Hardware fürs Homeoffice

Die besten Geräte für Ihr privates Büro

Daten speichern und schützen

NAS-Kaufberatung und Test
Externe Festplatten und USB-Sticks

Arbeitsplatz aufrüsten

Bezahlbare Office-Monitore
Ergonomische Tastaturen und Mäuse
Kopfhörer und Mikrofone für Konferenzen
Günstige Multifunktionsdrucker

Sicher vernetzen

Heimnetz und NAS vor Hackern schützen
Verschlüsselt telefonieren und konferieren



Kaufberatung für Notebooks und Tablets

Worauf Sie beim Kauf achten müssen, wie Sie Schnäppchen erkennen
Tests: Chromebooks und High-End-Notebooks
Starke Mini-PCs als Notebook-Alternative

www.ctspecial.de

€ 14,90
CH CHF 27.90
AT € 16,40
LUX € 17,10

4 196982 314900 03

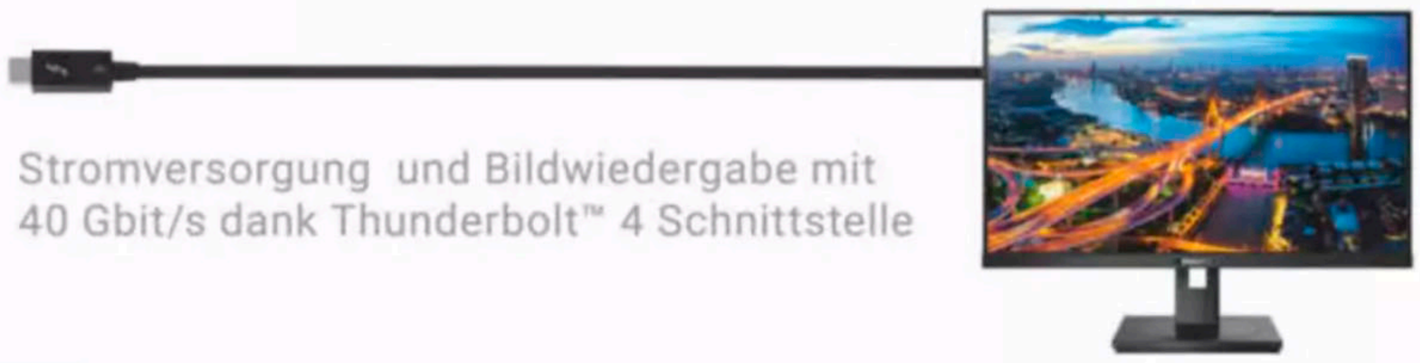
exone® IT für Unternehmen

INNOVATIVSTER IT-HERSTELLER
SEIT 1989

Das ist Effizienz.
exone go Business 1460



- super leicht - nur 1,35 kg
- A-Cover aus Aluminium
- ultraflach - nur 17,6 mm
- lange Akkulaufzeit
- weiß beleuchtete Tastatur



Stromversorgung und Bildwiedergabe mit
40 Gbit/s dank Thunderbolt™ 4 Schnittstelle

intel. CORE i5 | intel. CORE i7 | intel. iRISxe GRAPHICS | Windows 10 Pro

www.exone.de

Editorial

Liebe Leserin, lieber Leser,

die Arbeit im Homeoffice gelingt am besten, wenn nicht nur die richtige Software zur Verfügung steht, sondern auch die passende Hardware dazu. Mit einer schlechten Tastatur vertippt man sich ständig, auf pixeligen Monitoren will man keine langen Texte lesen und wenn das WLAN zickt, friert ständig das Bild in der Videokonferenz ein. Die Tests und Kaufberatungen in diesem Heft helfen Ihnen bei der Technik-Auswahl.

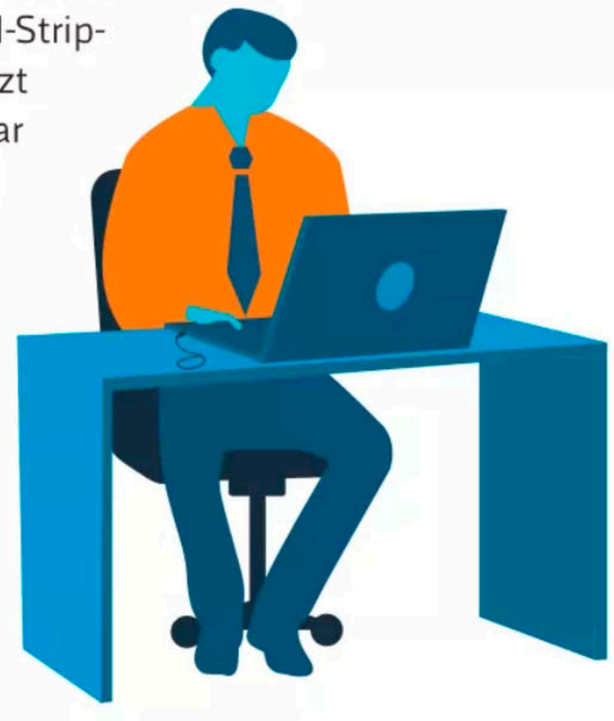
Oft reicht schon ein gutes Notebook aus: Ein solcher Alleskönner verbindet viele Funktionen in einem kompakten Gerät, das nach der Arbeit einfach in der Schublade verschwindet. Unsere Kaufberatung klärt, worauf Sie achten müssen. Vielleicht genügt für Ihre Zwecke ein Chromebook oder Tablet? Brauchen Sie mehr Power, können Sie stattdessen zu einem leistungsstarken Mini-PC greifen.

Zum Standardzubehör im Homeoffice gehören Maus, Tastatur, Monitor und Drucker – und neuerdings auch Webcam, Headset und In-Ear-Kopfhörer für die nicht mehr wegzudenkenden Videokonferenzen. Als Sicherungsmedien für wichtige Daten empfehlen sich außerdem externe Festplatten und USB-Sticks, damit die Arbeit nicht futsch ist, wenn mal der PC abstürzt. Oder man nimmt gleich einen Netzwerkspeicher (NAS), auf dem die ganze Familie ihre Daten sichern kann.

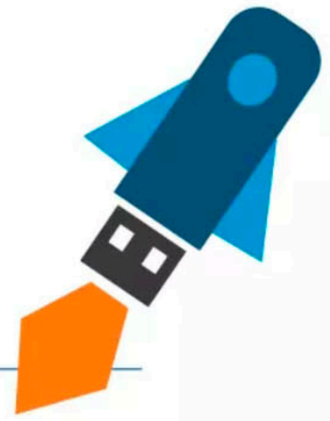
Soll der heimische Arbeitsplatz auch im entferntesten Winkel verlässlich ins Internet kommen, zieht man am besten LAN-Strippen. Wer das nicht will, nimmt ein Mesh-WLAN oder nutzt die Stromleitung – Stichwort Powerline. Und mit ein paar Handgriffen verschlüsselt man zu guter Letzt den Netzverkehr, damit Lauscher weder Telefongespräche mithören noch Daten abgreifen können.

