die App die verfügbaren Geräte erkennt, blieb unklar. Keiner der drei unter kryptischen Namen gelisteten Border Router war als eines unserer Testgeräte zu identifizieren. Ein Versuch auf gut Glück scheiterte am unbekannten Gerätepasswort. Selbst im Erfolgsfall wäre das keine nutzerfreundliche Prozedur.

Fadensalat statt roter Faden

Threads größte Einschränkung ist die geringe Geräteauswahl. Von angeblichen Thread-Mitstreitern wie Ikea, Samsung SmartThings, Signify (Philips Hue, Wiz), Legrand (Netatmo), Belkin (Wemo), Osram/Ledvance, Gardena, Somfy und Tado kam noch nichts.

Dass die meisten Hersteller in Wartestellung bleiben, dürfte nicht zuletzt an einer noch verbliebenen großen Baustelle von Thread liegen: Anders als beim Netzwerkprotokoll haben sich die Konsortialpartner noch nicht auf eine einheitliche Software-Deckschicht geeinigt.

Thread-Geräte auf dem deutschen Markt

Hersteller	Produkt	Gerätetyp	Preis	Thread-Rolle	Thread-Status
Amazon	Eero	WLAN-Router	100 €	Router	freigeschaltet
	Eero Pro	WLAN-Router	170 €	Router	freigeschaltet
	Eero 6	WLAN-Router	150 €	Router	freigeschaltet
Apple	Apple TV 4K	Set-Top-Box	ab 200 €	Border Router	freigeschaltet (HomeKit)
	HomePod Mini	Smart Speaker	100 €	Border Router	freigeschaltet (HomeKit)
Eve Systems	Aqua (2. Gen., 2020)	Bewässerungssystem	100 €	Endpunkt	freigeschaltet (nur über HomeKit)
	Door & Window (2020)	Tür-/Fenstersensor	40 €	Endpunkt	freigeschaltet (nur über HomeKit)
	Energy (4. Gen., 2020)	Steckdose	50 €	Router	freigeschaltet (nur über HomeKit)
	Light Switch (2. Gen., 2021)	Lichtschalter	100 €	Router	freigeschaltet (nur über HomeKit)
	Thermo (4. Gen., 2020)	Heizkörperthermostat	70 €	Endpunkt	Freischaltung angekündigt (nur HomeKit)
	Weather (2. Gen., 2021)	Wetterstation	70 €	Endpunkt	freigeschaltet (nur über HomeKit)
Google	Nest Wifi	WLAN-Router	140 €	Router	freigeschaltet
	Nest Hub 2	Smart Display	100 €	Router	nicht freigeschaltet
Nanoleaf	Essentials Bulb	LED-Birne	20 €	Router	freigeschaltet (nur über HomeKit)
	Essentials Lightstrip	LED-Lichtstreifen	50 €	Router	freigeschaltet (nur über HomeKit)
Siemens	SSA911	Heizkörperthermostat	100 €	Endpunkt	freigeschaltet

So verwendet Apple das HomeKit Accessory Protocol und schließt damit zwangsläufig alles aus, was nicht HomeKit-kompatibel ist. Auf der anderen Seite steht Google, das seinerseits das ebenfalls proprietäre Nest Weave als Application Layer einsetzt – und wo ein Zusammenspiel nur erlaubt ist, wenn Google es wie im Fall des Nest Hub Max und des Yale-Schlusses maßgeschneidert freischaltet. Ansonsten dämmert Googles

Thread-Funktionalität im Dornröschenschlaf und lässt sich wie beim Nest Wifi nur mit Bastellösungen erreichen. Auf c't-Anfrage bekundet Google dennoch weiterhin Aufbauwillen und verspricht, „in Zukunft wichtige Interoperabilitätsfunktionen hinzufügen“ zu wollen, „um es den Nutzern einfach zu machen, Thread herstellerübergreifend einzusetzen.“

Amazon als weiterer Thread-Akteur mit an sich großer Sogwirkung konnte auf

c't-Anfrage keine Komponente nennen, die mit dem namenlosen Application Layer des Eero-Routers harmoniert. Der Funkstandard ist für Amazon nach eigener Aussage vorerst kein Fokusthema. Der Hersteller will lieber „in zuverlässige und weit verbreitete Protokolle wie beispielsweise ZigBee und Bluetooth investieren.“

Beseitigt CHIP das Nadelöhr?

Es besteht immerhin Hoffnung, dass die Zubehörlandschaft künftig enger zusammenwächst: Parallel zur Thread Group feilen Amazon, Apple, Google und die ZigBee Alliance in der Arbeitsgruppe „Connected Home over IP“ (CHIP) seit Ende 2019 an einem gemeinsamen Übertragungsstandard, der als Unterbau eine Koexistenz von WLAN, Bluetooth und Thread vorsieht. „WLAN wird im Smart Home überall dort wichtig bleiben, wo viele Daten anfallen, etwa bei Sicherheitskameras. Für alles andere reicht Thread“, erklärt Tim Böth, Brand Manager bei Eve und Teilnehmer der Thread Group.

Der Optimismus ist groß: „Bei CHIP sehen wir zum ersten Mal, dass alle großen Unternehmen einsehen, dass sie an einem Strang ziehen müssen“, so Böth. Nanoleaf-Chef Jimmy Chu geht sogar davon aus, dass „herstellerübergreifende Thread-Router so gängig werden wie WLAN-Router.“

Nach c't-Informationen wird die erste Version der CHIP-Spezifikationen wohl Ende dieses Jahres fertig.

Fazit

Bis Thread einen roten Faden zwischen vielen Markensystemen spinnt, ist der Weg noch weit. Dass große Anbieter die gleiche Netzwerktechnik forcieren, ist zwar ein Schritt in die richtige Richtung. Doch ehe nicht eine Software-Deckschicht die Bedienung vereinheitlicht, bleibt das Thread-Sortiment fragmentiert.

Nur HomeKit-Nutzer können schon bedenkenlos zugreifen. Die Praxiserfahrungen mit den ersten HomeKit-fähigen Thread-Produkten stimmen zuversichtlich. Vorteile wie eine geringere Latenz und hohe Ausfallsicherheit sind hier deutlich erkennbar. Alle anderen Smart-Home-Enthusiasten warten lieber den Fortschritt beim CHIP-Standard ab. (nij@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Nico Jurrán, Neue Maschen, Bluetooth bekommt Mesh-Netzwerk, c't 17/2017, S. 138



Wenig mehr als ein HomeKit 2.0

Von Nico Jurrán

Die Idee eines Funkprotokolls, auf das sich alle Hersteller einigen, sodass jede Komponente im smarten Heim mit jeder anderen zusammenarbeitet, schwirrt seit Jahren immer wieder durch die Branche: Sie war von Beginn an Teil der Philosophie von Z-Wave, sollte später mit Zigbee 3.0 umgesetzt werden – und schien zuletzt mit Bluetooth LE Wirklichkeit zu werden, als dieses 2017 um Mesh erweitert wurde.

In der Realität platzte jeder dieser Träume; auch von Bluetooth Mesh spricht niemand mehr. Stattdessen nagelt die Branche mit „Thread“ jetzt einen neuen Stern ans Firmament – und der hat nicht zuletzt deshalb enorme Strahlkraft, weil mit Apple, Amazon und Google gleich drei IT-Größen als Unterstützer genannt werden. Ist das der Durchbruch? Ich denke nicht.

Für mich ist Thread in erster Linie eine bessere Alternative zu HomeKit und dessen fehlende Mesh-Funktionalität, der Apple bislang mit einem kruden WLAN-Bluetooth-Mix bei kommen wollte. Dass Thread sich besser vernetzt und schneller reagiert als das ursprünglich nicht fürs Smart Home entwickelte Bluetooth LE, überrascht mich nicht.

Vom Rest der Branche kann ich aktuell kein echtes Interesse erkennen: Dass Thread für Amazon kein Fokusthema ist, heißt doch nichts

anderes, als dass das Unternehmen keine kompatiblen Produkte bringen wird. Und auch Googles „Engagement“ ist bislang kaum mehr als ein Feigenblatt, wie der Praxistest zeigt. Neu ist das alles nicht: Seit Jahren treten Firmen in Smart-Home-Allianzen ein, ohne dass darauf irgendetwas folgt – Stichwort: Marktbeobachtung.

Was wäre abseits von Apples Ökosystem überhaupt der Vorteil von Thread? Dass sich Lampen einen Tick schneller schalten als mit ZigBee? Mir reichte das Tempo bislang aus. Dass jede Lampe ihre eigene IP hat? Der Nutzwert tendiert für mich gegen Null. Dass ich anders als bei Z-Wave & Co. keine Zentrale benötige? Ohne eine Art Vermittler komme ich derzeit bei Thread auch nicht aus – ob der nun Hub, Bridge oder „Border Router“ genannt wird, ist doch vollkommen egal.

Ein Einstieg bei Thread wäre aktuell für mich sogar ein Rückschritt: Meine Lampen sind direkt oder via Hue-Bridge mit meinem WLAN verbunden und lassen sich über Alexa steuern. Nicht so die neue Birne von Nanoleaf: Sie kann ich via Thread nur über den HomePod mini ansprechen – und somit nur über Siri. Auch wenn der Hersteller eine Alexa-Anbindung nachliefern will: Von einem übergreifenden Funkstandard, der das Smart Home im Sturm erobert, ist Thread weit entfernt.

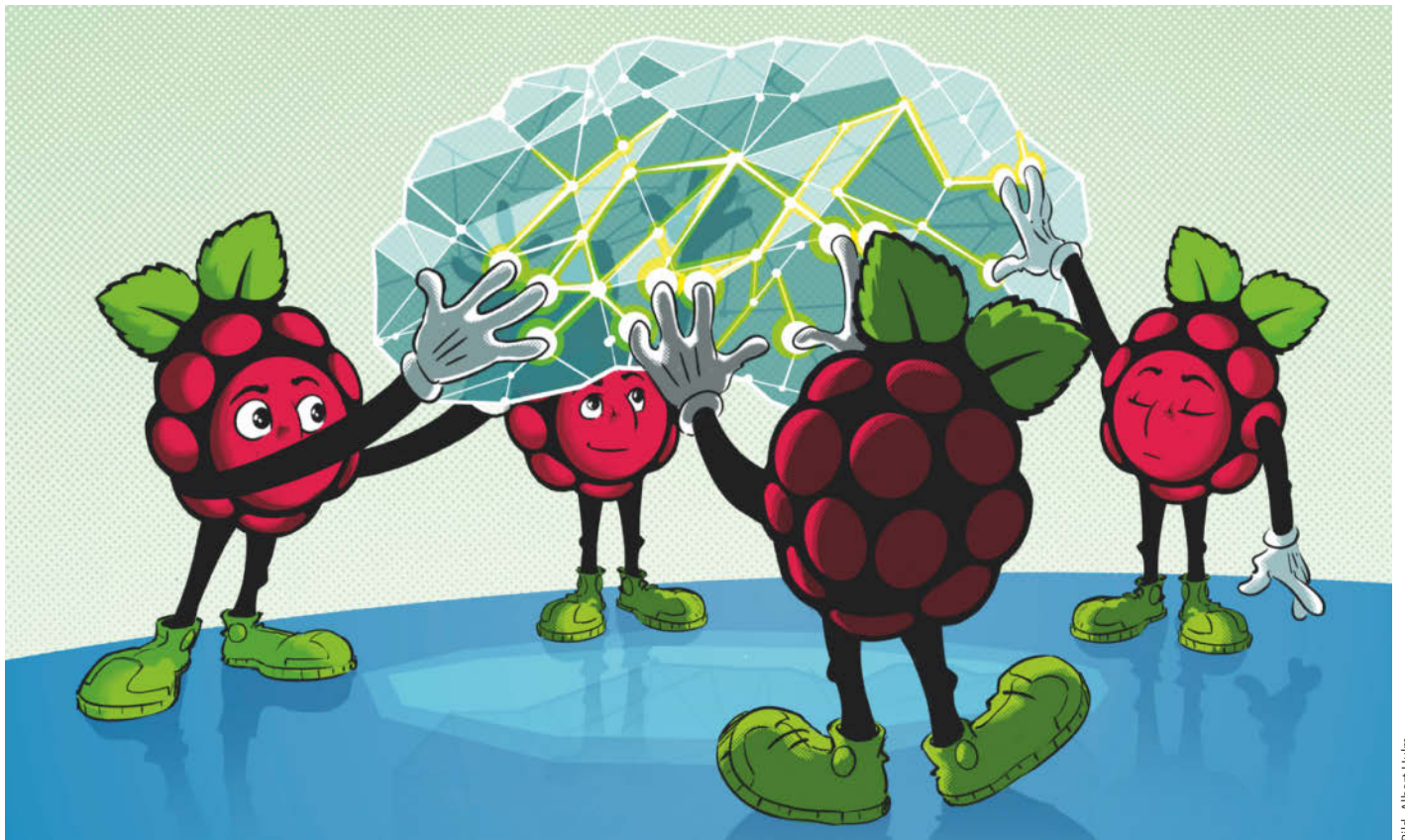


Bild: Albert Hulm

Lerngruppe Montagsmaler

Verteiltes maschinelles Lernen mit TensorFlow auf einem Raspi-Clusterchen

Die Rechenlast fürs Training neuronaler Netze kann TensorFlow ab Version 2.3 auf mehrere Rechner verteilen. Dafür muss man nicht gleich einen Cluster in der Cloud mieten. Ein paar Raspis genügen.

Von Gerhard Völkl

Das Training neuronaler Netze verschlingt so viel Rechenzeit, dass mit einer einzelnen CPU auf der Entwicklermaschine nur kleine KI-Experimente gelingen. Etwas größer darf das Netz werden, wenn man eine Grafikkarte verwendet, die vom KI-Framework TensorFlow unterstützt wird. Wer aber richtig große Netze lernen lassen will, muss Cluster mit

vielen Rechnern für die Aufgabe zusammenschalten. Angemietete Cloudrechner, im Idealfall mit Spezialhardware wie Googles Tensor Processing Units (TPU), sind optimal. Die kosten aber pro Stunde. Die Abrechnung nach Zeit schreckt gerade in der Anfangsphase eines KI-Projekts ab, wenn Debugging und Konfiguration noch nicht abgeschlossen sind. Eine günstigere Alternative, um das Lernen im Cluster auszuprobieren, findet sich in vielen Schubladen: Die KI-Algorithmen von TensorFlow laufen auch auf mehreren Raspberry Pis. Mit denen gelingt der Einstieg in die komplexe Welt hochparallelen Rechnens ohne viel Verdrahtung; als Vorwissen reichen Grundkenntnisse mit Keras [1]. Zwei oder mehr übers WLAN vernetzte Minirechner genügen zum Üben (wir haben mit vier

Raspis getestet) und verdeutlichen das Prinzip, ersetzen aber kein Rechenzentrum.

Was die vier Raspberry Pis in diesem Artikel lernen sollen, ist das Erkennen von mit Hand gezeichneten Bildern. Die Aufgabe ähnelt dem Spiel Montagsmaler: Ein

Spieler bekommt einen beliebigen Begriff und zeichnet diesen mit möglichst wenigen Strichen. Der andere, in diesem Fall die

Raspberry Pis, müssen erkennen, um welchen Begriff es sich handelt.

Die für das Lernen notwendigen Trainingsdaten stammen aus der Anwendung Quick Draw von Google. Unter der URL quickdraw.withgoogle.com kann jeder einmal selbst Begriffe zeichnen und sehen, wie gut die Montagsmaler-KI von Google die Bilder erkennt.



Der gesamte Beispieldatensatz von Google ist über 50 Gigabyte groß – zu viel für kleine Raspis. Das Beispielpogramm lernt daher nur Daten aus dem Bereich Obst und Gemüse, 13 Begriffe.

An solchen Einschränkungen merken Sie: Der Raspberry Pi ist keine optimierte KI-Hardware.

Datenparalleles Lernen

Fürs verteilte Lernen gibt es zwei mögliche Strategien: Entweder verteilt das Framework die Daten an mehrere Rechner, die jeweils ihren Anteil durchrechnen und die Lernsignale danach zusammenwerfen, damit jeder Rechner von den Erkenntnissen der anderen Rechner profitiert (Datenparallelität). Alternativ zerschneidet das Framework das Netzwerk in Teile, und jeder Rechner berechnet seinen Teil mit allen Daten (Modellparallelität). Bei letzterer Methode müssen sich die Rechner gegenseitig viele Zwischenergebnisse zusenden, was viel schnelle Netzwerkkommunikation nötig macht. Da die Raspis der Einfachheit halber über WLAN kommunizieren, ist das Netzwerk ein Flaschenhals und datenparalleles Rechnen bietet sich an. TensorFlow bringt diese Strategie im Modul `tensorflow.distribute.Strategy` mit.

Auf jedem der Rechner läuft der Lernvorgang folgendermaßen ab: Das vollständig im Speicher liegende neuronale Netz bekommt als Eingabe einen Anteil der Trainingsbeispiele (in diesem Fall einige Zeichnungen) und wirft als Ergebnis den Begriff aus, um den es sich handeln könnte. Ist das Ergebnis nicht ganz richtig, geht der Optimierungsalgorithmus rückwärts durch das

Netzwerk und registriert, welche Gewichte welcher Neuronen wie stark zum Fehler beigetragen haben (Backpropagation of Errors, Erklärung siehe [2]). Mathematisch sind das die Gradienten der Loss-Funktion. Mit diesen Gradienten justiert der Lernvorgang von TensorFlow die Variablen des neuronalen Netzes nach, damit beim nächsten Mal etwas Besseres herauskommt.

Sind am datenparallelen Rechnen mehrere Geräte beteiligt, ändert sich nur der letzte Schritt: Da jeder Rechner mit anderen Beispielen trainiert hat, haben alle etwas andere Gradienten berechnet. Man könnte auch sagen: Jeder Rechner hat eine etwas andere Idee davon, mit welchen Änderungen sich das Netzwerk verbessern ließe. Die Wahrheit liegt wie üblich dazwischen: Die Rechner tauschen ihre Verbesserungsvorschläge (Gradienten) aus und berechnen den Durchschnitt. So profitiert jeder von den Erfahrungen der anderen und bewertet Ausreißer im eigenen begrenzten Datensatz nicht über.

Etwas technischer ausgedrückt kombiniert der Optimierungsalgorithmus (eine Form des Gradientenabstiegs) die Gradienten der Neuronengewichte und verteilt diese an alle beteiligten Rechner. Sobald diese mit diesen Durchschnittsgradienten die Gewichte des Netzwerks aktualisiert haben, können sie mit dem nächsten Happen an Trainingsbeispielen (Batch) den nächsten Trainingsdurchlauf starten. Das geht so weiter, bis der gesamte Lernvorgang nach $32 \cdot 256 = 8192$ Batches beendet ist.

Diese Strategie nennt TensorFlow `MirroredStrategy`. Sie ist für Grafikkarten

mit mehreren Rechenkernen gedacht. Jeder dieser Kerne hat eine Kopie (mirror) der Variablen des neuronalen Netzes. TensorFlow wartet nach jedem Lerndurchgang, bis alle GPU-Programme sich melden, dann kombiniert es die Werte der einzelnen Meldungen und verteilt diese Werte wieder an alle. Das findet aber auf einem Rechner mit vielen Kernen statt.

Eine davon abgeleitete Strategie ist die `MultiWorkerMirroredStrategy`. Sie läuft sehr ähnlich ab wie die `MirroredStrategy`, allerdings können unterschiedliche Rechner daran teilnehmen. Die Kommunikation zwischen den Geräten läuft dann übers Netzwerk. Daher ist die `MultiWorkerMirroredStrategy` für das Lernen mit zwei oder mehr Raspis (oder Cloud-Servern) geeignet.

Raspberry-Pi-Installation

Der Datensatz und das neuronale Netz belegen viel Arbeitsspeicher. Um mit dem begrenzten Platz auf dem Raspberry Pi möglichst sparsam umzugehen, sollten Sie daher nur die nötigste Software installieren. Raspberry Pi OS Lite (32 Bit) ohne Bedienoberfläche bringt ungefähr 0,4 GByte auf die Waage, mit voller Ausstattung sind es dagegen 2,5 GByte.

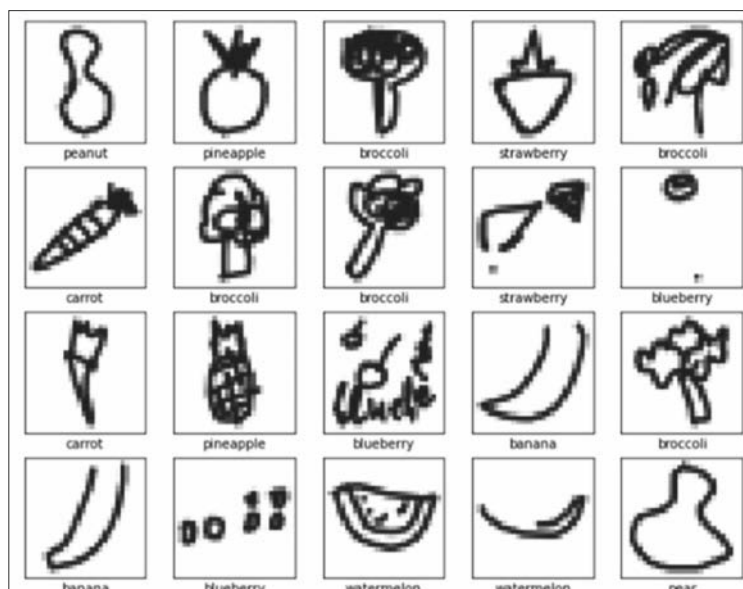
Außerdem ist es wenig sinnvoll, bei vier Raspis mit vier Bildschirmen, vier Tastaturen und vier Mäusen arbeiten zu wollen. Daher bieten sich sogenannte „Headless“-Installationen an, bei der man von einem Desktop-Rechner aus die Raspis installiert und steuert.

Am schnellsten geht die Installation mit dem „Imager“ aus dem Download-Bereich von [raspberrypi.org](https://www.raspberrypi.org). Dieses Programm schreibt das gewählte Raspberry OS auf eine SD-Karte. Da Sie keine Oberfläche benötigen, wählen Sie „Raspberry Pi OS (other)/Raspberry Pi OS Lite (32 Bit)“. Mit der Tastenkombination Strg+Umschalt+X öffnet sich ein Menü, in dem Sie das Passwort, die WLAN-Daten und den Hostnamen des neu installierten Systems einstellen und die Secure Shell (ssh) mit einem Haken aktivieren können [3].

Paramiko

Um alle Raspis einheitlich zu konfigurieren, hilft die Python-Bibliothek Paramiko. Dieser Python-Wrapper um ssh führt programmierbare Befehle auf allen Raspis aus. Installieren Sie dafür zunächst auf dem Desktop-PC die Bibliothek:

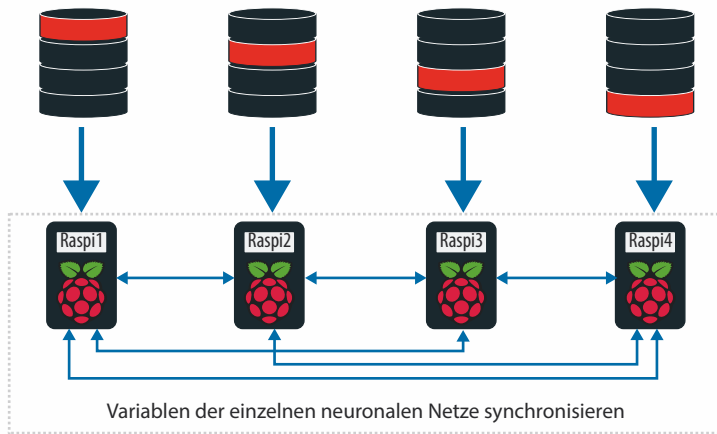
```
pip install paramiko
```



Anhand einfacher Strichzeichnungen sollen die Raspis die dargestellten Begriffe erkennen.

Arbeitsteilung beim Training

Auf jedem Gerät läuft beim Lernen, egal ob auf CPU oder GPU, dasselbe Programm. Jedes lernt dabei mit unterschiedlichen Trainingsbeispielen (Datenparallelität).



Im Repository, das Sie über ct.de/ykkz finden, liegt das Skript `install_pi.py`, das das System auf dem Raspi aktualisiert. Es funktioniert folgendermaßen: Zunächst importiert es den `SSHClient` aus der Bibliothek, erzeugt danach ein Objekt dieser Klasse und lädt die im System hinterlegten Schlüssel:

```
from paramiko.client import SSHClient
client = SSHClient()
client.load_system_host_keys()
```

Danach folgt die Liste der Hostnamen, mit denen sich Paramiko nacheinander verbinden soll:

```
server_list = ['raspi1', 'raspi2',
               'raspi3', 'raspi4']
```

Die Funktion `for_all()` führt mit `client.exec_command()` Befehle auf jedem Rechner aus `server_list` aus und schreibt die Ausgaben der Befehle jeweils auf die Konsole vom Desktop:

```
def for_all(command):
    for i in server_list:
        print(i)
        client.connect(i, username='pi')
        stdin, stdout, stderr = \
            client.exec_command(command)
        for line in stdout:
            print('... ' + line.strip('\n'))
        for line in stderr:
            print('... ' + line.strip('\n'))
        client.close()
```

Danach reichen für ein Update des Systems auf allen Raspis die folgenden zwei Funktionsaufrufe:

```
for_all('sudo apt-get update')
for_all('sudo apt-get -y upgrade')
```

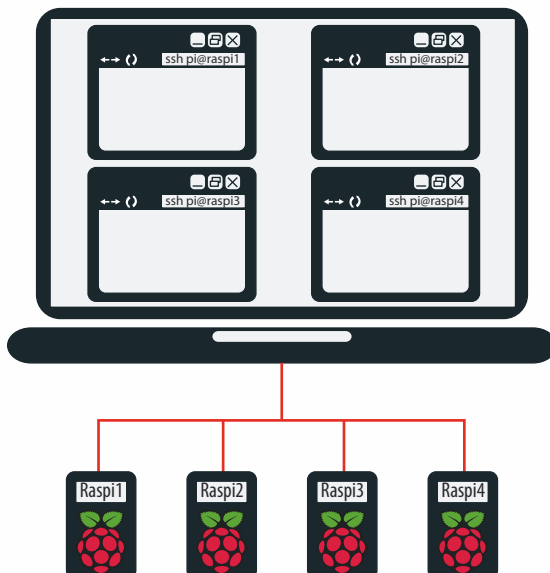
TensorFlow installieren

Für den ARM-Prozessor im Raspberry Pi gibt es leider kein offizielles Binärpaket von TensorFlow. Statt wie in der TensorFlow-Doku beschrieben das Framework selbst zu kompilieren, können Sie die inoffiziellen Binärpakete von GitHub-User [PINTO0309](https://github.com/PINTO0309) nutzen. Der beschreibt unter github.com/PINTO0309/Tensorflow-bin/, wie Sie das Paket installieren. Halten Sie sich an die Anleitung für das aktuelle TensorFlow 2.x in Kombination mit Python 3. Wir haben mit den folgenden Befehlen TensorFlow 2.4.0 mit sämtlichen Abhängigkeiten auf einem Raspi 3 und einem Raspi 4 installiert (`install_pi.py` im Git-Repository):

```
sudo apt-get install -y libhdf5-dev \
    libc-ares-dev libeigen3-dev gcc \
    gfortran python-dev libgfortran5 \
    libatlas3-base libatlas-base-dev \
    libopenblas-dev libopenblas-base \
    libblas-dev liblapack-dev cython \
    libatlas-base-dev openmpi-bin \
    libopenmpi-dev python3-dev \
    python3-pip
sudo pip3 install \
    keras_applications==1.0.8 --no-deps
sudo pip3 install \
    keras_preprocessing==1.1.0 --no-deps
sudo pip3 install h5py==2.9.0
sudo pip3 install pybind11
pip3 install -U --user six wheel mock
wget "https://raw.githubusercontent.com/PINTO0309/Tensorflow-bin/master/
    tensorflow-2.4.0-cp37-none-linux_
        armv7l_download.sh"
chmod +x ./tensorflow-2.4.0-cp37-none-
    linux_armv7l_download.sh
./tensorflow-2.4.0-cp37-none-linux_
```

SSH zu den Raspis

Die vier Raspis bedienen Sie über einen Desktop-Rechner und die Secure Shell ssh.



```

armv7l_download.sh
sudo pip3 uninstall tensorflow
sudo -H pip3 install tensorflow-2.4.0
cp37-none-linux_armv7l.whl

```

Die letzten fünf Befehle laden ein Downloader-Skript, machen es ausführbar, führen es aus, deinstallieren eventuell vorhandene alte Versionen und installieren das heruntergeladene Python-Binärpaket (ein „Wheel“, Endung .whl).

Tensorflow ist leider etwas wählerisch bei den Versionen seiner Abhängigkeiten. Sollte ein Versionssprung dazu führen, dass die Befehle bei Ihnen nicht so wie hier gedruckt funktionieren, müssen Sie einen Blick in die Anleitung im Repository werfen.

Datensatz herunterladen

Das Modul `tensorflow_datasets` bietet zwar einfachen Zugriff auf viele populäre Datensätze – auch Quick Draw, es bindet aber immer den vollen Datensatz ein, der den Speicher der Raspis sprengt. Glücklicherweise bietet Google die Zeichnungen für Obst und Gemüse auch als einzelne Datei-

en zum Download an, die Sie mit wenigen Zeilen Python- und Numpy-Code zum Datensatz aufbereiten (siehe `desktop_load_quick_draw.py` im Git-Repository, zu finden über ct.de/ykkz).

Das Skript definiert zunächst das Obst und Gemüse als Liste:

```

items = ['apple',
# ...
'watermelon']

```

Die Daten lädt es von `storage.googleapis.com` mit `urllib.request.urlretrieve()` in den Ordner `DATA_PATH = './data/'`. Dort landet dann eine Datei pro Gemüse, die das Skript zu einem Trainings- und einem Validierungs-Datensatz umpackt. Im Prinzip liegen die Daten bereits als binär kodierte Tabellen vor. Das Skript packt alle Bilder in eine lange Liste und erstellt passend dazu eine Liste mit der Gemüsesorte als Label, also der Information, die das trainierte Netz ausgeben soll.

Die Liste mischt das Skript gleich noch durch, damit beim Training nicht

alle Beispiele zu einer Gemüsesorte hintereinander stehen. Neuronale Netze lernen üblicherweise am besten, wenn Sie in kurzer Folge mit der gesamten Bandbreite an Beispielen konfrontiert werden.

Zuletzt schneidet das Skript 10 Prozent der Daten für die Validierung ab. Diese Daten sieht das Netz beim Training nie, weshalb es sie nicht auswendig lernen kann. Deswegen können Sie nach einem Test mit dem Validierungs-Datensatz abschätzen, ob das Training auch mit unbekannten Daten funktionieren wird.

Am Ende legt das Skript vier Dateien im Ordner `data` ab, die Sie mit `scp` auf alle vier Raspis kopieren:

```
scp -r data pi@raspi1:/home/pi/
```

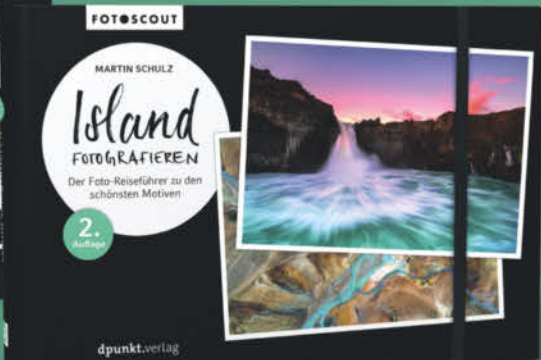
Verteilte Trainingsdaten

Um datenparallel zu trainieren, muss jeder beteiligte Rechner einen Teil der Daten bekommen. Bei der Verteilung hilft die Klasse `Tensorflow.data.Dataset`. Sie kapselt die zuvor geladenen Numpy-Arrays so,



FOTOSCOUT
JENS KLETTENHEIMER
Lofoten
FOTOGRAFIEREN
Im Bann des arktischen Lichts
2. Auflage
Mit Bonus-Touren
SENIA
dpunkt.verlag

ab 19,99 € · Print | E-Book | Bundle
ISBN 978-3-86490-773-9



FOTOSCOUT
MARTIN SCHULZ
Island
FOTOGRAFIEREN
Der Foto-Reiseführer zu den schönsten Motiven
2. Auflage
dpunkt.verlag

ab 19,99 € · Print | E-Book | Bundle
ISBN 978-3-86490-767-8

FOTOSCOUT

Die Kombination aus außergewöhnlichem Licht und spektakulärer Landschaft machen die Lofoten und Island zu Traumzielen für Fotografinnen.

Jens Klettenheimer und Martin Schulz bringen Sie zum perfekten Licht an die richtigen Orte. Dank QR-Codes können Sie ganz einfach zu jedem der Fotospots navigieren.

Für alle, die vom Reisen träumen



ab 19,99 € · Print | E-Book | Bundle
ISBN 978-3-86490-840-8



ab 19,99 € · Print | E-Book | Bundle
ISBN 978-3-86490-790-6



ab 19,99 € · Print | E-Book | Bundle
ISBN 978-3-86490-817-0



dpunkt.verlag

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

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

dass die `fit()`-Methode eines mit Keras definierten `Model` die Daten effizient durch das neuronale Netz schleusen kann. Damit der Trainingsalgorithmus die Beispiele dabei mehr als einmal nutzen kann, hängt `.repeat()` die Daten zu einer beliebig langen Liste hintereinander. Die Methode `.batch()` liefert einen Happen an Daten, mit denen das neuronale Netz gleichzeitig alle Neuronen simuliert, mit den gewünschten Ausgaben vergleicht und die Fehler zurückverfolgt:

```
x_train, y_train = load_data()
x_train = x_train / np.float32(255)
y_train = y_train.astype(np.int32)
train_dataset = tf.data.Dataset.\
    from_tensor_slices((x_train,
        y_train)).repeat().batch(batch_size)
```

Die erste Zeile lädt die Daten als Numpy-Arrays, die beiden darauffolgenden Zeilen normieren die Daten auf den Wertebereich 0 bis 1 und setzen die Datentypen. Danach erzeugt die Factory-Methode `tf.data.Dataset.from_tensor_slices()` ein `Dataset`-Objekt und `.repeat()` und `.batch()` stellen für dieses ein, dass es beliebig oft häppchenweise Daten liefert.

Seit TensorFlow 2.0 bereitet man Datensätze immer in dieser Form auf. Damit TensorFlow die Daten automatisch an die Raspis verteilt, muss man zusätzlich Optionen setzen. Ein `Dataset` hat dafür ein `Options`-Objekt, dessen `auto_shard_policy` auf `DATA` stehen sollte. Dann nämlich zerteilt TensorFlow jeden Batch in gleich große Bruchstücke (Shards) und überträgt sie an die beteiligten Rechner. Die folgenden drei Zeilen stellen diese Option ein:

```
options = tf.data.Options()
options.experimental_distribute.\
    auto_shard_policy = tf.data.\
    experimental.AutoShardPolicy.DATA
train_dataset = train_dataset.\
    with_options(options)
```

Cluster einrichten

Das `Model` (siehe Kasten) wird beim datenparallelen Lernen einfach unverändert an die beteiligten Rechner verteilt. Deswegen fehlt jetzt nur noch die Angabe, wer alles mitrechnet. Das stellt die Umgebungsvariable `TF_CONFIG` ein. In diesem JSON-Objekt sollte es ein `"cluster"` geben, das eine Liste von `"worker"` definiert (Hostname und ein offener Port) und in `"task"` angibt, welche Rolle der einzelne Rechner spielt. In der Praxis

definiert sich einfach jeder Raspi als `"worker"` und stellt `"index"` auf die Stelle, an der der eigene Hostname in der Liste der `"worker"` vorkommt. Für `raspi1` sieht das wie folgt aus:

```
TF_CONFIG = {"cluster":
    {"worker": ["raspi1:54321",
        "raspi2:54322",
        "raspi3:54323",
        "raspi4:54324"]},
    "task": {"index": 0,
        "type": "worker"}}
```

Die drei anderen Raspis nutzen dann `"index"` 1 bis 3. Die folgenden Zeilen suchen

den richtigen Index anhand des Hostnamens heraus und tragen ihn in Zeile 2 in das `TF_CONFIG`-Dictionary ein:

```
hostname = os.uname().nodename
tf_config['task']['index'] = \
    WORKERS.index(hostname)
```

Aus dem Python-Dictionary macht die `json`-Bibliothek den passenden String und `os.environ()` setzt die Umgebungsvariable:

```
os.environ['TF_CONFIG'] = json.dumps(
    tf_config)
```

Die Form des Netzwerks

Wie ein mit Keras definiertes neuronales Netz aussieht, definiert ein `Model`. Da die meisten neuronalen Netze die Neuronen einfach schichtweise übereinanderstapeln und die Schichten der Reihe nach berechnen, hilft die Klasse `Sequential`, der man einfach eine Liste mit Neuronenschichten übergibt und die die Verbindungen zwischen denen automatisch verdrahtet:

```
model = tf.keras.Sequential([
    tf.keras.layers.Flatten(
        input_shape=(28, 28)),
    tf.keras.layers.Dense(
        256, activation='relu'),
    tf.keras.layers.Dropout(0.2),
    tf.keras.layers.Dense(
        number_of_items,
        activation='softmax')
])
```

Die erste Schicht sollte mit `input_shape` festlegen, welche Form die Eingaben haben sollten. Bei `QuickDraw` sind das Graustufenbilder mit 28×28 Pixeln, was auf eine 28×28 -Matrix hinausläuft. Die Schicht `Flatten` macht daraus einen eindimensionalen Vektor mit 784 Zahlen.

Eine `Dense`-Schicht verbindet jede Eingabe mit jeder Ausgabe. Jede Verbindung hat ein eigenes trainierbares Gewicht, weshalb die zweite Schicht 200.960 Parameter beiträgt.

Die dritte Schicht (`Dropout`) verwirft während des Trainings 20 Prozent der Daten (sie setzt die Aktivierung von 20 Prozent der Neuronen auf 0). Das hilft, das Netzwerk zu zwingen, übergreifende

Konzepte zu lernen und nicht nur Trainingsdaten 1:1 zu reproduzieren (Overfitting).

Die `Dense`-Schicht Nummer vier ist schon die Ausgabeschicht. Sie hat ein Neuron für jedes Obst oder Gemüse, das das Netzwerk erkennen kann (3341 Parameter). Eine nicht lineare Ausgabefunktion wird hier nicht angewendet. Stattdessen normiert `activation='softmax'` die Ausgaben so, dass sie sich zu 1 addieren. Damit sieht die Ausgabe wie eine Wahrscheinlichkeitsverteilung aus und man kann direkt ablesen, wie wahrscheinlich es das Netzwerk findet, ein bestimmtes Gemüse vor sich zu haben.

Um so ein `Model` zu trainieren, muss man Keras noch einen Trainingsalgorithmus mitgeben. Das geht ganz einfach, indem man der Funktion `compile()` einen `optimizer` überreicht. Damit der arbeiten kann, braucht er noch eine `loss`-Funktion, die jeweils berechnet, wie falsch das Netzwerk gemessen an den Daten lag. Standardmäßig berechnet Keras beim Training nur `loss`. Um als Mensch den Fortschritt zu beurteilen, ist aber die Metrik `accuracy` ein besserer Wert. Die berechnet nämlich, wie oft das Netzwerk richtig rät, die höchste Wahrscheinlichkeit also zum richtigen Gemüse gehört. Im Code sieht der gesamte Lernalgorithmus folgendermaßen aus:

```
model.compile(loss=
    'sparse_categorical_crossentropy',
    optimizer=
        tf.keras.optimizers.Adam(),
    metrics=['accuracy'])
```

Verteilt trainiert

Damit TensorFlow mit der `MultiWorkerMirroredStrategy` trainiert, muss das Trainingskript auf den Raspis diese nur erzeugen und `model.fit()` in deren `scope()` ausführen:

```
strategy = tf.distribute.\
    MultiWorkerMirroredStrategy()
with strategy.scope():
    model = build_and_compile_model(13)
    model.fit(dataset, epochs=32,
              steps_per_epoch=256,
              validation_data=validation_dataset)
```

Dieser Code muss auf jedem der vier Raspis laufen. Das geht prinzipiell mit Paramiko (siehe `train_on_workers.py` im Git-Repository), das Einsammeln der Meldungen von TensorFlow läuft dann aber verzögert ab. Deswegen ist es bei nur vier Raspis sinnvoller, vier Konsolenfenster zu öffnen, sich in jedem per SSH zu einem der Raspis zu verbinden und das Skript dort mit `python worker.py` zu starten. In den Terminals funktionieren die Fort-

schrittsbalken dann auch wie gewohnt und man kann live verfolgen, wie die Raspis synchron Batch für Batch verarbeiten.

Per WLAN ausgebremst

Die vier Raspis brauchten zum Lernen mit den angegebenen Parametern etwa eine halbe Stunde. Die Treffergenauigkeit (Accuracy) lag bei den Testdaten bei 73 Prozent – weit besser als Raten.

Setzt man die Umgebungsvariable `TF_CONFIG` nicht, trainiert TensorFlow nur auf einem Raspi statt auf allen vier. Die Fortschrittsbalken füllen sich dann viel schneller und nach zwei Minuten ist das Training komplett fertig. Das zeigt, dass mehr Rechner nicht automatisch besser sind: Die vier Raspis kommunizieren mit hoher Latenz über WLAN, um nach jedem Batch alle Parameter abzugleichen. In dieser Zeit warten die Prozessoren der Raspis, bis die Netzwerkpakete angekommen sind, weshalb die Raspis nie über 20 Prozent Auslastung erreichen. Deswegen geht das Training auf einem Raspi erheblich schneller als auf vier davon. Mit Ethernet-Kabeln

vernetzte Raspis arbeiten etwas schneller zusammen, was sie aber trotzdem nicht zu empfehlenswerter Hardware für mehr als KI-Fingerübungen macht.

Das Raspi-Cluster ist also geeignet, Einstellungen für verteiltes Lernen mit TensorFlow kostengünstig auszuprobieren. Wenn Sie mit verteiltem Lernen wirklich Zeit sparen wollen, sollten Sie jedoch Cluster-Knoten anmieten, die mit einem latenzarmen und breitbandigen Interconnect wie InfiniBand vernetzt sind. Die Prozessoren in solchen Knoten beherrschen auch lange Vektorbefehle und rechnen um Größenordnungen schneller als ein Raspi. (pmk@ct.de) 

Literatur

- [1] Pina Merkert, „Hallo Welt“ der KI, Mit der Python-Bibliothek Keras Deep-Learning-Algorithmen selbst programmieren, c't 21/2019, S. 32
- [2] Andrea Trinkwalder, Netzgespinste, Die Mathematik neuronaler Netze: einfache Mechanismen, komplexe Konstruktion, c't 6/2016, S. 130
- [3] Ronald Eikenberg, Raspi-Schnellstart, Raspberry Pi superschnell einrichten, c't 11/2021, S. 134

Code auf GitHub: [ct.de/ykkz](https://github.com/ct.de/ykkz)



SwiftUI für Fortgeschrittene *Mac&i* 30.6. bis 1.7. 2021



Thomas Sillmann ist leidenschaftlicher Autor, Apple Developer und Trainer.

In diesem zweitägigen Mac & i-Workshop dreht sich alles um **SwiftUI im Praxiseinsatz**.

Auf Basis einer iOS-App entwickeln die Teilnehmer:innen gemeinsam mit dem Trainer verschiedene Funktionen, um den Einsatz von SwiftUI in der Praxis zu erproben. Hinzu kommt das Aufstöbern und Beheben typischer Stolpersteine, wie sie immer wieder in SwiftUI-Projekten zu finden sind.

Zu guter Letzt geht es auch um die Entwicklung plattformübergreifender Apps und um Best Practices, welche die Arbeit mit SwiftUI erleichtern.

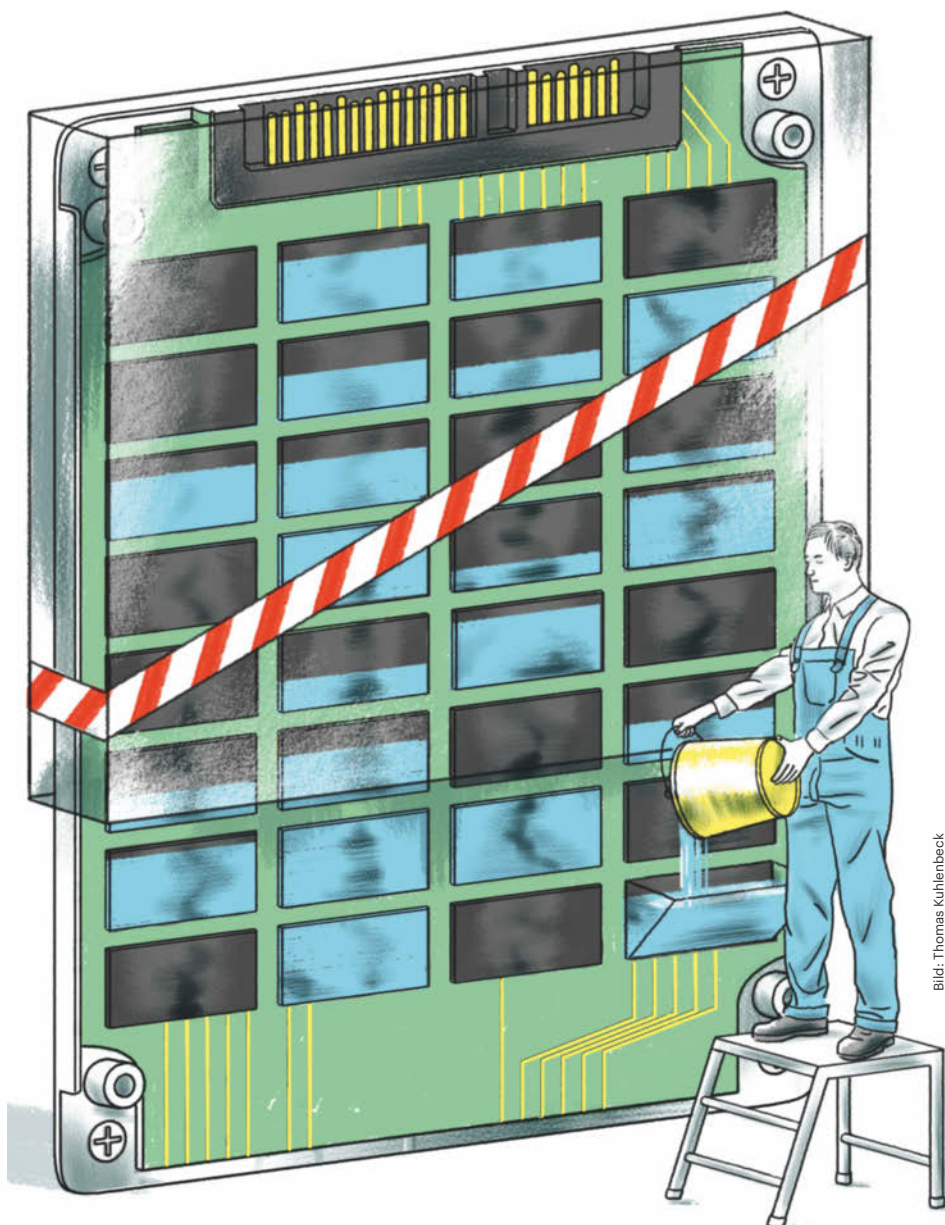


Bild: Thomas Kühlenbeck

Beschleunigter Speicher

Flash-Grundlagen, Teil 3: Firmware-Architekturen

Schrumpfende Strukturen, höhere 3D-Stapel und mehr Bits pro Speicherzelle machen Flash-Speicher immer günstiger, aber auch weniger robust. Verschiedene Maßnahmen zum Schutz von Daten auf SSDs beeinflussen deren Geschwindigkeit und Ausdauer.

Von Tim Niggemeier

Moderne SSDs mit PCIe-4.0-Schnittstelle protzen mit Schreibraten von mehr als 7 GByte/s. Doch lange halten sie das nicht durch: Wenn ihr Cache voll ist, dann sinkt die Geschwindigkeit schnell auf die Hälfte oder gar noch weniger. Im letzten Teil unserer Serie zu den Flash-Grundlagen wollen wir uns näher mit dem Beschreiben des Flash-Speichers beschäftigen und klären, wo die Herausforderungen liegen und warum ein Cache die Lebensdauer der SSD reduzieren kann.

Aus Kostengründen verbauen die Hersteller heute in den allermeisten SSDs und anderen Flash-Produkten 3D-TLC-Speicher mit 3 Bits Speicherkapazität pro Zelle. Im Unterschied zu den früher verwendeten planaren 2-Bit-Typen gibt es dabei Unterschiede in der Ansteuerung.

Bei den älteren Flash-Typen mit Floating Gate mussten die Controller noch mindestens zwei separate Programmierschritte erledigen. Mit der Einführung von Charge Trap bei 3D-TLC-Flash [1, 2] schreiben die SSD-Controller die drei Bits pro Zelle in einem einzigen Programmiervorgang. Da sich eine logische Page-Größe von 16 KByte etabliert hat, bedeutet dies, dass der Flash-Controller nun 48 KByte im RAM halten muss – multipliziert mit der Anzahl der parallel geschalteten Dies und Planes. Gerade ältere und kleinere Controller etwa für USB-Sticks oder SD-Karten verfügen nicht über ausreichend RAM, um diese Datenmenge aufzubereiten und können daher TLC-Speicher nicht direkt beschreiben.

Neue Fehlerquellen

Mit der Einführung von TLC-Zellen und 3D-Bauweise kamen neue Fehlerquellen hinzu. Durch die hohen für die Programmierung benötigten Spannungen kann es zum Versagen von chipinternen Isolations-

schichten oder Leiterbahnen kommen. Während des Löschsens eines Blocks treten zwar noch höhere Spannungen und Ströme auf als beim Programmieren, jedoch ist hierbei ein Ausfall des Blocks unproblematisch, da die Daten im betroffenen Block ohnehin nicht mehr benötigt werden.

Beim Programmieren jedoch kann ein solches Versagen zum Verlust sämtlicher Daten in bereits programmierten Pages dieses Blocks führen. Damit der Ausfall eines Blocks nicht zum Datenverlust führt, nutzen die Hersteller verschiedene Techniken.

Oder besser gesagt: Sie sollten sie einsetzen. Bei einem 32-GB-USB-Stick für zwei Dollar aus dem Online-Shop im fernen Asien ist dies nicht zu erwarten. Wie aber bereits in den beiden vorangegangenen Teilen gezeigt, sollte man USB-Sticks sowieso kein großes Vertrauen entgegenbringen.

Generell ist aber der Ausfall von mehreren Blöcken während der SSD-Lebensdauer einkalkuliert, der Firmware stehen entsprechend Reserveblöcke zur Verfügung. Zum Schutz vor Blockausfällen kommen verschiedene Verfahren zur Anwendung:

Bei **TLC direct +**

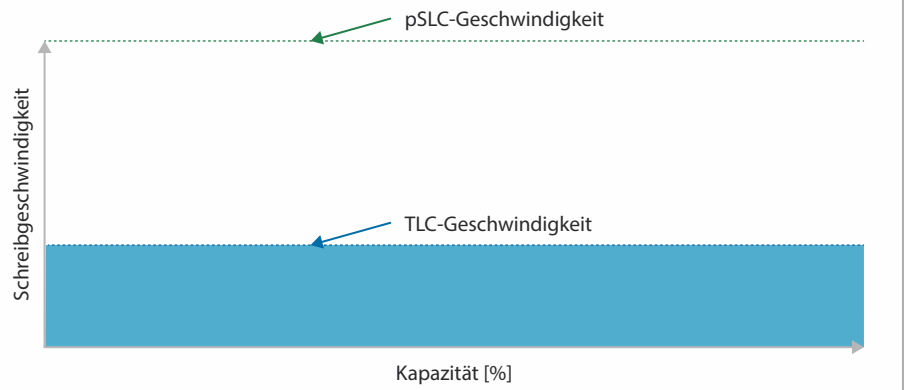
Read Verify hält der Controller die Daten aller noch nicht vollständig gefüllten Blöcke in einem DRAM-Chip. Sind die Blöcke voll, prüft der Controller die Daten. Kam es beim Programmieren zu einem Blockausfall, sind die Daten noch vorhanden und der Controller kann sie in einen anderen Block schreiben. Wegen des hohen DRAM-Speicherbedarfs ist die Umsetzung dieses Verfahrens nur mit Controllern möglich, die externes DRAM unterstützen und damit relativ teuer sind. Read Verify kommt daher nur bei SSDs zum Einsatz, nicht jedoch bei USB-Sticks sowie CF- und SD-Karten.

Bei **TLC direct + Block Parity** deckt man den Ausfall eines Blocks in einem Blockverbund durch Redundanz ab. Dafür existiert auch der Begriff Block-RAID, da das Prinzip einem RAID 5 bei Festplatten ähnelt. Bei diesem Verfahren schreibt der Controller die Parity-Informationen aller anderen Blöcke in den letzten Block eines Blockverbundes. Fällt nun einer dieser Blöcke aus, lässt sich die Information jederzeit wiederherstellen. Ein Prüflösen



TLC direct

Beim direkten Schreiben im TLC-Modus ist die Schreibgeschwindigkeit langsam, aber konstant über die gesamte Kapazität.



direkt nach dem Programmieren ist nicht erforderlich. Der Vorteil dieses Verfahrens liegt neben der hohen Schreibgeschwindigkeit darin, dass die Daten zusätzlich nach dem Ende des Schreibvorgangs gut geschützt sind. Bei nach diesem Verfahren arbeitenden Speichermedien steigt die Zuverlässigkeit.

Die Zuverlässigkeit lässt sich durch die Speicherung der Parity-Information in einem separaten Die noch weiter erhöhen.

Ein Defekt in einem mehrfach genutzten Logikteil wie einem Adressdecoder oder einer Ladungspumpe führt dann zwar zum Totalausfall

eines Dies, dies lässt sich jedoch immer noch kompensieren. Eine solche Implementierung ist dann bis auf die fehlende Redundanz des Flash-Controllers iden-

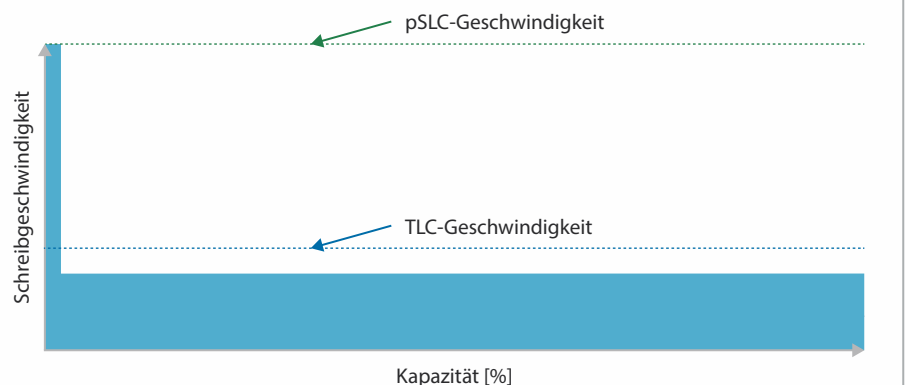
tisch zu einem RAID 5. Aufgrund der Zusatzkosten für das zusätzliche Die findet sich diese Implementierung bisher nur bei sehr großen Kapazitäten im Enterprise-Bereich.

Das Block-Parity-Verfahren ist zudem nur bei neueren Controllern möglich, die über eine zusätzliche Hardwareeinheit für die Parity-Berechnung verfügen. Eine Berechnung und Verwaltung in Software wäre zu langsam.

Bei **pSLC First + Read Verify** speichert der SSD-Controller die Daten zunächst in im pSLC-Modus betriebenen Blöcken, er nutzt dabei also nur jeweils ein Bit pro Zelle. Da die Spannungen im pSLC-Modus viel geringer sind, ist die Wahrscheinlichkeit eines Block-Ausfalls extrem gering, Schutzmaßnahmen sind also nicht notwendig. Zu einem späteren Zeitpunkt kopiert der Controller die Daten dann im TLC-Modus in andere Blöcke. Kommt es

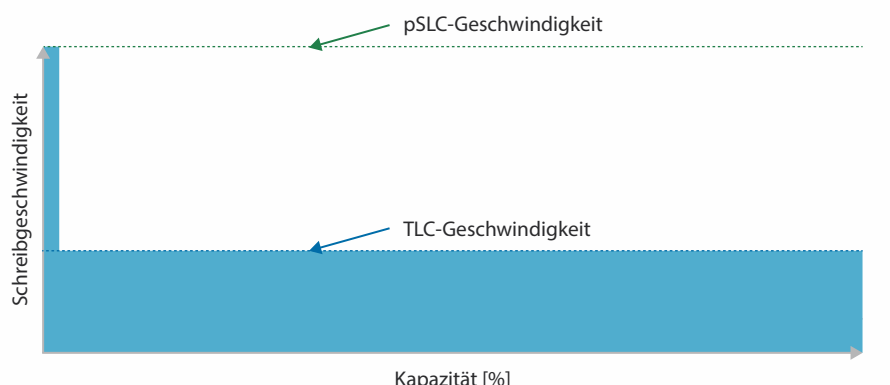
pSLC first

Alle Daten werden zunächst im pSLC-Modus gespeichert. Das führt zu einer sehr hohen Schreibgeschwindigkeit, bis der pSLC-Bereich voll ist. Danach sinkt die Schreibrate unter die reale TLC-Geschwindigkeit, da alle Daten weiterhin erst durch den pSLC müssen.



pSLC-Cache

Der pSLC-Bereich dient nur der Geschwindigkeitssteigerung von kurzen Schreibzugriffen. Ist der pSLC-Cache voll, wechselt der Controller auf TLC direct. Der Cache-Inhalt wird später in den TLC-Bereich verschoben.



beim Programmieren der TLC-Blöcke zu einem Defekt, wird dieser spätestens beim anschließenden Prüfllesen entdeckt – die Daten sind in den pSLC-Blöcken noch vorhanden. Dieses Verfahren wird von allen Controllern verwendet, die keinen DRAM und keine Hardware-Einheit für Block Parity haben. Es ist somit auch das einzige Verfahren für ältere Controller zur Ansteuerung von Charge Trap Flash.

Gelegentlich kommen auch Kombinationen vor. Alle Verfahren haben Vor- und Nachteile, so ist für TLC direct teurer DRAM nötig. Bei SSDs, die bereits mit einem DRAM als Schreib-Cache und als Lese-Cache für die internen Verwaltungsdaten bestückt sind, muss dieser für Read Verify etwa doppelt so groß ausfallen.

Kapazitätseinbußen

Bei Block Parity geht ein Teil der Bruttokapazität für die Parity-Information verloren. Eine 1-TByte-SSD enthält beispielsweise 16 Dies mit 3D-TLC-Flash von je 512 GBit. Zum Erreichen einer hohen Geschwindigkeit beim sequenziellen Lesen und Schreiben werden je nach Leistungsfähigkeit des Controllers mehrere Planes parallel betrieben. Wenn in diesem Beispiel 16 Planes logisch zusammengeschaltet sind, verliert man 6,25 Prozent der Gesamtkapazität für die Parity-Information.

Beim Einsatz der pSLC-First-Strategie geht ebenfalls ein Teil der Kapazität für den pSLC-Bereich verloren. So benötigt man für beispielsweise 20 GByte pSLC-Cache

das Dreifache, also 60 GByte TLC-Flash. Damit sinkt die TLC-Kapazität deutlich. Da wegen der geringeren Programmierverspannung im pSLC-Modus der Verschleiß der Zellen viel geringer ist als im TLC-Modus und sich die zwei Zustände von pSLC zuverlässiger unterscheiden lassen als die acht Zustände bei TLC, ist die Lebensdauer von Zellen im pSLC-Modus 10- bis 30-fach so hoch wie im TLC-Modus. Im Umkehrschluss müssten mindestens zwischen 10 und 3,3 Prozent der TLC-Kapazität als pSLC zur Verfügung stehen, damit der kleinere pSLC-Bereich nicht schneller als der TLC-Bereich altert und dadurch die Lebensdauer der SSD begrenzt.

Bei einer Brutto-TLC-Kapazität von 1000 GByte würden bei 10 Prozent pSLC-Anteil 769 GByte auf Blöcke im TLC-Modus entfallen und 231 GByte auf Blöcke im pSLC-Modus, was 77 GByte pSLC-Speicherkapazität entspräche ($231 \text{ GByte} / 3 = 77 \text{ GByte}$). Bei 3,3 Prozent würden 910 GByte für den TLC-Bereich verbleiben (bei 30 GByte pSLC-Speicherkapazität). Da eine hohe Kapazität werbewirksam ist, wird der pSLC-Bereich meist kleiner gewählt, als er sein sollte.

Hinzu kommt, dass bei Einzelarbeitsplätzen die meisten Schreibzugriffe auf wenige Adressen entfallen. Dadurch sind Daten im pSLC-Bereich zum Teil schon vor dem Transfer in den TLC-Bereich veraltet, wodurch der Schreibzugriff auf den TLC unterbleibt, der kleine pSLC-Bereich schneller altert als der TLC-Bereich und somit die Lebensdauer der SSD sinkt.

Bei Benchmarks tritt dieser Effekt beim JEDEC-Client-Workload auf, der einen typischen Einzelarbeitsplatz simuliert und somit weitestgehend nur den pSLC-Bereich altern lässt. Ein zu klein dimensionierter pSLC-Bereich und die hohe zeitliche und räumliche Lokalität der Datenzugriffe führen dazu, dass der pSLC-Bereich deutlich stärker beansprucht wird.

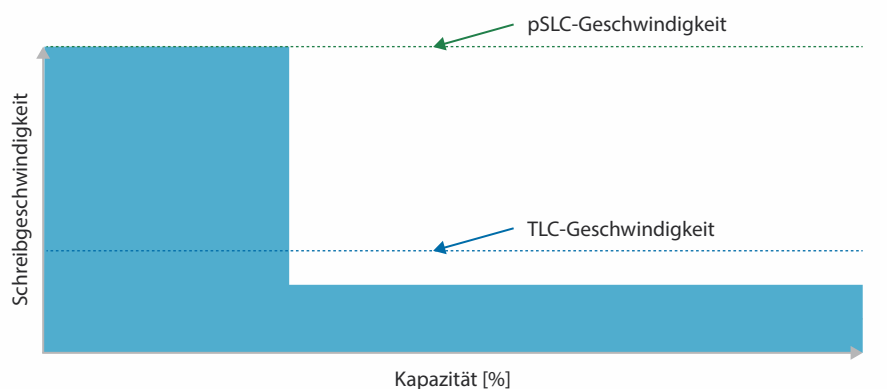
pSLC first und Block Parity sind somit der Grund, weshalb viele SSDs keine „runden“ Kapazitätsangaben haben, sondern beispielsweise 960 GByte Speicherkapazität.

pSLC als Cache

Ein positiver Nebeneffekt der pSLC-First-Strategie ist der enorme Geschwindigkeitsgewinn beim Schreiben kleiner Datenmengen. Das Programmieren der Zellen im pSLC-Modus geschieht viel schneller als bei TLC, da keine Gefahr

Dynamic pSLC

Die Größe des pSLC-Bereichs wird dynamisch angepasst und kann bis zu 100 Prozent der TLC-Kapazität betragen, sodass bis zu einem Drittel der Gesamtkapazität als schneller pSLC-Bereich zur Verfügung steht. Bei höherem Datenaufkommen muss der pSLC-Bereich zeitgleich immer weiter in TLC umgewandelt werden.



TECHNIKUNTERRICHT MACHT ENDLICH SPASS!



Spannende
Unterrichts-
materialien
GRATIS

Make: *Education*

Mit **Make Education** erhalten Sie jeden Monat kostenlose Bauberichte und Schritt-für-Schritt-Anleitungen für einen praxisorientierten Unterricht:



Für alle weiterführenden
Schulen



Digital zum Downloaden



Fächerübergreifend



Monatlicher Newsletter

Jetzt kostenlos downloaden: make-magazin.de/education

besteht, bei zu schnellem Programmieren am gewünschten Zustand (der Anzahl der Elektronen) vorbeizuschießen.

Die Daten werden dann meist ein paar Sekunden später in den TLC-Bereich kopiert, wenn die SSD gerade keine Kommandos des Betriebssystems verarbeiten muss. Wenn das Betriebssystem aber eine größere Datenmenge schickt, bricht die Schreibgeschwindigkeit nach dem Befüllen des pSLC-Bereichs massiv ein. Denn jetzt muss der Controller erst wieder Daten aus dem pSLC-Cache lesen und in den TLC-Bereich kopieren. Anschließend überprüft der Controller die Daten im TLC-Bereich und erst dann gibt er wieder pSLC-Blöcke frei, um weitere Daten vom Betriebssystem aufzunehmen.

In Benchmarks, bei denen die geschriebene Datenmenge größer ist als der pSLC-Bereich, würde das Speichermedium daher sehr schlecht abschneiden. Einige Hersteller tricksen hierbei und schrei-

ben – sobald der pSLC-Bereich voll ist und die Firmware wegen sequenzieller Zugriffe einen Benchmark zu erkennen glaubt – die Daten nur noch im TLC-direct-Modus, obwohl die SSD weder ein Read Verify durchführt noch über Block Parity verfügt.

Wandelbare Blöcke

Wegen des offensichtlichen Geschwindigkeitsgewinns haben einige SSDs einen pSLC-Bereich, der nur als Cache dient. Diese Medien stellen die Ausfallsicherheit durch Block Parity sicher und verwenden den pSLC-Cache nur als Puffer. Ist der Puffer voll, wechselt die SSD auf TLC direct und leert den pSLC-Cache erst, wenn sie nicht mehr ausgelastet ist.

Um die hohe Schreibgeschwindigkeit möglichst lange zu halten, verwenden viele SSDs einen dynamischen pSLC-Cache. SSDs mit Dynamic-pSLC-Cache nutzen maximal den gesamten freien Speicher im pSLC-Modus. Erst wenn mehr

Speicherplatz benötigt wird, als im pSLC-Modus zur Verfügung steht, werden Daten in den TLC-Modus umkopiert. Je mehr ungenutzte Kapazität zur Verfügung steht, desto länger kann das Medium die hohe pSLC-Schreibgeschwindigkeit beibehalten. Mussten die Daten noch nicht in den TLC-Bereich umkopiert werden, profitiert man auch beim anschließenden Lesen von der hohen pSLC-Geschwindigkeit und der geringen Latenz – dies wird man jedoch wohl nur in Benchmarks feststellen können.

Das Betriebssystem informiert eine SSD regelmäßig per TRIM-Kommando über Bereiche, die von gelöschten Dateien belegt sind (siehe Kasten auf dieser Seite). Das erleichtert die Arbeit der Garbage-Collection-Funktion der SSD und reduziert den Zellverschleiß, da keine bereits gelöschten Dateien – also eigentlich leere Datenbereiche – verschoben werden müssen, um neue leere Blöcke zu generieren.

Aufräumarbeiten anschieben

Für eine hohe Schreibgeschwindigkeit benötigt eine SSD eine möglichst große Anzahl an freien NAND-Blöcken. Bevor jedoch ein NAND-Block gelöscht und wiederverwendet werden kann, müssen alle Daten des Blocks ungültig sein. Da dies in der Praxis selten vorkommt, sorgt die SSD selbst für löschbare Blöcke, bevor ihr die leeren Blöcke ausgehen.

Diese Aufgabe übernimmt die Garbage Collection. Stehen nicht mehr ausreichend viele leere Blöcke zur Verfügung, sucht sie nach Blöcken mit möglichst vielen ungültigen Daten. Die noch gültigen Daten kopiert sie in einen leeren Block, um daraufhin den nun nicht mehr benötigten Block zu löschen. Dieses Umkopieren verursacht jedoch ungewünschten zusätzlichen Verschleiß.

Die Garbage Collection arbeitet desto effizienter und erzeugt weniger Verschleiß, je mehr Blöcke mit nur wenigen noch gültigen Daten sie findet. Die SSD-Hersteller unterstützen diese Suche durch das sogenannte Overprovisioning. Dem Betriebssystem wird dabei nicht der gesamte physikalische Speicher zur Verfügung gestellt, sondern eine künstlich etwa um vier bis sieben Prozent reduzierte Kapazität. Die Garbage Collection

muss damit erst dann aktiv werden, wenn auch diese zusätzlichen Blöcke programmiert wurden. Da bei Einzelarbeitsplätzen die Schreibzugriffe eine hohe zeitliche und örtliche Lokalität aufweisen, also eine hohe Wahrscheinlichkeit besteht, dass nachfolgende Schreibzugriffe wieder auf die gleiche oder benachbarte Adressen erfolgen, besteht für die Garbage Collection wiederum eine hohe Wahrscheinlichkeit, Blöcke mit nur noch wenigen gültigen Daten zu finden.

Zur Unterstützung der Garbage Collection wurde das TRIM-Kommando eingeführt. Damit hat das Betriebssystem die Möglichkeit, die SSD über ungenutzte logische Adressen zu informieren. Nach dem Löschen einer Datei sendet das Dateisystem die von der Datei belegten logischen Adressen mit dem TRIM-Kommando an die SSD. Diese entfernt die zugehörigen Einträge in der Verwaltungstabelle. Damit müssen die von der gelöschten Datei belegten Speicheradressen nicht mehr umkopiert werden und gleichzeitig wirken die entfernten Speicheradressen wie zusätzliches Overprovisioning. Die Effizienz der Garbage Collection steigt an und damit

reduziert sich der von der Garbage Collection verursachte Verschleiß.

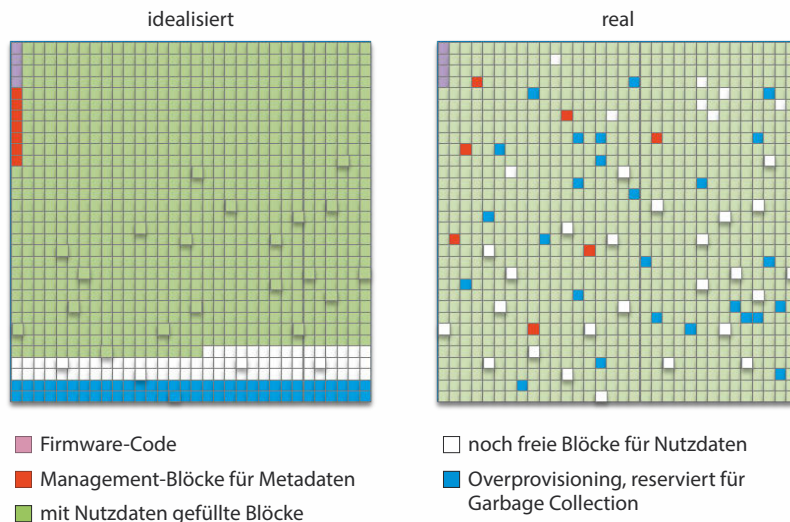
Man sollte daher vermeiden, eine SSD unnötig lange mit einem Füllstand von fast 100 Prozent zu betreiben, sondern 90 bis 95 Prozent nicht dauerhaft überschreiten.

Aktuelle Betriebssysteme aktivieren TRIM bei SSDs automatisch. Da in der Vergangenheit einige SSD-Hersteller Fehler in ihrer Firmware hatten, die bei der Verwendung von TRIM zusammen mit Native Command Queuing (NCQ) zu Datenverlusten führten, aber das Deaktivieren von NCQ während der TRIM-Kommandos deutliche Geschwindigkeitseinbußen mit sich brachte, schickten Windows und Linux die TRIM-Kommandos nur noch einmal pro Woche. Statt also die Speicherbereiche jeder gelöschten Datei einzeln zu melden, wird wöchentlich der gesamte unbelegte Speicherbereich des Dateisystems an die SSD gemeldet.

Alle modernen Speichermedien verstehen heute ein Trim-Kommando, auch wenn es gelegentlich anders benannt wird. Bei SD-Karten ist es zwar verfügbar, wird aber aufgrund unzureichender Spezifikation von Betriebssystemen nicht verwendet.

Verteilung der Flash-Blöcke

Lässt man etwas Speicherplatz auf der SSD ungenutzt, erhöht sich die Effizienz der Garbage Collection. Dadurch steigt die Schreibgeschwindigkeit und die Schreibverstärkung (Write Amplification Factor, WAF) reduziert sich. Beide Effekte fallen umso stärker aus, je höher der Anteil der zufälligen Schreibzugriffe im Verhältnis zu den sequenziellen Schreibzugriffen ist.



Bislang spezifiziert kein NAND-Hersteller den Verschleiß der Zellen im pSLC-/TLC-Mischbetrieb. Entsprechend kommen hauptsächlich zwei verschiedene Strategien zur Kontrolle der Zellabnutzung zur Anwendung:

- Der dynamische Modus, also die Verwendung als pSLC-Bereich oder der Wechsel zwischen pSLC und TLC, wird nach wenigen hundert Zyklen eingestellt und es verbleibt nur ein kleiner statischer pSLC-Teil, der weiterhin als pSLC-First oder -Cache verwendet wird. Der Nachteil dieser Methode ist der plötzliche Geschwindigkeitsverlust, der für die gesamte Restlebensdauer anhält. Der Vorteil (für den Hersteller der SSD) ist das besonders gute Abschneiden bei Benchmarks, da dabei üblicherweise fabrikneue SSDs zum Einsatz kommen und nur ein Bruchteil der Kapazität getestet wird.
- Das Programmieren und Löschen eines Blocks sowohl im TLC- als auch im pSLC-Modus wird als ein TLC-Zyklus gezählt, obwohl der Verschleiß bei einem pSLC-Zyklus geringer ist als bei einem TLC-Zyklus. Da das Schreiben im pSLC-Modus die dreifache Menge an Blöcken belegt, erreicht die SSD schneller die spezifizierte Anzahl an Zyklen und muss früher als notwendig ausgetauscht werden.

Dennoch muss diese Lösung im Endeffekt, also bei der erreichbaren Ausdauer,

nicht schlechter abschneiden als eine SSD mit viel zu klein dimensioniertem pSLC-First-Bereich.

Ausblick

Für Server und Industrieanwendungen ist in den meisten Fällen TLC direct die richtige Wahl für SSDs. Verschleiß und Performance lassen sich gut vorhersagen und das Betriebssystem stellt ohnehin einen Cache im Arbeitsspeicher bereit. Einzelarbeitsplätze profitieren von einer SSD mit pSLC-Cache, der das kurzzeitige Hantieren mit größeren Datenmengen beschleunigt. Dynamic-pSLC-Cache spielt seine Stärken bei Speichermedien mit geringer Belegung voll aus. Dort zeigt diese Strategie eine sehr gute Performance, die aber entweder nicht für die gesamte Lebensdauer bestehen bleibt oder die Ausdauer reduziert. pSLC-first hat seine Daseinsberechtigung nur bei älteren Controllern und Medien mit kleinen Kapazitäten, bei denen sich Block Parity nicht einsetzen lässt und ein DRAM zu teuer wäre.

(ll@ct.de) ct

Literatur

- [1] Tim Niggemeier, Blitzschneller Speicher, Flash-Grundlagen, Teil 1: Von SLC bis QLC, c't 10/2021, S. 136
- [2] Tim Niggemeier, Vergesslicher Speicher, Flash-Grundlagen, Teil 2: Lebensdauer der Daten, c't 11/2021, S. 116

**WILLKOMMEN
IN DEN GUTEN
ALTEN ZEITEN**

**30 %
Rabatt!**

**Testen Sie
Retro Gamer mit
30 % Rabatt!**

**2 Ausgaben als
Heft oder digital
+ Geschenk nach Wahl**

Jetzt bestellen:

www.emedia.de/rg-mini

**eMedia Leserservice,
Postfach 24 69, 49014 Osnabrück**

(0541) 800 09 126

@ leserservice@emedia.de

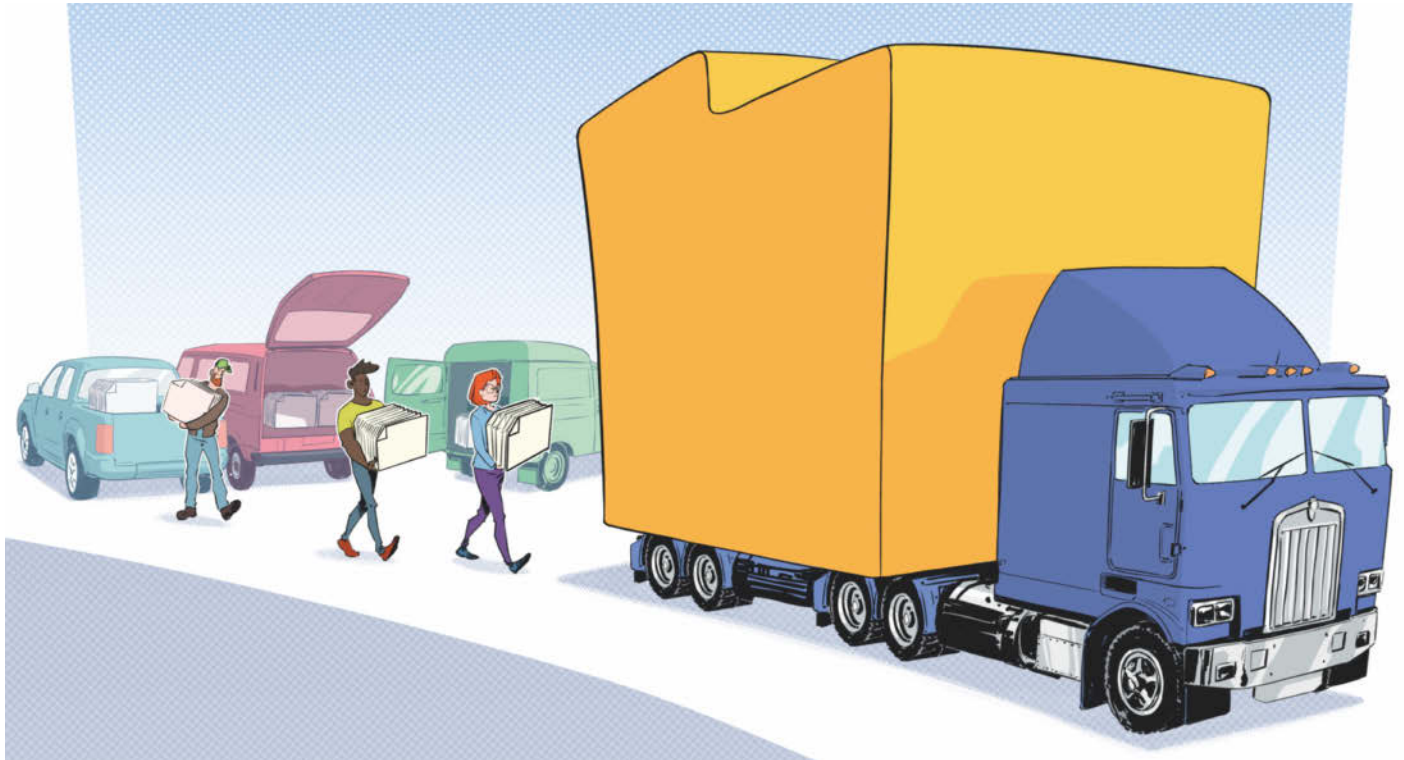


Bild: Albert Hulm

Dokumentationsverpackung

Große APIs nach dem Standard OpenAPI dokumentieren

Eine OpenAPI-Dokumentation beschreibt die Endpunkte eines REST-APIs. Wer große APIs programmiert, verstrickt sich aber schnell in einer riesigen und unhandlichen YAML-Datei. Zum Glück gibt es Werkzeuge, die große Dokumentationen sinnvoll aufteilen und Komponenten wiederverwenden.

Von Manuel Ottlik

APIs sind das Herzstück vieler servergestützter Anwendungen. Sie beliefern Webseiten, Desktop-Anwendungen und mobile Apps mit Daten. Für APIs, die auf dem Web-Protokoll HTTP basieren, hat sich das Paradigma REST durchgesetzt, das wir bereits ausführlich beschrieben haben [1]. Ein REST-Endpoint setzt sich

aus einem HTTP-URI (zum Beispiel `https://api.example.org/things/`) und der HTTP-Methode (GET, POST, PUT, PATCH, DELETE) zusammen. Die HTTP-Methode beeinflusst, was mit den Daten passiert. Mit GET bezieht man Daten, DELETE löscht einen Datensatz.

Die Funktionsweise eines REST-APIs könnten sich die Nutzer fast selbst erschließen. Zum guten Stil als API-Entwickler gehört es aber, ein API in einer für Menschen und Maschinen lesbaren Form (in einer Interface Description Language, IDL) zu dokumentieren. Für REST-APIs ist OpenAPI das Dokumentationsformat der Wahl – ausführlich haben wir das in [2] bereits vorgestellt. Geschrieben in YAML oder JSON, erklärt eine OpenAPI-Dokumentation jeden Endpunkt: Das OpenAPI-Dokument verrät, welche Datenstruktur man ans API senden muss und welche Antwort man erwarten kann. Das Schöne an OpenAPI: Weil es maschinenlesbar ist, gibt es viele Werkzeuge, die die Dokumentation einlesen und damit Nützliches anstellen können. OpenAPI-Tools generie-

ren Testfälle für Integrationstests, ansehnliche Dokumentationen für Nutzer oder sogar Gerüste des Programmcodes für Clients und Server. Eine Auflistung nützlicher Werkzeuge aus dem OpenAPI-Kosmos finden Sie in der Liste „Awesome OpenAPI“ über ct.de/yqw4.

OpenAPI aufteilen

Je größer und komplexer die APIs werden, je mehr Endpunkte sich ansammeln, desto länger wird auch die Beschreibung dieser Endpunkte. YAML ist ja nicht gerade dafür bekannt, besonders platzsparend gestaltet zu sein. So wie man auch Programmcodes für eine größere Anwendung nicht in einer einzigen Datei runterschreiben möchte, wünscht sich manch API-Entwickler auch in seiner Dokumentation mehr Übersicht. Die Mechanismen zum Aufteilen von OpenAPI-Dokumentationen sind aber längst nicht so weit verbreitet wie bei gängigen Programmiersprachen.