Frohes Schaffen im gut eingerichteten Homeoffice wünscht

Lutz Labs



Inhalt



KAUFBERATUNG FÜR RECHNER

Ob Notebook, Mini-PC oder Tablet: Nur mit dem passenden Rechner geht die Arbeit flott von der Hand. Mit unseren Kaufberatungen bekommen Sie das Handwerkszeug für die Auswahl des passenden Gerätes.

6 Notebook-Kaufberatung
22 Premium-Notebooks
32 Chromebooks mit üppiger Ausstattung
38 Tablets wie ein Notebook nutzen
44 Tablets mit Android, iPadOS und Windows
50 Mini-PCs mit starken Prozessoren

ARBEITSPLATZ AUFRÜSTEN

Ohne Zubehör ist das Homeoffice nicht komplett. Vor allem Nutzer eines Desktop- oder Mini-PCs brauchen Tastaturen, Mäuse und Monitore, aber auch Drucker, Webcams und Headsets. Etliches davon können auch Notebook-Nutzer gebrauchen, denn das spezielle Zubehör ist den Komponenten in den Alleskönnern oft deutlich überlegen.

58 Ergonomische Office-Mäuse
68 Interessante Tastaturen für Vielschreiber
74 Office-Displays im 16:10-Format
82 Fernseher als Monitore nutzen
88 Kleine Stöpsel, großer Sound
96 Headsets für den Konferenz-Marathon
102 Acht Webcams fürs Webmeeting
110 Günstige Multifunktionsdrucker

DATEN SPEICHERN UND SCHÜTZEN

Daten sind nur sicher, wenn mindestens ein Backup davon existiert. Während in der Firma der Admin dafür zuständig ist, muss man sich im Homeoffice selbst um passende USB-Sticks oder externe Festplatten kümmern. Am besten nutzt man einen Netzwerkspeicher: Dort können dann auch die Familienangehörigen ihre Daten sichern.

120 Kaufberatung für günstige NAS
126 NAS-Gehäuse zum Selbstbestücken
134 NAS sicher betreiben
142 Mobilfestplatten mit 4 TByte
146 Flotte USB-Sticks mit 128 GByte
154 Security-Checkliste Backups





SICHER VERNETZEN

Wenn die eigene Wohnung etwas verwinkelt ist und der Arbeitsplatz ganz am Ende liegt, dann kann die Netzverbindung schon einmal hakeln. Abhilfe versprechen nicht nur Kabel, sondern auch WLAN-Verstärker oder Internet über die Stromleitung.

156 Verschlüsselter Datenverkehr
160 Instant-VPN
161 Minimalistische Firewall
162 Netz per Stromleitung
163 Mesh-WLAN mit drei Knoten
164 Mesh mit Wi-Fi 6
166 USB zu LAN, aber flott
168 Security-Checkliste WLAN-Router

ZUM HEFT

3 Editorial
170 Impressum
170 Inserentenverzeichnis

c't **Hardware fürs Homeoffice**

Hardware fürs Homeoffice

Die besten Geräte für Ihr privates Büro

Daten speichern und schützen

120, 126 NAS-Kaufberatung und Test
142, 146 Externe Festplatten und USB-Sticks

Arbeitsplatz aufrüsten

74 Bezahlbare Office-Monitore
68, 58 Ergonomische Tastaturen und Mäuse
88, 96 Kopfhörer und Mikrofone für Konferenzen
110 Günstige Multifunktionsdrucker

Sicher vernetzen

134, 168 Heimnetz und NAS vor Hackern schützen
156 Verschlüsselt telefonieren und konferieren



Kaufberatung für Notebooks und Tablets

6 Worauf Sie beim Kauf achten müssen, wie Sie Schnäppchen erkennen
32, 22 Tests: Chromebooks und High-End-Notebooks
50 Starke Mini-PCs als Notebook-Alternative



Notebook-Kaufberatung

Notebooks dienen in Zeiten von Homeoffice und Homeschooling als digitale Nabelschnur in die Welt, aber sind deshalb auch kaum lieferbar. Als Alternativen bieten sich Mini-PCs, Chromebooks und für manchen Einsatzzweck sogar Tablets an.

Von **Florian Müssig**



Notebook-Kaufberatung	6
Premium-Notebooks	22
Chromebooks mit üppiger Ausstattung	32
Tablets wie ein Notebook nutzen	38
Tablets mit Android, iPadOS und Windows	44
Mini-PCs mit starken Prozessoren	50

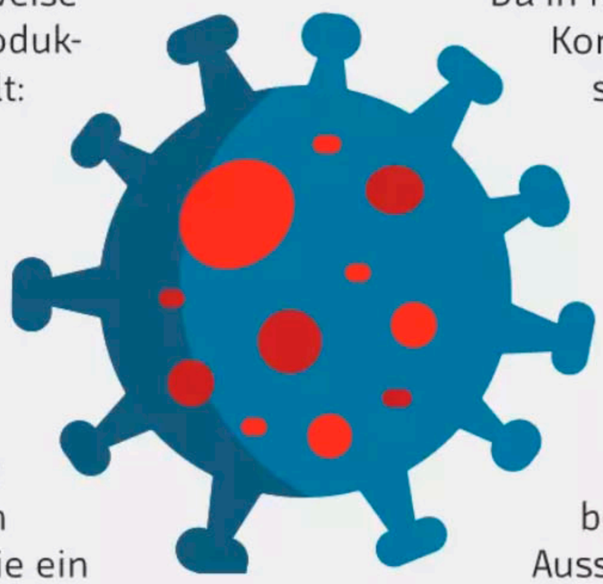
Wer mit größeren Anschaffungen hadert, weil er Fehlkäufe fürchtet, dem darf hinsichtlich Notebooks der größte Stein vom Herzen fallen: Es handelt sich grundsätzlich um eine ausgereifte Produktkategorie. Die allermeisten Mobilrechner funktionieren zumindest so, wie Sie jeder aktuelle Neuwagen von A nach B bringt. Die Schlagzahl neuer Geräte und Funktionen ist bei IT aber ungleich höher als bei Autos, weshalb dieser Überblick über aktuelle Komponenten und Trends beim Einkauf hilft.

Zudem übersetzen wir Anforderungen in technische Spezifikationen, auf die Sie Ihren nächsten Kauf abstimmen können: Im Markt tummeln sich viele Notebooks mit individuellen Besonderheiten, die nicht jeder braucht. Oder um im Bild zu bleiben: Wer häufig Kisten transportiert, für den ist ein schnittiges Sport-Coupé nicht die erste Wahl – und ein Kastenwagen kostet womöglich weniger. Ein Kombi taugt wiederum für vieles, aber kaum für Rennstrecken.