Als Beispiel soll ein simples API dienen, das einen Raumplan bereitstellt. Das

API verwaltet Räume, Gebäude und Etagen. Für jede der drei Ressourcen sind die für REST üblichen sogenannten CRUD-Operationen (Create, Read, Update, Delete) implementiert. Komplett abdrucken können wir dessen OpenAPI-Dokumentation hier nicht. Denn schon dieses verhältnismäßig einfache API mit nur 3 Objekten bringt bereits 583 Zeilen YAML aufs Papier. Alle Beispiele zu diesem Artikel haben wir Ihnen in einem GitHub-Repository zusammengestellt (zu finden über ct.de/yqw4). Die unkomprimierte Datei liegt im Ordner `01-single-file` im Repository.

Der Schlüssel zum Aufteilen ist das Schlüsselwort `$ref`, das OpenAPI vorsieht. Damit kann man auf Elemente in derselben Datei verweisen, aber auch andere Dateien einbinden und sogar Dateien aus dem Internet nachladen. Für Referenzen innerhalb derselben Datei nutzt man die JSON-Reference Syntax mit vorangestelltem Doppelkreuz, also etwa `#/components/parameters/roomName`:

```
paths:
  /rooms:
    get:
      description: get all rooms
      operationId: getRooms
      tags:
        - rooms
      parameters:
        - $ref: "#/components/parameters/roomName"
```

Befindet sich die Ressource in einer anderen Datei oder auf einem anderen Server, müssen der Pfad oder die URL vor das Doppelkreuz gesetzt werden, etwa so:

```
parameters:
  - $ref: "room.yml#/components/parameters/RoomName"
  - $ref: "https://example.org/room.yml#/components/parameters/RoomNumber"
```

Mit diesem Wissen können Sie die fast 600 Zeilen lange Datei entschlacken und für jede Ressource eine einzelne Datei erstellen (`room.yml`, `building.yml`, `floor.yml`), die jeweils `parameters`, `responses` und `schemas` enthält – letztendlich bleiben nur die tatsächlichen Endpunkte in der Haupt-Datei `openapi.yml`. Eine vollständig aufgeräumte Dokumentation finden Sie im Repository im Ordner `02-multiple-files`. Wenn Sie noch einen Schritt weiter gehen

möchten und das API wirklich groß ist, können Sie sogar die einzelnen Endpunkte der Ressourcen aus der Hauptdatei entnehmen und in die Dateien für die einzelnen Objekte auslagern.

Im Kasten unten sehen Sie, was dann noch in der Datei `openapi.yml` liegen bleibt: Metainformationen und Verweise auf andere Dateien. Das komplett entschlackte Beispiel finden Sie im Ordner `03-multiple-files-with-paths`.

Standard-Komponenten auslagern

Wenn Sie mehrere APIs designen und implementieren, die ähnlichen Standards folgen, wird es auch projektübergreifende OpenAPI-Komponenten geben, die sich wiederholen – Kopieren und Einfügen ist da nicht der Weisheit letzter Schluss. Im aktuellen Beispiel erbt etwa jedes Objekt von dem Schema `DefaultObject`, weil dort die `id` sowie die zwei Zeitstempel `createdAt` und `updatedAt` zentral definiert werden:

```
schemas:
  DefaultObject:
    type: object
    description: default object
    properties:
      id:
        type: integer
        readOnly: true
        description: id of the object
        example: 1
```

Es bietet sich also an, diese wiederverwendbaren Komponenten an einer zentralen Stelle abzulegen, an der mehrere Spezifikationen von ihnen Gebrauch machen können. Je nachdem, wie Ihre Infrastruktur aufgebaut ist, haben Sie dafür mehrere Möglichkeiten: Sie könnten die YAML-Dateien mit den gemeinsamen Komponenten für alle API-Projekte zum Beispiel auf einen Webserver legen und dann per `$ref` mit einer URL darauf verweisen. Diese Strategie wird zuweilen in Unternehmen eingesetzt.

Wenn Sie allerdings größeren Wert auf Versionierung legen, bekommen Sie ein Problem: Immer wenn sich die Datei auf dem Server ändert, ändern sich automatisch alle Schnittstellenbeschreibungen all Ihrer APIs. Um zu verhindern, dass dadurch korrekte Dokumentationen plötzlich fehlerhaft sind, bietet sich ein Git-Repository an, in das Sie alle Komponenten legen und dann bei jeder OpenAPI-Spezifikation als sogenanntes Git Submodule einbinden. Das Submodule können Sie dann auf ein Versions-Tag festnageln. Wenn Sie noch nie von Git Submodules gehört haben, finden Sie unter ct.de/yqw4 einen Link zur Git-Dokumentation.

OpenAPI zusammenführen

Eine in mehrere Dateien zerlegte OpenAPI-Dokumentation hat allerdings einen gewissen Preis: Denn nicht alle OpenAPI-Werkzeuge können mit mehreren Dateien

```
openapi: "3.0.0"
info:
  version: "1.0.0"
  title: CT Multifile Example
servers:
  - url: .
tags:
  - name: rooms
  - name: buildings
  - name: floors

paths:
  /rooms:
    $ref: "room.yml#/components/paths/RoomCollection"
  /rooms/{roomId}:
    $ref: "room.yml#/components/paths/Room"
  /buildings:
    $ref: "building.yml#/components/paths/BuildingCollection"
  /buildings/{buildingId}:
    $ref: "building.yml#/components/paths/Building"
  /buildings/{buildingId}/floors:
    $ref: "floor.yml#/components/paths/FloorCollection"
  /buildings/{buildingId}/floors/{floorId}:
    $ref: "floor.yml#/components/paths/Floor"
```

Mit `$ref` räumen Sie große API-Dokumentationen auf. Mehr bleibt nicht übrig, wenn Sie sogar die Definition der einzelnen Endpunkte in separate Dateien verlagern.

umgehen und die \$ref-Verweise korrekt auflösen – deswegen sollten Sie die einzelnen Dateien zusammenfassen und als maschinenlesbare Variante ausliefern. Die einzelnen Dateien nutzen Sie zum bequemen Bearbeiten, die gerenderte Variante veröffentlichen Sie. Das hat gleich mehrere Vorteile: Jedes OpenAPI-Werkzeug kann mit der Spezifikation arbeiten, ohne Referenzen über unterschiedliche Dateien, vielleicht sogar URLs auflösen zu müssen. Außerdem verringert sich die Dateigröße der fertigen Datei, da nur die Abschnitte importiert werden, die tatsächlich in der Hauptdatei referenziert wurden. Die Dateigröße können Sie sogar noch weiter verringern, indem Abschnitte, die mehrfach importiert werden, nur beim ersten Mal in voller Länge importiert werden. An allen anderen Stellen wird dann per \$ref auf das erste Vorkommen in der Datei gezeigt. Wenn die Werkzeuge, die Sie verwenden, überhaupt nicht mit der \$ref-Notation umgehen können, können Sie die Bezüge auch komplett aus dem Dokument entfernen lassen, das Dokument also vollständig dereferenzieren.

Zusammenführung automatisieren

Keine Angst – die Zusammenführung müssen Sie nicht per Hand vornehmen. Das Werkzeug, mit dem die OpenAPI-Spezifi-

kation wieder in einer Datei vereint wird, ist ein NPM-Paket und nennt sich `swagger-cli` (siehe ct.de/yqw4). Das Paket enthält ein Kommandozeilenwerkzeug, das OpenAPI validieren und zusammenführen kann. NPM-Nutzer können sich das Werkzeug lokal installieren und eine OpenAPI-Dateien lokal zusammenführen:

```
npm i -g @apidevtools/swagger-cli
swagger-cli bundle openapi.yml ↵
↳--outfile oas-rendered.yml↵
↳--format yaml
```

Statt das Werkzeug lokal zu installieren und per Hand auszuführen, sollten Sie die Aufgabe zügig einer CI/CD-Lösung übergeben. Dann können Sie den Arbeitsschritt nie vergessen und er funktioniert automatisch für alle, die an dem Projekt arbeiten.

Ein Rezept für GitHub Actions [3], die Sie automatisch benutzen können, wenn Sie Ihre Dokumentation bei GitHub ablegen, finden Sie im Beispiel-Repository in der Datei `.github/workflows/handle-openapi.yml` – im Kasten unten ist es leicht gekürzt abgedruckt. Nutzer von GitLab oder anderen CI/CD-Werkzeugen können den Code übernehmen und anpassen.

Der Workflow erledigt drei Dinge: Erst checkt er das Repository aus, danach führt er das OpenAPI mit `swagger-cli`

`bundle` zusammen und stellt es im dritten Schritt als Zip-Archiv bereit. Der zweite Schritt definiert Umgebungsvariablen für Quell- und Zieldatei und legt das Zieldateiformat auf `yaml` fest (hier könnten Sie auch `json` eintragen). Im Abschnitt `run`: folgt die eigentliche Aktion mit `swagger-cli`. Damit das NPM-Paket nicht gesondert installiert werden muss, kommt der Befehl `npm` zum Einsatz, der NPM-Pakete direkt herunterlädt und ausführt.

Was Sie mit dem gerenderten OpenAPI-File anstellen, hängt von Ihrer Anwendung ab. Wenn Sie wie im nächsten Schritt zum Beispiel einen Docker-Container mit Ihrem API bauen oder ein Paket für eine Programmiersprache erzeugen, können Sie einfach Ihre Workflow-Schritte ergänzen. Sie arbeiten mit dem Dateisystem aus Schritt zwei weiter und können daher auf die fertige OpenAPI-Spezifikation zugreifen.

Im Beispiel wird sie mit der Aktion `actions/upload-artifact@v2` zu einer Zip-Datei verarbeitet und bei GitHub abgelegt, damit man sie einsehen kann. Wenn Sie im Beispiel-Repository (Link siehe ct.de/yqw4) auf den Reiter Actions klicken, sollten Sie vier erfolgreiche Durchläufe sehen. Klicken Sie auf einen davon und laden Sie dann unter Artifacts das Zip mit dem Namen `bundled-openapi` herunter.

Für Mensch und Maschine

Schon bei kleinen REST-APIs nervt es gewaltig, durch hunderte Zeilen YAML zu scrollen und möglicherweise haben Sie OpenAPI schon für dieses Chaos verflucht. Mit \$ref gibt es aber eine komfortable Möglichkeit, die Schnittstellenbeschreibung übersichtlich aufzuteilen. Bedenken, dass andere Werkzeuge damit nicht zwangsläufig klarkommen, müssen Sie nicht haben, wenn Sie die Rohdaten vor der Auslieferung wieder zu einer Datei zusammenführen. Ein optimaler Ausgleich zwischen Maschinenlesbarkeit und Entwicklerkomfort. (jam@ct.de) 

Literatur

- [1] Manuel Ottlik, Besuch im RESTaurant, Webdienste per REST-Schnittstelle anzapfen, c't 15/2018, S. 178
- [2] Manuel Ottlik, Schnittstellen-Erklärer, REST-APIs dokumentieren nach OpenAPI-Standard, c't 5/2020, S. 136
- [3] Merlin Schumacher, Und Actions!, Erste Schritte mit GitHubs CI/CD-Werkzeug Actions, c't 25/2019, S. 164

```
name: Bundle OpenAPI Specification
on: [push]

jobs:
  api-bundling:
    runs-on: ubuntu-latest
    steps:
      - name: Checkout repository
        uses: actions/checkout@v2

      - name: Bundle OpenAPI specification
        env:
          INPUT_PATH: 03-multiple-files-with-paths/openapi.yml
          OUTPUT_PATH: 03-multiple-files-with-paths/bundled-openapi.yml
          OUTPUT_FILETYPE: yaml
        run: |
          set -e

          npx --package @apidevtools/swagger-cli swagger-cli bundle ${
            INPUT_PATH} --outfile ${OUTPUT_PATH} --type ${OUTPUT_FILETYPE}

      - name: Upload the bundled OpenAPI specification
        uses: actions/upload-artifact@v2
        with:
          name: bundled-openapi
          path: 03-multiple-files-with-paths
```

Das NPM-Paket `swagger-cli` löst alle Referenzen einer OpenAPI-Spezifikation auf und erzeugt eine Datei. Damit das niemals vergessen wird, führt es die CI/CD-Lösung GitHub Actions automatisch nach jedem Push aus.

OpenAPI-Werkzeuge und Beispiel:
ct.de/yqw4



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



ct.de/angebot

Jetzt gleich bestellen:

 ct.de/angebot

 +49 541/80 009 120

 leserservice@heise.de

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

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

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





Bild: Andreas Martini

Fotos für Pinguine

Scanner mit Linux nutzen

Wer als Windows-Umsteiger seinen Scanner unter Linux einsetzen will, braucht häufig keine speziellen Treiber, da ihn Linux automatisch erkennt. Mit Standardsoftware gelangen auch Scans von Fotos und Dias. Klappt es nicht so wie erhofft, gibt es eine professionelle, aber nicht kostenfreie Alternative.

Von Rudolf Opitz

Die meisten Scanner in Privathaushalten teilen sich in Form von Multifunktionsgeräten mit dem Drucker ein Gehäuse. Aus Sicht des Betriebssystems handelt es sich aber um zwei unterschiedliche Geräte, die jeweils eigene Treiber benötigen. Das fällt unter Windows und macOS nur nicht so auf, weil die Herstellersoftware die Funktionen oft unter einer gemeinsamen Oberfläche vereint.

Wie Windows (siehe Kasten) erkennt auch Linux viele Scanner ohne Herstellertreiber. Unter Linux heißt die Bildschnittstelle SANE (Scanner Access Now Easy). Anders als WIA- und Twain-Treiber, die Systemintegration und Bedienoptionen kombinieren, teilt sich SANE in ein Backend und ein Frontend auf. Das Backend

erkennt die vom Linux-Kernel bereitgestellten Geräte als Scanner, egal ob sie per USB, SCSI, FireWire oder übers Netzwerk angeschlossen sind.

Die Frontend-Programme greifen auf die vom Backend bereitgestellte Standardschnittstelle zu. Nur über die Frontends lassen sich Einstellungen ändern, Scans bearbeiten, speichern oder an andere Programme weiterleiten. Je nach Anwendungsfall stehen verschiedene Frontends zur Wahl, die fast immer in der Anwendungsverwaltung der jeweiligen Linux-Distribution zu finden sind. Geht es nur darum, ein Dokument auf dem Glas des Flachbettscanners zu digitalisieren, reichen einfache Frontends wie Simple Scan (manchmal auch schlicht als „Dokument-Scanner“ betitelt) oder das KDE-Programm Scanlite. Der Funktionsumfang entspricht den WIA-Treibern unter Windows.

Das deutlich umfangreichere XSane von Oliver Rauch deckt auch viele Funktionen eines guten Twain-Moduls ab: Das Frontend stellt ein großes Vorschaufenster bereit, über das man den Scanbereich ein-

stellen, Ausschnitte vergrößern und per Pipettenfunktion einen manuellen Weißabgleich ausführen kann. Besonders nützlich für das Scannen von Fotos sind die Histogramm- und Farbmanagementfunktionen. XSane kann auch mit Durchlichtscannern umgehen. Das Frontend lässt sich zudem aus Bildbearbeitungsprogrammen wie Gimp aufrufen und leitet den Scan dann direkt an die Anwendung weiter.

Mit der Aufteilung in Back- und Frontend ist SANE damit vom Prinzip her flexibler als die WIA- und Twain-Treiber von Windows. Wenn ein Hersteller seinem Scanner nur einen rudimentär ausgestatteten Twain-Treiber beilegt und Filter zur Bildverbesserung fehlen, bleibt unter Windows nur das manuelle Aufhübschen mithilfe von Photoshop & Co. übrig. Unter Linux täte es auch ein alternatives Frontend mit der gewünschten Ausstattung.

Schade nur, dass die Auswahl an SANE-Frontends eher mäßig ist. Das Interesse an Fotoscannern nimmt wegen der Digitalisierung der Fotografie immer mehr ab und damit auch die Motivation der Linux-Entwickler, Software zu erstellen oder bestehende weiter zu pflegen. Die meisten Frontends lassen sich einfach bedienen, haben aber kaum Spezialfunktionen.

Treiber nötig?

Wir haben exemplarisch mit einer aktuellen Linux-Mint-Installation (Mint 20.1 Xfce) und einigen Scannern sowie Multifunktionsgeräten ausprobiert, welche Geräte funktionieren. Die positive Überraschung: Fast alle unserer Testscanner wurden erkannt und ließen sich mit Simple Scan und XSane benutzen. Dazu gehörten aktuelle Multifunktionsgeräte im Netzwerk ebenso wie alte USB-Flachbettscanner, für die der Hersteller unter Windows keine 64-Bit-Treiber bereitstellt. Das SANE-Projekt pflegt eine lange Liste der unterstützten Scanner, siehe ct.de/ybb5.

Die Ausnahme stellte ein Multifunktionsgerät von Epson dar. Zunächst suchten wir nach einem Treiber auf der deutschen Website des Herstellers. Die meldete jedoch, für das erkannte Linux-Betriebssystem gäbe es keine Treiberunterstützung. Google half weiter, denn Epson stellt auf seiner EU-Servicewebsite (siehe ct.de/ybb5) sehr wohl Linux-Treiber bereit. Nach der Installation tauchte sogar das Scanprogramm Epson Scan 2 in der Liste auf, ließ sich aber auf unserem Testsystem nicht starten. Dafür wurde der Scanner von Simple Scan und XSane erkannt und

wir konnten sowohl vom Flachbett als auch vom Vorlageneinzug scannen.

Brother stellt für seine Produkte – so sie nicht automatisch erkannt werden – Treiber als deb- und rpm-Pakete bereit. Canon bietet auf seiner Servicewebsite für Scanner aus dem aktuellen Sortiment wie dem CanoScan LiDE 300 immerhin ein Debian-Paket mit ScanGear-Treiber an, bei älteren Modellen meldet die Webseite, das Linux-Betriebssystem würde die gewählten Scanner nicht mehr unterstützen. Das stimmt nicht, denn gerade ältere Canon-Modelle werden von SANE in großer Zahl automatisch erkannt. Mit HP-Geräten gibt es wegen des meist schon installierten HPLIP-Pakets die geringsten Probleme.

Scanner großer Büro-Laser-Mufus sind oft nicht direkt von einem Clientrechner ansprechbar – egal ob der mit Linux oder Windows läuft. Scanaufträge startet man direkt am Gerät, das die Ergebnisse per Mail schickt oder direkt auf einer Netzfreigabe speichert. Diese Option lässt sich auch bei vielen kleineren Bürogeräten einrichten, selbst wenn es für Windows und macOS Scannertreiber gibt. Dazu müssen die Multifunktionsdrucker mit dem lokalen Netzwerk verbunden sein, was so gut wie alle aktuellen Modelle ab 100 Euro können. Am besten lässt sich ein Scanziel – etwa eine NAS-Freigabe – über das Webfrontend des jeweiligen Mufus einrichten, wozu man nur dessen IP-Adresse im Browser eingeben muss.

Fotos digitalisieren

Ob und wie sich ein Fotoscanner unter Linux in Dienst stellen lässt, haben wir exemplarisch mit einem älteren CanoScan 9000F ausprobiert. Dieser Flachbettscanner digitalisiert mit einer hochwertigen CCD-Scanzeile (Charge-Coupled Device), hat eine Durchlichteinheit zum Scannen von Negativen und Dias im Deckel und beherrscht wie auch Fotoscanner anderer Hersteller einen speziellen Trick:

Das Scan-Frontend Simple Scan ist einfach zu bedienen, in den Scanoptionen gibt es aber nur das Wichtigste.

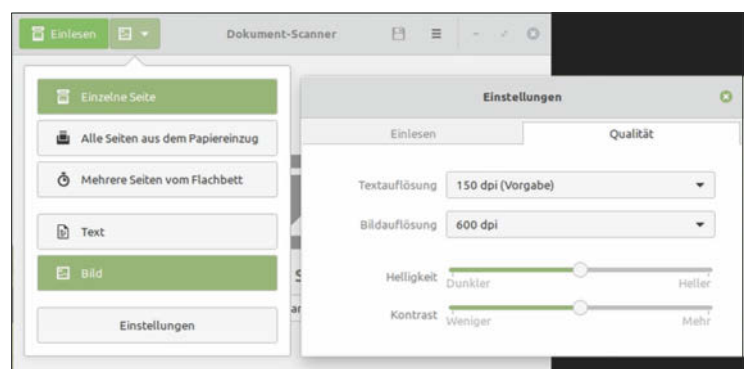
So macht es Windows

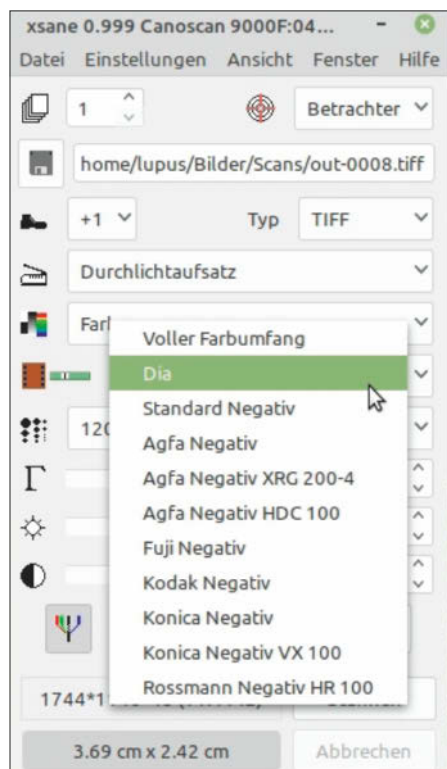
Windows erkennt Scanner und Drucker fast immer auch ohne zusätzliche Software. Bei Scannern und anderen bildgebenden Geräten wie Webcams kommen WIA-Treiber zum Einsatz (Windows Image Acquisition). WIA ist die systemweite Bildverarbeitungsschnittstelle und stellt auch weitere Funktionen wie einfache Einstellungen für den Scanmodus (Graustufen, Farbe), Auflösung, Helligkeit und Kontrast bereit. Programme zur Bildbearbeitung und Texterkennung haben außerdem über die WIA-Schnittstelle Zugriff auf die Scanner und können so direkt in die Anwendung scannen.

Die Gerätehersteller selbst liefern meist Twain-Treiber und -Software mit. Twain macht im Prinzip das Gleiche wie WIA, doch sind die Einstellungen besser auf den jeweiligen Scanner angepasst und bieten meist deutlich mehr Optionen wie zusätzliche Filter und Funktionen zum Weißabgleich, zur Farboptimierung oder zur Textverbesserung.

Nach dem ersten Scan mit normalem Licht führt der Scanner einen zweiten Scandurchlauf mit Infrarotlicht durch, auf dem nur Kratzer und Staubkörner auf der Oberfläche der Fotos oder Filme erscheinen. Die Scansoftware kann diese damit verlustfrei aus dem eigentlichen Scan entfernen.

Der Fotoscanner wurde problemlos vom Linux-Mint-System und XSane erkannt. Da wir Fotos, Dias und Negative in möglichst guter Qualität digitalisieren wollten, blieb nur das umfangreiche, aber sperrig zu bedienende SANE-Frontend. So öffnet XSane für jede Funktion (Vorschau, Optionen, Histogramm, Stapelliste) separate Fenster, was schnell unübersichtlich wird.



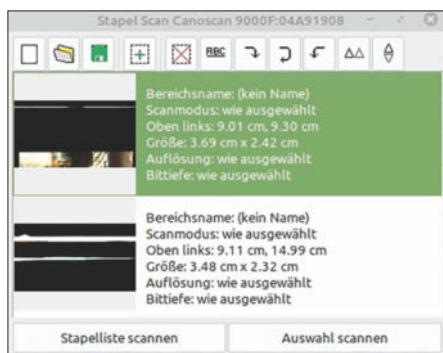


XSane eignet sich mit seinem mächtigen Funktionsumfang auch für Spezialgeräte wie Fotoscanner mit Durchlichteinheit und bietet Farbprofile für Dias und verschiedene Negativfilme.

Die Funktionsvielfalt ist aber beachtlich: Je nach erkanntem Scanner bietet XSane verschiedene Scanmodi an: Farbe, Graustufen, Schwarz-Weiß und im Fall des CanoScan 9000F auch den Infrarot-Kanal. Im Vorschaufenster findet sich eine Pipettenfunktion zum Festlegen des Schwarz-, Grau- und Weißpunktes. Dieser manuelle Weißabgleich funktioniert nur, wenn man das Farbmanagement deaktiviert hat. Um letzteres zu verwenden, braucht das Programm zumindest je ein ICC-Profil für den Scanner und den Monitor – aber Farbmanagement ist eine andere Geschichte [1].

Praktisch für das Scannen von Filmstreifen und mehreren Dias ist die Stapelliste: Die im Vorschaubild markierten Bildbereiche landen auf Wunsch in der Liste, die XSane danach automatisch als einzelne Scans abarbeitet. Im Test fielen aber auch einige Macken auf, etwa die schlechte Belichtungsautomatik, die ständiges Nachregeln des Gammawertes erforderte.

Bei der Farbeinstellung muss man ebenfalls aufpassen und etwa bei Negativen das richtige Filmmaterial auswählen. Auch die Ausschnittauswahl im Vorschaufenster und die Bereichsvergrößerung



Ausgewählte Bildbereiche speichert XSane in einer Stapelliste, die das Scanprogramm nach Klick auf „Stapelliste scannen“ selbsttätig abarbeitet.

klappte selten. Meist verschob sich in der Vorschau dabei der Bildausschnitt, beim Scannen passte er dann aber wieder. Unter Strich braucht man für Fotoscans mit XSane und die Weiterbearbeitung etwa mit Gimp viel Zeit und Geduld. Den Infrarot-Scan des CanoScan führt XSane zwar aus, aber nicht die automatische Bereinigung des normalen Scans. Er lässt sich lediglich als separater Scan abspeichern. Meist benötigen die Scanergebnisse viel Nachbearbeitung mit Gimp – das macht man mal für wenige Fotos, aber nicht für ein ganzes Diamagazin.

VueScan

Hier hilft nur kommerzielle Software: VueScan von Hamrick Software gilt als Zaubermittel, wenn Scanner nicht erkannt werden und Funktionen fehlen. Die für Linux, macOS und Windows erhältliche Software (siehe ct.de/ybb5) enthält eine eigene Treiberbibliothek für 6500 Scannermodelle.

Die Scansoftware fanden wir sogar in den Mint-Repositories, allerdings nur als

Testversion, die Scans mit einem fetten Wasserzeichen versieht und ständig zum Kauf auffordert. Die Scanfunktionen konnten wir aber problemlos ausprobieren: So erkannte VueScan den Durchlichtmodus des CanoScan und mehrere Dias automatisch, vergrößerte die Einzelbilder und führte sogar nebenbei die Bildbereinigung über den Infrarotskanal durch.

Wer Negativfilme und Dias scannen möchte, braucht die Professional Edition von VueScan für 80 Euro, die auch Vorlageneinzüge nutzt und eine integrierte Texterkennung (OCR) enthält. Will man nur einen Fachbettschanner zum Laufen bringen und Fotoabzüge, Dokumente oder einzelne Zeitschriftenseiten digitalisieren, reicht die Standard Edition für 40 Euro.

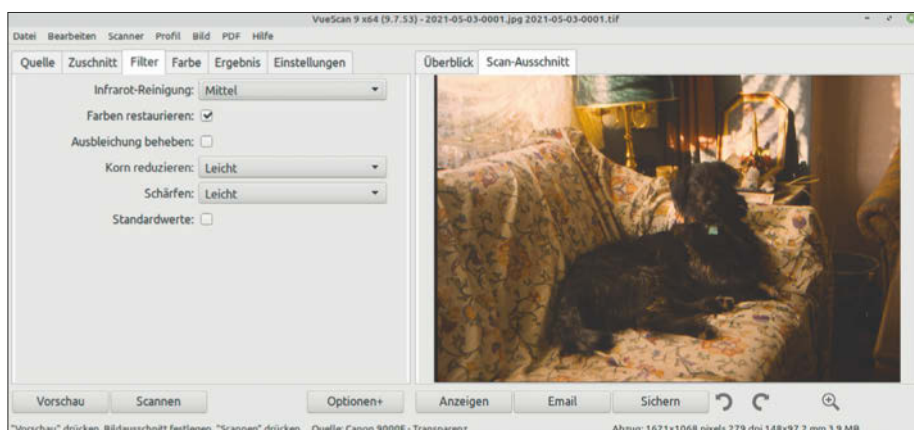
Fazit

Wer noch einen alten Scanner im Schrank hat, sollte ihn einfach mal an seinen Linux-Rechner anschließen und mit Simple Scan ausprobieren; die Chance, dass das Scannen sofort funktioniert, ist recht hoch. Klappt es partout nicht, kann man die Testversion von VueScan ausprobieren und bei Bedarf 40 Euro investieren. Wer seine Diasammlung in digitaler Form und guter Qualität archivieren möchte, muss zwar doppelt so viel für die Professional Edition ausgeben, doch bekommt man für den Preis ein einfach zu bedienendes Scanprogramm mit vielen Funktionen. (rop@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Anna Simon, Farbtreuer Pinguin, Monitorkalibrierung und Farbmanagement unter Linux, c't 20/2019, S. 142

Scanner-Listen und Software: ct.de/ybb5



VueScan präsentiert seine umfangreichen Optionen in einem aufgeräumten Menü mit Reitern und nutzt sogar die Infrarot-Bildbereinigung unseres CanoScan 9000F. Dias werden erkannt und automatisch zum Vollbild aufgezo-

INTERNET SECURITY DAYS **2021**



DIGITAL ○ 16.–17.09.2021



Neue Arbeitswelten – Aber sicher!

Wie kann IT-Sicherheit für das
„Neue Normal“ aussehen?



Smart World – Secure World

Wie kann die vernetzte Welt von
Anfang an gut abgesichert werden?



Gut gerüstet gegen Cybercrime

Wie können praxisingerechte
Sicherheitskonzepte aussehen?



Sicher in der Zukunft

Wie sehen neue Ideen/Lösungen aus,
die auch noch morgen sicher sind?



» EARLY-BIRD-TICKETS

*bis zum 11.06.2021

isd.eco.de

Platin-Sponsor

Dominic

 **HUAWEI**

Veranstalter

eco
VERBAND DER
INTERNETWIRTSCHAFT

 **heise Events**



Bild: saran25, stock.adobe.com

Den Äther programmieren

Smart Contracts für die Ethereum-Blockchain schreiben

Bei Ethereum denken viele an eine Kryptowährung, dabei handelt es sich eigentlich um ein weltweit verteiltes Rechenzentrum, das Programme – sogenannte Smart Contracts – auf einer Blockchain ausführt. Wir zeigen Ihnen, wie Sie einen solchen Smart Contract programmieren, um „Schere, Stein, Papier“ auf der Ethereum-Blockchain zu spielen.

Von Lars Hupel

Ethereum und seine Währung Ether sind zwar das zweitgrößte Kryptogeldsystem nach Bitcoin, aber der eigentliche Clou von Ethereum sind Smart Contracts. Das sind Programme auf der Blockchain, die global verteilt, manipulationssicher und allgemein überprüfbar ausgeführt werden. Im Prinzip schreibt man einen Smart Contract wie jedes andere Programm auch. Das geschieht üblicherweise in einer Hochsprache, die zu Bytecode für die Ethereum Virtual Machine (EVM) kompiliert wird. Anschließend muss man den Vertrag ausrollen, also auf der Blockchain platzieren. Dazu benötigt man ein Ethereum-Konto

und eine (mit dem Browser verknüpfte) Wallet-Applikation.

Nachdem ein Vertrag ausgerollt wurde, können Blockchain-Nutzer mit ihm interagieren. Das geschieht über Transaktionen wie beim reinen Verschieben von Geld, allerdings ist das Zielkonto

der Smart Contract. Transaktionen können auch 0 Ether überweisen, eine Vertragsinteraktion muss also nicht unbedingt auch Geld

an den Vertrag senden. Transaktionskosten entstehen aber in jedem Fall. Weil der Zustand der Blockchain und auch alle Transaktionen öffentlich sind und die EVM rein deterministisch arbeitet, ist je-



derzeit klar, wann welcher Vertrag aufgerufen wurde und welches Ergebnis der Aufruf hatte.

Von sich aus werden Verträge nie aktiv, sie ähneln Objekten aus der objekt-orientierten Programmierung: Ein Vertrag hat einen Satz Methoden, manche können „von außen“ aufgerufen werden, andere sind nur intern für den Vertrag selbst zugänglich. Neben Sender, Empfänger und Betrag haben Transaktionen noch ein spezielles Feld, das angibt, welche öffentliche Methode des Vertrags mit welchen Parameterwerten aufgerufen werden soll. Andere Ethereum-Transaktionen haben dieses Feld auch, aber bei einer einfachen Überweisung von Person zu Person bleibt es meist leer. Einmal aufgerufen, können Verträge auch miteinander interagieren und sogar neue erzeugen.

Geheimniskrämerei

Für einen Beispiel-Vertrag eignet sich das Spiel „Schere, Stein, Papier“ gut. Knackpunkt des Spiels ist, dass beide Spieler geheim festlegen, wie sie spielen. Wenn ein Spieler die Wahl seines Gegenübers beobachten und passend reagieren kann, dann kann er immer gewinnen. Für eine Smart-Contract-Version des Spiels ist das ein Problem, weil sämtliche Transaktionen in der Ethereum-Blockchain öffentlich einsehbar und geordnet sind. Ein Spieler muss zuerst wählen und der jeweils zwei-

te kann diese Wahl beobachten. Die Lösung dieses Problems sind sogenannte Commitment-Verfahren. Damit können sich Parteien auf einen Wert festlegen, ohne diesen vorab preiszugeben. Die Verfahren laufen in zwei Phasen ab: Commit und Reveal.

Ein einfaches Commitment-Verfahren lässt sich folgendermaßen umsetzen: Die Spieler entscheiden sich nicht nur für Schere, Stein oder Papier, sondern denken sich auch jeweils eine beliebige Zeichenkette aus und bilden über beides zusammen einen kryptografischen Hashwert. Den Hashwert veröffentlichen die Spieler (Commit-Phase), aber weil niemand sonst die zusätzliche Zeichenkette kennt, lässt sich aus diesem Wert nicht auf die getroffene Wahl schließen [1].

Nachdem beide Spieler committet haben, können Sie in der zweiten Phase des Protokolls (Reveal) ihre Wahl und ihre geheime Zeichenkette veröffentlichen. Nun kann jedermann zum einen sehen, wer gewonnen hat, und zum anderen den Hashwert überprüfen. Betrug ist ausgeschlossen, denn mit einer nachträglichen Änderung der Wahl entstünde ein anderer Hashwert.

Dieses Protokoll eignet sich gut für einen Smart Contract. Damit Gewinnen und Verlieren nicht komplett beliebig sind, soll der Vertrag auch etwas monetären Spieleinsatz in Form von Ether erlauben, der an den

Gewinner ausgezahlt wird. Um das Beispiel einfach zu halten, soll der Einsatz aber immer vom ersten Spieler kommen.

Entwicklung mit Remix

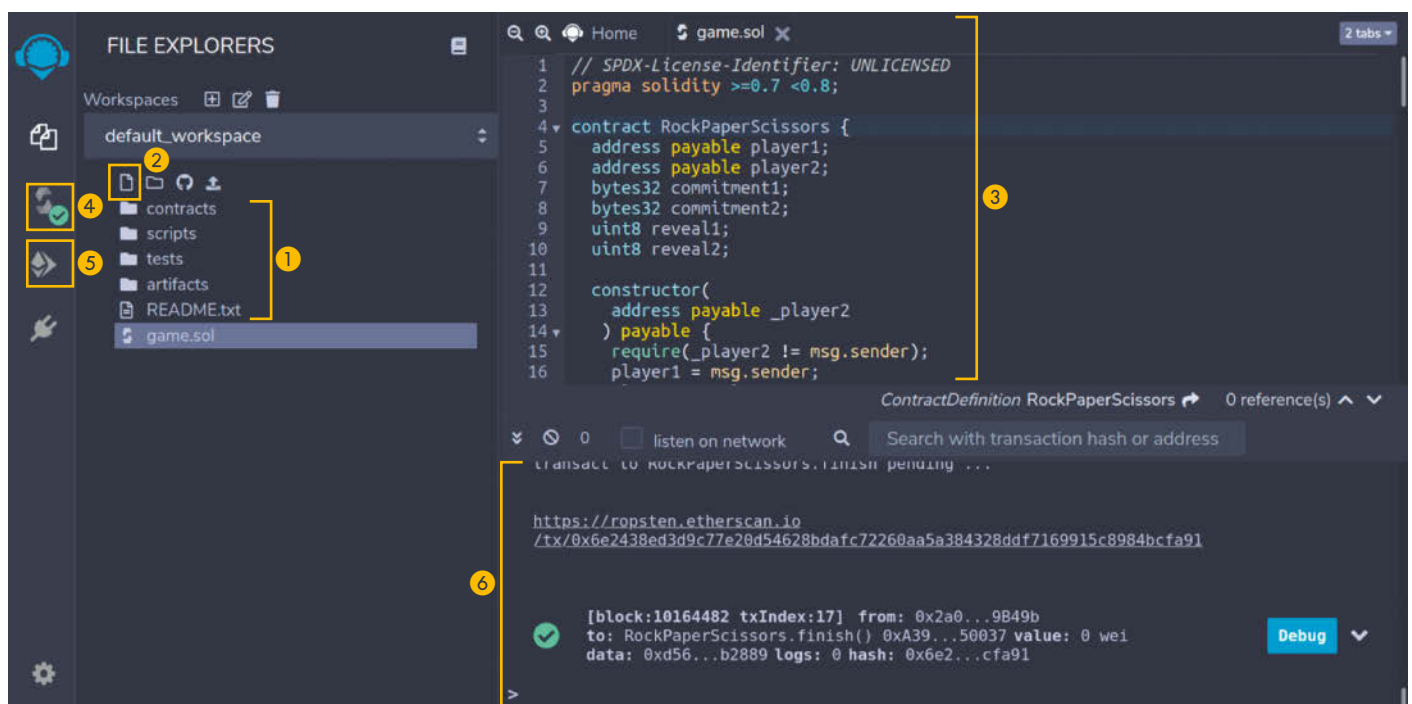
Die gängigste Hochsprache für Ethereum heißt Solidity [2]. Sie ist syntaktisch an JavaScript angelehnt, aber statisch typisiert. Dank der webbasierten IDE Remix (remix.ethereum.org) kann man direkt mit der Programmierung loslegen, ohne Software installieren zu müssen.

Wenn man die IDE zum ersten Mal aufruft, erscheinen in der linken Leiste die Dateien eines Beispielprojekts (siehe Screenshot, ❶), die man getrost ignorieren kann. Eine neue leere Datei lässt sich per „New File“ ❷ erzeugen. Als Dateinamen können Sie zum Beispiel „game.sol“ vergeben, „sol“ ist die übliche Dateiendung für Solidity-Programme. In Remix öffnet sich nun ein leeres Editor-Tab ❸, in dem Sie das Grundgerüst des Vertrags schreiben können:

```
pragma solidity >=0.7 <0.9;

contract RockPaperScissors {
    address payable player1;
    address payable player2;

    constructor(
        address payable _player2
    ) payable {
```



Mit der browserbasierten IDE „Remix“ kann man schnell und einfach in die Programmierung von Smart Contracts einsteigen.

```

require(_player2 != msg.sender);
player1 = payable(msg.sender);
player2 = _player2;
}
}

```

Zunächst wird die gewünschte Compiler-Version angegeben; es soll sich um Version 0.7.x oder die aktuelle 0.8.x handeln. Man sollte nicht einfach alle zukünftigen Versionen erlauben, weil zwischen Versionen auch inkompatible Änderungen auftreten können. Anschließend spezifizieren Sie den Vertrag mit einem Konstruktor sowie zwei Variablen (`player1` und `player2`), die die Adressen der Ethereum-Konten der Spieler speichern werden. Der Typ `address payable` steht für Ethereum-Adressen, an die eine Auszahlung erfolgen kann.

Der Konstruktor initialisiert die Adressen der zwei Spieler. Der erste Spieler ist automatisch derjenige, der den Vertrag ausrollt, also die Transaktion abgesetzt hat. Seine Adresse steht in der speziellen Variable `msg.sender`. Diese Variable ist vom Typ `address` – eine Adresse an die nicht ausbezahlt werden kann – und muss in `address payable` konvertiert werden. Die Adresse des zweiten Spielers muss dem Konstruktor als Parameter übergeben werden. Vorher wird noch geprüft, dass die beiden Spieler auch wirklich verschiedene Adressen haben. Andernfalls bricht die Erzeugung des Vertrags ab.

Auch der Konstruktor selbst trägt das Attribut `payable`, der Vertrag könnte sonst kein Geld entgegennehmen. Der Spieler, der den Vertrag ausrollt, schließt eine beliebige Menge Ether in diese Transaktion ein. Über diesen Betrag kann der Vertrag dann verfügen, das ist der Spieleinsatz.