Dass Sie in diesem Artikel viel Wissen rund um Notebooks finden und weniger konkrete Geräteempfehlungen, ist nicht zuletzt der aktuellen Marktlage geschuldet: Er herrscht sowohl an einzelnen Komponenten als auch an daraus zusammengebauten Notebooks ein starker Mangel, während die globale Logistik am Limit arbeitet (siehe Kasten „Pandemieauswirkungen“). Niemand kann deshalb seriös voraussagen, wann ein spezielles Notebookmodell wieder verfügbar sein mag, wenn man es

Pandemieauswirkungen

Notebooks und andere IT-Produkte sind in Zeiten der Coronaviruspandemie gefragt wie lange nicht. Das bescherte dem Markt ein ungewöhnliches Nachfrageplus. Das Angebot hingegen wurde gleichzeitig nicht besser, sondern schlechter: Durch die weltweiten Reisebeschränkungen und den fast vollständigen Zusammenbruch von Passagierflügen fehlen Logistikkapazitäten und teilweise auch Personal. Zudem wurde die Produktion von Ausgangsstoffen umgestellt: Vliese für Masken, Spritzgusskunststoff für Visiere und Alkohol für Händedesinfektionsmittel waren schlagartig wichtig geworden.



Die Produktion von Chips erfordert hingegen lange Vorlaufzeiten – sowohl beim verbindlichen Jahresplan veranschlagter Stückzahlen als auch bei den plusminus sechs Wochen, die ein Wafer von Anfang bis Ende seiner Fertigung in einer Fab verbringt. Somit kann hier nicht kurzfristig die Schlagzahl auf Kosten anderer Produkte verändert werden, zumal alle Firmen ihre Fertigungsaufträge angesichts der Knappheit lieber auf- statt abstocken wollen. Die Folge: Begehrte Neuheiten wie die Konsolen Playstation 5 und Xbox Series X/S oder Grafikkarten mit GeForce-RTX-GPUs sind praktisch nicht erhältlich. Letztere wandern übrigens nicht in die Hände vor PC-Spielern, sondern werden häufig zum Mining von Kryptowährungen verwendet. Unwetter und Unglücke verschärfen die Situation weiter.

Da in Notebooks auch noch viele andere Komponenten als Halbleiter zum Einsatz kommen, bei denen es ebenfalls zu Engpässen kam und weiterhin kommen kann, ist nicht verlässlich abzusehen, wann sich die Situation merklich entspannen könnte. Grundsätzlich ist bei allen Gerätschaften steter Nachschub aus Asien sichergestellt, doch dass man ein frisch vorgestelltes Notebook oder eine besonders stimmige Ausstattungsvariante jederzeit bei mehreren Händlern vorfindet, darf man auf absehbare Zeit nicht erwarten – und schon gar nicht zu den jahrelang gewohnten Kampfpreisen, die merklich unterhalb der UVP liegen. Dies spürt man im Geldbeutel: Statt 750 Euro muss man bei ähnlichen Eckdaten inzwischen eher 850 bis 900 Euro für ein Mittelklasse-Notebook einkalkulieren.

gerade bei keinem Händler mehr findet. Mit dem Wissen aus diesem Artikel können Sie aber selbst das zum Kaufzeitpunkt verfügbare Marktangebot einordnen, um das Gerät zu finden, dass am besten zu Ihren Ansprüchen passt.

Bildschirm bedingt Gehäuse

Zuallererst sollten Sie sich bewusst machen, wo und wie Sie das Notebook nutzen werden. Wer viel unterwegs ist, für den haben kompakte Abmessungen und geringes Gewicht eine viel höhere Priorität, als wenn man das Notebook lediglich an verschiedenen Orten innerhalb der eigenen vier Wände verwendet. In letzterem Fall darf es gerne ein Gerät mit großem 17-Zoll-Bildschirm sein, während das in ersterem Fall die falsche Wahl wäre. Bei Notebooks gibt der Bildschirm maßgeblich die Gehäuseabmessungen vor; ein kleines 13-Zoll-Gerät lässt sich ungleich einfacher verstauen und im Zug oder Flieger nutzen. In der Mitte findet man traditionell 15-Zöller, die beide Welten vereinen und besonders viele Käufer finden, während 14- und 16-Zöller Kompromisse mit Fokus auf Mobilität beziehungsweise Bildschirmgröße sind. Die beiden letztgenannten Geräteklassen sind allerdings den drei Hauptklassen unterlegen, was die Anzahl verfügbarer Modelle angeht. Vor allem 16-Zöller sind selten. Selbst kleine Geräte können wiederum eine hohe Rechenleistung liefen und große ein geringes Gewicht und lange Laufzeiten bieten – dazu später mehr.

Dass diese Kaufberatung mit den Bildschirmen beginnt, liegt auch daran, dass es die wichtigste Komponente eines Notebooks ist: Jegliche Interaktion mit dem Notebook findet darüber statt, und kein Notebook macht Spaß, wenn der Bildschirm nichts taugt.

Glücklicherweise hat sich die Bildqualität in den letzten Jahren merklich gebessert: Displays in TN-Bauweise mit blassen Farben und starker Blickwinkelabhängigkeit, die noch vor ein paar Jahren in höheren Preislagen anzutreffen waren, sind zumindest dort verschwunden. Ganz ausgestorben sind sie aber leider immer noch nicht: Man findet sie weiterhin nicht nur im Billigsegment, sondern – wegen des Komponentenmangels – auch in Notebooks jenseits von 600 Euro. Von solchen Geräten sollte man nach Möglichkeit die Finger lassen, denn zumindest in der Mittelklasse gibt es auch schon viel bessere IPS-Panels.

Da die Hersteller und Händler TN als Panel-Technik nur selten erwähnen, muss man indirekt Schlüsse



Das Lenovo ThinkPad X1 Nano vereint begehrenswerte Aspekte wie blickwinkelstabilen 16:10-Bildschirm, ordentliche Tastatur, Docking per USB-C oder Thunderbolt, lange Laufzeit, geringes Gewicht und optional LTE-Modem, kostet aber auch mindestens 1800 Euro.

ziehen: Wenn das Gerät im Datenblatt die besonders grobe Bildschirmauflösung von 1366 × 768 Pixeln aufführt, ist das ein untrügliches Zeichen für schlechte TN-Bildqualität. Es gibt zwar auch TN-Bildschirme mit Full-HD-Auflösung (1920 × 1080), doch dort findet man oft den Hinweis auf IPS-Bauweise, wenn es sich um ein ebensolches Panel handelt – mit Qualitätshinweisen gehen Werbeprospekte schließlich gerne hausieren.

Generell sind – egal ob beim 13- oder 17-Zöller – Auflösungen unterhalb von Full HD nicht mehr zeitgemäß, selbst wenn man schlechte Augen hat und große Symbole und Schriftzeichen wünscht. Windows 10 hält dafür in den Einstellungen unter System/Anzeige die sogenannte Skalierung bereit: Wer dort Faktoren von mehr als 100 Prozent einstellt, bekommt auch auf hochauflösenden Bildschirmen große Icons und gut lesbare Buchstaben mit scharfen Kanten. Eine pixelige Hochskalierung trifft man nur dann noch an, wenn man eine Windows-Anwendung nutzt, die deutlich älter ist als die fünf Jahre, die Windows 10 mittlerweile auf dem Buckel hat. Bei vielen Notebooks ist übrigens bereits im Auslieferungszustand eine Skalierung größer als 100 Prozent eingestellt – mitunter nutzen Sie die Funktion also schon, ohne sich dessen bewusst zu sein.

Farbkunde

Bei noch höheren Bildschirmauflösungen bleibt TN automatisch außen vor; die gibt es nur in IPS- oder OLED-Bauweise. Während OLEDs immer mit besonders kräftigen Farben und tiefem Schwarz glänzen, gibt es IPS-Panels in verschiedenen Qualitätsstufen. Es gibt solche, die wie OLEDs große Farbräume wie Adobe RGB oder DCI-P3 abdecken, und andere, die nur sRGB oder noch weniger schaffen.

Auch hier gilt: Wenn die Panels besonders hochwertig sind, steht die Farbraumabdeckung üblicherweise im Datenblatt des Notebooks. In der Regel sind solche Geräte teuer; im Extremfall werden die Preise sogar fünfstellig. Wenn nichts im Datenblatt steht, dann handelt es sich tendenziell eher um einen „schlechteren" IPS-Vertreter – der aber immer noch ein ordentliches Bild anzeigt und deutlich besser als TN-Panels aussieht.

Für Normalnutzer, die keine Ambitionen hinsichtlich semiprofessioneller Bild- oder Videobearbeitung hegen, sind besonders farbstarke Bildschirm nicht die erste Wahl: Die Arbeit daran und damit benötigt sowohl Einarbeitung als auch darauf ausgelegte Programme wie Adobes Creative-Cloud-Anwendungen. Die Farbgewalt will nämlich mittels Farbprofilen gebändigt werden, damit man einerseits nicht dauerhaft von Bonbonfarben geblendet wird und andererseits die Bearbeitung von Stand- und Bewegtbildern farbgetreu erfolgt. Schließlich ist es wenig hilfreich, wenn das mühsam bearbeitete Foto oder Video am eigenen Monitor toll aussieht, bei der Veröffentlichung im Netz oder auf dem Ausdruck dann aber viel zu blass wirkt. Wer sich wenig Gedanken und Aufwand machen will, ist mit einem „normalen" Panel bis sRGB besser beraten.

Formate

In den letzten Jahren dominierte das Bildschirmseitenverhältnis 16:9 den Notebookmarkt. Formate mit mehr Bildhöhe gab es vorwiegend bei den bei-

Sichere Hardware muss nicht „hard" sein. Penetrationstests machen IT Security leichter.

Im Zeitalter von IoT und Embedded-Systemen ist eines klar: IT Security darf nicht bei der klassischen Software aufhören, sondern sollte auch die Hardware bzw. Firmware einschließen.

Perspektive
Der SySS-Pentester blickt wie ein Angreifer mit physischem Zugriff auf das Zielgerät und fragt: „Wie kann ein Angreifer das Gerät manipulieren, um beispielsweise an das geistige Eigentum des Herstellers zu gelangen oder Zugang zu dessen IT-Infrastruktur zu erhalten?"

Gegenstand
Untersucht werden die internen und externen Schnittstellen des Zielgeräts sowie die Firmware und Hardwarekomponenten. Auch die sichere Kommunikation mit weiteren IT-Back-End-Systemen oder Mobile-Applikationen steht im Fokus.

Leitfragen
- Findet die Kommunikation statt?
- Sind die externen (Funk-)Schnittstellen sicher und korrekt konfiguriert?
- Kann nach Öffnung des Geräts einfach auf interne oder serielle Schnittstellen zugegriffen werden?
- Wie ist der Bootloader abgesichert? Kann er manipuliert werden?
- Ist die Firmware signiert?
- Kann Schlüsselmaterial aus der Firmware extrahiert werden?
- Wie ist der Updateprozess geregelt? Ist er sicher?
- Gibt es sicherheitsrelevante Designschwächen auf der Hardware-Platine und lassen sich diese ausnutzen?

Finden Sie Hardware-Security so spannend wie wir? Sind Sie ein Maker oder Bastler, der Spaß an technischen Herausforderungen hat? Und denken Sie bei U-Boot nicht als Erstes an einen Film? Dann bewerben Sie sich bei uns!
www.syss.de/jobs-karriere/syss-als-arbeitgeber

SySS
THE PENTEST EXPERTS.

THE PENTEST EXPERTS

SySS GmbH
Schaffhausenstraße 77, 72072 Tübingen
+49 (0)7071 - 40 78 56-0, info@syss.de
www.syss.de

Sebastian Schreiber, Geschäftsführer



Anzeige

den Premium-Herstellern Apple (16:10) und Microsoft (3:2) – was schade ist, denn das Plus an Bildhöhe führt zu merklich weniger Scrollen im Browser sowie in Dokumenten; bei der Bildbearbeitung bekommt man das Foto trotz vieler Werkzeugleisten rundherum groß angezeigt. Und wer sich angewöhnt hat, ob der ausladenden Seitenbreite von 16:9 mit zwei nebeneinander platzierten Anwendungen zu hantieren, kann dies bei 16:10 genauso tun.

Hinsichtlich der Bildschirmformate befindet sich der Markt just in einer Umbruchphase: Etliche Hersteller haben begonnen, ihre vormals mit 16:9-Panels bestückten Notebookserien jetzt mit höheren Bildschirmformaten zu bestücken – und zwar in allen Gerätegrößen. Aktuell handelt es sich vor allem um gut ausgestattete Oberklasse-Notebooks, doch es steht zu erwarten, dass zumindest 16:10 in den nächsten Jahren auch in der Mittelklasse häufiger anzutreffen ist. 3:2 ist ebenfalls im Kommen, aber nicht so häufig wie 16:10.

Hintergrund der Formatwechsels von 16:9 zu 16:10 ist nicht (ausschließlich) ein Umdenken bei den Herstellern, sondern eine Fortsetzung des Trends hin zu immer schmaleren Bildschirmrändern. Diese debütierten vor einigen Jahren ebenfalls in der Oberklasse, inzwischen findet man selbst bei den günstigen Notebooks keine zentimeterbreiten Rahmen mehr. Technisch erfolgte die Evolution in drei Stufen: Erst waren die seitlichen Ränder dran, dann der obere und jetzt der untere. Der mehrere Zentimeter hohe „tote“ Streifen zwischen sichtbarer Unterkante des Bildschirms und Deckelunterkante,

MacBooks mit Apple-CPUs

Apples MacBooks nahmen schon immer eine Sonderstellung bei Notebooks ein – durch das eigene Betriebssystem macOS, aber auch, weil es ausschließlich Geräte zu gehobenen Preisen ab 1000 Euro gibt. Der größte Unterschied zwischen Windows-Notebook und MacBooks ist ganz frisch hinzugekommen: Apple verwendet seit Ende 2020 keine Intel-Prozessoren mehr, sondern hauseigene mit ARM- statt x86-Befehlssatz. Ältere Software, die für x86-Macs kompiliert wurde, läuft zwar in der Emulationszwischenschicht Rosetta 2; für Peripherie sind aber neue Treiber notwendig. Bis dato hat Apple seine 13-Zoll-Modelle MacBook Air und MacBook Pro auf seine M1-CPU umgestellt, das MacBook Pro 16" dürfte in diesem Jahr mit einem stärkeren Apple-Prozessor folgen.