Dieser Code lässt sich bereits kompilieren. Dafür wechselt man in Remix in der linken Spalte auf die Ansicht „Solidity compiler“ und klickt auf „Compile game.sol“. Das führt zu einer Warnung, weil keine Lizenz für den Code angegeben wurde. Ansonsten tut sich nicht viel, der Code im Editor ist (hoffentlich) fehlerfrei. Um die Warnung zu beheben, stellen Sie dem Code folgenden Kommentar voran:

```
// SPDX-License-Identifier: UNLICENSED
```

Ein weiterer Klick auf den Compile-Button führt zu einem kleinen grünen Haken beim Solidity-Compiler-Icon, alles paletti. Theoretisch könnten Sie das Kompilat auch schon auf der Blockchain ausrol-

len. Das wäre aber nicht sehr spannend, weil der Vertrag ja noch nichts tut.

Versprechen

Für die erste Phase des Commitment-Protokolls brauchen Sie zwei weitere Variablen im Vertrag, die die Commitments der Spieler speichern, sowie eine Funktion, um diese Variablen zu befüllen. (Solidity spricht von „Funktionen“ und nicht „Methoden“.) Jeder Spieler soll diese Funktion genau ein Mal aufrufen dürfen. Fügen Sie also unter den Spieler-Adressen folgende Variablen ein:

```
bytes32 comm1;
bytes32 comm2;
```

`comm1` und `comm2` werden die zwei Hashes speichern, mit denen die beiden Spieler ihre Wahl festlegen. Gut geeignet sind SHA-256-Hashes, die 32 Byte lang sind. Die Variablen sind deshalb vom Typ `bytes32`, der ein Array von 32 Bytes bezeichnet. Variablen werden standardmäßig mit Nullen vorbelegt, was eine Initialisierung von `comm1` und `comm2` im Konstruktor überflüssig macht. Zum Glück, denn jede Operation eines Smart Contracts und auch jeder Schreib- und Lesezugriff ist mit

Kosten verbunden und man sollte daher sparsam mit ihnen umgehen.

Die dazugehörige Funktion sieht wie folgt aus:

```

function commit(bytes32 comm) public {
    require(msg.sender == player1 ||
        msg.sender == player2);
    require(comm != bytes32(0));

    if (msg.sender == player1) {
        require(comm1 == bytes32(0));
        comm1 = comm;
    } else {
        require(comm2 == bytes32(0));
        comm2 = comm;
    }
}

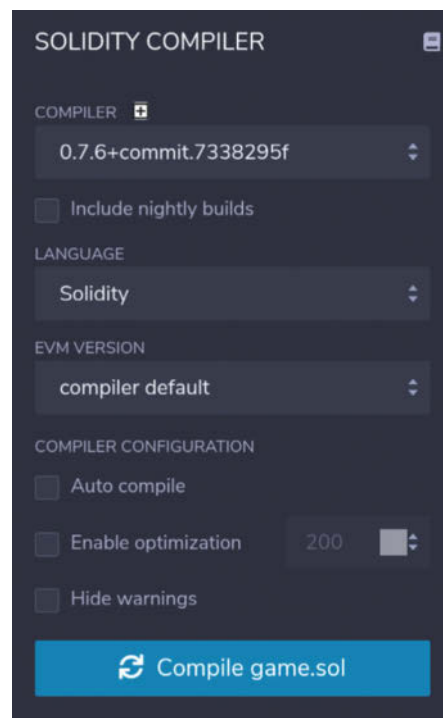
```

Wie üblich in der objektorientierten Programmierung kann man Funktionen als `private` oder `public` deklarieren. `commit()` muss `public` sein, schließlich sollen die Spieler die Funktion von außen aufrufen. Als Parameter nimmt sie einen 32-Byte-Wert entgegen, das ist der Hash, mit dem ein Spieler seine Wahl festlegt. Die Implementierung von `commit()` folgt gängigen Praktiken: Zuerst wird geprüft, dass der Aufrufer der Funktion auch dazu berechtigt ist; es muss sich um einen der beiden Spieler handeln. Bei anderen Aufrüfern evaluiert die `require`-Bedingung zu `false`. Die Transaktion wird dann abgebrochen (aber auch dieser Abbruch wird in der Blockchain vermerkt).

Außerdem prüft `commit()`, dass das übergebene Commitment nicht nur aus Nullen besteht. Das wäre kein gültiger Wert, weil der Vertrag Null-Werte benutzt, um anzuzeigen, dass noch kein Commitment vorliegt. Es ist zwar harmlos, Null-Werte mit Null-Werten zu überschreiben, aber auch sinnlos und der Check verhindert so eine (versehentliche) Fehlbedienung. Anschließend unterscheidet die Funktion, welcher Spieler sie aufgerufen hat. Ein Spieler darf sein Commitment nur dann beschreiben, wenn es noch leer ist. Wenn alles passt, wird das Commitment gespeichert.

Enthüllungen

Ist das Commitment geklärt, kommt die Reveal-Phase. Es gibt die drei Möglichkeiten – Schere, Stein und Papier –, die mit den Zahlen 1, 2 und 3 kodiert werden. Auch hier muss sich der Smart Contract merken, welcher Spieler welche Möglichkeit ge-



Die Compilereinstellungen von Remix kann man einfach übernehmen. Falls Fehler oder Warnungen auftreten, werden sie unter den Einstellungen angezeigt.

wählt hat. Daher braucht der Vertrag zwei weitere Variablen:

```
uint8 reveal1;
uint8 reveal2;
```

Der Typ `uint8` ist eine vorzeichenfreie 8-Bit-Ganzzahl. Kleinere Ganzzahltypen kennt Solidity nicht, auch wenn man für drei Zahlen eigentlich nur zwei Bit bräuchte. Wie beim Commitment zeigt der Standardwert 0 an, dass ein Spieler seine Wahl noch nicht eingetragen hat.

Beim Reveal soll der Smart Contract prüfen, ob der Hash zuvor korrekt committet wurde. Dafür muss jeder Spieler seine Wahl sowie seinen geheimen String preisgeben. Deswegen hat die zugehörige Funktion zwei Parameter:

```
function reveal(
    uint8 choice,
    string calldata secret
) public {
    require(msg.sender == player1 ||
        msg.sender == player2);
    require(comm1 != bytes32(0) &&
        comm2 != bytes32(0));

    bytes32 expected = sha256(
        abi.encodePacked(
            choice2str(choice),
            secret
        )
    );

    if (msg.sender == player1) {
        require(expected == comm1 &&
            reveal1 == 0);
        reveal1 = choice;
    } else {
        require(expected == comm2 &&
            reveal2 == 0);
        reveal2 = choice;
    }
}
```

Der eigentümliche Typ `string calldata` des zweiten Parameters ist der ungewöhnlichen Speicherverwaltung in der Ethereum Virtual Machine geschuldet: Objekte mit variabler Länge wie Strings oder dynamische Arrays können nicht 1:1 auf die Register der EVM abgebildet werden. Deswegen muss Solidity in solchen Fällen praktisch eine Speicherverwaltung implementieren und in den kompilierten Vertrag einfügen. Das ist sehr aufwendig und sollte vermieden werden.

Das `calldata`-Attribut hilft, eben diesen Fall zu vermeiden: Wie erwähnt gibt

ein spezielles Transaktionsfeld beim Aufruf eines Vertrages an, welche Funktion des Vertrags mit welchen Parameterwerten aufgerufen werden soll. Der Typ `string calldata` sagt aus, dass der Parameterwert zwar aus diesem Datenfeld ausgelesen werden soll, aber nicht in den eigenen Speicher kopiert werden muss, weil sich der Wert nicht ändert.

Hashkontrolle

Der Rumpf der Funktion stellt zuerst sicher, dass nur die beiden Spieler die Funktion aufrufen dürfen. Außerdem müssen beide Spieler bereits ein Commitment abgegeben haben. Nun muss der Smart Contract nachvollziehen, ob der zuvor committete Hash korrekt ist und zur jetzt angegebenen Wahl passt. Die Berechnung an sich ist recht einfach, weil Smart Contracts häufig solche Hashes benötigen und Solidity deshalb Hashfunktionen eingebaut hat. Der Aufruf von `sha256()` berechnet den SHA-256-Hash eines Byte-Arrays.

Dieses Byte-Array liefert die Funktion `abi.encodePacked()`, die alle übergebenen Argumente nacheinander in einen Buffer schreibt. Übergeben werden sowohl die Wahl des Spielers (`choice`) als auch sein geheimer String (`secret`). Allerdings wird `choice` zuvor noch durch die Funktion `choice2str()` in einen String konvertiert. Wenn man `reveal()` beispielsweise mit den Parameterwerten 3 und "halloct" aufruft, dann wird zunächst die Zahl in den String "3" umgewandelt. `encodePacked()` verknüpft dann dessen UTF-8-Repräsentation (0x33) mit der UTF-8-Bytefolge für "halloct": 0x3368616c6c6f6374. Anschließend hasht `sha256()` die Bytefolge.

Zu guter Letzt muss `reveal()` noch prüfen, ob der berechnete Hash mit dem Commitment übereinstimmt und der Spieler noch kein Commitment abgegeben hat. Falls ja, ist die getroffene Wahl gültig und wird gespeichert.

Wie der Name vermuten lässt, ist `choice2str()` keine eingebaute Funktion. Wegen der restriktiven Speicherallokation in der EVM bietet Solidity keine eingebaute Konvertierung von Ganzzahlen zu Strings. Sie müssen `choice2str()` selbst definieren:

```
function choice2str(uint8 choice)
    private
    pure
    returns (string memory)
{
```

```
    if (choice == 1) return "1";
    if (choice == 2) return "2";
    return "3";
}
```

Diese Hilfsfunktion wird nur innerhalb des Vertrags benötigt, weshalb man sie als `private` deklarieren sollte. Außerdem kann man sie mit `pure` als reine, nebenwirkungsfreie Funktion markieren, weil sie keinen Zustand des Vertrags liest oder schreibt. Weder `private` noch `pure` sind zwingend notwendig, aber es ist sauberer, Funktionen so weit wie möglich einzuschränken, um Programmierfehler zu verhindern. Solidity-Funktionen dürfen mehrere Rückgabewerte haben. Diese Hilfsfunktion hat nur einen String, der temporär im Speicher abgelegt wird (memory).

Man könnte sich diese Konvertierung auch sparen und die Wahl der Spieler direkt als Bytewert (0x01, 0x02 oder 0x03) hashen. Aber nur durch den Umweg über UTF-8-Strings (0x31, 0x32 und 0x33) sind die entstehenden Hashwerte identisch zu solchen, die sich leicht auf der Kommandozeile berechnen lassen.

Die heiße Phase

Sobald beide Spieler ihre Wahl offengelegt haben, ist das Spiel vorbei. Jetzt müssen Sie nur noch die Gewinnlogik des Vertrages programmieren, damit der Gewinner den Einsatz ausgezahlt bekommt. Dafür brauchen Sie eine zweite Hilfsfunktion, die die Adresse des Gewinners ermittelt:

```
function winner()
    private
    view
    returns (address payable)
{
    if (reveal2 < 1 || reveal2 > 3)
        return player1;
    if (reveal1 < 1 || reveal1 > 3)
        return player2;

    if (
        // Stein vs. Papier
        (reveal1 == 1 && reveal2 == 2) ||
        // Papier vs. Schere
        (reveal1 == 2 && reveal2 == 3) ||
        // Schere vs. Stein
        (reveal1 == 3 && reveal2 == 1)
    )
        return player2;
    else
        return player1;
}
```

Auch diese Hilfsfunktion ist als privat markiert. Im Gegensatz zu `pure` erlaubt es das `view`-Attribut, Variablen des Vertrags (wie `reveal1` und `reveal2`) zu lesen, aber nicht zu schreiben. Wieder ist die Markierung zwar nicht unbedingt nötig, aber guter Stil. Zuerst überprüft die Funktion, ob einer der beiden Spieler einen ungültigen Wert, also nicht 1, 2 oder 3, angegeben hat – dann gewinnt der jeweils andere. Anschließend werden die Werte verglichen. Bei einem Patt, oder falls beide Werte ungültig sind, gewinnt Spieler 1, von ihm kommt ja auch der Spieleinsatz.

Bleibt nur noch, die Abschlussfunktion zu implementieren:

```
function finish() public {
    require(reveal1 > 0 && reveal2 > 0);
    selfdestruct(winner());
}
```

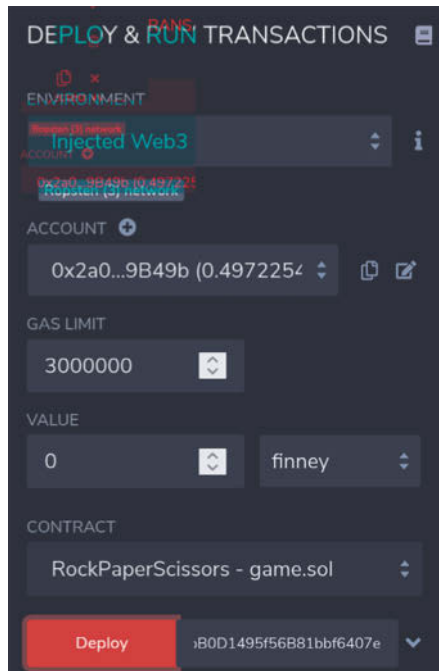
Die Vorbedingung erzwingt, dass beide Spieler die Reveal-Phase abgeschlossen haben. Ansonsten gibt es keine Beschränkung, auch wildfremde Blockchain-Teilnehmer dürfen diese Funktion aufrufen. Der letzte Schritt ermittelt die Gewinneradresse `per winner()` und zerstört den Vertrag. Dadurch wird sämtliches Geld, über das der Vertrag verfügt, an den Gewinner ausgezahlt. Im Beispiel ist das just der Betrag, der anfänglich an den Konstruktor übergeben wurde. Nach der Selbstzerstörung ist keine weitere Interaktion mit dem Vertrag mehr möglich.

Probe aufs Exempel

Um den Vertrag testen und nutzen zu können, muss man ihn auf der wahren Blockchain oder einer Test-Chain ausrollen. Stellen Sie dazu sicher, dass Remix den Vertrag ohne Fehler kompiliert hat. Wechseln Sie dann in den Bereich „Deploy & run transactions“ ⑤.

Dort gibt es im Drop-down-Menü „Environment“ drei Möglichkeiten zur Auswahl. Die standardmäßig ausgewählte JavaScript-VM stellt 15 vordefinierte Accounts mit jeweils 100 Fake-Ether zur Verfügung. Sämtliche Transaktionen laufen dabei ausschließlich lokal im Browser ab; die wahre Blockchain bekommt der Smart Contract so nicht zu sehen.

Die JavaScript-VM eignet sich gut für Experimente, aber Sie haben ja bereits einen funktionstüchtigen Vertrag und können ihn auch direkt auf der Blockchain eines Testnetzes wie Ropsten ausrollen. Dazu müssen Sie eine Wallet-Applikation



Ein Klick auf „Deploy“ und schon wird der Smart Contract auf der (Test-)Blockchain ausgerollt.

mit Ihrem Browser verknüpfen. Gut eignet sich MetaMask, ein Browser-Add-on für Firefox und Chrome. Außerdem sollten Sie mindestens zwei Accounts des Testnetzes in Ihrem Wallet angelegt haben oder bereits einen echten Mitspieler mit eigenem Account haben. Ropsten, MetaMask und die Erstellung von Accounts haben wir in [3] beschrieben.

Wählen Sie nun die zweite Environment-Option „Injected Web3“ aus. Beim ersten Mal resultiert das in einer Sicherheitsabfrage von MetaMask. Erlauben Sie den Zugriff durch Remix und legen Sie fest, mit welchen Accounts sich die IDE verbinden darf.

Wechseln Sie nun in MetaMask zu einem dieser Accounts und kopieren dessen Adresse in die Zwischenablage, indem Sie auf den Accountnamen klicken. Wechseln Sie anschließend in den zweiten Account, den Sie nutzen möchten. Dessen Adresse und Kontostand sollte jetzt auch im „Account“-Feld in Remix erscheinen und direkt darüber auch das (Test-)Netz, zu dem der Account gehört.

Stellen Sie bei „Value“ den Spieleinsatz des Vertragserstellers ein, zum Beispiel 1 Finney, also ein Tausendstel Ether. Kopieren Sie anschließend die Adresse des anderen Accounts in das Feld neben dem roten „Deploy“-Knopf und drücken Sie diesen danach.

MetaMask zeigt nun eine Abfrage mit den insgesamt geschätzten Kosten der Transaktion. Diese setzen sich zusammen aus dem Spieleinsatz (1 Finney = 0,001 Ether) sowie der Transaktionsgebühr, die sich in ähnlicher Höhe bewegen sollte. Bestätigen Sie die Transaktion, wenn alles gut aussieht.

Nach einer kleinen Weile sollte eine Benachrichtigung von MetaMask erscheinen, die die Transaktion bestätigt. In Remix erscheint die frisch erzeugte Instanz des Smart Contracts in der Seitenleiste unter „Deployed Contracts“. Außerdem steht in der Remix-Konsole ⑥ ein Link auf Etherscan.io. Darüber können Sie – wenn Sie mögen – noch einmal alle Transaktionsdetails einsehen. Insbesondere kann man dort auch den vom Solidity-Compiler erzeugten Bytecode sehen.

Die Spiele mögen beginnen

Klicken Sie unter „Deployed Contracts“ auf den kleinen Pfeil links vom Titel des Vertrages, um ihn zu öffnen. Es werden nun die drei Funktionen „commit“, „finish“ und „reveal“ angezeigt, die im Vertrag als `public` deklariert sind.

Diese Funktionen könnten Sie – und jeder andere – nun beliebig aufrufen, aber die mit `require` im Vertrag notierten Vorbedingungen verhindern, dass Aufrufe in der falschen Reihenfolge oder durch die falschen Accounts einen Effekt haben – das würde nur Transaktionsgebühren verschwenden.

Um zu spielen, erzeugen Sie zunächst aus „1“ (Schere), „2“ (Stein) oder „3“ (Papier) und einem Codewort einen Hash. Auf der (Linux-)Kommandozeile geht das zum Beispiel mit folgendem Befehl, wenn man Papier spielen will und sich den geheimen String `"halloct"` ausdenkt:

```
echo -n "3halloct" | sha256sum -
```

Geben Sie den so entstandenen Hash des ersten Spielers im Format `0x4ee4...` (mit vorangestelltem `0x`) im Feld neben „commit“ ein und klicken dann auf den orangenen Knopf der Funktion.

Machen Sie bei der Eingabe einen Fehler, erscheint je nach Fehlerart in der Konsole eine Meldung oder Remix warnt bereits vor Ausführung. Letzteres passiert zum Beispiel, wenn man zweimal hintereinander mit der gleichen Adresse committen möchte, was im Vertrag ausgeschlossen ist. Falls alles in Ordnung ist, meldet sich wieder MetaMask mit einer

Kostenschätzung. Genehmigen Sie die Transaktion und warten Sie ab, bis sie vom Netzwerk bestätigt worden ist.

Wechseln Sie nun in MetaMask auf den anderen Account – wie vorhin spiegelt sich diese Änderung auch in Remix –, berechnen Sie einen Hash für den zweiten Spieler und senden Sie auch dieses Commitment ab.

Das Aufdecken funktioniert ebenso: Tragen Sie die Wahl und das Geheimnis im Format 3, "halloct" in das Feld neben „reveal“ ein und klicken Sie auf „reveal“. Wechseln Sie wieder den Account und wiederholen Sie das Aufdecken für den anderen Spieler.

In beiden Fällen emuliert Remix wieder die Transaktion vor dem Absenden, sodass Sie bei einem fehlerhaften Hash bereits vorher gewarnt werden. Sie können die Warnung in den Wind schlagen, dann wird der Vertrag selbst, wie geplant, die Transaktion abbuchen – die Transaktionsgebühren sind in diesem Fall aber weg.

Wenn beide Reveals bestätigt worden sind, können Sie die `finish`-Transaktion ausführen. Der Gewinner erhält automatisch die Auszahlung von 1 Finney.

Fehler im Vertrag

Alles hat geklappt, also ist der Vertrag in Ordnung? Leider nein, um einen Vertrag wirklich produktiv zu nutzen, sollte man tunlichst sicherstellen, dass er ganz genau so funktioniert wie gewünscht.

Klassischerweise schreibt man in der Softwareentwicklung Tests, die das korrekte Verhalten überprüfen. In der Ethereum-Welt ist das auch möglich. Zum Beispiel stellt die Remix-IDE ein Unit-Testing-Plug-in bereit, mit dem man Tests in Solidity schreiben und ausführen kann. Wer es etwas professioneller haben möchte, greift zur „Truffle Suite“, einer Sammlung von Kommandozeilentools auf Node.js-Basis, die den gesamten Entwicklungszyklus von Smart Contracts abdeckt (siehe ct.de/yv33). Deren Bedienung würde aber den Rahmen des Artikels sprengen.

Ein Nachteil von Unit Tests ist, dass Menschen dazu neigen, nur die „positiven“ Fälle zu testen. Beispiel gefällig? Nehmen Sie folgenden Ablauf an: Spieler 1 wählt Papier, erzeugt den Vertrag mit Einsatz und ruft `commit()` auf. Spieler 2 wählt Stein – verliert also, weiß das aber noch nicht – und ruft ebenfalls `commit()` auf. Falls nun zuerst Spieler 1 per `reveal()` seine Wahl aufdeckt, dann erfährt Spieler 2 zu diesem Zeitpunkt, dass er verlieren wird – Spieler 1 kann das

hingegen noch nicht wissen, weil die Wahl von Spieler 2 noch geheim ist.

Welche Motivation hätte Spieler 2 jetzt noch, seine Wahl offenzulegen? Schließlich erhält er keine Auszahlung und müsste auch noch die Transaktionsgebühr für `reveal()` bezahlen. Ein rationaler Spieler würde also einfach gar nichts tun. Da die `finish`-Funktion für die Auszahlung aber das `reveal` des zweiten Spielers verlangt, wäre der Smart Contract jetzt für immer in der Schwebe.

Um dies zu verhindern, könnte der Vertrag eine Deadline setzen. Verpasst ein Spieler die Deadline, so wird das Spiel automatisch für den anderen entschieden. Solidity bietet die globale Variable `block.timestamp`, die den Zeitstempel des aktuellen Ethereum-Blocks enthält. Damit kann man den Vertrag geeignet modifizieren, damit `finish()` nach Ablauf einer Frist zulasten des säumigen Spielers auszahlt.

In der Praxis wird es sogar noch komplizierter. Wir haben festgelegt, dass bei einem Patt immer Spieler 1 den Einsatz zurückerhält. Fairer wäre es, wenn der Vertrag bei einem Patt die Commitments zurücksetzen und eine neue Runde starten würde. Noch fairer wäre, wenn beide Spieler gleich viel Geld setzen müssten und der Vertrag das kontrollieren würde. Dafür wäre neben dem Konstruktor eine weitere Funktion nötig, die mit `payable` markiert ist und Geld von Spieler 2 entgegennehmen kann.

Schon in diesem simplen Beispiel lauern also allerlei Probleme – und das, obwohl der Vertrag bereits mit `require`-Anweisungen gespickt ist. Wer mit Smart Contracts ernst-

haft arbeiten und relevante Geldmengen verwalten will, sollte sie ausführlichst und detailliert testen. Wer wirklich auf Nummer sicher gehen will, muss schwere Geschütze auffahren und den Vertragscode mit formalen Methoden verifizieren [4], also seine Korrektheit mathematisch herleiten. Diesen erheblichen Aufwand scheuen bislang allerdings selbst die großen Player im Geschäft, obwohl schon des Öfteren folgenschwere Fehler passiert sind.

Fazit

Dank Web-IDEs und Testnetzwerken fällt der Einstieg in die Solidity-Programmierung leicht. Mit einer an JavaScript angelehnten Syntax konnten die Solidity-Entwickler eine Sprache mit einem lebhaften Ökosystem schaffen. Wer tiefer einsteigen will, dem helfen die Dokumentationen von Solidity und Remix (siehe ct.de/yv33).

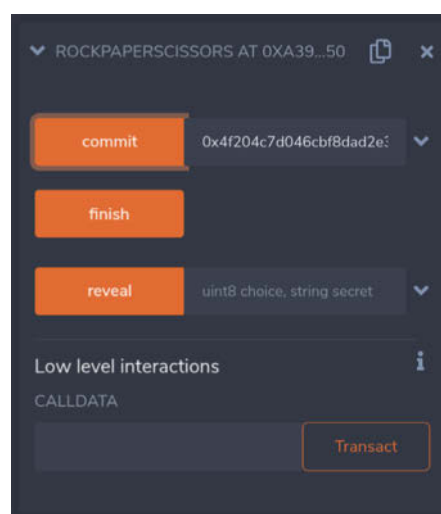
Einmal erzeugte Smart Contracts sind dank der Blockchain transparent und unveränderlich. Diese zentrale Eigenschaft ist ein zweischneidiges Schwert: Einerseits kann jeder interessierte Nutzer sie nachvollziehen und sicher sein, dass sich nichts daran ändert. Andererseits sind Bugs genau deshalb kaum zu beheben und können katastrophale Folgen haben; im schlimmsten Falle wird Kryptogeld komplett verbrannt und kann nicht wieder zurückbezahlt werden.

Wie so oft muss man also Chancen und Risiken gegeneinander abwägen. Bis die Smart Contracts in Ethereum den Mainstream erreichen – oder vielleicht sogar Verbrauchergeschäfte darüber abgewickelt werden – ist es noch ein langer Weg, der zahlreiche weitere Bausteine erfordert. Ein solcher sind verteilte Applikationen, sogenannte DApps, mit denen man Smart Contracts ein einfach zu benutzendes Web-Interface geben kann. Wie das geht, werden wir in einer der nächsten Ausgaben am Schere-Stein-Papier-Beispiel zeigen. (syt@ct.de) **ct**

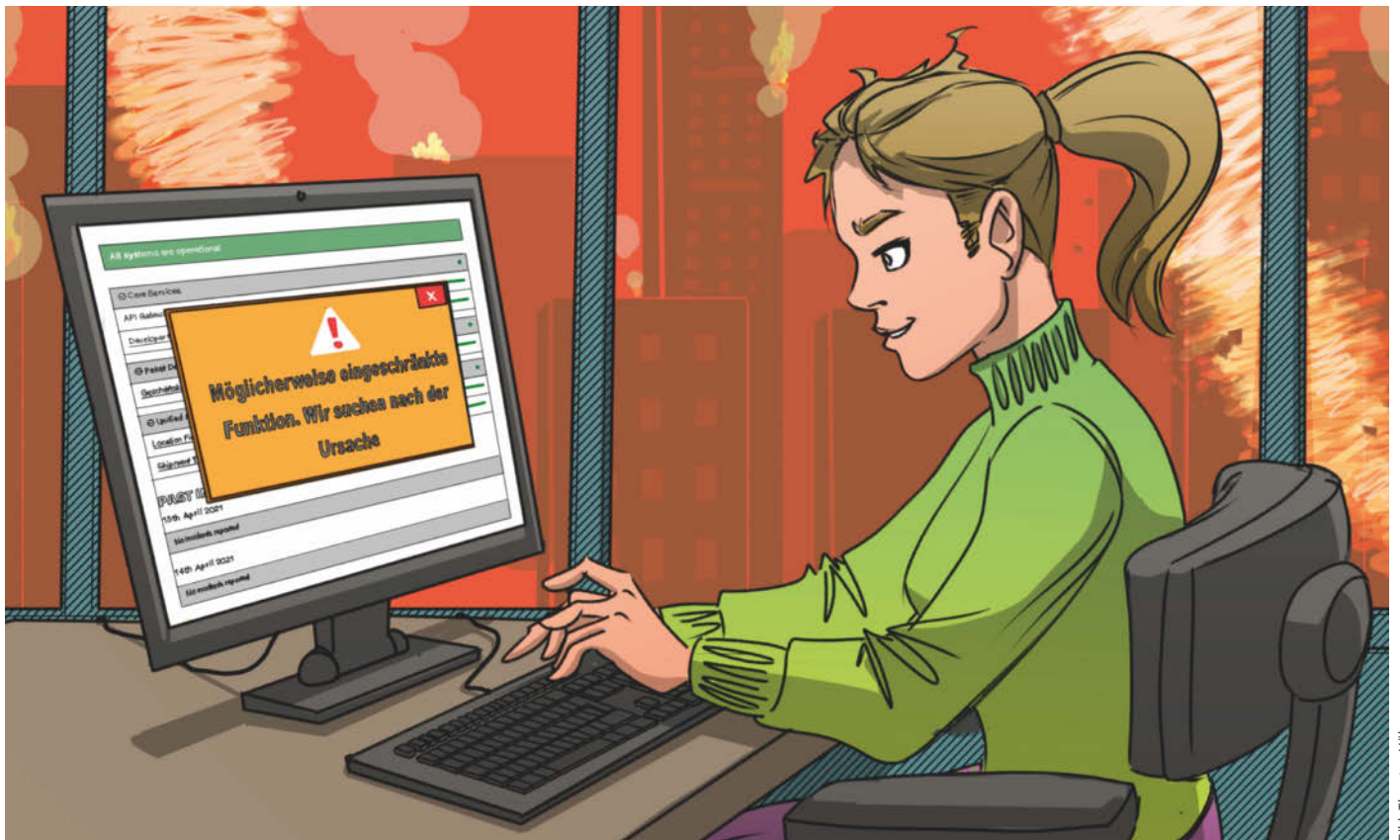
Literatur

- [1] Sylvester Tremmel, Deterministisches Chaos, Was kryptografische Hashfunktionen leisten müssen, c't 7/2021, S. 64
- [2] Lars Hupel, Verträge im Äther, Eine Einführung in die Ethereum-Blockchain, c't 10/2021, S. 122
- [3] Lars Hupel, Geld im Äther, Ein kleiner Praxisleitfaden zu Ethereum-Wallets, c't 10/2021, S. 126
- [4] Lars Hupel, Verifikation von Smart Contracts: <https://heise.de/s/p664>

Vertragscode und weitere Infos:
ct.de/yv33



Über die öffentlichen Funktionen „commit“, „finish“ und „reveal“ kann man mit dem Vertrag interagieren.



Schöner scheitern

Statusseiten für IT-Infrastruktur mit cState generieren

Zum professionellen Betrieb von IT-Infrastruktur gehört auch der Umgang mit Fehlern. Weil Nutzer bei Problemen schnell nervös werden, sollte man sie zügig und transparent informieren. Mit der Software cState zeigen Sie übersichtlich, wo es gerade klemmt.

Von Jan Mahn

Kunden der Deutschen Bahn fühlen sich oft gleich doppeltem Ärger ausgesetzt: Erst kommt der Zug nicht oder zu spät, und dann sprechen automatische Lautsprecherdurchsagen und Apps schlicht von „Verzögerungen im Betriebsablauf“. So sieht eine professionelle Reaktion auf Störungen nicht aus. Kunden und Nutzer von Diensten erwarten heute – zu Recht – eine Erklärung des Problems, und viel

Frust am Bahnsteig wäre vermieden, wenn zum Beispiel eine menschliche Stimme per Lautsprecher verkünden würde, dass Kriminelle soeben die Oberleitung gestohlen haben.

Aber nicht nur Bahnunternehmen, auch Betreiber von Websites und anderen IT-Dienstleistungen tun gut daran, ihren Nutzern eine Anlaufstelle bereitzustellen, bei der sie sich über Störungen informieren können. Einige der Großen machen vor, wie das aussehen kann. „Incident Management“ heißt diese Disziplin und informative Statusseiten sind ein Baustein. Über Probleme der IT-Infrastruktur offen zu sprechen ist heute keine Schande mehr – sie totzuschweigen schon eher. Unter der Adresse cloudflarestatus.com stellt zum Beispiel der DNS- und DDoS-Abwehr-Anbieter Cloudflare eine solche Übersicht über den Zustand seiner Systeme bereit. Für vernetzte Microsoft-Produkte wie Outlook.com, OneDrive und Skype gibt es admin.microsoft.com/servicestatus. Der Paketdienstleister DHL betreibt für Nut-

zer seiner APIs die Seite status.api.dhl.com, GitHub hat githubstatus.com.

Kein Wunder, könnte man einwenden, dass solche Großunternehmen sich das leisten können, schließlich haben die auch eigene Teams mit Mitarbeitern, die sich ausschließlich um Ausfälle und Probleme kümmern. Doch auch in kleinen Umgebungen können sich solche Statusseiten lohnen. Wenn Sie etwa die Infrastruktur für ein Unternehmen betreuen, den Mitarbeitern Mail-Postfächer, VPN und weitere Dienste bereitstellen und sie dazu erzogen haben, bei vermeintlichen Ausfällen zunächst die Statusseite zu prüfen, sparen Sie sich eine Menge Mails im Support-Postfach mit redundanten Hinweisen auf den Ausfall.

Die gesparte Zeit können Sie im Störfall für die Problembehebung aufwenden. Die einmalige Einrichtung der Statusseite sollten Sie in ruhigeren Zeiten erledigen. Auf eine solche Seite gehören aber nicht nur unvorhergesehene Störungen, sondern auch Ankündigungen

von geplanten Wartungsmaßnahmen. Je genauer Sie den Nutzern erklären, was hinter den Kulissen vorgeht, desto zufriedener sind diese mit Ihrer Arbeit.

Die Voraussetzungen

Damit eine Statusseite ihren Zweck erfüllen kann, muss sie so unabhängig wie möglich von der restlichen Infrastruktur sein, über deren Status sie berichten soll. Wenn Sie Ihre Server im eigenen Rechenzentrum betreiben, sollten Sie für die Statusseite ein kleines Hosting-Paket bei einem Webhoster anmieten. Wenn Sie irgendwelche Dienste betreiben, die bei einem der großen Cloud-Provider wie AWS, Google oder Azure liegen (direkt oder indirekt über Produkte, die Sie bei Drittanbietern mieten), sollte die Statusseite definitiv woanders laufen – zum Beispiel bei einem kleineren Webhoster, der ein eigenes Rechenzentrum betreibt, gern auch außerhalb der Internetmetropole Frankfurt. So reduzieren Sie die Wahrscheinlichkeit, dass Sie sich einen „Single Point of Failure“ in Ihre Kommunikationsstrategie eingebaut haben.

Cloudflare geht sogar soweit, eine eigene Domain nur für seine Statusseite zu betreiben und vertraut diese nicht seinen eigenen DNS-Servern an, obwohl DNS das Kerngeschäft des Unternehmens ist. Die Domain `cloudflarestatus.com` wird von einem DNS-Server bei Google verwaltet. Ganz so weit müssen Sie nicht gehen. Viele Statusseiten liegen unter der Subdomain „status“, also etwa `status.example.org`. Solange Sie nicht selbst im DNS-Geschäft tätig sind und diese Aufgabe anderen überlassen, ist das ausreichend unabhängig. Versuchen Sie nicht, den Ausfall zu 100 Prozent auszuschließen, sondern vielmehr, offensichtlich verhängnisvolle Verkettungen zu verhindern.

Eine ganz simple Statusseite können Sie mit etwas HTML- und CSS-Erfahrungen selbst zusammenbauen. Es gibt aber auch Software, die noch schneller ansehnliche Statusseiten generiert und in ein Format bringt, das Nutzer von anderen Statusseiten gewohnt sind. Für solche Anwendungen kann man durchaus Geld ausgeben: Einige Unternehmen setzen auf das kommerzielle Produkt „Statuspage“ von Atlasian (in Aktion zu sehen bei `redditstatus.com`) und der Markt hat noch weitere kostenpflichtige Alternativen zum Selbsthosten oder als angemietete Lösung zu bieten.

Doch es gibt auch Open-Source-Alternativen: Lange war das Projekt Cachet populär (zu finden unter `cachethq.io`), das je-

doch seit 2019 eingeschlafen zu sein scheint – obwohl auch große Unternehmen wie DHL noch darauf setzen (`status.api.dhl.com`). Im Hintergrund arbeitet eine Art Content Management System nur für Störungen und Probleme, zum Betrieb ist eine Datenbank wie MySQL oder PostgreSQL nötig.

Wesentlich schlanker und aktiv entwickelt ist „cState“. Im realen Einsatz sehen Sie cState etwa beim deutschen IT-Dienstleister Proventa (`status.proventa.io`). Die Entwickler von cState haben das Projekt nicht bei Null begonnen, sondern den Static-Site-Generator Hugo als Basis eingesetzt: Hugo rendert aus Markdown-Dateien HTML-Seiten, die fertig sind zum Ausliefern durch einen Webserver. Die Bedingungen, um cState zu betreiben, sind entsprechend leicht zu erfüllen: Das günstigste Paket bei einem Webhoster Ihres Vertrauens reicht aus – der Server muss keine Datenbank bereitstellen und keine Skriptsprachen wie PHP oder Perl ausführen, sondern nur HTML ausliefern.

Einzige Herausforderung: Um eine Störung einzutragen, muss man das Kommandozeilenwerkzeug `hugo` ausführen und die gerenderten Dateien auf den Server kopieren. Je nach Umgebung kann man diese Aufgabe aber auch einer Automation anvertrauen.

cState ausprobieren

Wenn Sie cState ausprobieren wollen, brauchen Sie zunächst den Static-Site-Generator Hugo. Falls Sie den nicht installieren wollen und Docker benutzen, finden Sie später im Artikel Hinweise, wie Hugo im Container seine Arbeit verrichtet.

Eine vollständige Installationsanleitung für Windows haben wir über `ct.de/ycu6` verlinkt. Unter macOS kommen Sie am schnellsten mit dem Paketmanager Homebrew zum Ziel:

```
brew install hugo
```

Linux-Anwender finden ein Paket namens `hugo` in ihren Paketquellen. Unter Ubuntu und Debian installieren Sie es mit

```
sudo apt install hugo
```

Fedora-Nutzer installieren Hugo mit

```
sudo dnf install hugo
```

Sobald `hugo version` bei Ihnen eine Versionsnummer und keinen Fehler anzeigt, können Sie loslegen. Jetzt brauchen Sie einen Ordner, in dem Sie Ihre Statusseite ablegen und verwalten. Hier liegen die Konfiguration, Grafiken wie Ihr Logo und alle Störungsmeldungen als Markdown-Dateien. Sehr empfehlenswert ist es, diesen Ordner von Anfang an in einer Versionsverwaltung wie Git zu verwahren und bestenfalls über einen Git-Hoster wie GitLab oder GitHub mit Kollegen zu teilen.

Damit Sie nicht mit einem leeren Ordner beginnen müssen, haben wir ein Beispielprojekt vorbereitet. Es orientiert sich am offiziellen Beispielprojekt von cState, die Konfiguration ist aber schon auf die Bedürfnisse und Gewohnheiten von Mitteleuropäern angepasst und um Docker-Rezepte erweitert. Laden Sie unser Beispiel bei GitHub herunter:

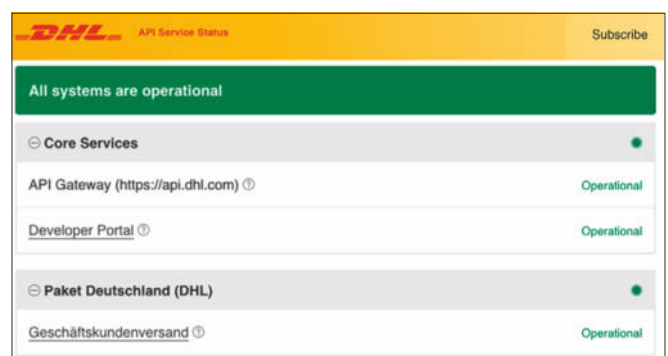
```
git clone https://github.com/4jamct/cstate-example
```

Bewegen Sie sich in das Verzeichnis mit `cd cstate-example`. Hier müssen Sie zunächst das aktuelle cState nachladen, das als sogenanntes Git-Submodul hinterlegt ist:

```
git submodule update --init --recursive
```

Bevor Sie die fertige Seite rendern, sollten Sie mit Hugo einen lokalen Entwicklungsserver starten und Ihre Statusseite lokal anpassen:

Viele große Unternehmen stellen mittlerweile Statusseiten für ihre Dienste bereit. DHL setzt dabei noch auf das Open-Source-Projekt Cachet, dessen Entwicklung leider eingeschlafen ist.





Auf einen Blick sehen die Benutzer, wo es Probleme gibt. cState generiert statisches HTML, das jeder Webserver ausliefern kann.

HTML, bitte

Der Hugo-Server ist nicht dafür gedacht, die Seite an die Kunden auszuliefern. Nutzen Sie stattdessen `hugo --minify`, um statisches HTML mit komprimiertem CSS und JavaScript zu erzeugen. Die fertige Seite landet im Ordner `public`. Docker-Nutzer bekommen mit unserer Docker-Compose-Datei ihre gerenderten Dateien:

```
docker-compose -f dc-build.yml
```

Wie Sie die fertigen Dateien am bequemsten auf den Webserver bekommen, hängt etwas von Ihren Vorlieben und Ihrer Umgebung ab. Wenn Sie es gewohnt sind, Daten per FTPS oder SFTP auf den Server Ihres Webhosters zu kopieren, schreiben Sie sich zum Beispiel ein kleines Skript, das den Bauprozess startet und den Upload mit `scp` auslöst. Wenn Sie Erfahrung mit CI/CD-Lösungen wie GitHub Actions [1] haben, können Sie das Rendern auch dorthin auslagern – unser Beispiel-Repository enthält eine Workflow-Datei für GitHub Actions. Bei jedem Push ins Repository wird automatisch mit Hugo gebaut. So kann man die Seite bequem und sogar kostenlos mit GitHub Pages oder dem Serverless-Dienst „Zeit Now“ ausliefern lassen [2, 3].