In MacBooks arbeiten seit Ende 2020 Apples hauseigene M1-Prozessoren.

Anders als Microsoft bei WoA-Geräten (siehe Kasten „Windows on ARM“), die immer noch unter dem seit Beginn bestehenden Henne-Ei-Problem leiden, will Apple bis Ende 2022 seine komplette Produktpalette umstellen – weshalb allen Software-Entwicklern gar nichts anderes übrig bleibt, als mitzumachen, sofern sie weiterhin Apples zahlungskräftige Nutzer bedienen wollen. Im Gegenzug gibt es einen spürbaren Performance-Sprung durch den M1-Prozessor.

Durch den Wechsel von CPU-Lieferant und -Befehlssatz wird sich der Apple-Kosmos insgesamt wieder weiter vom Windows-PC-Ökosystem entfernen als in den vergangenen Jahren. Dabei steht zu befürchten, dass man einige künftige Anwendungen, die man nutzen will oder muss, nur noch für eine Plattform bekommt statt für beide Betriebssysteme – was dann automatisch die Notebook-Auswahl einschränkt. Und weil man wegen des anderen CPU-Befehlssatzes Windows nicht mehr mittels Boot Camp parallel zu macOS installieren kann, fällt auch der etwa von Entwicklern geschätzte Aspekt „zwei Welten in einem Gerät“ weg.



Gaming-Notebooks sind mit übertakteten Prozessoren, Raytracing-fähigen Grafikchips und flotten Bildschirmen fürs Zocken gebaut. Akkulaufzeit und Gewicht müssen sich da unterordnen.

an dem man bislang meist prominent den Herstellerschriftzug vorfand, wird jetzt also nicht mehr für die Ansteuerelektronik benötigt. Das lässt sich für mehr Bildfläche nutzen, ohne dass sich die Gehäuseabmessungen ändern müssen.

In Notebooks, die für Spieler konzipiert sind, findet man mitunter Bildschirme, die mehr als die üblichen 60 Hertz Bildwiederholfrequenz schaffen. Eine Zeit lang waren 144 Hertz gängig, während es in den letzten zwei Jahren dann hoch bis 240 oder ganz frisch sogar bis 300 Hertz ging. Das ist ausschließlich für Onlinewettkämpfe entscheidend, in denen es auf Reaktionsschnelligkeit ankommt, und weniger für den Alltag – wenngleich auch der Mauszeiger dort natürlich flüssiger über den Desktop flutscht.

Nicht alle Bildschirmbesonderheiten bekommt man in allen Notebookgrößen. Das Seitenverhältnis von 16:10 findet man von klein bis groß; 3:2 gibt es hingegen nur in Geräten bis 15 Zoll. Letzteres gilt auch für OLED-Panels, während IPS-Bildschirme mit hohen Bildwiederholraten hauptsächlich in Notebooks ab 15 Zoll anzutreffen sind. Auch Kombinationen sind denkbar: Im für die zweite Jahreshälfte angekündigten Lenovo Yoga Slim 7i Pro steckt ein 14-Zoll-OLED mit 16:10 und 90 Hertz.

Gaming to go

Grundsätzlich sind schnelle Panel aber hauptsächlich in potenten Gaming-Notebooks verbreitet, weil sie zwingend einen rasanten Grafikchip brauchen, um die detail- und effektreichen 3D-Welten moderner Spiele tatsächlich mit mehr als 60 Hertz darzustellen.

Anders als bei Desktop-PCs spielen GPUs von AMD in Notebooks keine nennenswerte Rolle: Bis auf ganz wenige Ausnahmen stammen Grafikchips von Nvidia und heißen GeForce. Die schnellsten mobilen Grafikchips unterstützen auch Raytracing-Effekte. Letztere finden in Form von realistischen Spiegelungen der Spielwelt in Glasscheiben oder Pfützen Verwendung, werden mitunter aber auch weniger plakativ für eine stimmige Beleuchtung der gesamten Spielwelt genutzt. Noch ist Raytracing in Spielen keine verpflichtende Systemvoraussetzung, doch das könnte sich künftig ändern, weil die im Herbst 2020 gestartete neueste Konsolengeneration ebenfalls Raytracing bietet.

Bei Nvidias Notebook-GPUs findet im Moment ein Generationswechsel statt: Die Anfang des Jahres enthüllte GeForce-RTX-3000-Serie für Notebooks löst die bisherigen RTX-2000er-Chips ab, die vor fast zwei Jahren debütierten. Es gibt beide Generationen in den Ausführungen gut (RTX 2060/3060), besser (RTX 2070/3070) und am besten (RTX 2080/3080), doch mit der Leistungsfähigkeit steigen die Anforderungen an Stromversorgung und Kühlsystem – und damit zusätzlich zum Komponentenpreis der GPU die Gesamtkosten. Gaming-Notebooks liefern ihre maximale (Spiele-)Performance ohnehin nur im Netzbetrieb; einige erreichen mit Office-Software aber trotzdem gute Akkulaufzeiten und sind dann auch leise.

Obwohl die GPUs denselben Namen tragen wie Desktopgrafikkarten, sind sie im 1:1-Vergleich langsamer: Es gibt weniger Shader-Kerne und die Leistungsaufnahme ist reduziert. Letzteres ist notwendig, um die Hochleistungschips überhaupt notebooktauglich zu bekommen, spiegelt aber auch andere Rahmenbedingungen wieder: Während viele Desktop-Monitore in 4K-Auflösung (3840 × 2160) befüllt werden wollen, sind in Gaming-Notebooks weiterhin Full-HD-Panel (1920 × 1080) üblich. Es muss also nur ein Viertel der Bildpunkte berechnet werden, was die Anforderungen an die GPU senkt. Auch die im letzten Abschnitt erwähnten Displays mit hohen Bildwiederholraten zeigen allesamt „nur“ Full-HD-Auflösung.

Wer Spiele nicht mit allerhöchsten Detaileinstellungen und Bildeffekten spielen muss, für den eröffnen sich interessante Kompromisse: Der Mittelklasse-Grafikchip GeForce GTX 1650 beherrscht kein Raytracing und ist zu schwach für hohe Detailgrade, gibt sich umgekehrt aber genügsam genug, um sogar in kompakten 13-Zöllern Platz zu finden. Diesen Kompromiss aus Spieletauglichkeit und Mobilität gibt es aber nur in wenigen Notebooks wie Asus RoG Flow X13 (siehe S. 22) oder Razer Blade Stealth 13 und er will bezahlt werden: Die Preise beginnen nicht allzu weit unterhalb der 2000-Euro-Marke – und liegen damit locker 50 Prozent über dem, was man für schwerere, dickere 15-Zoll-Notebooks mit flotterer RTX-2060-GPU zahlen muss. Im Asus RoG Zephyrus G14 kommen GPUs bis zu eben jener GeForce RTX 2060 zum Einsatz, was eine absolute Ausnahme bei kompakten Notebooks darstellt.

Low-End-GPUs wie Nvidias GeForce MX350, die Hersteller gerne in höhere Ausstattungsvarianten ihrer Mittelklasse-Notebooks packen, sind verzichtbar, weil für schicke 3D-Spielegrafik zu langsam. Hardware-Einheiten zum Abspielen von HD-Videos in gängigen Codecs (H.264, H.265, VP9, teils schon AV1) sind wiederum bereits in den integrierten Grafikeinheiten (AMD Radeon Vega, Intel UHD/Iris Xe) enthalten, die sämtliche Notebook-Prozessoren mitbringen. Für 2D-Darstellungen von Office-Anwendungen über Websurfen bis Bildbearbeitung genügen sie ebenfalls – dafür braucht man keinen GeForce-Chip.



Mittelklasse mit Sonderformat: Das AMD-befeuerte 16-Zoll-Notebook Honor MagicBook Pro ist ausschließlich in einer stimmigen Konfiguration (UVP: 900 Euro) mit dem Sechskerner Ryzen 5 4600H, 16 GByte Arbeitsspeicher und 512-GByte-SSD erhältlich.

Dual, Quad, Hexa, Octa

Wie bei Desktop-PCs ist auch bei Notebooks die Anzahl der CPU-Kerne in den letzten paar Jahren rasant angestiegen: Weniger als vier sollten es nicht mehr sein und sechs bis acht sind keine Ausnahme. Man muss allerdings nach Baureihen unterscheiden – und nach CPU-Hersteller.

Sowohl bei AMD als auch bei Intel haben sich zwei Baureihen an Notebook-Prozessoren etabliert, die sogenannten U- und H-Modelle. Diese Buchstaben tauchen häufig in den jeweiligen Modellnummern auf, also etwa Core i7-10870H oder Ryzen 5 4500U. In den Generationen Ryzen 4000 und 5000 gibt es bei AMD Ryzen 3 mit vier, Ryzen 5 mit sechs und Ryzen 7 und 9 mit acht Kernen sowohl in der U- als auch der H-Baureihe, während Intel Sechs- und Achtkerner nur in der H-Klasse bietet. Intels U-Prozessoren haben wiederum als Core i5 und i7 immer vier Kerne und seit der elften Core-i-Generation gibt es auch für Core i3 vier statt vormals zwei Kerne. Die Unterschiede zwischen i3, i5 und i7 erstrecken sich nur noch auf Maximaltakt und Cache-Größen.

Die beiden Baureihen stehen für die traditionellen TDP-Klassen (Thermal Design Power, also „vorgesehene Abwärme“) 45 Watt (H) beziehungsweise 15 Watt (U). Während U-Prozessoren in sämtlichen Notebookgrößen zum Einsatz kommen, waren H-CPUs früher Geräten ab 15 Zoll vorbehalten, weil sie aufwendigere Kühlsysteme benötigen.

Just an diesem Punkt hat sich zuletzt aber viel geändert. Bereits mit der zehnten Core-i-Generation, die 2019 debütierte, hatte Intel die Notebookhersteller aufgefordert, die CPUs mit mehr als nominell 15 Watt zu betreiben – was höhere Taktraten und damit höhere Performance bedeutet. Bei der Ende 2020 gestarteten elften Core-i-Generation wurden die vormals obligatorischen 15 Watt dann völlig aus den Datenblättern getilgt: Dort findet man nun nur noch die Angabe „12 bis 28 Watt“. Auch gibt es den Buchstaben „U“ bei neueren Intel-CPUs nicht mehr, sondern Bezeichnungen wie Core i5-1035G1 oder Core i7-1165G7.

Je nachdem, wie leistungsfähig ein Hersteller das Kühlsystem eines bestimmten Notebooks auslegt, kann es bei identischem CPU-Modell große Performance-Unterschiede geben. Das Kühlsystem ist

wiederum ein Kostenfaktor: 15 Watt lassen sich in den etabliert flachen Gehäusen mit weniger als zwei Zentimetern Rumpfhöhe mit einem Lüfter abführen, für 28 Watt braucht es hingegen zwei Lüfter plus einen zweiten Satz Lamellen und Heatpipe-Anbindung. Somit findet man bei günstigen Notebooks eher weniger und bei teuren Notebooks eher mehr CPU-Leistung, obwohl dieselben Prozessormodelle drinstecken.

AMD nutzt die TDP-Varianz bereits in seiner Produktplanung aus: Während Intel zwei getrennte CPU-Designs für U- und H-Klasse verwendet, gibt es für mobile Ryzen nur ein Silizium-Die. AMD selektiert die Chips und verkauft sie je nach maximal erreichbarer Taktfrequenz dann als U- oder H-Modell – oder HS: Die Sonderstufe mit 35 statt 45 Watt hat Gaming-taugliche 14-Zöller wie das Asus Zephyrus G14 hervorgebracht. Manche Hersteller verwenden reguläre H-Ryzens mit angepassten TDP aber auch in Mittelklasse-Notebooks ohne Zusatz-GPUs.

Intel blieb bis auf wenige, teurere Ausnahmen bei solchen Notebook-Konzepten bislang außen vor, möchte künftig davon aber eine größere Scheibe abhaben. Beim Anfang 2021 vorgestellten „Tiger Lake-H35“ handelt es sich aber weiterhin um auf 35 Watt aufgebohrte U-Vierkerner statt um Sechs- oder

Windows on ARM

Seit ein paar Jahren trommeln Windows-Entwickler Microsoft und die Smartphone-Chipschmiede Qualcomm für Notebooks, bei denen Windows auf einem Snapdragon-Prozessor mit ARM- statt x86-Befehlssatz läuft. Allerdings dümpelt die Geräteklasse, die mal Windows-on-ARM (Microsoft) oder Always-Connected-PCs (Qualcomm) heißt, immer noch in einer winzigen Nische vor sich hin: Die wenigen ARM-Notebooks sind teuer, liefern aber viel weniger Performance als Geräte mit AMD-, Intel- oder Apple-Prozessoren – erst recht, wenn man wie bei Windows üblich x-beliebige Anwendungen nutzen will: In der Regel haben die Entwickler sie nicht für ARM angepasst, sodass sie in einer leistungsfressenden Emulation laufen. Peripheriegeräte bekommt man mitunter gar nicht zum Laufen, weil ARM-Treiber fehlen – da hilft auch keine Emulation.

Das Henne-Ei-Problem besteht mittlerweile seit drei CPU-Generationen. Die neueste davon wurde schon Ende 2018 enthüllt, fand seitdem aber in nur zwei Geräten Verwendung und steht immer noch ohne Ankündigung eines Nachfolgers da. Andere Hersteller von ARM-CPUs haben bislang keine Ambitionen erkennen lassen, in die Windows-Welt einzusteigen.