Besser integriert

Weil alle Störungen als Textdateien in einem maschinenschreibbaren Format im Ordner `content/issues` liegen, sind nützliche Automationen denkbar – mit etwas Skript-Erfahrungen können Sie zum Beispiel Ihr Monitoring-Werkzeug dazu bringen, bei größeren Problemen schon mal eine mögliche Störung einzutragen. Sobald sich ein Mensch des Problems angenommen hat, ergänzt er einen Kommentar und beruhigt so die nervösen Nutzer. Zur Einführung einer solchen Statusseite gehört daher nicht nur die technische Komponente – damit das Projekt erfolgreich wird, gilt es auch, Nutzer und Admin-Kollegen von den Vorteilen zu überzeugen und daran zu gewöhnen.

(jam@ct.de)

```
hugo serve
```

Unter `http://localhost:1313` finden Sie jetzt die Beispielseite, die aussieht wie das Beispiel oben. Haben Sie Hugo nicht installiert und wollen die Docker-Variante nutzen, führen Sie im Verzeichnis einfach folgenden Docker-Compose-Befehl aus:

```
docker-compose -f dc-dev.yml up
```

Nötige Anpassungen

Läuft die Seite, können Sie cState an Ihre Bedürfnisse anpassen. Los geht die Arbeit in der Datei `config.yml`. Am Anfang ändern Sie den Seitennamen, dann folgt der große Abschnitt `params`, in dem cState personalisiert wird. Zunächst legen Sie `categories` für Ihre Infrastruktur an. Das sind Gruppen, in denen Sie mehrere Dienste zusammenfassen und oben auf der Statusseite gebündelt darstellen. Große Unternehmen brauchen vielleicht die Kategorien „Europa“ und „Asien“, andere vielleicht „Online-Dienste“ und „Lokale Infrastruktur“. Dann folgen in `systems` Ihre Systeme. Ein paar Beispiele haben wir schon angelegt, typische Einträge sind etwa „Website“, „Mail“ oder „VPN“. Störungen werden später diesen Systemen zugewiesen – cState zeigt dann oben direkt in Ampelfarben an, ob Störungen für ein System offen sind.

Alle weiteren Optionen in der Datei `config.yml` sind gut mit Kommentaren

dokumentiert. Es lohnt sich, hier einmal bis zum Ende zu scrollen, die Kommentare zu lesen und die Werte an eigene Wünsche anzupassen. Anschließend sollten Sie die Datei `static/logo.png` durch Ihr eigenes Logo ersetzen und die Datei `layouts/partials/custom/below-footer.html` durch eine eigene Fußzeile austauschen.

Dann ist es an der Zeit, das erste Problem zu melden. Alle Störungen landen als eigene Dateien im Ordner `content/issues`. Zwei Beispiele haben wir bereits vorbereitet. Im Kopfbereich der Datei, eingerahmt von `---`, tragen Sie Metadaten der Störung im YAML-Format ein. Behalten Sie dabei das vorgegebene Datumsformat bei, cState rechnet es um und stellt es im europäischen Format dar. Außerdem rechnet es automatisch aus, wie lange ein Ereignis schon zurückliegt, wie lange die Beseitigung gedauert hat und sortiert das Ereignis in der Darstellung im richtigen Monat ein.

Ist ein Problem behoben, setzen Sie `resolved: true` und ein Datum für `resolvedWhen`. Sobald das eingetragen ist, springt die Ampel oben auf der Seite wieder auf Grün.

Im Bereich unter den `---` können Sie sich in der Auszeichnungssprache Markdown austoben und den Nutzern Status-Updates geben, während Sie am Problem arbeiten.

Literatur

- [1] Merlin Schumacher, Und Actions!, Erste Schritte mit GitHub CI/CD-Werkzeug Actions, c't 25/2019, S. 164
- [2] Merlin Schumacher, Hosting frei Haus, Websites mit und ohne eigener Domain auf GitHub hosten, c't 11/2020, S. 162
- [3] Jan Mahn, Serverfrei, Serverless: Webanwendungen ohne Server?, c't 3/2019, S. 156

cState und Beispielprojekt: ct.de/ycu6

Ulla Lohmann

Expeditionsfotografin und c't Fotografie-Autorin

mit dem Hang zum Nervenkitzel
im Vulkan Benbow in Vanuatu



Ulla Lohmann, Fotografiert u. a. für
GEO, National Geographic, TerraX

„Fotografie ist meine Leidenschaft, und weil ich sie gefunden habe, kann ich meine Träume verwirklichen.“

Ulla Lohmann, www.ullalohmann.com

© Ulla Lohmann



Von Fotografen – für Fotografen

- 2 Ausgaben kompaktes Profiwissen für 14,30 €
- 35 % Rabatt gegenüber Einzelheftkauf
- Inkl. Geschenk nach Wahl



Jetzt bestellen:

www.ct-foto.de/miniabo

c't Fotografie

+49 541/80 009 120

✉ leserservice@heise.de



IoT-Kartografie

LoRaWAN-Abdeckung mit dem Webdienst TTN Mapper darstellen

Egal ob bei LTE, WLAN oder LoRaWAN: Die tatsächliche Reichweite von Funknetzen kann stark von Modellrechnungen und Schätzungen abweichen. Bei LoRaWAN können Sie die Abdeckung Ihres Gateways mit günstiger Hardware einfach selbst ermitteln.

Von Andrijan Möcker

Der Internet-der-Dinge-Funkstandard LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) [1] eignet sich hervorragend, um mit geringen laufenden Kosten eigene IoT-Projekte umzusetzen, die sich weit außerhalb der Reichweite eines WLANs befinden oder besonders energiesparend sein sollen. Solange Sie damit im Bereich Ihres Hauses, Hofes und Grundstücks bleiben, wird die Reichweite kein großes Thema sein – ist das Gateway im unisolierten Dachboden oder auf dem Dach platziert, genügt die Abdeckung meist völlig. Doch was, wenn Projekte auf riesigen Flächen funktionieren müssen, etwa in einer ganzen Stadt?

Natürlich können Sie mit Software eine Modellrechnung der Abdeckung erstellen

oder das von einem professionellen Anbieter erledigen lassen. Doch die Ergebnisse/Berechnungen erreichen kaum die Genauigkeit einer örtlichen Messung. Genau und kostengünstig messen können Sie mit dem Webdienst TTN Mapper (ttnmapper.org) und unseren Tracker-Bauvorschlägen: Die Webseite schließt an das kostenfreie LoRaWAN „The Things Network“ (TTN) an, nimmt über eine mit wenigen Klicks aktivierbare Erweiterung Positionsdaten von LoRaWAN-Geräten mit GNSS-Empfänger (Global Navigation Satellite System) entgegen und speichert diese zusammen mit den Empfangswerten des Datenpakets in einer Datenbank. So wächst nach und nach eine Punktwolke, die die Abdeckung leicht abrufbar auf der Webseite darstellt. Wichtig

ist: Alle aufgezeichneten Daten sind auf ttnmapper.org für jedermann einsehbar – es gibt keine Möglichkeit, sie vor der Öffentlichkeit zu verbergen.

Damit sich die Karte füllt, muss die Tracking-Hardware von möglichst vielen Orten aus senden. Das bedeutet nicht zwangsläufig, dass Sie durch die Gegend fahren müssen: Wenn Sie den Ausbau für eine Stadt oder einen Landkreis planen, können Sie – nach Klärung der datenschutzrechtlichen Lage – zum Beispiel Müll-, Rettungs-, Feuerwehr- oder andere Dienstfahrzeuge einsetzen, um die Abdeckung schrittweise und ohne unnötige Fahrten zu ermitteln. Auch befreundete Taxifahrer oder umtriebige Reitsportler können unter Umständen helfen. Den Helfenden sollte klar sein, dass ihre Standorte zusammen mit Zeitangaben gespeichert werden.

Voraussetzungen

Sie sollten bereits grundlegendes Wissen und erste Erfahrungen mit dem Thema LoRaWAN haben, um mit dem TTN Mapper loszulegen. Wenn Ihnen Spreading Factor, OTAA und ABP nichts sagen, lesen Sie zunächst unseren Einsteigerartikel zum Thema [1].

Theoretisch kann jedes LoRaWAN-fähige Gerät in Verbindung mit einem Smartphone zum TTN-Mapper-Messsender werden. Da das jedoch wenig praktikabel für den automatischen Betrieb in Fahrzeugen oder im Rucksack ist, geht dieser Artikel nicht näher darauf ein.

Ein LoRaWAN-Gerät mit eigenem GNSS-Empfänger (GPS, GLONASS usw.) eignet sich am besten für die kontinuierliche Aufzeichnung der Abdeckung. Prinzipiell können Sie dafür jeden üblichen LoRaWAN-Tracker verwenden, für den Sie einen JavaScript-Paket-Dekoder liefern können – sollte Ihnen das nichts sagen: für die Tracker-Bauvorschläge wird es im Artikel erklärt. Sobald die TTN-Erweiterung des TTN Mappers aktiviert ist, prüft sie die JSON-Pakete auf die Parameter „latitude“ (Breitengrad), „longitude“ (Längengrad) und „hdop“ (Messwertstreuung) sowie „accuracy“ oder „sats“. Viele Hersteller bieten fertige Dekoder-Skripte in der Dokumentation ihrer Hardware an. Wenn Sie das Skript bereits haben und keine zusätzlichen Tracker benötigen, können Sie direkt zum Abschnitt „TTN Mapper einrichten“ weiter unten springen. Finden Sie das Skript nicht beim Hersteller, suchen

Der T-Motion ist ein günstiger USB-Stick mit Mikrocontroller, LoRa-Modem und GNSS-Empfänger. Er hat keine Bedienelemente und kann nach einmaliger Parametrierung per PC in Fahrzeugen mitfahren. Das Gehäuse muss man allerdings selbst drucken.



Sie im Netz etwa nach „<Gerätebezeichnung> TTN decoder“. Da das TTN beliebt ist, sind Sie meist nicht der Erste, der eines benötigt.

Abgesehen von fertigen LoRaWAN-Trackern gibt es zwei günstige, fast fertige Hardware-Optionen: Der T-Motion von Lilygo – eine Bastelplatine – kombiniert ein LoRa-Modem, einen GNSS-Empfänger und einen STM32-Mikrocontroller im USB-Stick-Format. Derzeit kann man ihn nur aus Fernost bestellen; er kostet rund 25 Euro. Der große Vorteil: Er hat keine Bedienelemente, an denen Nutzer Fehler machen können und schaltet sich automatisch ein, wenn er per USB mit Strom versorgt wird. So kann er etwa im Auto an einen freien USB-Port angesteckt und künftig ignoriert werden. Ein Programmieradapter ist auch nicht notwendig, der Firmware-Upload läuft ebenso per USB. An Powerbanks mit automatischer Abschaltung arbeitet er indes schlecht; er benötigt so wenig Strom, dass viele Powerbank-Schaltungen ihn nicht mehr als angeschlossenen Verbraucher detektieren und den Port abschalten.

Der T-Beam – auch eine fertig bestückte Bastelplatine – kommt ebenfalls von Lilygo, nutzt jedoch einen ESP32-Mikrocontroller mit gesondertem GNSS-Empfänger und LoRa-Modem. Er ist in Versionen mit und ohne rückseitiger 18650-Halterung verfügbar – einem Akkumundzellen-Format. Bei europäischen Händlern zahlt man rund 35 Euro, bei chinesischen etwa 20 bis 35 Euro, je nachdem, ob ein Infodisplay dabei ist und ob der SMA-Anschluss fest verlötet oder als kurzes Kabelende ausgeführt ist. Auf der Platine sitzt ein Akkumanagement-IC, sodass die 18650-Zelle per USB geladen und das Gerät per Tastendruck ein- und ausgeschaltet werden kann. Die Programmierung läuft ebenso per USB.

Fleißigen Open-Source-Entwicklern ist zu verdanken, dass es sowohl für den T-Motion als auch für den T-Beam fertigen

Arduino-Programmcode gibt, den Sie unkompliziert verwenden können.

Gateway-Konfiguration

Damit der TTN Mapper die Daten erhält, müssen alle zu messenden LoRaWAN-Gateways ins TTN eingebucht sein. Ist das bereits der Fall, lesen Sie bei „TTN einrichten“ weiter. Wenn Sie ein privates LoRaWAN betreiben, schauen Sie zunächst, ob Sie in der Gateway-Konfiguration mehrere Server eintragen können, sodass ihr Gateway die Daten außer an Ihren Server auch ans TTN weiterleitet. Wenn ja, können Sie das oder die Gateways einfach im TTN registrieren und parallel betreiben. Alternativ können Sie die Gateways zeitweilig umtragen oder den Multiplexer von Chirpstack einsetzen (nur für UDP, verlinkt unter ct.de/y4jc). Ein Sicherheitsnachteil ist beides nicht, da Gateways im LoRaWAN lediglich eine Durchleitungsfunktion erfüllen und auch andere Gateways die Pakete Ihrer Geräte empfangen und weiterleiten; erst der verbundene Server kann mit den richtigen Schlüsseln etwas damit anfangen.

Das The Things Network existiert aktuell in zwei Versionen: Es gibt das ältere v2-Netz und das neue v3-Netz. Pakete von im v2-Netz eingebuchten Gateways werden auch an das v3-Netz weitergeleitet. Wenn Sie bestmöglich etwas zur Erweiterung des TTN beitragen wollen, tragen Sie das Gateway im v2-Netz ein. Temporäre TTN-Mapper-Experimente können Sie auch direkt über v3 durchführen. Sofern Sie schon einen TTN-Account haben, funktioniert dieser auch in der TTN-v3-Konsole – wenn nicht, benötigen Sie zur Registrierung im Netz nur eine E-Mail-Adresse. Informationen zur Eintragung finden Sie über ct.de/y4jc.

TTN einrichten

Die Tracker sind im The Things Network typische LoRaWAN-Geräte und benötigen somit eigene Zugangsdaten, die mit der

Firmware auf das Gerät geschrieben werden müssen. Damit die Tracker auch nach Abschaltung des TTN-v2-Netzes Ende 2021 funktionieren, sollten Sie die Geräte direkt im v3-Netz registrieren. Das funktioniert auch, wenn die Gateways im v2-Netz registriert sind, da die Daten von v2 nach v3 geroutet werden, aber nicht umgekehrt.

Öffnen Sie die TTN-v3-Konsole (<https://eu1.cloud.thethings.network>) im Browser und melden Sie sich mit den Zugangsdaten an, die Sie auch auf den v2-Websites einsetzen („The Things ID“). Wechseln Sie in das „applications“-Menü und klicken Sie auf „Add application“. Vergeben Sie eine „Application ID“, etwa „<IhrBenutzername>-ttnt tracker“ und optional Namen und Beschreibung, dann klicken Sie auf „Create application“. Im folgenden Menü klicken Sie links auf „End devices“ und dann auf „Add end device“, um ein neues Gerät hinzuzufügen. Wechseln

Sie in den Reiter „Manually“ und wählen Sie „ABP“ als „Activation mode“ aus; die LoRaWAN-Version ist 1.0.2 (REV B), alle anderen Parameter bleiben unverändert. Bestätigen Sie mit „Start“. Im nächsten Menü müssen Sie nur eine „End device ID“ vergeben; die DevEUI generiert das TTN automatisch und die restlichen Felder sind optional. In den „Network layer settings“ wählen Sie „Europe 863-870 MHz [...]“ mit SF9 aus, klicken bei „Device address“ und „NwkSKey“ jeweils auf die zwei Pfeile, sodass die Konsole die Werte generiert und setzen in „Advanced settings“ den Haken bei „Reset Frame Counters“. In den „Application layer settings“ generieren Sie gleichermaßen den „AppSKey“ und bestätigen alle Angaben mit „Add end device“. Lassen Sie den Browser-Tab offen, Sie benötigen die Schlüssel später zur Programmierung der Tracker.

Ein LoRaWAN-Paket enthält – um Sendezeit und damit auch Energie zu sparen – keine Auszeichnungen und Parameterbeschreibungen, wie man sie etwa von einer JSON-API kennt. Stattdessen ist festgelegt, an welcher Stelle des immer gleich langen Datenpakets welche Informationen stehen. Das Dekoder-Skript erzeugt aus dem Paket ein menschenlesbares JSON-Objekt direkt im TTN, das man über die APIs und den TTN Mapper direkt verwenden kann. Öffnen Sie die TTN-v3-Konsole in einem weiteren Tab und öffnen Sie Ihre neue TTN-Tracker-Anwendung. Im Untermenü „Payload formatters/Up-link“ wählen Sie „JavaScript“ als „Format type“ aus. Über ct.de/y4jc finden Sie den JavaScript-Code und fügen diesen direkt in das Feld ein; klicken Sie „Save changes“, dann ist der Dekoder bereit.

TTN Mapper einrichten

Der TTN Mapper benötigt keine Anmeldung und nutzt eine „Integration“, eine Funktion des TTN, um Daten an Endpunkte im Internet weiterzuleiten. Die Aktivierung fällt leicht, denn für den TTN Mapper gibt es eine Vorlage. Klicken Sie in Ihrer Anwendung links auf „Integrations/Webhooks/Add webhook“ und wählen Sie die Vorlage „TTN Mapper“. Die Webhook ID können Sie beliebig vergeben, die E-Mail-Adresse sollte gültig sein; bestätigen Sie mit „Create ttn mapper webhook“.

Der TTN Mapper ist jetzt einsatzbereit. Falls Sie Ihr Gateway nicht dauerhaft im TTN belassen möchten oder wenn der Gateway-Standort noch nicht final ist, sollten Sie die an den TTN Mapper übertragenen Messwerte als „Experiment“ deklarieren. Klicken Sie dazu in der Webhook-Liste auf die TTN-Integration und fügen Sie unter „Additional headers“ einen neuen „[...] header entry“ hinzu. In das Feld „Authorization“ kommt „TTNMAPPERORG-EXPERIMENT“; ins Feld daneben tragen Sie einen möglichst individuellen Namen ein, mit dem Sie Ihre Messdaten im TTN Mapper wiederfinden können.

Flash-Vorbereitung

Die Anpassung der Parameter und Installation der Firmware läuft in der Arduino-Entwicklungsumgebung „Arduino IDE“. Laden Sie die Software für Ihr jeweiliges Betriebssystem von <https://arduino.cc> herunter und installieren Sie sie.

Da die Arduino-IDE von Haus aus nur Arduinos kennt, müssen Sie zunächst die

The screenshot shows the TTN-v3 console interface for configuring a new end device. The device name is 'ct-ttntracker-5'. The 'General information' section shows the device ID, description, and creation date. The 'Activation information' section shows the AppEUI, DevEUI, and other keys. The 'Session information' section shows the Device address, NwkSKey, SNwkSIntKey, NwkSEncKey, and AppSKey.

Section	Field	Value
General information	End device ID	ct-ttntracker-5
	Description	This end device has no description
	Created at	Apr 23, 2021 14:14:07
Activation information	AppEUI	n/a
	DevEUI	00 8A 55 16 F3 67 E0 51
Session information	Device address	26 01 3A BB
	NwkSKey	
	SNwkSIntKey	
	NwkSEncKey	
	AppSKey	

Aus den übersichtlichen Geräteeigenschaften des The Things Network (v3) kann man die Schlüssel für den Tracker mit wenigen Klicks herauskopieren.

betterCode()

WebAssembly 2021

Die Heise-Konferenz zu WASM

31. August 2021 ONLINE

**10 %
Mai-Rabatt**
für c't-Leser –
Ihr Code:
2021WASM4CT_
SDG89

Game Changer auch jenseits des Web

- › Richtungsweisender W3C-Standard
- › Sprach- und plattformübergreifendes Ökosystem
- › Vierte Sprache für das Web
- › Deep Dives mit WASM-Machern und -Anwendern

@ heise Developer



dpunkt.verlag

wasm.bettercode.eu

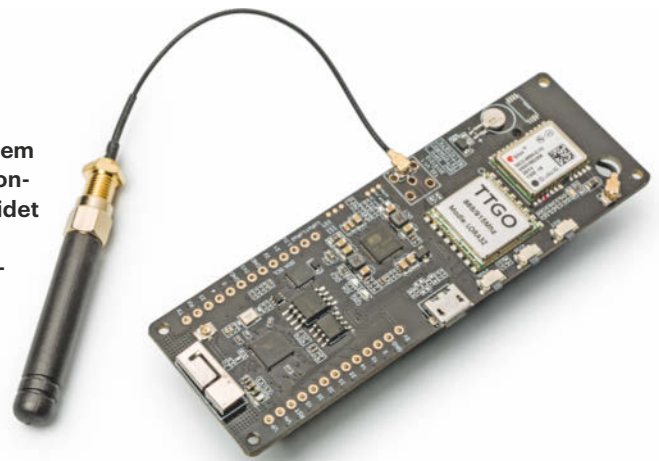
Board-Definitionen für den ESP32 (T-Beam) und die STM32-MCUs (T-Motion) hinzufügen. Das klappt mit wenigen Schritten über die interne Boardverwaltung. Öffnen Sie über „Datei“ die Voreinstellungen. Im unteren Teil des Fensters gibt es das Feld „Zusätzliche Boardverwalter-URLs“. Fügen Sie hier „https://dl.espressif.com/dl/package_esp32_index.json“ und „https://github.com/stm32duino/BoardManagerFiles/raw/master/package_stmicroelectronics_index.json“ durch Kommata getrennt hinzu. Anschließend öffnen Sie über Werkzeuge/Board den Board-Verwalter und suchen nach „ESP32“ sowie „STM32 MCU based boards“ und installieren wahlweise einen oder beide. Der T-Motion-Stick benötigt zusätzlich den STM32CubeProgrammer – eine Schnittstellen-Software, um STM32-Mikrocontroller zu programmieren. Den Link zum Download finden Sie über ct.de/y4jc. Starten Sie nach der Installation Ihren Rechner neu.

Damit die Komponenten der Sticks funktionieren, müssen Sie einige Bibliotheken in der Arduino-IDE herunterladen. Öffnen Sie dazu über „Werkzeuge“ das Untermenü „Bibliotheken verwalten“. Suchen Sie nach „mcci catena“ und installieren Sie die „MCCI Arduino LoRaWAN Library“ für das LoRa-Modem. Auch wenn Sie kein Display verbinden, benötigt die Arduino IDE die Bibliothek, um den Code



Ein USB-Standfuß setzt den T-Motion-Stick im Auto vom Kfz-USB-Adapter ab, sodass dieser auf Fensterhöhe positioniert werden kann und nicht hinter der stark abschirmenden Blechkarosserie sitzt.

Der T-Beam basiert auf dem beliebten WLAN-Mikrocontroller ESP32, unterscheidet sich im Tracker-Betrieb aber nur durch das Akkumanagement-IC und die 18650-Akkualterung auf der Rückseite vom T-Motion – sofern verlötet.



zu kompilieren; geben Sie „esp8266-oled-ssd1306“ in die Suche ein und installieren Sie den „ESP8266 and ESP32 OLED driver for SSD1306 displays by ThingPulse,...“.

Die Bibliotheken für den GNSS-Empfänger und das Akkumanagement gibt es zwar nicht direkt in der Bibliotheksverwaltung zur Ein-Klick-Installation, das Hinzufügen ist aber ähnlich leicht: Über ct.de/y4jc finden Sie Download-Links zu den ZIP-Dateien auf GitHub. Entpacken Sie diese Dateien und kopieren Sie sie in den „libraries“-Ordner von Arduino. Unter Windows und macOS liegt der meist im Arduino-Ordner des Benutzer-Dokumentenordners; unter Linux entweder auch dort oder direkt im Arduino-Ordner.

Damit die LoRaWAN-Bibliothek den korrekten Frequenzplan und den passenden LoRa-Modemtyp verwendet, müssen Sie im „libraries“-Ordner unter „arduino-lmic/project_config“ noch eine zweizeilige Konfigurationsdatei mit dem Namen „lmic_project_config.h“ anlegen. Das können Sie mit einem beliebigen Editor erledigen. Tragen Sie die Parameter

```
#define CFG_eu868 1
#define CFG_sx1276_radio 1
```

ein und speichern Sie die Datei.

Firmware- und Flashkonfiguration

Rufen Sie ct.de/y4jc im Browser auf und laden Sie über den in der Liste angezeigten Link die ZIP-Datei mit der für Ihre Hardware passenden Firmware herunter. Anschließend extrahieren Sie die Dateien in einen Ordner, öffnen darin den Unterordner „main“ und starten die Arduino-IDE mit einem Doppelklick auf „main.ino“. Wenn die Dateiendung nicht verknüpft ist, starten Sie die IDE händisch und öffnen „main.ino“ über das „Datei“-Menü.

Um den T-Motion-Stick zu flashen, stellen Sie unter „Werkzeuge/Board/STM32 boards groups“ den Typ „Nucleo

_64“ ein. Danach tauchen unter „Werkzeuge“ eine Reihe neuer Parameter auf. Setzen Sie „Upload method“ auf „STM32-CubeProgrammer (DFU)“, „C Runtime Library“ auf „Newlib Nano + Float Printf“, „Optimize“ auf „Fast (-O1)“, „USB support“ auf „CDC (generic [...])“ und die „Board part number“ auf „Nucleo L073RZ“. Fahren Sie im Absatz „Funkschnittstelle konfigurieren und Flashen“ fort.

Den T-Beam können Sie unter „Werkzeuge/Board/ESP32 Arduino“ direkt aus der Liste auswählen. Danach müssen Sie nur noch im gleichnamigen Menü den richtigen Port einstellen und das System ist bereit zum Flashen. Der T-Beam muss dazu per USB verbunden sein. Wenn Sie sich nicht sicher sind, welcher Port der richtige ist, schauen Sie in der Dokumentation Ihres Betriebssystems nach, wie Sie alle seriellen Schnittstellen anzeigen lassen können. Die Platine nutzt einen USB-Seriell-Konverter; in der Regel erkennen Sie in der Schnittstellenübersicht anhand der Parameter oder der Bezeichnung, welche serielle Schnittstelle per USB verbunden ist.

Funkschnittstelle konfigurieren und Flashen

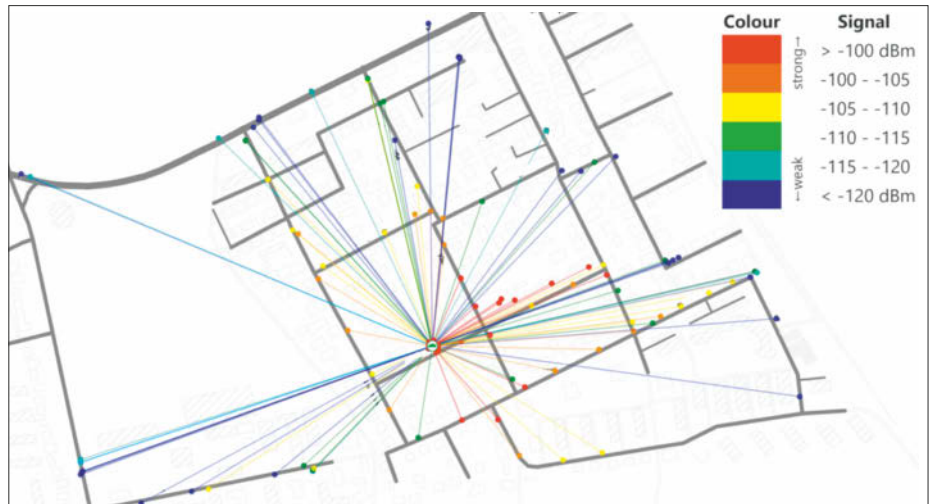
Die zuvor erzeugten LoRaWAN-Schlüssel müssen mit in die Firmware eingebackten werden. Wechseln Sie dazu in der Arduino IDE in die Registerkarte „credentials.h“ und dann im Browser zum zuvor offenen gelassenen Browser-Tab mit Ihrem neuen LoRaWAN-Gerät. In der Übersicht sehen Sie unter „Service Information“ die benötigten Parameter: Kopieren Sie zunächst die „Device address“ und ersetzen Sie die vorhandene „DEVADDR“ im Programmcode. Die Leerzeichen müssen dabei entfernt werden; achten Sie jedoch darauf, dass das „0x“ davor und das Semikolon am Ende stehen bleiben. Anschließend ersetzen Sie den „NwkSKey“ und den „AppSKey“ im Code; dazu klicken Sie jeweils auf das Auge neben dem Feld, wäh-

len „<“ für die hexadezimale Schreibweise und ersetzen die gleich bezeichneten Schlüssel im Code. Mit vertauschten Schlüsseln scheitert die Kommunikation, prüfen Sie die Angaben also sorgfältig.

In der „configuration.h“ befinden sich unter anderem die Einstellungen für die Sendehäufigkeit und der verwendete LoRa-Spreizfaktor (SF), der die Ausgangsdatenrate und Empfangsempfindlichkeit am Gateway beeinflusst. Hier kann man keine beliebigen Konfigurationen verwenden: Der von LoRaWAN in der EU verwendete Frequenzbereich bei 868 MHz besitzt mehrere regulatorische Einschränkungen hinsichtlich der Sendedauer, die Sie einhalten müssen, um nicht in Konflikt mit dem Gesetz zu kommen. Für die LoRa-Kanäle gilt neben der Einschränkung auf 25 mW Sendeleistung auf den meisten Frequenzen auch die Beschränkung des Arbeitszyklus auf ein Prozent pro Stunde, um Störungen zu vermeiden. Das heißt, dass maximal 36 Sekunden pro Stunde gesendet werden darf. Bei 10 Byte Nutzlast und SF12 (250 Bit pro Sekunde) entspricht das gerade einmal 24 Paketen pro Stunde, also alle anderthalb Minuten eines – wenig sinnvoll für einen Tracker, der sich schnell bewegt. Um möglichst viele Messpunkte zu sammeln, sollten Sie für kleinere städtische Umfelder SF7 (5470 Bit/s) nehmen, in ländlicheren Umgebungen SF9 (1760 Bit/s) – so können Sie alle 6 beziehungsweise 21 Sekunden einen Standort senden. Langsamere Spreizfaktoren sollten Sie nicht verwenden, da das Gateway in der Regel mit SF9 zurücksendet, wenn der Schlüsselaustausch beim Aktivierungsverfahren OTAA erfolgt. Setzen Sie „SEND_INTERVAL“ auf die gewünschte Sendehäufigkeit in Millisekunden und „LORAWAN_SF“ auf den gewünschten Spreizfaktor, beispielsweise „DR_SF7“. Danach ist die Firmware bereit fürs Flashen.

Wechseln Sie zur Registerkarte „main“ und klicken Sie zunächst den Haken unterhalb von „Datei“, um die Firmware zu kompilieren. Einen bereits angesteckten T-Beam können Sie direkt flashen (Rechtspfeil neben dem Haken); den T-Motion-Stick müssen Sie mit gedrückt gehaltener Boot-Taste – sie sitzt neben dem Antennenanschluss – in eine USB-Buchse einstecken. Dann können Sie wie beim T-Beam den Flashvorgang starten.

Nach dem Flashen des T-Beam können Sie „Serieller Monitor“ in „Werkzeuge“ öffnen und verfolgen, ob die Firmware normal startet. Der T-Motion stellt nach



Der TTN Mapper kann Messwerte als Gesamtbild anzeigen – beispielsweise als Heatmap – aber auch alle Messpunkte individuell, sodass Sie die Punkte anklicken können und die aufgezeichneten Werte angezeigt bekommen. Das Bild zeigt die Testmesspunkte des Dragino LPS8 Indoor Gateways [2].

dem Neustart eine neue serielle Schnittstelle zur Verfügung, die Sie zunächst unter „Werkzeuge/Port“ einstellen müssen, damit der serielle Monitor funktioniert. Passiert nichts, drücken Sie den Button auf dem T-Motion beziehungsweise beim T-Beam den Knopf ganz rechts kurz, sodass die Bootnachricht ausgegeben wird. Haben Sie etwas Geduld: Bis zur ersten Positionsangabe dauert es in der Regel mehrere Minuten. In der Nähe eines Fensters gehts schneller. Im Menü „Live data“ in der TTN-Konsole können Sie anschließend die eingehenden Pakete beobachten, sobald ein GPS-Fix vorhanden ist (und Ihr Gateway in Reichweite ist).

Auswertung

Sobald die ersten Positionen in der Live-Anzeige eingegangen sind, können Sie auf <https://ttnmapper.org> gehen und über „Advanced Maps“ entweder anhand der „Device [...]“ oder der „Gateway ID“ beziehungsweise des „Experiment Name“ Ihre Messpunkte ansehen. Der Screenshot links auf dieser Seite zeigt die Testmesswerte eines Dragino LPS8 [2]. Optional können Sie die Daten mit einem Klick auf „CSV data“ exportieren. Unter Umständen zeigt der TTN Mapper auch nur die Messpunkte ohne Gateway-Standort an; das passiert, wenn Sie den Standort entweder nicht freigegeben haben („Public“) oder der TTN Mapper es noch nicht in die Datenbank aufgenommen hat – das kann einige Stunden dauern.

Machen Sie sich mit dem Interface vertraut: Klicken Sie beispielsweise auf

das Gateway-Symbol auf der Karte, können Sie sich die Abdeckung als buntes Radar oder Einfärbung auf der Karte anzeigen lassen (alpha shape). Eine umfangreiche Erkundungstour können Sie mit den Daten des auf Seite 68 getesteten Lox One machen. Die Gateway ID lautet FCC23DFFFE0B634C und das Gateway läuft seit rund fünf Monaten auf dem Goslarer Steinberg (470 Meter NHN).

Gehäuse

„Nackt“ will man die Platinen nicht einsetzen, denn ihre SMD-Bauteile können leicht beschädigt werden. Wenn Sie einen 3D-Drucker haben, können Sie das Problem leicht lösen: Gehäusevorlagen für beide Platinen gibt es zuhauf auf Portalen für kostenfreie 3D-Modelle wie Thingiverse. Unter ct.de/y4jc haben wir passende verlinkt.

Alternativ können Sie das Gehäuse auch online bei einem 3D-Druckdienst bestellen. Das kostet meist etwas mehr, lohnt sich aber dennoch, weil das Gehäuse garantiert passt und professionell aussieht. Ist der Tracker in einem Gehäuse sicher verpackt, kann das LoRaWAN-Mapping losgehen. (amo@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Jan Mahn, Langstreckenfunk, IoT-Funk LoRaWAN: für kleine Datenmengen und hohe Reichweiten, c't 10/2019, S. 140
- [2] Andrijan Möcker, Günstige LoRaWAN-Basis, Dragino LPS8: LoRaWAN-Gateway für 110 Euro, c't 3/2021, S. 64

Dokumentation, Firmware: ct.de/y4jc



Bild: Albert Hulm

Organisationstalent

Schreiben und organisieren in Notion

Texte schreiben, Artikel und Videos planen, Ausgaben notieren, Termine koordinieren, Lese- und Filmlisten anlegen oder Links speichern: Notion ist ein Tool für viele Einsatzbereiche. Der Online-Dienst ist zum Beispiel für Blogger, Kreative oder im Studium interessant.

Von Liane M. Dubowy

Egal ob Blogbeiträge, Hausarbeiten oder Zeitschriftenartikel: Beim Verfassen von Texten sammelt man erst Informationen und schreibt dann alles zusammen.

Will man auch mal in der Sonne auf einer Parkbank tippen oder pendelt zwischen Bürorechner und Notebook im Homeoffice, muss man darauf achten, stets alles Nötige parat zu haben. Was liegt da näher als ein Webdienst? Statt Dateien in Google Drive zu parken, Links in Pocket zu sammeln und die Infos auf weitere Dienste zu verteilen, gibt es mit Notion einen englischsprachigen Webdienst, der alles bündelt.

Zunächst einmal ist Notion ein einfach zu nutzendes Schreibwerkzeug: anmelden, Seite anlegen, los tippen. Videos lassen sich ebenso verlinken oder einbetten wie Google Maps, Bilder oder PDFs. Um Projekte, Videos, Podcast-Episoden und anderes zu planen, ist eine Tabelle ideal; die Termine zeigt dann ein Kalender an. Per Web-Clipper-Erweiterung für Chrome landet außerdem eine Kopie des

Inhalts einer Webseite samt Link in Notion. Praktisch ist das auch fürs Studium: Mitschriften, PDFs, Notizen und Links finden hier einen gemeinsamen Platz und lassen sich mit der Studiengruppe teilen.

Schnell entpuppt sich Notion als mächtiges Werkzeug. Einmal eingetragene Daten lassen sich in unterschiedlichen Ansichten anzeigen: als Tabelle, als Liste, im Kalender, in einer Timeline oder in einem Kanban-Board. Je nach Bedarf blendet ein Filter Unwichtiges aus. Das Verknüpfen verschiedener Daten spart unter Umständen viel Tipparbeit und Zeit. In Tabellen berechnen Formeln automatisch Summen und mehr. Die Einstiegshürde zur Einarbeitung in die fortgeschrittenen Funktionen des mächtigen Tools zahlt sich später aus, wenn alles wohl sortiert ist und Vorlagen die Arbeit erleichtern.

Wir beschreiben im Folgenden die Bedienung von Notion im Browser. Daneben stehen Apps für Android und iOS bereit, die Notion unterwegs zugänglich machen und wegen ihrer Benachrichtigungsfunktion praktisch sind.

Was Sie bei Notion im Blick behalten sollten: Der Online-Dienst ist nichts für personenbezogene oder anderweitig sensible Daten, denn das US-amerikanische Unternehmen speichert sie auf Servern außerhalb Europas. Für Lesezeichen, die Planung von Blogbeiträgen oder YouTube-Videos und Notizen aus dem Studium ist das kein Problem.

Notion-Account anlegen

Um Notion kostenlos auszuprobieren, melden Sie sich mit einer Mail-Adresse oder einem Google- oder Apple-Konto auf notion.so an und stimmen der Verarbeitung Ihrer Daten zu. Für die meisten Bedürfnisse reicht der kostenlose „Personal Plan“ von Notion. Dieser bietet alle Funktionen, Sie dürfen allerdings nur Dateien mit maximal fünf MByte hochladen und Seiten nur mit bis zu fünf Personen teilen. Beim „Personal Pro Plan“ fallen die Beschränkungen weg, außerdem lassen sich ältere Versionen eines Dokuments bis zu 30 Tage lang wiederherstellen. Dafür werden fünf US-Dollar pro Monat fällig, wer jährlich zahlt, erhält 20 Prozent Rabatt. Studierende erhalten diesen Plan kostenlos und automatisch, wenn sie sich mit ihrer Uni-Mail-Adresse anmelden. Das klappte im Test perfekt. Um anderen Zugriff auf einen ganzen Workspace zu geben, ist der „Team Plan“ nötig, der pro Teammitglied zehn Dollar kostet. Der Umstieg auf einen höheren Plan ist jederzeit möglich.

Die genannten Preise gelten für einen Workspace, in dem Sie beliebig viele „Dashboards“, also Seiten mit untergeordneten Bereichen, anlegen und so auch Berufliches und Privates sauber trennen können. Soll in der Seitenleiste nur eins von beiden zu sehen sein, brauchen Sie einen zweiten Workspace, den Notion dann zusätzlich berechnet. Da sich ein Workspace jederzeit auf einen höheren Plan umschalten lässt, reicht für den Anfang der kostenlose „Personal Plan“.

Wollen Sie mit einem komplett leeren Notion starten, löschen Sie direkt nach dem Start im ersten Tooltip mit „Clear templates“ die Beispielseiten. Die Seite mit dem Titel „Getting started“ erklärt in wenigen Zeilen, wie Sie Text in Notion formatieren, eine neue Seite anlegen und

mehr. Kostenlose (englischsprachige) Vorlagen öffnen Sie über „Templates“ unten in der Seitenleiste. Wir stellen das in den Screenshots gezeigte kleine deutschsprachige Beispiel als Template über ct.de/ydd5 bereit. Über den Link „Duplicate“ oben rechts können Sie es Ihrem eigenen Notion-Workspace hinzufügen und nach Ihren Bedürfnissen anpassen.

Notion kann Daten aus anderen Anwendungen importieren, darunter Evernote, Trello und Asana. Der Import aus Trello klappte im Test ohne Probleme, auch beschriftete Labels wurden dabei übertragen. Für jedes importierte Board legt Notion eine eigene Seite auf oberster Ebene an. Google Drive lässt sich einbinden, sodass Sie in Notion die dort abgelegten Dateien durchsuchen können.