Aber: Es gibt zwei potenzielle Lichtblicke. Microsoft arbeitet derzeit daran, die x86-auf-ARM-Emulation von Windows 10 auf 64-Bit-Anwendungen auszudehnen, wodurch dann Anwendungen wie Adobe Photoshop überhaupt erst zum Laufen gebracht werden – 32-Bit-Code



Das Microsoft Surface Pro X ist eines der wenigen Windows-Geräte mit einem ARM-Prozessor.

wurde bei solchen Programmen nämlich schon längst beerdigt. Und Qualcomm hat kürzlich das vielversprechende CPU-Start-up Nuvia übernommen, was aber 2021 sicherlich keine Früchte mehr tragen wird.

Im Moment sollte man Windows-Notebooks mit ARM-CPU nur dann in die engere Wahl ziehen, wenn man mit den mitgelieferten Anwendungen klarkommt oder hauptsächlich Web-Apps nutzt – quasi ein Chromebook (siehe Kasten „Chromebooks“) mit Windows-Bedienoberfläche. Die von Microsoft und Qualcomm gern genannten Argumente lange Laufzeit, immer online, geringes Gewicht und lautlose Kühlung sind hingegen weder einzeln noch in Kombination ausschließlich ARM-Notebooks vorbehalten, sondern auch mit x86-Prozessor machbar.

Achtkerner. Letztere hat Intels problemgeplagte 10-Nanometer-Fertigung bislang nicht hervorgebracht; sie stehen erstmals im zweiten Quartal 2021 an („Tiger Lake-H45“).

Bei günstigen Notebooks unterhalb von 600 Euro findet man etliche andere CPU-Namen wie A4, A6, Athlon, Celeron oder Pentium. Dabei handelt es sich entweder um abgespeckte Versionen älterer CPU-Generationen unter anderem Namen oder separat entwickelte Billigprozessoren. Angesichts des niedrigen Preisniveaus gibt es auch etliche andere Einschränkungen zu beachten (siehe Kasten „Minis fürs Homeschooling“).

Generell fährt man wesentlich besser, wenn man alles unterhalb eines Core i5 oder Ryzen 5 aus den letzten beiden CPU-Generationen (10./11. Core-i-Generation, Ryzen 4000/5000) ausblendet, sofern das Budget das hergibt. Anders als im letzten Jahr (siehe Kasten „Pandemieauswirkungen“) gibt es mit dieser Einschränkung aber keine Auswahl ab 500 Euro mehr, sondern erst jenseits der 600-Euro-Marke. Der grobe Preisrahmen gilt für 15-Zöller; 13- oder 17-Zoll-Notebooks sind noch etwas teurer.

Falls im Geldbeutel Ebbe herrscht: Mit einem Ryzen-3000-Vierkerner (etwa Ryzen 5 3500U) oder einem Pentium Silver N5000 kommt man im Homeoffice-Alltag auch noch ganz gut klar, jedenfalls mit 8 GByte RAM (4 GByte sind unzeitgemäß knapp). Man muss sich aber bewusst sein, dass deren Rechenleistung deutlich unter der liegt, die neuere Notebook-Prozessoren liefern. Für die Batch-Konvertierung der Fotosammlung oder das Kompilieren eines Softwareprojekts muss man also mehr Zeit einplanen.

Energie sparen

Für eine besonders lange Laufzeit kommt es nicht darauf an, welchen Befehlssatz (ARM oder x86) ein Prozessor nutzt oder welcher Leistungsklasse die CPU angehört. Stattdessen ist wichtig, wie gut ein Hersteller Stromsparfunktionen ausnutzt. Das setzt in der Regel den Einsatz energieeffizienter Komponenten auch abseits der CPU voraus – die auf den Gesamtpreis durchschlagen.

Bei ruhendem Desktop ist beispielsweise schon lange nicht mehr die CPU der größte Verbraucher, sondern der Bildschirm. Techniken wie Panel Self Refresh (PSR) sorgen dafür, dass der Bildschirm seinen Inhalt selbst darstellt und Verbindung zur GPU gekappt werden kann (was durchaus mehrere Male pro Sekunde passieren kann), doch dafür muss das verwendete Panel das auch können. In Langläufern, die mitunter Laufzeiten von mehr als 20 Stunden schaffen, kommen zudem sogenannte 1-Watt-Panels zum Einsatz, deren optimierte Hintergrundbeleuchtung sich mit ebenjener Leistungsaufnahme statt dem Zwei- bis Vierfachen begnügt, doch auch die sind teurer. Aktuell gibt es sie zwar in Größen zwischen 13 und 15 Zoll, doch sie haben fast ausnahmslos 16:9-Format und eine 1920er-Auflösung.

Grundsätzlich gilt: Je höher die Auflösung, desto höher der Energieverbrauch eines Panels. Gleiches gilt für andere Spezialitäten wie die bereits erwähnten besonders farbstarken Bildschirme oder die Bildwiederholraten jenseits von 60 Hertz in Gaming-Notebooks. Ein Touchscreen statt eines matten Displays hat keine direkten Auswirkungen auf die Laufzeit, eventuell aber indirekt. Dell verkauft sein beliebtes XPS 13 beispielsweise mit matten Full-HD- oder fingerbedienbarem 4K-Panel – wer Touch will, muss somit auch den gesteigerten Energiebedarf der höheren Auflösung in Kauf nehmen.