Einfach loslegen

Für erste Notizen in Notion brauchen Sie keine Einarbeitung. Wenn Sie mit der Maus über eine Zeile in der Seitenleiste fahren, wird rechts daneben ein Pluszeichen sichtbar. Ein Klick darauf legt eine neue Seite an und öffnet sie als Overlay. Alternativ finden Sie unten links die Schaltfläche „New page“, die genau dasselbe tut. Klicken Sie in das neue Dokument und geben Sie der Seite im Feld „Untitled“ einen Namen. Fahren Sie mit der Maus über den Titel, dann können Sie über „Add icon“ ein Icon auswählen, das auch in der Seitenleiste auftaucht. Die Option „Add cover“ verziert die Seite oben mit einem Bild oder farbigen Banner. Die

Schaltfläche „Change cover“, die sichtbar wird, wenn der Mauszeiger auf dem Banner steht, lässt Sie ein anderes Bild auswählen, eigene Bilder hochladen oder verlinken oder dafür im Fundus des kostenlosen Bilddienstes Unsplash stöbern.

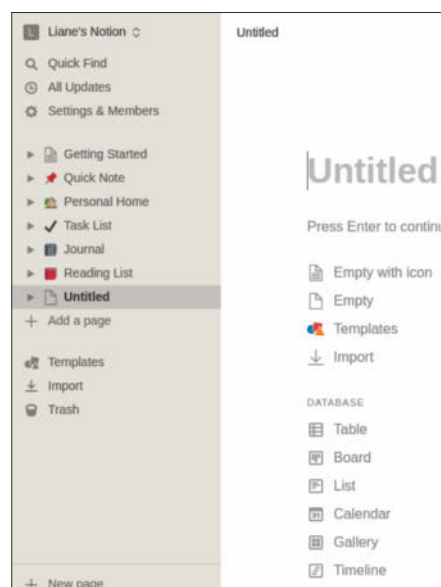
Mit „Open as a page“ oben links zeigen Sie die Seite komplett und nicht mehr als Overlay an. Wenn Sie jetzt die Enter-Taste drücken oder auf „Empty“ klicken, erhalten Sie eine leere Seite, in die Sie direkt hineintippen können. Alternativ wählen Sie weiter unten eine andere Seitenform aus – dazu später mehr.

Notion arbeitet mit Blöcken: Wenn Sie einen Absatz eingetippt haben, ist das standardmäßig ein Textblock. Um eine andere Blockart auszuwählen, schieben Sie den Mauszeiger an den Zeilenanfang, klicken auf das dann sichtbar werdende Pluszeichen und wählen aus der Liste. Als „Basic Blocks“ können Sie hier Text-Bestandteile wie einen Titel, eine Überschrift, eine Liste oder eine abhakbare To-do-Liste einfügen. Die Blöcke lassen sich bequem verschieben: Mit der Maus fahren Sie dazu an den Anfang eines Blocks, greifen ihn am Anfasser, der neben dem Pluszeichen erscheint, und ziehen den Block an eine andere Stelle. Dabei lässt sich auch das Layout verändern: Wenn Sie den Block nach rechts ans Ende einer Zeile bewegen, legt Notion dafür eine weitere Spalte an. Per Linksklick auf den Anfasser und „Turn into“ verändern Sie den Blocktyp. Wählen Sie stattdessen „Turn into page“, verschieben Sie den Block in eine eigene Seite. Im Ursprungsdokument findet sich statt des ursprünglichen Textes ein Link auf die neue Seite.

Texte gestalten

Als Schreibwerkzeug ist Notion intuitiv, auch das aus der Textverarbeitung gewohnte Tastenkürzel Strg+Z, um einen oder mehrere Schritte rückgängig zu machen, funktioniert in der Webanwendung. Notion kennt nicht nur Formatierungen wie fett, kursiv, unterstrichen, durchgestrichen oder Code, sondern auch andere Gestaltungselemente. Um Text zu formatieren, markiert man ihn, dann poppt ein Tooltip mit Formatierungsoptionen auf, die man per Klick auswählt. Auch Text- und Hintergrundfarbe lassen sich ändern, und zwar sowohl für einzelne Wörter als auch den ganzen Absatz.

Spezielle Arten von Blöcken können eine Seite zusätzlich strukturieren. Die „Toggle List“ beispielsweise verpackt In-



Beim Anlegen einer neuen Seite wählen Sie, was diese enthalten soll.



Notions Formatierungsoptionen lassen sich als Markdown-Befehle eingetippen oder mit der Maus auswählen.

formationen in einen ausklappbaren Block. Um einen solchen einzufügen, tippen Sie einen Schrägstrich, wählen dann „Toggle List“ und bestätigen mit Enter. Anschließend können Sie den neben dem Pfeil angezeigten Text ergänzen. Nach einem Klick auf das vorangestellte Dreieck klappt ein untergeordneter Block aus, den Sie nun ebenfalls füllen können.

Praktisch für längere Texte: „/toc“ fügt blitzschnell ein Inhaltsverzeichnis ein, das die als „Heading“ gekennzeichneten Überschriften enthält und bei Änderungen automatisch aktualisiert wird. Wenn Sie ein solches Inhaltsverzeichnis oben auf der Seite platzieren, können Sie mit den darin angelegten Ankern direkt zur passenden Textstelle springen.

Standardmäßig zentriert Notion den Inhalt einer Seite in einer Spalte in der Mitte der Seite. Brauchen Sie mehr Platz, öffnen Sie oben rechts auf der betreffenden Seite das Drei-Punkte-Menü und nutzen mit „Full width“ die ganze Seitenbreite. Wer den Pro-Plan gebucht hat, erreicht hier über die „Page history“ ältere Versionen seines Dokuments. Wollen Sie nur die Seite sehen und die Navigation ausblenden, klicken Sie auf „<<“ oben rechts in der Leiste.

Tastatur statt Maus

Viele Befehle sind auch mit Tastenkürzeln erreichbar. In Texten erkennt Notion Markdown-Auszeichnungen. Zwei Doppelkreuze „##“, ein Leerzeichen und Enter, schon weiß Notion, dass Sie eine Zwischenüberschrift zweiter Ordnung eingeben. Außerdem erkennt der Editor viele Tastenkürzel, die auch in anderen Textverarbeitungen gebräuchlich sind, etwa Strg+B für fett, Strg+C / Str+V für

kopieren und einfügen. Weitere Tastenkürzel und Markdown-Befehle finden Sie über ct.de/yyd5. Die Liste der Blocktypen öffnen Sie via Tastatur mit dem Schrägstrich, wählen ihn dann mit den Pfeiltasten aus und legen mit Enter an.

Fügen Sie einen Link ein, bietet Notion mehrere Optionen: Entweder es übernimmt die Linkadresse und hinterlegt sie mit einem klickbaren Link („Dismiss“), wählen Sie hingegen „Create bookmark“ oder „Create embed“, erzeugt Notion eine kleine, verlinkte Vorschau.

Möchten Sie Ihren Text mit Emojis aufpeppen, tippen Sie einen Doppelpunkt und direkt danach einen oder mehrere Buchstaben. Daraufhin öffnet Notion eine Auswahl an Emojis, die sich per Mausklick oder mit den Pfeiltasten und Enter auswählen lassen. Tippen Sie beispielsweise :coffee für eine Kaffeetasse oder :books für einen Stapel Bücher.

Tabellen, Kanban & mehr

Bis hierher klingt alles nach einem Notiztool. Notions große Stärke sind aber Datenbanken, die vielfältige Informationen speichern und auf unterschiedliche Weise anzeigen. Legen Sie beispielsweise eine kleine Aufgabenverwaltung an, dann können Sie die Aufgaben in einer Tabellenansicht ansehen, die Termine im Kalender zeigen lassen und den Status in einem Kanban-Board prüfen. Ändern Sie in einer der Ansichten etwas, sind die anderen automatisch auf demselben Stand.

Um eine solche Datenbank anzulegen, tippen Sie „/table“ und wählen dann „Table – Full page“, um ihr eine ganze Seite zu widmen. Die nun angelegte Tabelle füllen Sie mit Spalten und wählen dabei den passenden Datentyp („Property type“).

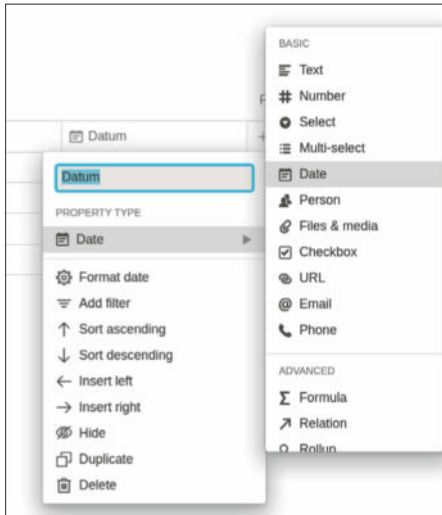
Für das Beispiel geben Sie der neuen Seite oben den Titel „Aufgabenliste“ und ändern per Klick auf den Kopf der Tabellenspalte „Name“ diesen in „Aufgaben“. Über das Pluszeichen am Ende der Zeile ergänzen Sie eine Spalte „Beschreibung“ und belassen deren „Property type“ bei „Text“. Auf dieselbe Weise fügen Sie eine Spalte „Datum“ hinzu und wählen dafür als Typ „Date“. Mit der Option „Format date“ lässt sich das Datumsformat anpassen, das in Deutschland übliche steht bislang aber nicht zur Wahl. Schließlich benennen Sie das Feld „Tags“ in „Status“ um.

Ansichtssache

Die Grundzüge der Aufgabenverwaltung stehen damit. Jetzt gilt es zu entscheiden, wie Notion die Aufgaben präsentieren soll. Durch das Anlegen einer Unterseite wurde auf der Hauptseite automatisch ein Link zur Aufgabenliste angelegt. Um einen Kalender einzufügen, genügt es, links oben über den Aufgaben mit „Add a view“ eine neue Ansicht „Calendar“ auszuwählen und mit einem Klick auf „Create“ anzulegen. Notion nimmt automatisch das einzige Datumsfeld, um die Aufgaben im Kalender zu zeigen. Existieren mehrere, müssen Sie eins auswählen.

Oben links steht nun „Calendar view“. Wenn Sie auf den kleinen Pfeil daneben klicken, klappt eine Liste aller bisher verfügbaren Ansichten aus, über die Sie per Mausklick zur gewünschten Darstellungsart wechseln. Über die drei Punkte am Ende jeder Zeile können Sie eine Ansicht umbenennen, duplizieren oder löschen. „Default view“ bringt Sie zurück zur Tabelle. Die Ansichten finden Sie auch als Unterseiten der „Aufgabenliste“. Möchten Sie zusätzlich in einem Kanban-Board sehen, welchen Status die Aufgaben erreicht haben, klicken Sie auf den Ansichten-Button und wählen „Add a view“, entscheiden sich aber für „Board“. Kommt Notion als Projektverwaltung zum Einsatz, lässt sich im Datumsfeld auch ein Zeitraum hinterlegen, der in einer „Timeline“-Ansicht verfügbare Kapazitäten sichtbar macht.

Ihr ganzes Potenzial spielen die Notion-Ansichten aus, wenn Sie sie mit Filtern kombinieren. Bei der Aufgabenliste heißt das: Wollen Sie nur noch die offenen Aufgaben sehen, klicken Sie oben rechts auf „Filter“ und „Add a filter“. Wählen Sie nun neben „Where“ das Feld „Status“, aktivieren dann „Does not contain“ und daneben die Option „erledigt“, sehen Sie keine abgeschlossenen Aufgaben mehr.



Wählen Sie für jede Spalte den passenden Datentyp aus, beispielsweise „Date“ für das Datumsfeld.

Über „Sort“ oben rechts sortieren Sie die Daten in jeder Ansicht so, wie es sinnvoll ist, zum Beispiel mal alphabetisch, mal nach Datum. Wenn Sie Ihre Aufgaben über ein Feld „Themenbereich“ dem privaten, beruflichen oder Hobby-Bereich zuordnen, könnten Sie für jeden eine eigene Ansicht anlegen, die dann nur private, berufliche oder dem Hobby zugeordnete Aufgaben zeigt. Wird die Aufgabenliste länger, hilft der Button „Search“ oben rechts dabei, Einträge wiederzufinden.

Wenn Sie in einer Ansicht etwas an den Daten ändern, landen diese Änderungen auch in allen anderen Ansichten. Im Kalender können Sie so mit der Maus Termine auf andere Tage ziehen, um das Datum zu ändern.

Ob Kanban-Board, Tabelle, Galerie oder etwas anderes: Über die Schaltfläche „Properties“ legen Sie fest, welche Felder wie angezeigt werden. Hier können Sie einzelne Informationen abschalten.

Gegen Vergesslichkeit

Notion kann mit Erinnerungen auf anstehende Termine aufmerksam machen. In einer Tabelle klickt man dazu in ein Datumsfeld und konfiguriert anschließend in der Zeile „Remind“ eine Erinnerung. Auch im Text können Sie solche Erinnerungen platzieren, allerdings kommt dabei die englischsprachige Schreibweise zum Einsatz. Mit einem @-Zeichen gefolgt von einem Datum in der Form „June 20, 18:00“ legen Sie eine Erinnerung für den 20. Juni 2021, 18 Uhr an. Auch Wörter wie „tomorrow“ oder „next wednesday“ können Sie

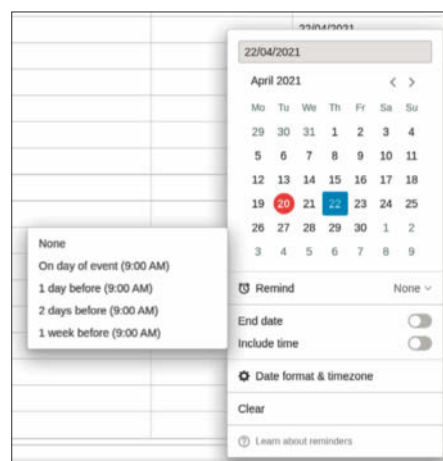
verwenden. Praktisch: Notion schickt dann zum jeweiligen Zeitpunkt eine Erinnerung – gegebenenfalls auch aufs Mobilgerät.

Kooperation

Wenn Sie Notion im Team-Plan nutzen, sehen Sie links in der Navigation zwei Workspaces: Den nur für Sie sichtbaren privaten Bereich sowie einen gemeinsamen Workspace, auf den alle Teammitglieder Zugriff haben. Wollen Sie nur an einem einzelnen Dokument gemeinsam arbeiten, geht das auch in der kostenlosen Variante: Dann öffnen Sie die betreffende Seite und laden über „Share“ oben rechts weitere Personen ein. Geben Sie dazu im Feld neben „Add people“ die zugehörige Mailadresse ein. Existiert dafür kein Notion-Konto, erhält die Person einen Link per Mail. Wenn Sie die Option „Share to Web“ aktivieren, ist das Dokument für alle erreichbar, die den Link kennen. In beiden Fällen können mehrere Personen gleichzeitig an einem Dokument arbeiten.

Ein gemeinsamer Workspace kann beispielsweise Teams, die im Home-Office arbeiten, mit Informationen, Aufgaben und Terminen versorgen. Vorlagen können hier als Dateien hinterlegt, Protokolle direkt in Notion verfasst und Workflows dokumentiert werden. Ein gemeinsamer Kalender schafft Übersicht über Termine.

Mit einem Vermerk wie „@user“ lassen sich andere Personen markieren. Solche Hinweise tauchen als Benachrichtigung im Menü links oben unter „All Updates“ sowie auf der betreffenden Seite oben rechts unter „Updates“ auf. Arbeitet man gemeinsam an einem Projekt, können Sie so kommentieren und Aufgaben zuweisen – oder sich selbst an Dinge erinnern.



Erinnerungen lassen sich in Notion detailliert konfigurieren.

Funktionen für Fortgeschrittene

Der Funktionsumfang von Notion reicht weit über das hier Gezeigte hinaus. So kann das Verknüpfen von Datenbanken die Eingabe redundanter Daten ersparen. Mit sogenannten Rollups lassen sich Berechnungen aus den vorhandenen Daten nutzen, etwa „wie viele Artikel wurden im letzten Jahr geschrieben“ statt einer Liste der Artikel. Mit Formeln führt Notion Berechnungen durch.

Kommen häufiger Dokumente mit demselben Aufbau zum Einsatz, – seien es Protokolle, Vorlesungsmitschriften, Hausarbeiten oder Projektseiten – können Sie diese per Klick auf den Button „New“ oben rechts und „New template“ als Vorlage speichern.

Wer sich auf Notion als alleiniges Rundum-Organisationstool verlässt, sollte bedenken, dass es keinen Offline-Modus hat. Im Testzeitraum von rund vier Monaten war der Webdienst jedoch nur einmal für kurze Zeit nicht erreichbar. Unverzichtbare Daten sollte man zur Sicherheit exportieren und lokal speichern. Dazu bietet jede Seite oben rechts im Drei-Punkte-Menü die Funktion „Export“, die die jeweilige Seite und ihre Unterseiten als PDF-, HTML- und vor allem Markdown-Dokument (Text) beziehungsweise CSV-Datei(en) (Tabelle) samt aller Anhänge herunterlädt. Markdown- und CSV-Dateien lassen sich dann lokal weiterbearbeiten und später wieder importieren.

Fazit

Notion ist ein echtes Organisationstalent, das sich fürs Projektmanagement, als Schreibprogramm und mehr nutzen lässt. Dass es sich um einen Webdienst handelt, ist Fluch und Segen zugleich: Verteilten Teams macht es die Organisation mit gemeinsam nutzbaren Informationen und einem Kalender leichter. Da Notion aber keinen Offline-Modus kennt, kann man es nur mit Internetverbindung nutzen.

Die Autorin organisiert und koordiniert auf diese Weise beispielsweise Artikel für c't, die sie selbst verfasst oder die andere Autorinnen und Autoren für sie schreiben. Eine Timeline zeigt freie Kapazitäten, ein Kalender stellt sicher, dass Abgabetermine nicht vergessen werden. Dieser Artikel ist von der Recherche bis zum fertigen Text komplett in Notion entstanden.

(lmd@ct.de) **ct**

Tastenkürzel und Template: ct.de/yyd5

Für Wissenshungrige

Ausgewählte Fachliteratur

shop.heise.de/buecher



Michael Bonacina
Python 3: Programmieren für Einsteiger

Dieses Buch legt besonderen Fokus auf die Objekt-orientierte Programmierung (OOP) und das Erstellen von grafischen Oberflächen. Nach dem Durcharbeiten der Übungsaufgaben des Buches kann der Leser eigene komplexere Python Anwendungen inklusive grafischer Oberfläche programmieren.

ISBN 9783966450072
shop.heise.de/python3-einsteiger **13,90 €** >



Christian Solmecke, Sibel Kocatepe
DSGVO für Website-Betreiber

Ihr Leitfaden für die sichere Umsetzung der EU-Datenschutz-Grundverordnung. Experten erklären Schritt für Schritt, wie Sie Ihren Webauftritt vollständig rechtskonform gestalten – gut verständlich auch für Nichtjuristen.

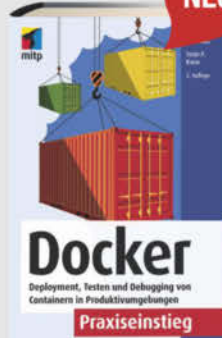
ISBN 9783836267120
shop.heise.de/dsgvo-websites **39,90 €** >



Jörg Frochte
Maschinelles Lernen (2. Aufl.)

Maschinelles Lernen ist ein interdisziplinäres Fach, das die Bereiche Informatik, Mathematik und das jeweilige Anwendungsgebiet zusammenführt. In diesem Buch werden alle drei Teilgebiete gleichermaßen berücksichtigt.

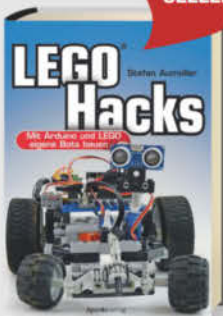
ISBN 9783446459960
shop.heise.de/maschinelles-lernen **38,00 €** >



Karl Matthias, Sean P. Kane
Docker Praxiseinstieg (2. Aufl.)

Lernen Sie, wie Sie Docker-Images Ihrer Anwendungen erstellen, testen und deployen sowie skalieren können, und wie Sie die Container in der Produktivumgebung pflegen und warten. Die Einrichtung und das Testen von Docker-Anwendungen kommen ebenso zur Sprache wie das Debugging eines laufenden Systems.

ISBN 9783958459380
shop.heise.de/docker-praxis2 **25,99 €** >



Stefan Aumüller
LEGO® Hacks

Dieses Buch zeigt, wie aus LEGO und dem Arduino faszinierende Modelle werden. Lernen Sie, Sensoren und Aktoren, mit LEGO-Elementen zu verbinden und daraus viele neue spannende Projekte aufzubauen. Auch Grundlagen der Elektronik werden Ihnen vermittelt.

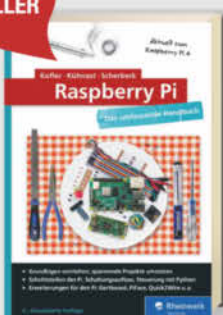
ISBN 9783864906435
shop.heise.de/buch-legohacks **29,90 €** >



Wolfgang Ertel, Ekkehard Löhmman
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**



Sisyphos' Erbin

Returnal: Das Unmögliche schaffen

Schwer, schwerer, Returnal. Das Actionspektakel ist ein Vorzeigetitel für Sonys Playstation 5, der die Nerven überstrapaziert.

Von Andreas Müller

Wieder einmal zu spät reagiert und wieder liegt Astronautin Selene tot auf dem Boden. Da sie auf dieser geheimnisvollen Welt in einer Zeitschleife gefangen ist, geht für sie aber alles wieder von vorn los. Es ist eine mühsame und beschwerliche Aufgabe, bis sie hinter das Geheimnis ihres Schicksals kommt. Wie einst Sisyphos muss sie dabei immer wieder von vorn beginnen, dann greifen gierige Monster sie von allen Seiten an und scheinen sie für etwas zu bestrafen, das in der Vergangenheit geschehen ist.

Spektakuläre Optik

Der Third-Person-Shooter Returnal ist der erste große Blockbuster-Titel des Entwicklungsstudios Housemarque. Das finnische Studio war bisher durch kleine, Arcade-lastige Ballerspiele wie Resogun oder Nex

Machina aufgefallen. Diese Spiele zeichnen sich durch hohes Tempo und fulminante Actionsequenzen aus. Dem Erfolgskonzept sind sie ihrem neuen Spiel treu geblieben, aber diesmal ist alles ein paar Dimensionen größer und die Explosionen und Effekte sehen mit den technischen Möglichkeiten der Playstation 5 so spektakulär aus wie kaum ein anderes Spiel auf Sonys Edelkonsole.

Das soll nicht heißen, dass Returnal nur eine schöne, nutzlose Hülle hat. Die Entwickler wandeln auf den Spuren sogenannter Roguelites, die ohne Speicherstand die Nerven der Spieler strapazieren. Inhaltlich hat Housemarque die Hintergrundgeschichte mit dem Filmklassiker „Und täglich grüßt das Murmeltier“ verknüpft: Kaum ist die Heldin auf einem Planeten gelandet, steckt sie in einer Zeitschleife fest, die sie nach jedem Bildschirmtod an den Anfang des Levels zurückwirft. Warum sie hier gelandet ist, erklären kleine Storyschnipsel, die nach und nach ein tiefgründiges Geheimnis offenbaren.

Stresstest für Frustrationstoleranz

Um es zu lösen, schnappt sich die unermüdete Selene eine Waffe und läuft

durch Dschungel oder verlassene Ruinen. Überall trifft sie auf Monster, die an den Science-Fiction-Horror aus Alien oder an die Alpträume eines H. P. Lovecraft erinnern. Dann muss Selene schnell reagieren, den Angriffen ausweichen und ihre Gegner mit präzisen Schüssen angreifen. Zwar findet sie überall neue Waffen vom Sturmgewehr bis zur Säurekanone, doch kann sie davon immer nur eine mitnehmen. Weitere Hilfsmittel wie mehr Lebenspunkte oder Waffenverbesserungen sind selten. Da die Auswahl der Waffen und die Anordnung der Räume bei jedem Spielstart neu ausgewürfelt werden, zählt am Ende nicht nur Können, sondern auch etwas Glück.

In den besten Momenten – und davon gibt es viele – ist Returnal ein packender Stresstest für die Reflexe der Spielerinnen und Spieler. Da diese aber kaum Hilfsmittel in einen neuen Versuch hinüberretten können und es nicht einmal möglich ist, das laufende Spiel zu unterbrechen und das Level später fortzusetzen, ist der Frust bei den unzähligen Bildschirmtoden groß. Durch den enorm hohen Schwierigkeitsgrad werden sich viele gar nicht auf die spannende Geschichte konzentrieren können, die von Schuld, Sühne und einer Familientragödie erzählt.

Fazit

Returnal ist ein beeindruckender Playstation-5-Exklusivtitel, der mit seinen audiovisuellen Effekten und packenden Bosskämpfen den Atem raubt. Selbst die rätselhafte Story über eine Astronautin auf geheimnisvoller Strafmission übertrifft im Niveau vergleichbare Actionspiele. Damit könnte Returnal der perfekte Vorzeigetitel für die neue Playstation sein, doch der enorm hohe Schwierigkeitsgrad treibt zur Verzweiflung. Wer sich der spielerischen Herausforderung bewusst ist, kann sich stundenlang mit dieser Zeitschleifenaction vergnügen. Bis jetzt gibt es kein vergleichbares Spiel, das die technischen Möglichkeiten der PS5 so fulminant demonstriert.

(lmd@ct.de) **ct**

Returnal

Actionspiel	
Vertrieb	Sony Interactive Entertainment Europe, housemarque.com/games/returnal
Systemanf.	Playstation 5
USK	ab 16 Jahren
Preis	80 €

Es gibt **10** Arten von Menschen.
iX-Leser und die anderen.



Jetzt Mini-Abo testen:
3 Hefte + Bluetooth-Tastatur
nur 16,50 €

www.ix.de/testen



www.ix.de/testen



49 (0)541 800 09 120



leserservice@heise.de



MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE
INFORMATIONSTECHNIK

Abmahnduell

Von Wettbewerbsverstößen und Rechtsmissbrauch

Zwei Anbieter von Drucker-zubehör haben sich gegenseitig wegen Mängeln bei ihren Informationen zum Verbraucher-Widerrufsrecht abgemahnt. Die Sache ging bis zum Bundesgerichtshof (BGH) – die Richter dort fanden an der Retourkutsche letztlich nichts auszusetzen.

Von Verena Ehl

Mangelhafte Widerrufsbelehrungen bei Anbietern im Online-Verbrauchergeschäft bilden einen beliebten Anlass für wettbewerbsrechtliche Abmahnungen [1]. Einerseits sind die verbraucherrechtlichen Bestimmungen dazu kompliziert und nicht besonders übersichtlich. Andererseits gilt ein Verstoß gegen Verbraucher-Informationspflichten meistens zugleich als Wettbewerbsverstoß. Das Argument: Ein Konkurrent, der es mit diesen Vorschriften nicht so genau nimmt, verschaffe sich einen ungerechtfertigten Wettbewerbsvorteil. Die gängige Begründung: Rechtstreue Anbieter hätten es ja schwerer, weil sie die Mühe und den Aufwand trügen, die haken- und ösenreichen Vorschriften einzuhalten.

Wenn der Empfänger eine solche Abmahnung akzeptiert, hat der Abmahnende einen Anspruch darauf, die ihm entstandenen Kosten ersetzt zu bekommen. Zudem muss der Abgemahnte meistens eine Unterlassungserklärung abgeben. Sie verpflichtet ihn, bei künftigen ähnlichen Verstößen eine empfindliche Vertragsstrafe zu zahlen. Das Ganze ist nicht nur ärgerlich, sondern auch riskant: Wer nicht reagiert, dem droht ein Zivilprozess, dessen Kosten der Unterlegene tragen muss.

Angesichts dessen verwundert es nicht, dass wettbewerbsrechtliche Abmahnungen immer wieder als Waffe im harten Konkurrenzkampf von Online-

händlern auftauchen. Dass jedoch zwei Anbieter einander gegenseitig mit Abmahnungen aus nahezu gleichem Anlass bekämpfen, ist schon etwas Besonderes. Gerade ein solcher Fall hat in den vergangenen Jahren zu einem ausufernden Rechtsstreit geführt, den erst der Bundesgerichtshof (BGH) Ende Januar 2021 letztinstanzlich entschieden hat [2].

Deine Fehler – meine Fehler

Die Sache, die sich zu einem regelrechten Konkurrenzkrimi auswuchs, nahm ihren Anfang bereits vor über sechs Jahren. Von Dezember 2014 bis Mitte Januar 2015 versteigerte ein als gewerbliches Mitglied angemeldeter Verkäufer bei eBay in drei Auktionen insgesamt sechs Tonerkartuschen. In der dabei verwendeten Widerrufserklärung fand ein anderer Händler, der sich ebenfalls im Druckerbereich betätigte, Mängel. Am 13. Januar 2015 ließ er den eBay-Verkäufer deswegen mit Anwaltsschreiben abmahnen.

Der Abgemahnte nahm nun seinerseits die Verkaufsaktivitäten des Abmahnenden unter die Lupe, der als gewerblicher Verkäufer unter dem Dach von Amazon auftrat. Am 21. Januar stellte dieser

Angebote für verschiedene Drucker und passendes Zubehör online und verwendete dabei eine Widerrufsbelehrung, die ebenfalls nicht völlig den verbraucherrechtlichen Vorschriften entsprach. Der eBay-Verkäufer entdeckte, dass sein Konkurrent zwar im Impressum eine Telefonnummer angegeben hatte, aber nicht in der Belehrung. So ließ er noch am selben Tag einen anwaltlichen Abmahnbrief in Richtung des Amazon-Verkäufers schicken.

Mit 10.000 Euro setzte er dabei den Gegenstandswert genauso hoch an, wie es sein Konkurrent zuvor getan hatte. Worauf er tatsächlich abzielte, verriet eine Passage in seinem Schreiben: Darin schlug er vor, die beiderseitigen Ansprüche gegeneinanderzurechnen, sodass im Ergebnis kein Geld zu fließen brauche. Beide Parteien sollten jeweils die Mängel in ihren Widerrufsbelehrungen beheben und einander in eventuellen zukünftigen Fällen zunächst ohne kostenpflichtige anwaltliche Abmahnungen auf etwaige Probleme hinweisen.

Der Amazon-Verkäufer ließ sich auf eine solche Vereinbarung jedoch nicht ein. Damit war das Duell endgültig eröffnet: Der eBay-Verkäufer verklagte ihn wegen der fehlenden Angabe der Telefonnummer in der Widerrufsbelehrung. Der Beklagte beantragte die Abweisung der Klage – es handle sich um eine reine Retourkutsche, daher liege Rechtsmissbrauch vor. Das Landgericht (LG) Bochum sah das nicht so und gab im September 2015 dem Kläger recht [3]. Über zwei Jahre später war dieser dann auch in der Berufungsinstanz erfolgreich: Das Oberlandesgericht (OLG) Hamm bestätigte im Novem-



Das Rechtsinstrument der Abmahnung soll Rechtsverletzern eigentlich Gelegenheit geben, teure Gerichtsverfahren zu vermeiden. In der Praxis wird es aber auch gern als Waffe im Konkurrenzkampf eingesetzt. Das Schema eines solchen Vorgangs zeigt die Händlerbund Management AG auf ihrer Website.

ber 2017 die Bochumer Entscheidung [4]. Inzwischen hatten die Parteien den Aspekt des künftigen Unterlassens für erledigt erklärt. Es ging also nur noch um die Erstattung von 745,40 Euro Rechtsverfolgungskosten für die Abmahnung vom 21. Januar 2015 – und darum, wer für die Kosten des Gerichtsverfahrens aufkommen musste.

Telefonkontakt „verfügbar“?

Zu diesem Zeitpunkt war der erste Abmahner schon lange nicht mehr als Verkäufer bei Amazon aktiv – im Dezember 2015 hatte er damit aufgehört. Er wollte aber auch die Niederlage in der zweiten Instanz nicht hinnehmen, sodass der Fall schließlich in der Revision vor dem BGH landete. Die Bundesrichter setzten zwischenzeitlich das Verfahren aus, da der Gegenstand der angeblichen Rache-Abmahnung die Auslegung europäischen Verbraucherrechts betraf. So legten sie dem Europäischen Gerichtshof (EuGH) die Frage vor, ob die Telefonnummer tatsächlich ein notwendiger Teil der Widerrufsbelehrung sei.

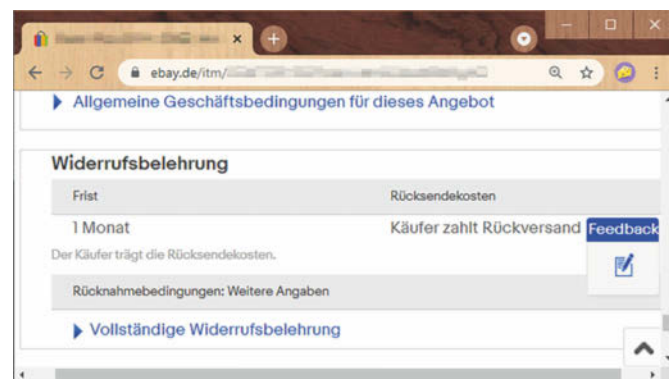
Die Antwort aus Luxemburg: Eine Angabe einer Telefonnummer sei zwar grundsätzlich nicht notwendig. Wenn aber ein Onlinehändler den Anschein erwecke, dass er seine Telefonnummer für Kontakte mit Verbrauchern nutze, dürften die den telefonischen Kontaktweg als „verfügbar“ einstufen. Dann müsse die Telefonnummer auch Bestandteil der Widerrufsbelehrung sein. Durch die Angabe im Impressum hatte der Amazon-Verkäufer wohl genau diesen Anschein erweckt.

Also war der BGH wieder am Zug. Er musste über die Rechtmäßigkeit der als Replik erfolgten Abmahnung und über die Pflicht zur Kostenersatzung entscheiden. Der frühere Amazon-Verkäufer hatte zusätzlich zum Vorwurf des rechtsmissbräuchlichen Verhaltens unter anderem noch ins Feld geführt, es habe gar kein Wettbewerbsverhältnis bestanden. Der eBay-Verkäufer habe nämlich zum Zeitpunkt der Abmahnung keine Gewerbetätigkeit angemeldet gehabt.

Was heißt hier Wettbewerb?

Eine wettbewerbsrechtliche Abmahnung kann nicht jeder aussprechen lassen. Abgesehen von abmahnberechtigten Verbänden ist diese Option Mitbewerbern vorbehalten. Dem Ex-Amazon-Anbieter zufolge habe der andere sich aber bei dessen Rückschlag-Abmahnung vom 21. Januar 2015 nur fälschlich als Mitbewerber ausgegeben:

Wer als Unternehmer etwas online an Verbraucher verkauft, kann es mit den Vorschriften gar nicht genau genug nehmen.



Erst zum 1. April 2015 habe der Prozessgegner tatsächlich ein Gewerbe für den Handel mit Druckerzubehör angemeldet.

Dabei hatten doch eBay-Auktionen des späteren Klägers im Dezember 2014 und am 11. Januar 2015 bereits die erste Abmahnung ausgelöst und somit den Stein ins Rollen gebracht. In der Berufungsinstanz hatte der frühere Amazon-Verkäufer behauptet, tatsächlich habe damals der Bruder seines Prozessgegners die versteigerten Produkte bei eBay vertrieben und nicht dieser selbst. Ob das tatsächlich so war, brauchte der BGH nicht mehr zu untersuchen: Die erst vor dem OLG vorgebrachte Erklärung des Ex-Amazon-Anbieters war schlichtweg zu spät gekommen.

Grundsätzlich ist es klug, im Zivilprozess eine Faustregel zu beherzigen: Trage sämtliche Tatsachen und Einwendungen, die dem eigenen Ansinnen nützen, schon in der ersten Instanz vor. Ausnahmen sind nur selten gerechtfertigt – etwa wenn Tatsachen wirklich erst nach dem erstinstanzlichen Urteil bekannt geworden sind. So blieb aber auch im Fall des Abmahnduells der BGH beim üblichen Beweisgrundsatz: Jeder muss die Tatsachen beweisen, die für seine Position sprechen. Was man in der ersten Instanz nicht bestreitet, kann später zugunsten des Prozessgegners sprechen – auch wenn der es nur behauptet und nicht bewiesen hat. Somit reichte den Bundesrichtern die Tatsache aus, dass der eBay-Verkäufer schon vor dem 1. April 2015 von einem „gewerblichen“ Account aus Toner verkauft hatte. Sie gingen also von einem Wettbewerbsverhältnis aus. Was noch blieb, war letztlich die Kernfrage, ob die strittige Abmahnung rechtsmissbräuchlich erfolgt war oder nicht.

Missbrauchtes Recht

Ein klassisches Beispiel für rechtsmissbräuchliches Handeln sind Abmahnungen, die vor allem dazu dienen, gegenüber dem

Abgemahnten einen Anspruch auf Kostenersatz entstehen zu lassen. Erst wenn diese sachfremden Ziele den inhaltlichen Anlass der Abmahnung überwiegen, verhält der Abmahner sich rechtsmissbräuchlich.

Gegen ein missbräuchliches Verhalten sprach nach Ansicht des Gerichts ausgerechnet der Vorschlag im Schreiben vom 21. Januar 2015, dem zufolge die Parteien einfach bloß die wechselseitig gerügten Verstöße einstellen und in Zukunft zunächst ohne kostenträchtige Abmahnungen auskommen sollten. Dabei wäre kein Geld geflossen, solange nicht einer der Beteiligten hartnäckig an einem gerügten Verstoß festgehalten hätte.

Alles in allem erklärte der BGH die angebliche Rache-Abmahnung für berechtigt und traf auch die damit zusammenhängende Kostenentscheidung zulasten des früheren Amazon-Verkäufers.

Wasserdicht? Wirklich?

Unterm Strich bleiben ein paar Einsichten, die fast banal wirken: Verbraucherschützende Informationspflichten rund um den Widerruf können tückisch sein. Wer glaubt, seine eigenen Widerrufsbelehrungen und Impressen gäben für hinreichend gut motivierte Suppenhaarsucher nicht genug Stoff zum Abmahnen her, kann sich schnell irren. Und eine Gelegenheit, sich mit einem Anspruchsgegner ebenso geräuscharm wie billig zu einigen, sollte man nicht leichtfertig verstreichen lassen. Sonst gibt es am Ende einen Prozessmarathon, nach dem man schlechter dasteht als zuvor.

(psz@ct.de) **ct**

Literatur

- [1] Ronny Jahn, Zurück an den Absender, Änderungen des Widerrufsrechts im Online-Handel, c't 12/2014, S. 148
- [2] BGH, Urteil vom 21.1.2021, Az. I ZR 17/18: heise.de/s/bggq8
- [3] LG Bochum, Urteil vom 9.9.2015, Az. I-13 O 85/15: heise.de/s/p6mZ
- [4] OLG Hamm, Urteil vom 21.11.2017, Az. 4 U 145/15

Tipps & Tricks

Sie fragen – wir antworten!

Windows-Diagnosedaten: Wer war das?

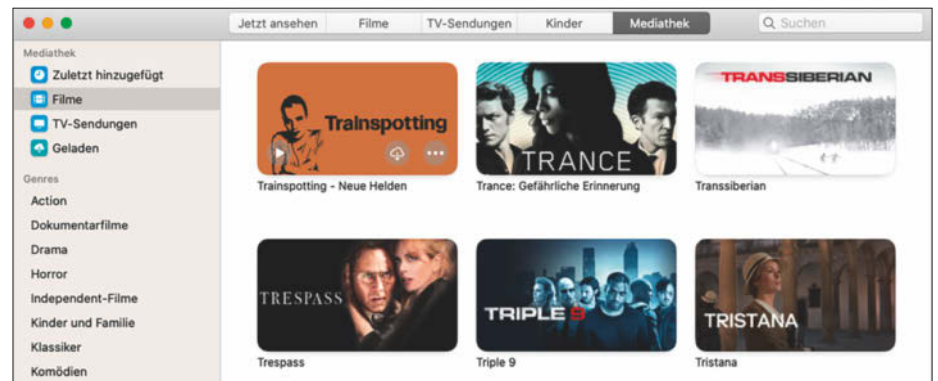
? Nachdem ich eine frische Windows-10-Home-Edition installiert habe, überrascht mich Windows mit einer Meldung, dass „Windows-Diagnosedaten“ auf „Erforderlich“ festgelegt wurden, und zwar „von Ihrem Administrator oder Ihrer Organisation“. Mein Rechner ist aber privat und der einzige Nutzer und damit der Admin bin ich selbst. Wer also war das? Muss ich davon ausgehen, dass mein Windows durch einen Schädling infiziert ist?

! Nein, diese Meldung ist zwar irreführend, aber normal. Während der Installation versucht der Setup-Prozess um Erlaubnisse unter anderem zu „Spracherkennung“, „Standort“, „Mein Gerät suchen“ und so weiter. Wenn Sie dabei immer nur auf den unteren, ablehnenden Auswahlpunkt klicken, geht schnell unter, dass Sie dabei im weiteren Verlauf auch den „Umfang der Diagnosedaten“ konfigurieren. Mit anderen Worten: Der Administrator, der hier etwas festgelegt hat, sind tatsächlich Sie selbst. Das wahre Problem hier ist also bloß, dass Microsoft daran gescheitert ist, die Meldung verständlich zu formulieren – wobei man zusätzlich diskutieren könnte, ob die Meldung nicht ohnehin überflüssig ist. (axv@ct.de)

Filmklau im Apple Store?

? Vor ein paar Monaten habe ich die Filme „Trainspotting“ und „Black Book“ bei Apple online gekauft. Die Filme sind mittlerweile aus dem Shop verschwunden. Wenn ich sie in der TV-App in meiner Mediathek suche, tauchen sie nicht mehr auf. Hat Apple mir die gekauften Filme gestohlen?

! Aufgrund komplizierter (Nutzungs-) Rechte kann es passieren, dass Filme nach einiger Zeit wieder aus dem Kauf-



Wenn Filme wie „Trainspotting“ aus dem Angebot von Apple verschwinden, sind sie nach einem Kauf weiterhin in der Mediathek abrufbar.

oder Mietangebot von Apple TV oder der TV-App verschwinden. Das passiert häufiger bei europäischen Filmen, die von kleinen Firmen vertrieben werden. Nach dem Kauf sind die Filme aber weiterhin in Ihrer Mediathek abrufbar – sowohl als Stream als auch zum lokalen Download über die TV-App. Allerdings müssen Sie dazu durch Ihre Mediathek scrollen und die Filme direkt anwählen. Bei Suchanfragen werden die Filme hingegen nicht mehr angezeigt, da sich die Suche offenbar auf das Angebot im Store und nicht auf die tatsächlich verfügbaren Filme in der Mediathek bezieht. (hag@ct.de)

Gnome-Shell schließt sich nicht mehr

? Nach dem Update auf Gnome 40 lässt sich zunächst zwar ein Programm starten, sobald ein Druck auf die Super-Taste aber die Gnome-Shell öffnet, lässt diese sich nicht mehr schließen. Es ist nicht einmal möglich, zum bereits offenen Fenster zurückzukehren.

! Manche Extensions werden bei Gnome-Updates nicht deaktiviert, obwohl sie noch nicht an die neue Version angepasst sind. Meist funktioniert dann

nur diese Extension nicht mehr richtig, in seltenen Fällen bringt die Inkompatibilität aber die ganze Gnome-Shell aus dem Tritt.

Ein radikaler, aber funktionierender Weg, das Problem aus der Welt zu schaffen, besteht darin, den gesamten Inhalt von `~/.local/share/gnome-shell/extensions/` zu löschen. Danach können Sie die Erweiterungen von [gnome.extensions.org](https://extensions.gnome.org) einzeln wieder installieren, um herauszufinden, welche genau die Gnome-Shell torpediert hat. (pmk@ct.de)

iOS-Ausnahmeregel für Mail-Zertifikat

? Ich nutze ein Billig-Mailkonto, das zwar den IMAP- und SMTP-Verkehr per TLS verschlüsselt, dessen Anbieter aber leider ein generisches Zertifikat für viele verschiedene SMTP-Server einsetzt, sodass es streng genommen ungültig ist und die Mailprogramme den Verbindungsaufbau verweigern. Nun kann ich dafür auf einem Desktop-Mailclient problemlos eine Ausnahmeregel eintragen und komme so an meine Mails. Aber iOS gibt mir keine Chance, sondern zeigt nur an, dass das Zertifikat nicht vertrauenswürdig ist. Kann man in iOS überhaupt eine geeignete Ausnahmeregel einrichten?

! Ja, und das ist so schwer nicht. Laden Sie unter macOS oder Linux zunächst das Zertifikat Ihres SMTP-Servers herunter. Das geht beispielsweise mit diesem OpenSSL-Befehl:

```
openssl s_client -showcerts ↵
↳-connect smtp.example.com:25 ↵
↳starttls smtp ↵
↳</dev/null 2>/dev/null | ↵
↳openssl x509 -outform PEM ↵
↳ example.pem
```

Setzen Sie statt `smtp.example.com:25` und `example.pem` jeweils den Domainnamen und Port Ihres SMTP-Servers ein. Bringen Sie dann die PEM-Datei auf das iOS-Gerät. Das geht am einfachsten, indem Sie sie an ein anderes Mailkonto versenden, das auf dem iOS-Gerät funktioniert. Falls Sie dafür ein neues anlegen wollen, können Sie einen Freemailer wie GMX oder Web.de verwenden.

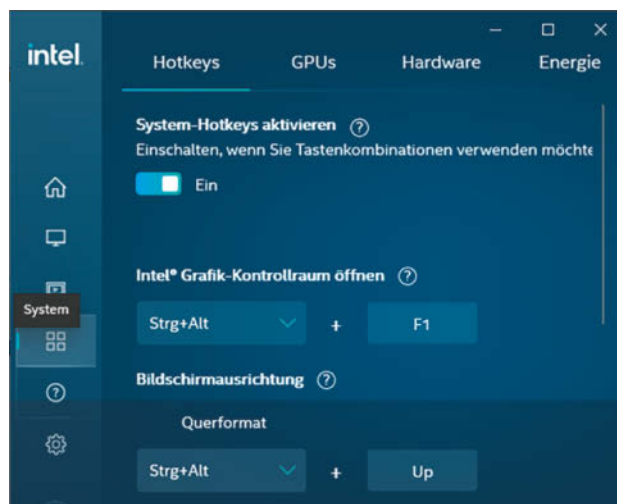
Öffnen Sie dann die betreffende Mail und tippen Sie auf die PEM-Datei. iOS schreibt sie dann schon mal auf das Dateisystem, von wo aus das Zertifikat über die Einstellungen installiert werden muss. Öffnen Sie also die Einstellungen und den Bereich Allgemein. Tippen Sie ganz unten auf den Eintrag Profil. Dort sollte nun das Zertifikat Ihres Mailanbieters stehen. Tippen Sie auf Installieren und folgen Sie den Anweisungen, in deren Folge man mehrfach bestätigen muss, dieses Zertifikat installieren zu wollen. Wenn alles geklappt hat, wird es am Ende als „Konfigurationsprofil“ aufgeführt.

Stellen Sie sicher, dass in Einstellungen/Mail/Accounts die Zugangsdaten inklusive Username, Passwort, Port und Domainnamen für Ihr Mailkonto korrekt eingetragen sind. Beenden Sie anschließend das Mailprogramm und starten Sie es neu, damit es die Einstellungen übernimmt. Anschließend sollte iOS das inkorrekte TLS-Zertifikat nutzen und die Mailverbindung aufbauen können. (dz@ct.de)

Intel-Grafik dreht durch

? Seit einiger Zeit dreht sich der Windows-10-Desktop an meinem Notebook schon, wenn ich anstelle der eigentlichen Hotkey-Kombination Strg+Alt+Runter nur den Pfeil nach unten drücke. Das nervt nicht nur, weil die Taste doch häufiger genutzt wird, sondern auch, weil das Umschalten jedes Mal ein paar Sekunden

Der „Grafik-Kontrollraum“ von Intels Grafiktreiber kontrolliert im „System“-Bereich die Hotkeys für die Bildschirmausrichtung.



kosten. Wie kann ich das alte Verhalten wiederherstellen?

! Rufen Sie dazu den Hotkey-Manager des Intel-Grafiktreibers auf. Sie finden ihn, indem Sie im Windows-Startmenü „Intel“ eingeben und dann das Intel Grafik-Kontrollzentrum aus den Suchergebnissen anklicken. Dort klicken Sie auf „System“ und deaktivieren die Hotkeys oder setzen die Einstellungen komplett auf den Werkszustand zurück. Melden Sie sich ab und wieder an, um die Einstellungen zu übernehmen. Wenn Sie nun einzelne Hotkeys wieder nutzen wollen, aktivieren Sie die Hotkeys wieder und weisen Sie den Funktionen die gewünschten Tastenkombinationen erneut zu. (csp@ct.de)

Windows: Liste der Kommandozeilenbefehle

? Wenn ich unter Windows in einer Eingabeaufforderung `help` eintippe, erhalte ich eine Liste von Befehlen. Am Ende steht der Hinweis „Weitere Informationen finden Sie in der Befehlszeilenreferenz der Onlinehilfe.“ Doch wo ist die?

! Sie finden via ct.de/ysdm zwei Links: Eine zur englisch- und eine zur deutschsprachigen Befehlszeilenreferenz. Dort gibt es eine alphabetisch sortierte Liste der Befehle. Jeder einzelne ist anklickbar, Sie landen dann in den Details zu dem jeweiligen Befehl.

Beachten Sie, dass die deutschsprachige Referenz maschinell aus dem Englischen übersetzt wurde – sofern Ihre Englischkenntnisse ausreichend sind, verwenden Sie besser die Originalreferenz. Sie

können die deutsche Referenz zwar oben per Schieberegler auf Englisch umschalten, landen dann aber beim Anklicken von Links trotzdem jeweils auf den deutschen Übersetzungen.

Falls Sie die Referenz offline nutzen wollen: Ganz unten links finden Sie auf den beiden Referenz-Seiten einen Link zum Download als PDF. (axv@ct.de)

Windows-Kommandozeilenbefehle
ct.de/ysdm

Dynamische Tabellen in PowerPoint

? Tabellen, die ich in PowerPoint mit der Funktion „Tabelle Einfügen“ importiert habe, lassen sich im Präsentationsblatt nicht sortieren. Gibt es dafür eine Abhilfe?

! Ja. Sie dürfen die Tabelle dafür aber nicht als solche einfügen, sondern betten sie mit der im Screenshot markierten Schaltfläche als Objekt ein. Beim Klick auf diese Kachel öffnet sich ein Dialog, in dem Sie „Microsoft Excel-Arbeitsblatt“ aus-

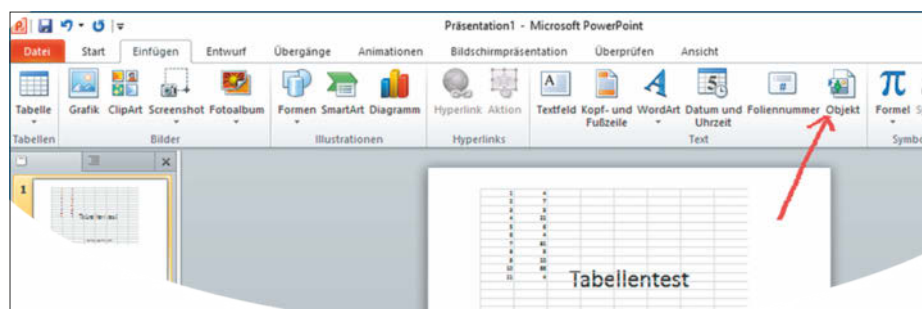
Fragen richten Sie bitte an

hotline@ct.de

[c't Magazin](https://www.facebook.com/ctMagazin)

[@ctmagazin](https://twitter.com/ctmagazin)

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter www.ct.de/hotline.



Durch den Import als Objekt lassen sich MS-Office-Inhalte dynamisch in ein PowerPoint-Blatt einbetten.

wählen. Daraufhin fügt PowerPoint eine leere Tabellenansicht in das aktuelle Präsentationsblatt ein. Dorthin übernehmen Sie die gewünschten Daten per Copy & Paste aus Ihrer Quelle. Beim Klick auf die Tabelle im PowerPoint-Blatt erscheint dann zusätzlich ein Excel-Ribbon, mit dem Sie die gewünschten Funktionen – auch zum Sortieren – auf die eingebettete Tabelle anwenden können. (hps@ct.de)

Schnelle SSD anstatt RAM?

? Wäre es nicht schlauer, einen PC mit vergleichsweise wenig Arbeitsspeicher auszustatten und das gesparte Geld stattdessen in eine schnelle PCIe-SSD zu investieren, auf der die Auslagerungsdatei liegt? Da letztere viel größer sein kann als die heute übliche RAM-Menge, müsste das doch ähnlich performant sein.

! Moderne PCIe-4.0-SSDs im M.2-Format erreichen beim linearen Lesen rund 7 GByte/s und sind damit in der Tat nicht mehr so weit von den rund 50 GByte/s heutigen Arbeitsspeichern (DDR4-3200, Dual-Channel) entfernt. In der Praxis spielt aus Sicht des Prozessors aber die Latenz insbesondere bei zufälligen Zugriffen eine viel wichtigere Rolle. Dabei handelt es sich um die Reaktionszeit von der Anforderung bis zur Ankunft der benötigten Daten.

Latenzen im Vergleich

Zugriff auf ...	Latenz	skalierte Latenz
CPU (1 Taktzyklus)	0,3 ns	1 Sekunde
Level-1-Cache	0,9 ns	3 Sekunden
Level-2-Cache	3 ns	10 Sekunden
Level-3-Cache	10 ns	33 Sekunden
Arbeitsspeicher	100 ns	6 Minuten
Solid-State Disk	10 bis 100 µs	9 bis 90 Stunden
Festplatte	1 bis 10 ms	1 Monat bis 1 Jahr

In der unten stehenden Tabelle haben wir die Latenzen für typische Bestandteile eines Rechners im Vergleich zu einem Taktzyklus des Prozessors aufgelistet. Weil das menschliche Gehirn Probleme hat, sich besonders kleine oder große Zahlen vorzustellen, haben wir die Latenzen auf alltagsnahe Zeiträume skaliert. Daran lässt sich leicht ablesen, dass SSDs aus CPU-Sicht extrem träge reagieren und deshalb kein performanter Ersatz für RAM sind. (chh@ct.de)

Audible-Hörbücher offline sichern

? Ich nutze seit einiger Zeit den Hörbuchdienst Audible. Die Hörbücher kann man nach Kauf auf der Speicherkarte des Smartphones ablegen. Ich möchte den Dienst gerne kündigen und die bisher gezahlten Hörbücher auf meinen PC übertragen. Nur finde ich die Dateien nicht auf meiner Speicherkarte. Sind die vielleicht versteckt?

! Der Umweg über das Smartphone ist nicht nötig. Es gibt eine Audible-App für Windows 8 und Windows 10, mit der Sie die Hörbücher auf dem PC streamen können. Dort können Sie gekaufte Hörbücher auch herunterladen. Dazu wählen Sie in der Bibliothek der Audible-App im Kontextmenü des gewünschten Buchs die Option „Download“. Unter Windows 7 müssen Sie den etwas älteren Audible Manager bemühen. Audible spuckt eine AAX-Datei aus. Es gibt viele kostenlose Tools, die die AAX-Dateien anschließend ins praktischere MP3-Format umwandeln. Zu den vertrauenswürdigen gehören die Audiotool Audacity und der VLC Media Player.

Eine Alternative sind deutschsprachige Buchhändler wie bucher.de, Hugen-

dubel oder Thalia. Dort bekommen Sie exakt wie beim Amazon-Dienst Audible für knapp 10 Euro im Monat je ein Hörbuch monatlich im Abo. Dies können Sie mit dem Tolino-Player streamen und anders als bei Audible direkt als MP3-Datei herunterladen. (akr@ct.de)

LG-Fernbedienung verweigert Cursor-Steuerung

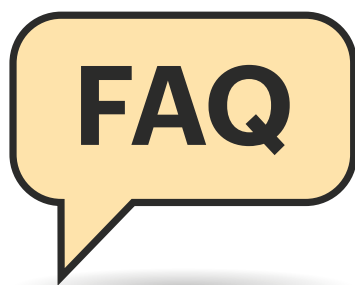
? Unser OLED-Fernseher von LG ist erst vier Monate alt, nun bockt die „Magic Motion“-Fernbedienung: Zwar erscheint weiterhin das rötliche Cursormsymbol auf dem Bildschirm, aber es lässt sich nicht mehr durch Bewegungen der Fernbedienung steuern. Gibt es Abhilfe?

! Oft hilft es, die Kopplung zwischen Fernbedienung und TV-Gerät zu trennen und dann erneut herzustellen. Dazu drücken Sie bei laufendem Fernseher die Fernbedienungstasten „Home“ (Haus-Symbol) und „Zurück“ (Pfeilsymbol/Back) gleichzeitig für mehrere Sekunden, bis auf dem TV-Schirm der Hinweis erscheint, die Verbindung sei getrennt.

Zum erneuten Koppeln von Fernbedienung und TV-Gerät genügt anschließend ein Druck auf die Taste „OK“, also das Drücken des Scrollrads in der Mitte des runden Vierwegeschalters. In unserem Fall funktionierte die magische Cursorsteuerung allerdings erst wieder, nachdem wir den Fernseher einmal aus- und wieder eingeschaltet hatten. (ciw@ct.de)



LG-Fernseher mit „Magic Motion“-Fernbedienung lassen sich durch Bewegungen der Fernbedienung steuern, doch manchmal klemmt.



Videochat via TV

Wer mit Freunden und Familie per Videochat in Verbindung bleiben will, möchte nicht unbedingt weiter am Notebook hocken. Auf Fernsehern oder mit smarten Displays bekommt man das auch hin.

Von Sven Hansen

Skype Adieu

? Ich habe ein etwas älteres Smart-TV mit Webcam und Skype-App. Leider bekomme ich die nicht zum Laufen. Was kann ich tun?

! Skype hat nach der Übernahme durch Microsoft die Unterstützung für TV-Geräte eingestellt. Selbst wenn die App auf den Geräten noch zu sehen ist, lässt sie sich leider nicht mehr einsetzen. Wer über ein TV-Gerät skypen möchte, muss daher einen Rechner nutzen und ihn per HDMI mit dem TV verbinden.

Die einfache Wahl

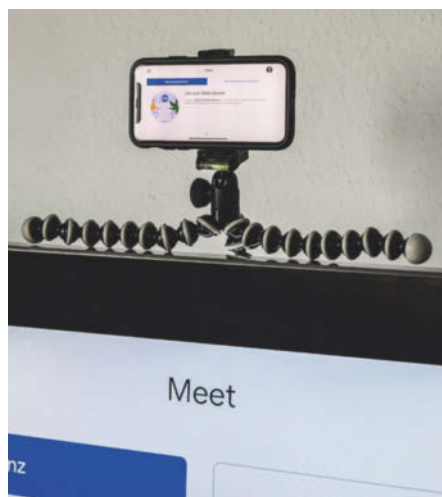
? Mein Vater möchte eine möglichst einfache Lösung haben, um mit uns über seinen Fernseher per Video in Kontakt zu bleiben.

! Den einfachsten Weg zum privaten Videochat am TV bieten derzeit Fernseher mit Google-TV-Oberfläche, wie es sie etwa von Philips und Sony zu kaufen gibt. Eigentlich ist Amazons Kommunikations-System am einfachsten zu bedienen, man kann es derzeit allerdings nur auf Echo-Show-Displays mit Diagonalen bis maximal 10 Zoll direkt nutzen. Per HDMI extern angeschlossene Sticks helfen in diesem speziellen Fall nicht weiter, da die technische Hürde bei der Wahl der richtigen TV-Quelle schon zu hoch sein könnte.

Webcam-Wahl

? Ich habe einen vernetzten Fernseher mit Google TV. Welche Webcam kann ich für die Videotelefonie einsetzen?

! Im c't-Labor erkannte eine zufällige Auswahl von 8 aktuellen TV-Geräten problemlos das Standard-Modell C920



Apples FaceTime bekommt man nur mit besonderen Klimmzügen auf den Fernseher. Ein iPhone als Webcam kann das Videobild des Gegenübers per Airplay oder HDMI-Kabel auf den Schirm bringen.

von Logitech sowie zwei Low-Budget-Alternativen von Aukey und Licyley aus unserem Webcam-Test in c't 20/2020 auf Seite 76. Nutzer berichten in Foren eher von Problemen mit neueren 4K-Kameras. Im Zweifelsfall sollte man daher zu einer Standard-Webcam mit Full-HD-Auflösung greifen.

Saurer Apfel

? Ich nutze für den Videochat FaceTime auf meinem iPhone. Kann ich das auch irgendwie aufs TV bekommen?

! Apples FaceTime-Telefonie bekommt man nur über Umwege auf den Fernseher. Apple stellt weder entsprechende Hardware bereit noch öffnet es sein System für Drittanbieter. Am Apple TV lässt sich keine Webcam betreiben. Als Ausweg bleibt auch hier nur, einen Rechner mit macOS am TV anzuschließen. Bei AirPlay-fähigen TVs kann man zumindest die

Videoausgabe eines iPhones oder iPads umleiten, während man FaceTime nutzt.

Videochat über TV-Sticks

? Welche Möglichkeiten gibt es, die Videotelefonie bei einem älteren TV-Gerät nachzurüsten?

! Am einfachsten gelingt die Nachrüstung mit den HDMI-Sticks von Google oder der Telekom. Auf dem Chromecast-TV beziehungsweise dem MagentaTV-Stick lässt sich Googles Duo-App zur Videotelefonie über den Play Store installieren. Der Telekom-Stick kommt bereits mit einer USB-Perle, um eine Webcam direkt anzuschließen. Beim Chromecast TV braucht man zusätzliche Adapter, um die Webcam über einen USB-C-Hub anzuschließen.

Das namenlose Videochatsystem von Amazon, das auch auf den smarten Displays der Echo-Show-Serie zum Einsatz kommt, holt man sich über den Fire TV Cube auf ältere Fernseher. Der Cube hat bereits einen Micro-USB-Anschluss, über einen USB-OTG-Adapter lässt sich darüber auch eine Webcam betreiben.

Amazons Betriebssystem

? Ich habe mir einen Fernseher mit Amazons Fire OS gekauft. Lässt er sich für die Videotelefonie nutzen?

! Technisch wäre das kein Problem, da die TV-Geräte den passenden USB-Anschluss für die Kamera von Haus aus mitbringen. Zum derzeitigen Zeitpunkt sieht die von Amazon bereitgestellte Fire OS-Version allerdings keine Videotelefonie vor. Das System erkennt zwar, dass Hardware angeschlossen wurde, gibt die Videofunktionen jedoch nicht frei. Ob und wann sich das ändert, konnte uns Amazon auf Nachfrage nicht sagen. (sha@ct.de)



Sebastian Conrad

Angular programmieren für Einsteiger

Der leichte Weg zum Angular-Experten

BMU, Landshut 2020

ISBN 978-3966450508

454 Seiten, 27 €

(Taschenbuchausgabe: 20 €, PDF-/Epub-/Kindle-E-Book: 5 €)

Bergpfad zum dynamischen Webprojekt

Als quelloffenes Framework für die Entwicklung von Webanwendungen hat Angular sich nicht zuletzt im industriellen Bereich etabliert. Sebastian Conrad zielt auf Lernwillige mit Durchhaltevermögen.

Angular verlangt Neulingen einiges ab. Das spiegelt sich im Aufbau des Buches wider, das den Anspruch erhebt, vom Leser keine Vorkenntnisse in Bezug auf das Framework zu erwarten. Es ist aber gut, für die Lektüre mit HTML, CSS und JavaScript vertraut zu sein.

Bis Conrad eine erste „Hello, world“-Anwendung präsentiert, führt er seine Leser auf knapp 130 Seiten in die Grundlagen ein. Dabei stellt er wichtige Konventionen und Verzeichnisstrukturen vor, markiert zudem Unterschiede zwischen JavaScript und TypeScript. Im weiteren Verlauf dient eine E-Commerce-Anwendung, die typische Arbeitsabläufe und die Kernbestandteile von Angular zeigt, als durchgängiges Beispiel.

Im Mittelpunkt jedes Angular-Projekts stehen Komponenten, die den Aufbau aller Seiten einer Webanwendung repräsentieren. Sie implementieren Design und Geschäftslogik. Dabei bilden sie eine eher statische Sicht des Systems ab; für die Dynamik sind Direktiven zuständig. Diese modifizieren das Document Object Model (DOM) und bewirken, dass sich Dinge im Browserfenster ändern. Anwendungen können mit ihrer Hilfe etwa Elemente entfernen oder einfügen. Der Autor erläutert ausführlich, wie das funktioniert, und erklärt zudem die Angular-Services, die globale Logik und Datenstrukturen für Komponenten und Direktiven bereitstellen.

Wer diese Konzepte verinnerlicht hat, kann sich den spezielleren Aspekten von Angular widmen. Dazu gehören Module, die Koordination asynchroner Funktionen mit Observables und die Navigation mithilfe des Routings. Wichtig sind auch Formularfunktionen und Pipes zur Transformation von Daten.

Angular ist in der jetzigen Form seit fünf Jahren mit abwärtskompatiblen Versionen im Einsatz; seit April heißt die Versionsnummer 11.2.9. Conrad orientiert sich an Version 8, die 2019 erschien. Die vermittelten Konzepte bleiben aber relevant. Das Buch erfüllt seinen Zweck als referenztauglicher Leitfaden gut. Jedes Kapitel enthält Übungen und deren Lösung, um das Behandelte zu vertiefen. Käufer der gedruckten Ausgaben bekommen das E-Book kostenlos; die Beispielcodes sind über GitHub zugänglich.

(Maik Schmidt/psz@ct.de)

Rollende Datenschleudern

Wem gehören die Informationen, die Autos über sich und ihre Fahrer ausplaudern? Mit ihrem Sammelband zum heiß umstrittenen Thema liefert die Stiftung Datenschutz lesenswerte Beiträge zu einer wichtigen Diskussion.

Die Autoren, die zu Wort kommen, verteilen sich über ein breites Fachspektrum von Rechts- und Politikwissenschaft bis zur medizinischen Radiologie. Manche arbeiten für Autohersteller wie Volkswagen und Daimler, andere vertreten die Sicht von Versicherern, sind beim TÜV Rheinland tätig, beim Bundesverkehrsministerium (BMVI) oder in der akademischen Forschung. Somit versammelt das Buch eine Vielzahl von Perspektiven in einer ansonsten oft juristendominierten Diskussion.

Klaus Alpmann, verantwortlich für den Datenschutz im VW-Konzern, beschreibt anschaulich, wie sein Haus die DSGVO-Bestimmungen umsetzt. Dabei kritisiert er allerdings deren vielfältige Auflagen. Alpmann sieht im Datenschutz nicht zuletzt eine Bremse für die Digitalisierung.

Roland Goetzke und Christopher Kaan, beide Referenten im BMVI, werfen einen Blick in die Zukunft: Daten aus Fahrzeugen könnten den Verkehr von morgen sicherer, sauberer und komfortabler machen. Gerade deswegen dürften diese nicht als Eigentum begriffen werden, damit nicht bloß wenige große Akteure im Automobilmarkt profitieren.

In einem schwächeren Aufsatz philosophiert Manfred Heiss, Geschäftsführer der MyAutoData GmbH, über große Linien der Automobilindustrie. Seine Vision: eine private Datenplattform, gegründet von gleichgesinnten Autobesitzern, die damit selbst bestimmen könnten, welches Unternehmen welche Daten zu welchem Zweck bekommt.

Erfrischend ausgewogen sticht schließlich der für das Buch namensgebende Beitrag von August Markl hervor, dem Präsidenten des ADAC. Er bietet einen knackigen Einstieg ins Thema Datenschutz und behandelt auch praktische Gegenwartsfragen: So taugen sogar datenschutzwidrig erfolgte Dashcam-Aufzeichnungen für Beweis Zwecke im Zivilprozess. Darin sieht Markl einen Widerspruch. Widersprüchlich findet er auch das Verhalten von Verbrauchern, die einerseits hohe Datenschutzstandards fordern, andererseits aber nur zu gern mit ihren personenbezogenen Daten für digitale Dienste bezahlen.

Der Band liefert zu den aufgeworfenen Fragen keine abschließenden Antworten. Er bildet aber pointiert und kompetent den Diskussionsstand ab.

(Niklas Mühleis/psz@ct.de)



Stiftung Datenschutz (Hsg.)

Datenschutz im vernetzten Fahrzeug

(DatenDebatten, Band 4)

Erich Schmidt, Berlin 2020

ISBN 978-3503187546

208 Seiten, 44 €

(PDF-/Kindle-E-Book: 40 €)

Die Online-Konferenz von Heise und JFrog

DevOps im Unternehmen

Zeitgemäße DevOps-Tools und Techniken meistern

16. JUNI 2021

In der Online-Konferenz von Heise und JFrog lernen Sie von erfahrenen DevOps-Praktikern, wie auch Sie die Vorteile von DevOps in Ihrem Unternehmen nutzen und Ihre Entwicklungsprozesse auf das nächste Level heben können – egal ob mit einer besseren Zusammenarbeit, Serverless Computing, DevSecOps- oder GitOps-Techniken.

Auszug aus dem Programm:

KEYNOTE: The Singularity is Here: Are Your Deployments Ready?

Stephen Chin, JFrog

Automatisierung der Infrastruktur mit GitOps

Nicholas Dille, Haufe Gruppe

Der Serverless-Survival-Guide

Lars Röwekamp, open knowledge

Expedition in die Welt der Service-Meshes

Roman Seyffarth, codecentric

JETZT ANMELDEN

konferenzen.heise.de/devops-im-unternehmen



Bis 28. Mai noch 20% Frühbucherrabatt sichern!



DAS RÄTSEL DER QUALIA

VON ULF FILDEBRANDT

Stille umgab Declan, den Expeditionsleiter. Die Lichter auf den Bildschirmen der Landefähre flackerten, aber er hatte die Augen halb geschlossen und wartete.

„Wir sind durch“, rief Morgan. Sie wandte sich zu ihm um und ein Lachen zeigte sich auf ihrem Gesicht. Ihre schwarzen Haare hatte sie mit einem Haarband zusammengebunden und in der geringen Schwerkraft wippten sie langsam auf und ab. „Tiefe: 4870 Meter.“

„Die Wissenschaftler hatten recht“, erwiderte Declan. Am Südpol des Enceladus war die Eisschicht dünner als an jeder anderen Stelle dieses Mondes. Über ihnen hing die beherrschende Scheibe des Saturn. Die Ringe glitzerten im Schein der fernen Sonne.

„Setz die Drohne aus“, befahl Declan. Er erhob sich von seinem Stuhl und bewegte sich auf Morgan zu. Nach der langen Reise in der Schwerklosigkeit behinderte ihn die geringe Schwerkraft mehr, als dass sie ihm half. Enceladus besaß gerade einmal ein Prozent der Erdgravitation.

Am liebsten wäre er im Orbit geblieben und hätte auf die Ergebnisse der Drohnen gewartet. Doch die Expeditionsleitung auf der weit entfernten Erde hatte darauf bestanden, dass Menschen vor Ort waren.

„Drohne E-1 unterwegs“, meldete Morgan. Sie schaute auf den Bildschirm, der nur vollkommene Schwarze zeigte. An den Rändern wurden Texte in grüner Schrift eingeblendet. Der Tiefenmesser der Drohne meldete immer neue Werte.

Declan trat hinter sie und betrachtete, wie sich die Drohne von der Bohröffnung entfernte. Nur ein schmales Kabel verband den Apparat noch mit der Landefähre. Die Drohne war das erste von Menschen geschaffene Objekt, das in den Ozean von Enceladus vorstieß. Niemals zuvor war ein Mensch hier gewesen.

Plötzlich flackerte ein Licht auf dem Bildschirm. Declan stürzte nach vorn und stützte sich auf dem Instrumentenbrett ab. Mit weit aufgerissenen Augen starrte er auf den Monitor. Hinter ihm erklangen schnelle Schritte. Auch ohne hinzuschauen, wusste Declan, dass Eric die Zentrale betrat. Der Exobiologe ihrer Expedition fieberte seinem Einsatz entgegen.

„Vielleicht gibt es was für dich zu tun“, flüsterte Morgan und tippte auf einem Tablet herum. Das Bild wechselte und die Aufzeichnung des Phänomens wurde wiederholt. Es war wirklich ein Lichtblitz gewesen, aber leider viel zu weit entfernt, um Einzelheiten zu erkennen.

„Das Radar sagt“, meldete Morgan, „dass sich in drei Kilometer Entfernung etwas befindet.“

Der erste Kontakt mit einer fremden Spezies zeigt, ob ein Forscher wirklich unvoreingenommen ist. Erwartungen und Erfahrungen verstellen den Blick für das völlig Andersartige. Wie würde wohl ein intelligentes Computersystem, das einen Menschen kennenlernt, diesen beschreiben?

„Steuere die Drohne hin“, ordnete Declan an.

Morgan nickte kurz und gab etwas auf dem Tablet ein. Das Bild blieb weiterhin schwarz, aber die eingeblendeten Daten änderten sich.

Wieder flammte das Licht auf, dieses Mal deutlich heller. Es war ein irisierendes Grün, wie Declan es von manchen chemischen Reaktionen kannte.

„Was leuchtet da?“, fragte er.

„Zu wenig Daten“, meldete Morgan. „Die Drohne bewegt sich, so schnell sie kann.“

Die Augenblicke dehnten sich zu Ewigkeiten. Sie hatten auf der Reise von der Erde zum Saturn fast ein Jahr in ihrem Raumschiff verbracht, doch jetzt schien ihm jede Sekunde zu viel zu sein.

Das Licht flammte erneut auf, aber dieses Mal verschwand es nicht wieder. Wie ein Leuchtturm wies es der Drohne den Weg. Ein seltsames Gefühl ergriff Declan. Sollte der Schein eine Einladung sein?

„Noch hundert Meter“, flüsterte Morgan. Sie wandte sich dem Tablet zu, um ein paar Eingaben zu machen.

„Da“, rief Eric. Die blauen Augen des Exobiologen funkelten voller Leidenschaft. „Ich kann es sehen.“

Voller Staunen fixierte Declan das Bild, das sich ihm bot. Das Wesen auf dem Bildschirm schien in mancher Hinsicht einem irdischen Meeresbewohner zu ähneln, aber gleichzeitig war es auch ganz anders. Es besaß einen halbkugelförmigen Körper, aus dessen abgeflachter Seite unzählige Fäden heraustreten. Sie bewegten sich langsam, bogen sich und deuteten in Richtung der Drohnenkamera.

„Eine Qualle“, stieß Eric hervor.

✱ ✱ ✱

Das Objekt auf dem Bildschirm schwebte auf und ab. Wie in einem Tanz bewegten sich die Tentakel; mal kamen sie der Kamera näher, mal entfernten sie sich wieder.

Auf der Oberfläche der Qualle entstanden farbige Muster, die aus sich heraus leuchteten. Langsam wechselten die Farben von einem düsteren Rot zu einem hellen Gelb, dann weiter zu einem aquamarinartigen Blau. Ein endloser Reigen von Farben irrlichterte über das Wesen, das vor der Drohne schwamm.

„Sind die Farben eine Form der Kommunikation?“, fragte Declan.

Morgan lachte auf. „Vielleicht ein Hallo.“

Ein strafender Blick von Eric traf sie. Der Exobiologe war anscheinend nicht in der Stimmung für Witze.

„Hat sie recht?“, wiederholte Declan die Frage und schaute Eric dabei an.

„Das ist Blödsinn“, stieß Morgan jetzt hervor. „Licht in einer vollkommen dunklen Umgebung. Wie soll die Evolution das entwickelt haben?“

„Wie hat die Evolution elektrische Signale zur Weiterleitung in Nerven auf der Erde gefunden?“, erwiderte Declan und brachte Morgan damit zum Schweigen.

Eric schob sich nach vorn und zog einen Stuhl heran. Langsam ließ er sich darauf nieder, um sich über den Bildschirm zu beugen. Nach einigen Augenblicken fassungslosen Staunens tippte er auf dem Tablet herum, das er sich genommen hatte.

„ICH WILL BEWEISEN, DASS DIE QUALLE VERSTÄNDNIS FÜR MATHEMATIK HAT.“

Als Reaktion erschienen auf dem Bildschirm Lichtblitze, die sich in rhythmischen Folgen wiederholten. Die Qualle entfernte sich zunächst und stellte jedes Farbenspiel ein. Grau schwebte sie in einiger Entfernung, aber schon kurz darauf erwiderte sie die Signale. Zuerst war es ein Aufleuchten, dann waren es zwei, drei, fünf, sieben, bis das Blinken sich so schnell wiederholte, dass Declan mit dem Zählen nicht mehr nachkam.

„Was tust du da?“, fragte Declan, obwohl er eine Ahnung hatte.

„Primzahlen“, erwiderte Eric. „Eine sehr einfache Übung.“

„Und welchen Sinn soll das haben?“

Eric wandte sich um. In seinem Gesicht stand Unglaube. „Ich will beweisen, dass die Qualle Verständnis für Mathematik hat.“

„Vielleicht ist sie nur das Äquivalent zu einem Hund?“, meinte Morgan. „Dann kannst du die Zahlen so oft zeigen, wie du willst.“

Ein breites Grinsen erschien auf Erics Lippen. „Die Qualle hat bereits geantwortet.“

Über Declans Rücken lief ein kalter Schauer. Sie waren Millionen Kilometer von der Erde entfernt, ganz auf sich allein gestellt, und der Mond draußen war zugefroren. Zerklüftete Eishänge glitzerten im Licht des Saturn. Lebensfeindlicher konnte eine Umgebung kaum sein, doch ihr Kontakt im Ozean unter der Eisschicht lebte zweifellos.

Wieder und wieder änderte Eric die Einstellungen. Als Reaktion flimmerten andere Lichter über den Bildschirm. Der Exobiologe schien in seiner Arbeit aufzugehen. Nichts und niemand konnte ihn stören.

Wortlos erhob sich Declan und ging zu Morgan. „Kleine Pause?“

Nach einem letzten Blick auf Eric stand Morgan auf. Sie nickte Declan zu. „Lass uns gehen.“

Declan ging durch den Korridor und dann in den winzigen Raum, der sich daran anschloss. Hier waren ihre Essensvorräte gelagert, aber Morgan schien keinen Hunger zu

haben, sondern setzte sich nur auf eine Kiste. „Was machen wir, wenn das Ding intelligent ist?“

Auf der Erde hatten sie alle möglichen Szenarien durchgespielt. Wie sollten sie sich verhalten, wenn fremde Wesen sie ignorierten? Wie sollten sie Angriffe abwehren? Eine Unzahl von Übungen fiel Declan ein, an die er sich nur bruchstückhaft erinnern konnte.

„Lass uns erst mal abwarten“, flüsterte Declan und setzte sich ebenfalls. Er griff nach einer Wasserflasche. Nach einem Schluck lehnte er sich zurück, um die Augen zu schließen.

„Unglaublich“, rief Eric plötzlich und riss Declan aus seinem Halbschlaf. Declan schreckte auf, die Wasserflasche fiel langsam zu Boden, viel langsamer als auf der Erde.

„Was ist denn?“, fragte Morgan genervt. Eric hatte seinen Kopf in den Vorratsraum gereckt und strahlte sie glücklich an.

„Ich weiß nicht, wie die Qualle es macht“, erklärte Eric, „aber sie kann eine Zahl schneller in ihre Primfaktoren zerlegen als unser Bordrechner.“

„Was?“ Verwirrung lag in Declans Stimme.

„Die Primzahlen“, stieß Eric hervor. „Die Qualle kann eine Zahl schneller in ihre Primfaktoren zerlegen als unser bester Rechner.“

Fassungslos startete Declan den Exobiologen an. Die Primfaktorzerlegung war die Grundlage für alle Verschlüsselungsverfahren auf der Erde, und die Qualität eines Algorithmus basierte darauf, wie viel Zeit er in Anspruch nahm. „Wie schnell?“

Eric zuckte mit den Schultern. „Ich kann nicht feststellen, welche Zeit die Qualle benötigt. Das Ergebnis kommt sofort, nachdem ich die Aufgabe gestellt habe.“

★ ★ ★

„Wir müssen uns unterhalten“, rief Eric und warf das Tablet auf die Ablage.

Declan musterte den Exobiologen. Während der letzten Stunden war der immer leiser geworden, aber Declan hatte sich gesagt, dass er ihn besser in Ruhe arbeiten ließ. Auf dem Bildschirm tanzte noch immer eine Qualle im Vordergrund, etliche weitere bewegten sich im Hintergrund. Mitten im dunklen Ozean unter dem Eispanzer des Enceladus hatten sich, wie es schien, mehrere Vertreter der Art getroffen, der sie begegnet waren.

„Was hast du denn?“, fragte Declan.

„Komm mal her“, flüsterte Eric.

Declan kam der Aufforderung nach und setzte sich neben Eric, der mit dem Finger auf den Bildschirm wies. Neben dem Bild der Kamera gab es ein Fenster, das Text darstellte. Was dort stand, war aber zu klein, als dass Declan es stehend hätte lesen können.

„Ich habe der Qualle die Grundlagen unserer Sprache beigebracht“, erklärte Eric.

„So schnell?“, stieß Declan überrascht hervor. Seit ihrer Entdeckung war erst ein Tag vergangen.

„Diese Dinger saugen das Wissen wie ein Schwamm auf“, meinte Eric mit ernster Stimme. „Wenn ich einmal eine Definition eingeführt habe, dann kann ich sie ab diesem Zeitpunkt immer verwenden. Die Qualle vergisst offenbar nichts.“

Fasziniert starrte Declan das Lebewesen an. Alles deutete darauf hin, dass es eher ein riesiger Rechner war, eine künstliche Recheneinheit. Ein ungutes Gefühl stieg in Declan auf. „Und was willst du mir jetzt zeigen?“

„Pass auf.“ Mit dem Finger deutete Eric auf das Fenster, bevor er sich dem Tablet widmete und Zeichen eintippte.

Hallo, erschien auf dem Schirm.

Hallo, kam die Antwort.

Eric: *Was ist eine Primzahl?*

Qualle: *Eine nur durch sich selbst und 1 teilbare Zahl.*

Eric: *Was ist Pi?*

Qualle: *Pi ist eine mathematische Konstante, die als Verhältnis des Umfangs eines Kreises zu seinem Durchmesser definiert ist.*

„Mathematisches Grundlagenwissen“, meinte Declan. „Was willst du mir damit zeigen?“

„Dass dieses Wesen ein sehr gutes Verständnis von der Welt im mathematischen Sinne hat.“ Eric tippte wieder auf dem Tablet.

Eric: *Ich bin Eric. Wer bist du?*

Neugierig wartete Declan auf die Antwort, aber eine endlose Zeit verging. Dann endlich erschienen Buchstaben auf dem Schirm.

Qualle: *Berechnungen im Chaos.*

„Das ist Blödsinn“, sagte Declan und schaute vom Bildschirm auf. Eric war genau wie er über den Bildschirm gebeugt.

„Probier es noch einmal“, schlug Declan vor.

Eric schüttelte nur den Kopf. „Ich habe alles probiert. Sobald ich Begriffe wie ich und du verwende, wird die ganze Unterhaltung abstrus.“

„Abstrus?“

„Ich weiß kein besseres Wort dafür“, erwiderte Eric. „Ich fürchte fast, dass die Qualle nichts von dem begreift, was ich mit ‚ich‘ oder ‚du‘ meine.“

Declan überlegte. Sein Blick wanderte zum Textfenster. Dort waren noch immer die Zeilen zu sehen, die mathematische Fähigkeiten bewiesen. Sichtbar blieb aber auch der letzte Satz, der vollkommen sinnlos war.

Langsam setzte er sich an das Tablet, über das Eingaben gemacht werden konnten.

Declan: *Beschreibe mir die Welt.*

Qualle: *Wasser, fünf autonome Einheiten und ein Fremdkörper, teilweise zum Austausch von Informationen fähig.*

Declan: *Beschreibe mir die Einheit, die kommuniziert.*

Qualle: *Zehn Berechnungszentren, mittlere Berechnungskapazität, vollständige Gliedmaßen, voll funktional.*

„Das hört sich an wie der Statusbericht eines Computers“, warf Morgan ein.

Declan: *Was bedeutet die Kommunikation mit dem Fremdkörper für die kommunizierende Einheit?*

Qualle: *Eine Aufgabe, die erledigt werden muss.*

„Kein subjektiver Erlebnisgehalt“, murmelte Declan. Unter den Lektionen, die sie vor ihrer Expedition erhalten hatten, drehten einige sich darum, was sie zu tun hatten, wenn sie auf intelligentes Leben stießen. Um Leben handelte es sich hier zweifellos, aber die Frage war, ob die Qualle intelligent war. Ganz gewiss war sie in der Lage, Berechnungen anzustellen. Das bedeutete, dass sie wie ein Computer alle Eingabesignale verarbeiten konnte.

„Wie wird das Wort ‚ich‘ übersetzt?“, fragte Declan.

Überrascht starrte Eric ihn an. „Was meinst du?“

„Du hast einen gemeinsamen Wortschatz mit dem Wesen definiert“, fügte Declan hinzu. „Wie hast du ‚ich‘ dabei verwendet?“

„Es ist kompliziert“, meinte Eric. „Ich bin auf Bilder ausgewichen. Bilder von der Qualle. Es schien mir das Beste, keine Abstraktionen einzuführen.“

„Also genau dasselbe, als wenn du einem Affen einen Spiegel vorhältst und er sich darin erkennen muss?“

Eric nickte. Beide kannten die Experimente. Einem Affen wurde ein Spiegel vorgehalten und nach kurzer Zeit erkannte er sich selbst darin wieder. Weniger intelligente Tiere griffen ihr eigenes Spiegelbild an oder zeigten unterwürfige Gesten. Nur ab der Intelligenzstufe eines Affen erkannten Tiere sich selbst im Spiegel wieder.

„Dann haben wir ein Tier vor uns, das in der Lage ist, Primfaktorzerlegungen vorzunehmen“, stellte Declan sarkastisch fest.

Die Antwort von Eric war ein langsames Kopfschütteln. „Die Qualle ist keine Inselbegabung, was mathematische Fähigkeiten angeht. Ich kann sie auch nach Chemie fragen. Die Qualle hat mir chemische Verbindungen genannt, die ich zur Erde funken musste, um zu überprüfen, ob sich die Elemente wirklich so zusammensetzen können.“

„Also ein hochfunktionales Tier?“

„Ich hatte eine andere Idee“, sagte Eric mit brüchiger Stimme.

Schweigen setzte ein. Auf dem Bildschirm sah man, wie die Qualle schwamm und sich von Zeit zu Zeit der Drohnenkamera näherte. Manchmal setzte sie sich nach hinten ab, sodass nur noch ein schwacher Lichtfleck auf ihre Anwesenheit hinwies. Ruhige Lichtmuster wanderten über die Oberfläche.

„ICH HATTE EINE ANDERE IDEE“, SAGTE ERIC MIT BRÜCHIGER STIMME.

„Was für eine Idee?“

Eric drehte sich vollständig zu Declan um und musterte ihn durchdringend. „Kennst du den Turing-Test?“

„Wie jeder andere auch“, antwortete Eric. „Die Qualle würde ihn nicht bestehen. Aufgrund des Dialogs mit ihr würde ich niemals annehmen, dass sie ein Mensch ist.“

„Das meine ich nicht.“ Eric dachte nach. „Ich meine, dass der Turing-Test ein Gegenüber testet, ohne dass man es kennt.“

„Was hilft uns das?“

„Es gibt ähnliche Tests“, meinte Eric. „Einer davon ist der Metzinger-Test.“

Jetzt starrte Declan den Exobiologen an.

„Der Test soll beurteilen“, erklärte Eric, „ob jemand ein Bewusstsein hat.“

„Und das Ergebnis?“, fragte Declan leise, obwohl er sich denken konnte, worauf es hinauslief.

„Zu einem Bewusstsein gehört ein Verständnis der Welt, ein Weltmodell“, erklärte Eric.

„Das hat unser Besucher wohl“, antwortete Declan.

Eric nickte zustimmend. „Aber es gehört auch ein Selbstmodell dazu. Wenn die Qualle sich nicht selbst wiedererkennt, kann sie kaum ein Bild von sich selbst in das Modell

der Welt eingefügt haben.“ Eine kurze Pause folgte. „Es gibt in der Philosophie des Geistes das sogenannte Qualia-Problem. Es betrifft den subjektiven Erkenntnisgehalt eines mentalen Zustands. Bei der Qualle geht dieser Gehalt wohl gegen Null.“

„Dann ist die Qualle intelligent, aber sich ihrer selbst nicht bewusst?“

„So sieht es aus“, erwiderte Eric. „Die Qualle hat keine subjektive Bindung zu unserer Kommunikation.“

„Nur Intellekt, aber kein Bewusstsein?“

Eric schwieg, aber sein Gesicht brachte zum Ausdruck, dass es keine andere Antwort geben konnte. Das Wesen vor ihnen war hochfunktional, konnte in der Welt alle Aufgaben erledigen, aber es besaß kein Verständnis von sich selbst.

Declans Stimme ging in ein Flüstern über. „Wesen, die sich ihrer selbst nicht bewusst sind.“



„Komm her“, rief Morgan, die vor dem Bildschirm saß und gerade in ihrer undefinierbaren Mahlzeit auf einem Teller herumstocherte. Die Nahrung an Bord eines Raumschiffes hatte noch nie besonders appetitlich ausgesehen.

Declan schreckte hoch und ging auf das Bild ihres außerirdischen Freundes zu. Auf dem Schirm war noch immer die Qualle zu sehen, aber dieses Mal waren auch andere Gestalten deutlich im Blickfeld zu sehen. Ihre langen Tentakel hielten die Qualle, die sie schon kannten, in der Mitte fest.

„Was tun sie da?“, fragte Declan.

„Wenn ich das wüsste“, erwiderte Morgan, „hätte ich dich nicht gerufen.“

Die Qualle in der Mitte konnte sich nicht bewegen. All ihre Extremitäten waren fixiert und der Hauptkörper wurde von zwei Artgenossen festgehalten.

Plötzlich blitzte etwas auf. Es war ein Stück Metall, das das Licht der Scheinwerfer reflektiert hatte. Jetzt war deutlich zu sehen, dass das Ding lang und sehr gut von einem Tentakel zu handhaben war.

„Ein Messer?“, fragte Eric hinter Declan. Der Exobiologe hatte sich leise genähert.

„Zumindest ein Werkzeug“, meinte Declan.

In einer blitzschnellen Bewegung zuckte die Metallplatte nach unten und grub sich in den Körper der Qualle. Über die Oberfläche irrlichterten wieder die verschiedensten Farbmuster. In der Umklammerung, in der das Opfer steckte, zuckten seine Tentakel wild hin und her.

„Was tun sie?“, rief Morgan halb in Panik. Sie drehte sich zu Declan um.

Auch der Leiter der Expedition konnte sich des ersten Eindrucks nicht erwehren. Die Handlung der anderen Wesen schien eine Hinrichtung zu sein. Dasjenige, das am meisten mit ihnen kommuniziert hatte und das sie zuerst getroffen hatten, wurde getötet.

Eric stürmte zur Tastatur und tippte seine Frage in den Rechner.

Eric: *Was geschieht hier?*

Ein Quallewesen schob sich in den Vordergrund und blieb ruhig neben dem aufgetrennten Artgenossen stehen.

Qualle: *Lernmaterial. Analyse des inneren Aufbaus.*

„Sie haben es für uns getötet“, meinte Eric.

Die Erklärung leuchtete Declan ein. In der Zwischenzeit schoben die Qualle die zerteilten Überreste ihres ehemaligen Übersetzers direkt vor die Kamera. Die Strukturen innerhalb des fremden Körpers glichen nicht ansatzweise irgendeinem Lebewesen auf der Erde. An vielen Stellen gab es glitzernde Stellen, die das Licht in allen Farben des Regenbogens reflektierten. Winzige Bündel wie aus Glas ragten aus dem Fleisch des Wesens.

„Schau nur.“ Eric legte seinen Finger auf den Schirm, direkt neben eine der Strukturen. „Das muss eine der Hauptsteuereinheiten sein.“

„Steuereinheiten?“, warf Morgan ein. „Dann ist es doch ein Computer?“

„Es sieht so aus, als sei der Übergang fließend.“

Während des nächsten halben Tages wurde die Qualle weiter und weiter zerlegt, bis nur noch Stücke von der Größe einer Faust übrigblieben. Wie gebannt starrte Morgan auf das Schauspiel, aber nach den ersten Augenblicken des Abscheus hatte sie angefangen, Notizen und Fotos zu machen.

Dann endlich hörte der Seziervorgang auf und die Teile trieben davon. Es blieb nur eine Gruppe von vier Qualle übrig, die sich im Halbkreis um die Drohne sammelten.

Plötzlich flimmerten Lichter über die Haut des einen.

Qualle: *Jetzt eine der neuen, unbekannten Einheiten.*

Voll Schreck starrte Declan den Schirm an. Wenn er es richtig verstanden hatte, dann sollten sie einen auswählen, der sich ebenfalls in Stücke zerlegen lassen würde.

Für eine gefühlte Ewigkeit herrschte Schweigen.

„Was jetzt?“, fragte Morgan.

„Hol die Drohne zurück“, befahl Declan.

„Das geht nicht“, schrie Eric. „Sie haben einen der Ihren zerteilt.“

„Der sich seiner selbst nicht bewusst ist“, erwiderte Declan erregt.

„Das spielt keine Rolle“, meinte Eric. „Ein Zeichen bleibt ein Zeichen. Sie wollen uns mehr Informationen von sich geben.“

„Dann opferst du dich freiwillig?“

Stille herrschte in der Zelle der Landefähre. Niemand sprach ein Wort. Die Lektionen über Erstkontakte hatten niemals darüber gesprochen, was sie tun sollten, wenn sie zum Selbstmord aufgefordert wurden.

Eine der Qualle kam noch näher an die Kamera heran. Jetzt füllte ihre Oberfläche fast den ganzen Schirm. Farbmuster in Düsterröt und Himmelblau wechselten sich ab.

Qualle: *Treffen in drei Zeiteinheiten durch den Kanal.*

Ein eisiger Schauer lief Declan über den Rücken. Die Wesen machten sich auf den Weg, sie zu besuchen.

„Start“, hauchte Declan.

(psz@ct.de) 

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).



Nerdistan ct ↑

~~Neuland~~

ct magazin für computer technik

Fernstudium IT-Security

statisch geprüft und zugelassen

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



NACH UNS DIE SYN-FLOOD



SX MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE INFORMATIONSTECHNIK

WORKSHOPS 2021

SX Workshop

1. - 4. Juni 2021
Single-Page Applications mit Angular

8. - 10. Juni 2021
Servermanagement mit Saltstack: Installation, Konfiguration, Automatisierung

14. - 17. Juni 2021
Container-Orchestrierung mit Kubernetes

Weitere Infos unter www.heise-events.de/workshops

SX Workshop

betterCode()

Qt 2021

Die Heise-Konferenz
zu Qt 6 und seinen Neuerungen

23. Juni 2021 ONLINE

10 %
Mai-Rabatt
für c't-Leser –
Ihr Code:
2021QT4CT_
L0756A

Evolution des Cross-Plattform-Frameworks

- ⦿ Wie und wann sollte ich die Migration meiner Qt-Projekte angehen?
- ⦿ Was ändert sich bei den Container-Klassen?
- ⦿ Wie kann ich den neuen Renderer nutzen?
- ⦿ Wie schaut es mit den Lizenzen aus?
- ⦿ Wie kann ich die neuen Möglichkeiten der String-Verarbeitung nutzen?

@ heise Developer



dpunkt.verlag

Workshop am 7. Juli: Migration von Qt 5 auf Qt 6

qt.bettercode.eu

ORACLE Feuerwehr www.oraservices.de 

DATENRETTUNG v. HDD, RAID, SSD – **Erfolg >99%**
www.datarecovery.eu – 24h-Tel.: 0800-073 88 36 

EDELSTAHL LED SCHILDER: www.3D-buchstabe.com
 HAUSNUMMERN nobel 230V~: www.3D-hausnummer.de 

www.patchkabel.de - LWL und Netzwerk Kabel 

softaktiv.datensysteme Datenbankapplikationen,
 Website Boosting, Online-Pressemitteilungen,
 Unterstützung bei Ihren V-Projekten. Einfach an-
 rufen, Faxen oder eine E-Mail schicken.
 Telefon: 0511/3884511, Mobil: 0170/3210024,
 Telefax: 0511/3884512, E-Mail: service@softaktiv.de, Internet: www.softaktiv.de 

WLL-Breitband Netz Rhein-Main – techni.de 

Erfahrene Diplom-Fachübersetzerin übersetzt
 EDV-Texte aller Art (Software und Hardware) ins-
 besondere Texte aus den Bereichen Telekommu-
 nikation und Netzwerke. Englisch-Deutsch. Tel. +
 Fax: 05130/37085 

nginx-Webhosting: **timmehosting.de** 

Lust auf Java? WWW.TQG.DE/KARRIERE 

xxs-kurze Daten- & Netzkabel: kurze-kabel.de 

**Anzeigenschluss
 für die nächsten
 erreichbaren Ausgaben:**
14/2021: 31.05.2021
15/2021: 14.06.2021
16/2021: 28.06.2021

c't – Kleinanzeigen

Private Kleinanzeige:
 erste Druckzeile € 10,- ; jede weitere Zeile € 8,-

Gewerbliche Kleinanzeige:
 erste Druckzeile € 20,- ; jede weitere Zeile € 16,-

Chiffre-Anzeige: € 5,- Gebühr

Hinweis: Die Rechnungsstellung erfolgt nach
 Veröffentlichung der Anzeige!

Name/Vorname

Firma

Str./Nr.

PLZ/Ort

Bitte veröffentlichen Sie den Text in der
 nächsterreichbaren Ausgabe von c't.

☐ Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen.
 Sparkasse Hannover,
 IBAN DE98 2505 0180 0000 0199 68, BIC SPKH DE 2H

Bei Angeboten: Ich versichere, dass ich alle Rechte an den ange-
 botenen Sachen besitze.

Datum Unterschrift (unter 18, der Erziehungsberechtigte)

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe (Vorlaufzeit mind. 3 Wochen) folgende Anzeige im
 Fließsatz ☐ privat ☐ gewerblich* (werden in c't mit  gekennzeichnet) ☐ Chiffre

€ 10,- (20,-)

€ 18,- (36,-)

€ 26,- (52,-)

€ 34,- (68,-)

€ 42,- (84,-)

€ 50,- (100,-)

€ 58,- (116,-)

€ 66,- (132,-)

Pro Zeile bitte jeweils 45 Buchstaben einschließlich Satzzeichen und Wortzwischenräumen. Wörter, die
fettgedruckt (nur in der ersten Zeile möglich) erscheinen sollen, unterstreichen Sie bitte. Den genauen Preis
 können Sie so selbst ablesen. * Der Preis für gewerbliche Kleinanzeigen ist in Klammern angegeben. Soll die
 Anzeige unter einer Chiffre-Nummer erscheinen, so erhöht sich der Endpreis um € 5,- Chiffre-Gebühr.

Ausfüllen und einsenden an:  **Heise Medien GmbH & Co. KG**
c't-Magazin, Anzeigenabteilung
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover

Faxnummer: 05 11 / 53 52-200

➔ Weiterlesen, wo andere aufhören.



heise +

ct

ix

Mac&i

Make:

Technology
Review
Das Magazin für Innovation

ct **Fotografie**

c't-Abonnenten
lesen bis zu
75%
günstiger

Das digitale Abo für IT und Technik.

Exklusives Angebot für c't-Abonnenten:
Sonderrabatt für Magazinabonnenten

- ✓ Zugriff auf alle Artikel von heise+
- ✓ Jeden Freitag exklusiver Newsletter der Chefredaktion
- ✓ Alle Heise-Magazine online lesen: c't, ix, Technology Review, Mac & i, Make und c't Fotografie
- ✓ 1. Monat gratis lesen – danach jederzeit kündbar

Sie möchten dieses Exklusiv-Angebot nutzen? Jetzt bestellen unter:

heise.de/plus-testen

✉ leserservice@heise.de ☎ 0541 80009 120

Ein Angebot von: Heise Medien GmbH & Co. KG • Karl-Wiechert-Allee 10 • 30625 Hannover

JOB GESUCHT?

Ein gutes Team braucht viele verschiedene kluge und kreative Köpfe – und gleichzeitig den Freiraum, diese Potenziale zu entfalten und einzusetzen.

Gestalten Sie mit uns die Zukunft der Medienwelt!

Jetzt informieren und bewerben unter
www.heise-gruppe.de/karriere.



BEUTH HOCHSCHULE FÜR TECHNIK BERLIN
University of Applied Sciences

Zukunftsorientiert, praxisnah, forschungsstark: Im Herzen der Hauptstadt bietet die Beuth Hochschule für Technik Berlin das größte ingenieurwissenschaftliche Studienangebot in der Region. Unter dem Motto „Studiere Zukunft“ bilden wir in 80 technischen, natur-, lebens- und wirtschaftswissenschaftlichen Studiengängen mehr als 12.000 Studierende stets am Puls der Zeit aus und engagieren uns in der beruflichen Weiterbildung. Mit 300 Professor*innen, 400 Beschäftigten in Verwaltung und Wissenschaft und unseren Lehrbeauftragten sind wir ein starker Wissenschaftspartner – auch in internationalen Netzwerken.

In der Zentraleinrichtung Hochschulrechenzentrum (HRZ) ist zum nächstmöglichen Zeitpunkt unbefristet folgende Stelle zu besetzen:

Fachinformatiker/in Systemintegration (m/w/d)

Entgeltgruppe 8 TV-L Berliner Hochschulen

mit 100 % der regelmäßigen Arbeitszeit

Kennzahl: 73/21

Die Stellenbeschreibung und Bewerbungsfrist finden Sie auf unserer Webseite: <https://www.beuth-hochschule.de/3334/article/7489>



Fullstack Webentwickler (m/w/d) PHP

Sie sind fit in der Programmierung mit PHP und haben Lust auf eine neue Herausforderung? Dann suchen wir Sie für unseren Standort **Hamburg** als Fullstack Webentwickler (m/w/d) PHP in Vollzeit.

Ihre Aufgaben

- Sie sind für den gesamten Entwicklungsprozess von verschiedenen Webportalen, wie z. B. www.hamburg-magazin.de und deren Erweiterung zuständig.
- In diesem Rahmen programmieren Sie mit PHP, HTML und CSS.
- Zu Ihren Aufgaben gehört auch die Arbeit mit verschiedenen Datenbanken (u.a. MariaDB, Solr, PostgreSQL).
- Als Schnittstelle zwischen der IT und den Fachabteilungen sorgen Sie für einen regelmäßigen Austausch.

Ihre Talente

- Sie verfügen über ein abgeschlossenes Studium aus dem Bereich Informatik/Mathematik oder haben eine Ausbildung zum Fachinformatiker (m/w/d) Anwendungsentwicklung abgeschlossen.
- Zudem bringen Sie einschlägige Berufserfahrung aus dem Bereich der Anwendungsentwicklung mit PHP und JavaScript mit.

- Sie haben Kenntnisse in HTML, CSS, JSON, XML und Laravel Framework.
- Die gemeinsame Arbeit in einem erfolgreichen Team bereitet Ihnen genauso viel Freude wie das selbstständige Arbeiten in einem eigenen Aufgabenbereich.
- Sehr gute Deutschkenntnisse in Wort und Schrift sowie gute Englischkenntnisse runden Ihr Profil ab.

Ihre Benefits

- Profitieren Sie von flexiblen Arbeitszeiten und der Möglichkeit, auch mobil arbeiten zu können.
- Sie arbeiten in einem engagierten und qualifizierten Team – die Entwicklung jedes Einzelnen ist uns dabei sehr wichtig.
- Wir bieten Ihnen zudem tolle Mitarbeiter-Events, einen Zuschuss zum HVV-Ticket, ein Mitarbeiter-Fitnessprogramm, eine Kantine sowie kostenlose Getränke an unserem Standort.

Ihre Ansprechpartnerin
Cornelia Pankow, Recruiterin
Tel.: 0511 5352-414

Bitte bewerben Sie sich online: karriere.heise-gruppe.de

Bei uns ist jede Person, unabhängig des Geschlechts, der Nationalität oder der ethnischen Herkunft, der Religion oder der Weltanschauung, einer Behinderung, des Alters sowie der sexuellen Identität willkommen.

Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung!

Inserenten*

1&1 IONOS SE, Montabaur	9
1&1 Telecom GmbH, Montabaur	47
1blu AG, Berlin	21
AVM Computersysteme Vertriebs GmbH, Berlin	196
bluechip Computer AG, Meuselwitz	7
Bressner Technology GmbH, Gröbenzell	45
Conrad Electronic SE, Hirschau	33
dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg	73, 133
eQ-3 AG, Leer	31
Fernschule Weber, Großenkneten	187
HCL Technologies Germany GmbH, Eschborn	17
Intec Ges. f. Informationstechnik mbH, Lüdenscheid	43
mitp Verlags GmbH & Co. KG, Frechen	41
Nubert electronic GmbH, Schwäbisch Gmünd	29
O'Reilly, dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg	37
Thomas Krenn AG, Freyung	2
WIBU-SYSTEMS AG, Karlsruhe	27

Stellenanzeigen

Beuth Hochschule für Technik, Berlin	191
Heise Medien Gruppe GmbH & Co. KG, Hannover	191

Veranstaltungen

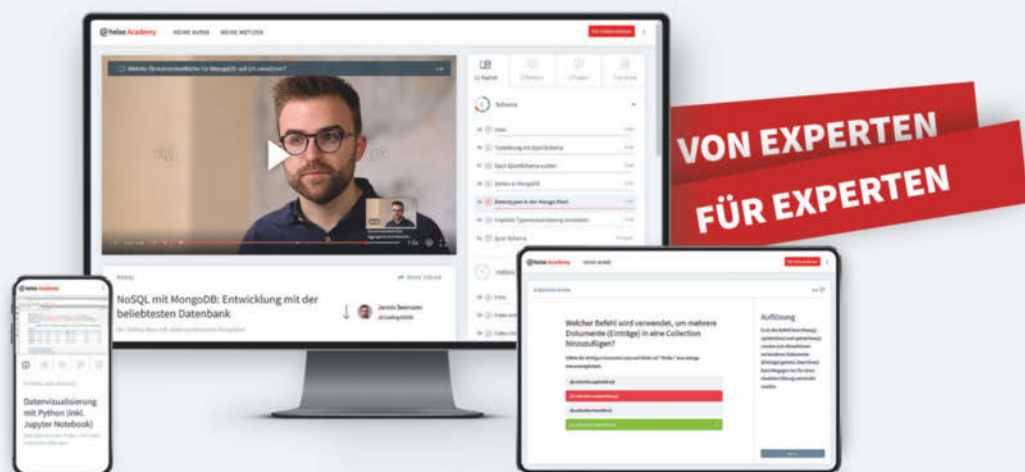
Heise Security Tour devSec	heise Security, heise Events heise security, heise developer, dpunkt.verlag	10
EmTech Germany IIoT Conference	Technology Review	75
SwiftUI	iX, heise developer, dpunkt.verlag	81
Internet Security Days	Mac & i, heise Events	121
betterCode	eco Verband, heise Events	135
DevOps im Unternehmen	heise developer, dpunkt.verlag	149
iX Workshops	heise Academy, J-Frog	163, 188
Academy Videokurse	heise Academy	181
enter JS	iX, heise developer, dpunkt.verlag, Symetics	187 192 195

Ein Teil dieser Ausgabe enthält Beilagen von REWE Digital, Köln; Strato AG, Berlin, und Heise Medien GmbH & Co. KG, Hannover.

* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich.
Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.



Die digitale Lernplattform für IT-Professionals



Praxisnahe Online-Kurse zu den wichtigsten IT-Themen – Kubernetes, Data Science, JavaScript, C++, NoSQL u.v.m.

Jetzt **GRATIS-LEKTIONEN** ansehen unter www.heise-academy.de



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: „Desinfec't 2021“: Dennis Schirrmacher (*des@ct.de*), „Apps für draußen“: Holger Bleich (*hob@ct.de*)

Chefredakteur: Dr. Jürgen Rink (*jr@ct.de*) (verantwortlich für den Textteil)

Stellv. Chefredakteur: Axel Kossel (*ad@ct.de*)

Chef vom Dienst: Georg Schnurer (*gs@ct.de*)

Leser & Qualität

Leitung: Achim Barczok (*acb@ct.de*)

Textredaktion & Qualitätssicherung: Oliver Lau (*ola@ct.de*), Ingo T. Storm (*it@ct.de*)

Koordination Leserkommunikation: Martin Triadan (*mat@ct.de*)

Ressort Internet, Datenschutz & Anwendungen

Leitende Redakteure: Hartmut Gieselmann (*hag@ct.de*), Jo Bager (*jo@ct.de*)

Redaktion: Holger Bleich (*hob@ct.de*), Anke Brandt (*abr@ct.de*), Arne Grävemeyer (*agr@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

Leitender Redakteur: Peter Siering (*ps@ct.de*)

Redaktion: Niklas Dierking (*ndi@ct.de*), Mirko Dölle (*mid@ct.de*),

Wilhelm Drehling (*wid@ct.de*), Liane M. Dubowy (*lmd@ct.de*),

Ronald Eikenberg (*rei@ct.de*), Jan Mahn (*jam@ct.de*), Pina Merkert (*pmk@ct.de*),

Dennis Schirmacher (*des@ct.de*), Hajo Schulz (*hos@ct.de*), Jan Schüßler (*jss@ct.de*),

Keywan Tonekaboni (*ktn@ct.de*), Axel Vahldiek (*avx@ct.de*)

Ressort Hardware

Leitende Redakteure: Christof Windeck (*ciw@ct.de*), Ulrike Kuhlmann (*uk@ct.de*),

Dušan Živadinović (*dz@ct.de*)

Redaktion: Ernst Ahlers (*ea@ct.de*), Tim Gerber (*tig@ct.de*), Christian Hirsch (*chh@ct.de*),

Benjamin Kraft (*bkr@ct.de*), Lutz Labs (*ll@ct.de*), Andrijan Möcker (*amo@ct.de*),

Florian Müssig (*mue@ct.de*), Rudolf Opitz (*rop@ct.de*), Carsten Spille (*csp@ct.de*)

Ressort Mobiles, Entertainment & Gadgets

Leitende Redakteure: Jörg Wirtgen (*jow@ct.de*), Jan-Keno Janssen (*jkj@ct.de*)

Redaktion: Robin Brand (*rbr@ct.de*), Sven Hansen (*sha@ct.de*), Steffen Herget (*sht@ct.de*),

Ulrich Hilgert (*uh@ct.de*), Nico Jurrán (*nij@ct.de*), André Kramer (*akr@ct.de*),

Michael Link (*mil@ct.de*), Urs Mansmann (*uma@ct.de*), Stefan Porteck (*spo@ct.de*),

Christian Wölbert (*cwo@ct.de*)

c't online: Ulrike Kuhlmann (*Ltg., uk@ct.de*)

Koordination News-Teil: Hartmut Gieselmann (*hag@ct.de*), Christian Wölbert (*cwo@ct.de*)

Koordination Heftproduktion: Martin Triadan (*mat@ct.de*)

Redaktionsassistent: Susanne Cölle (*suc@ct.de*), Christopher Tränkmann (*cht@ct.de*)

Software-Entwicklung: Kai Wasserbäch (*kaw@ct.de*)

Technische Assistenz: Ralf Schneider (*Ltg., rs@ct.de*), Hans-Jürgen Berndt (*hjb@ct.de*),

Denis Fröhlich (*dfr@ct.de*), Christoph Hoppe (*cho@ct.de*), Stefan Labusga (*sla@ct.de*),

Arne Mertins (*ame@ct.de*), Jens Nohl (*jno@ct.de*), Wolfram Tege (*te@ct.de*)

Dokumentation: Thomas Masur (*tm@ct.de*)

Verlagsbüro München: Hans-Pinsel-Str. 10b, 85540 Haar, Tel.: 0 89/4271 86-0,

Fax: 0 89/4271 86-10

Ständige Mitarbeiter: Leo Becker (*lbe@ct.de*), Detlef Borchers, Herbert Braun (*heb@ct.de*),

Tobias Engler, Monika Erment, Stefan Kreml, Ben Schwan (*bsc@ct.de*), Christiane

Schulzki-Haddouti

DTP-Produktion: Nicole Judith Hoehne (*Ltg.*), Martina Fredrich, Jürgen Gonnermann,

Birgit Graff, Angela Hilberg, Jessica Nachtigall, Astrid Seifert, Dieter Wahner, Ulrike Weis

Art Direction: Nicole Judith Hoehne (Leitung & Weiterentwicklung)

Junior Art Director: Martina Bruns

Fotografie: Andreas Wodrich, Melissa Ramson

Videoproduktion: Johannes Börnsen

Digitale Produktion: Melanie Becker, Anna Hager, Kevin Harte, Pascal Wissner

Illustrationen

Jan Bintakies, Hannover, Rudolf A. Blaha, Frankfurt am Main, Thorsten Hübner, Berlin,

Albert Hulm, Berlin, Sven Hauth, Schulp, Thomas Kühlenbeck, Münster, Andreas Martini,

Wettin, Henning Rathjen, Oberursel

Editorial: Hans-Jürgen „Mash“ Marhenke, Hannover, **Schlagseite:** Ritsch & Renn, Wien,

c't-Logo: Gerold Kalter, Rheine

c't-Krypto-Kampagne: Infos zur Krypto-Kampagne unter <https://ct.de/pgp>. Die Authentizität unserer Zertifizierungsschlüssel lässt sich mit den nachstehenden Fingerprints überprüfen:

Key-ID: 5C1C1DC5BEED033A

ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@heise.de>

D337 FCC6 7EB9 09EA D1FC 8065 5C1C 1DC5 BEED D33A

Key-ID: 2BAE3CF6DAFFB000

ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>

A3B5 24C2 01A0 D0F2 355E 5D1F 2BAE 3CF6 DAFF B000

Key-ID: DBD245FCB3B2A12C

ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>

19ED 6E14 58EB A451 C5E8 0871 DBD2 45FC B3B2 A12C

heise Investigativ: Über diesen sicheren Briefkasten können Sie uns anonym informieren.

Anonymer Briefkasten: <https://heise.de/investigativ>

via Tor: sq4lccqyx4izcpkp.onion

Verlag

Heise Medien GmbH & Co. KG
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover
Telefon: 05 11/53 52-0
Telefax: 05 11/53 52-129
Internet: www.heise.de

Herausgeber: Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

Geschäftsführer: Ansgar Heise, Dr. Alfons Schröder

Mitglieder der Geschäftsleitung: Beate Gerold, Jörg Mühle

Verlagsleiter: Dr. Alfons Schröder

Anzeigenleitung: Michael Hanke (-167)

(verantwortlich für den Anzeigenteil),

www.heise.de/mediadaten/ct

Anzeigenpreise: Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 38 vom 1. Januar 2021.

Anzeigen-Auslandsvertretung (Asien): Media Gate Group Co., Ltd.,

7F., No. 182, Section 4, Chengde Road, Shilin District, 11167 Taipei City, Taiwan,

www.mediagate.com.tw

Tel: +886-2-2882-5577, Fax: +886-2-2882-6000,

E-Mail: mei@mediagate.com.tw

Leiter Vertrieb und Marketing: André Lux (-299)

Werbeleitung: Julia Conrades (-156)

Service Sonderdrucke: Julia Conrades (-156)

Druck: Firmengruppe APPL, appl druck, Senefelderstr. 3-11, 86650 Wemding

Kundenkonto in der Schweiz: PostFinance, Bern, Kto.-Nr. 60-486910-4,

BIC: POFICHBEXXX, IBAN: CH73 0900 0000 6048 6910 4

Vertrieb Einzelverkauf:

VU Verlagsunion KG

Meßberg 1

20086 Hamburg

Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 145 1800

E-Mail: info@verlagsunion.de

c't erscheint 14-täglich

Einzelpreis 5,50 €; Österreich 6,10 €; Schweiz 8.10 CHF; Dänemark 60,00 DKK;

Belgien, Luxemburg, Niederlande 6,50 €; Italien, Spanien 6,90 €

Abonnement-Preise: Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten: Inland 130,95 €,

Österreich 140,40 €, Europa 149,85 €, restl. Ausland 176,85 € (Schweiz 186.30 CHF);

ermäßigtes Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende (nur gegen Vorlage einer

entsprechenden Bescheinigung): Inland 94,50 €, Österreich 95,85 €, Europa 113,40 €,

restl. Ausland 140,40 € (Schweiz 140.40 CHF). c't-Plus-Abonnements (inkl. Zugriff

auf das c't-Artikel-Archiv sowie die App für Android und iOS) kosten pro Jahr 18,90 €

(Schweiz 22.95 CHF) Aufpreis. Ermäßigtes Abonnement für Mitglieder von AUGÉ,

BvDW e.V., /ch/open, GI, GUUG, ISACA Germany Chapter e.V., JUG Switzerland,

VBIO, VDE und VDI (gegen Mitgliedsausweis): Inland 98,55 €, Österreich 98,55 €,

Europa 117,45 €, restl. Ausland 144,45 € (Schweiz 132.30 CHF).

Luftpost auf Anfrage.

Leserservice:

Bestellungen, Adressänderungen, Lieferprobleme usw.

Heise Medien GmbH & Co. KG

Leserservice

Postfach 24 69

49014 Osnabrück

E-Mail: leserservice@ct.de

Telefon: 05 41/8 00 09-120

Fax: 05 41/8 00 09-122

c't abonnieren: Online-Bestellung via Internet (www.ct.de/abo)

oder E-Mail (leserservice@ct.de).

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Kein Teil dieser Publikation darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Die Nutzung der Programme, Schaltpläne und gedruckten Schaltungen ist nur zum Zweck der Fortbildung und zum persönlichen Gebrauch des Lesers gestattet.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Haftung übernommen werden. Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung. Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verlages über. Sämtliche Veröffentlichungen in c't erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes.

Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Hergestellt und produziert mit Xpublisher: www.xpublisher.com

Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt auf chlorfreiem Papier.

© Copyright 2021 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA 

Vorschau 13/2021

Ab 5. Juni im Handel und auf ct.de



Mini-PCs fürs Homeoffice

Die aktuellen Mini-PCs belegen nur wenig Platz, haben aber genug Leistung für alle Aufgaben im Homeoffice. Dank der CPU-Kraftpakete von AMD und Intel binden sie nicht nur hochauflösende Displays an und spielen mit Hardwaredecoder flott alle Medieninhalte ab, sondern haben auch schnelle Schnittstellen etwa für USB-3- oder Thunderbolt-SSDs.



Netz weg? So gehts weiter!

Wenn im Homeoffice der Internetanschluss ausfällt, muss man nicht Däumchen drehen, bis der Provider hilft. Mit etwas Vorbereitung können Sie binnen Minuten eine Umleitung freigeben. Dann werden aus Video- vorübergehend Audiokonferenzen und die Kids müssen auf YouTube verzichten, aber zumindest stehen nicht alle Räder still.

Windows mit oder ohne Microsoft-Konto

Das Microsoft-Konto ist ein Single-Sign-on-Dienst zum Anmelden an Windows und diverse Microsoft-Angebote. Doch während es manche partout nicht verwenden wollen, verstehen andere die Aufregung gar nicht. Kein Wunder: So ein Konto hat zugleich diverse Vor- und Nachteile, die Sie abwägen sollten.

Finanzinformationen für Anleger

Um sich im Dickicht von Aktien, Fonds und Derivaten zu orientieren, finden Anleger im Internet eine Fülle von Informationsquellen. Doch welche davon sind fundiert, seriös und unabhängig? Unsere Übersicht hilft Ihnen dabei, die Risiken beim Kauf von Wertpapieren besser zu bewerten.

Datenschutzkonform mailen

Die Konferenz der deutschen Datenschutzbehörden empfiehlt konkrete Maßnahmen, um E-Mails auf dem Transportweg zu schützen. Alle, die ihre Mails einem Hoster überlassen, müssen diesem vertrauen. Doch halten sich die Hoster an die technischen Empfehlungen?

Noch mehr Heise-Know-how



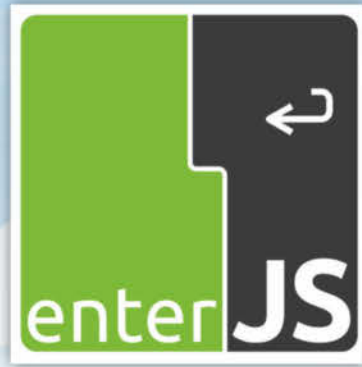
c't Hardware fürs Homeoffice
jetzt im Handel und auf
heise-shop.de



Technology Review 4/2021
jetzt im Handel und auf
heise-shop.de



c't Fotografie 3/2021 jetzt im
Handel und auf heise-shop.de



Der enterJS Vue Day 2021

Einstieg und Deep Dive in Vue.js

15. Juni 2021

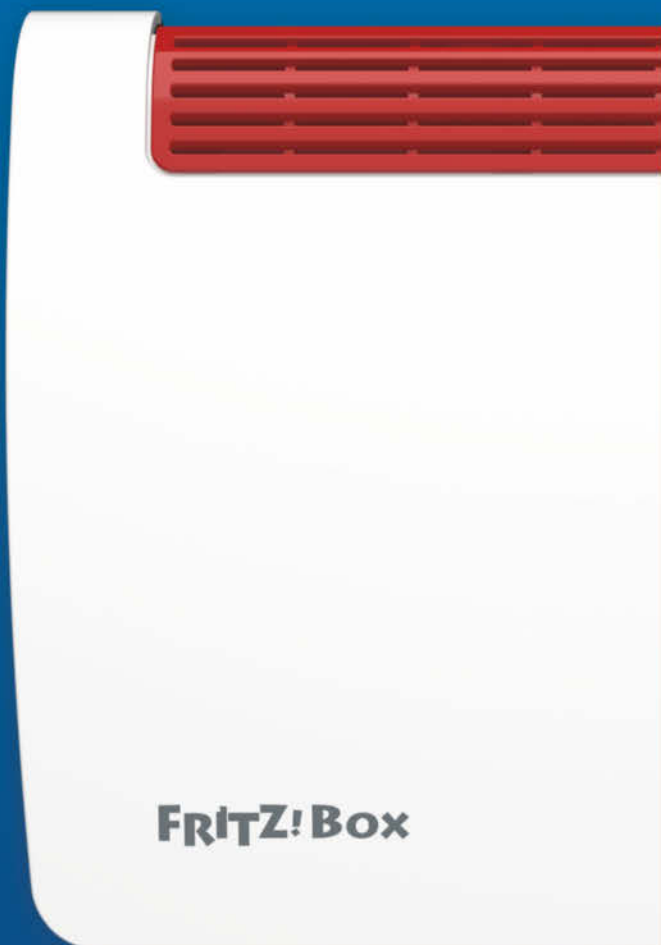
**10 %
Mai-Rabatt**
für c't-Leser –
Ihr Code:
**2021VUEJS4CT-
KA07F**

www.enterjs.de/vueday.php



VIEL DRIN. VIEL DRAUF!

Deine FRITZ!Box



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

avm.de/fritzbox