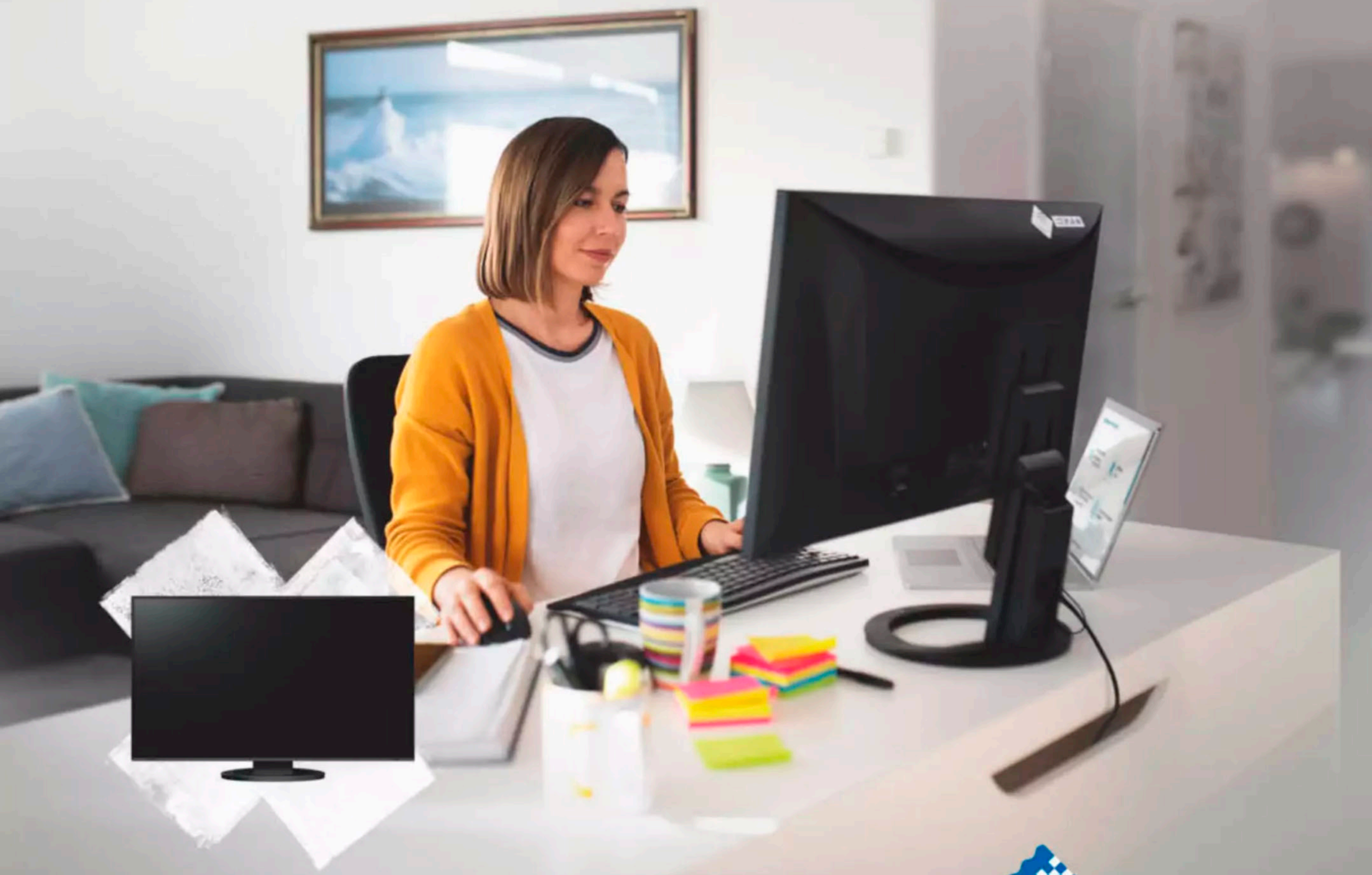
Eine weitere Komponente, die Auswirkungen auf Gerätepreis wie Akkulaufzeit hat, ist der Arbeitsspeicher: In teureren Notebooks sind aufgelötete LPDDR4X-Chips üblich. Im Unterschied zu gewöhnlichem DDR4-Speicher auf SODIMM-Steckriegeln werden sie mit einem niedrigeren Spannungslevel angesteuert, wodurch der Speichercontroller bis zu einem halbem Watt einspart. Das klingt nach wenig, ist tatsächlich aber ein riesiger Unterschied: Wenn alle Stromsparregister gezogen sind, brauchen moderne Notebooks weniger als drei Watt – nein, nicht im Standby, sondern voll einsatzbereit bei gebootetem Windows und eingeschaltetem Bildschirm! Auch bei anderen Komponenten sind energieeffizientere Schnittstellen möglich – etwa die in Intel-Prozessoren integrierten Signalprozessoren statt USB für Webcams, I2C für Touchpads oder I2S für Audio-Chips.

Ebenfalls nicht zu unterschätzen sind Optimierungen in der Firmware: Bei aufgelötetem LPDDR4X-Speicher ist die Bestückung klar, sodass Erkennungs- und Konfigurationsroutinen wegfallen können. Zudem sind dadurch Funktionen wie Modern Standby (früher auch mal Connected Standby genannt) möglich; klassisches Suspend-to-RAM (S3) stirbt aus.

Die Firmware-Optimierungen ermöglichen in Kombination mit den inzwischen allgegenwärtigen SSDs rasante Bootzeiten, haben aber auch Nebenwirkungen: Wenn der Hersteller weiß, welche konkreten SSD-Modelle er einsetzen wird, kann es sein, dass die BIOSe genau diese akzeptieren, aber keine

OFFICE IST.
WO EIN EIZO IST.

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



Working with the Best

EIZO

Minis fürs Homeschooling

Die Coronaviruspandemie hat gezeigt, dass Deutschland bei der Digitalisierung der Schulen große Lücken hat. Andere Länder sind da schon viel weiter. In den USA werden Schulbezirke IT-technisch wie Unternehmen geführt: mit zentraler Account-Verwaltung, Richtungsvorgabe und häufig auch Gerätebeschaffung. Je nachdem, wie Anforderungen durch gewählte Lernmittel aussehen und Ausschreibungen ausfallen, gibt es deshalb Schulen, die durchgängig auf iPads setzen, und andere, wo Chromebooks oder Windows-Notebooks zum Einsatz kommen. Hierzulande gilt hingegen eher der Grundsatz „jeder kämpft für sich“, und IT-affine Lehrkräfte sollen das Ganze nebenbei machen.

Wegen des unweigerlich daraus folgenden Wildwuchses ist es nur schwer möglich, konkrete Tipps für Homeschooling-Geräte zu geben. Aufgrund ihrer Flexibilität hinsichtlich Anwendungen, Diensten, Peripherie und Geräteauswahl sind Windows-Notebooks unserer Ansicht nach die beste Wahl. Es gibt keine potenziellen Stolpersteine wie bei Chromebooks (siehe Kasten) und die Anforderungen an die Technik unterscheiden sich nicht von denen, die man auch für Büroaufgaben im Homeoffice hat.

Während man dort allerdings entweder vom Arbeitgeber ein Notebook gestellt bekommt oder privat etwas tiefer in die Tasche greifen mag, sieht das bei Familien mit Kindern anders aus. Selbst wenn man die 350 Euro, die das Jobcenter seit Kurzem für ALG2-Empfänger als Homeschooling-Unterstützung beisteuert, ausschließlich als Notebook-Budget sieht (und nicht wie gedacht für eine Komplettausstattung samt Drucker und mehr), landet man unweigerlich bei den allergünstigsten Einsteiger-Notebooks. Üblich ist in dieser Preisregion das sonst nicht anzutreffende 11,6-Zoll-Format, also in etwa die Gerätegröße, die vor zig Jahren mal als Netbooks bezeichnet wurde.

Bei ihnen handelt es sich nicht um völlig unbrauchbare Geräte, doch sie kombinieren angesichts des niedrigen Preises unweigerlich die billigsten Komponenten wie schwache CPUs, wenig Arbeitsspeicher, lahme Massenspeicher und niedrig auflösende, blickwinkelabhängige TN-Panels. Die kleinen Gehäuse haben zudem nicht die nötige Breite, um eine Tastatur mit dem gängigen Raster von 19 Millimetern zu integrieren, sondern weisen schmale Tasten auf. Immerhin: Diese kommen kleinen Kinderhänden entgegen und sind eher ein Ausschlusskriterium für Jugendliche und Erwachsene. Zudem kommen die Prozessoren mit wenig Leistung aus, weshalb viele dieser Geräte dank passiver Kühlung völlig lautlos arbeiten und lange ohne Netzteil durchhalten.

Bei Redaktionsschluss fanden wir rund um die 350-Euro-Marke nur wenige andere Notebooks, die in der Standardgröße einen (vergleichsweise riesigen) 15,6-Zoll-Bildschirm haben. Achtung: Man sollte unabhängig von der Gerätegröße unbedingt darauf achten, dass auf dem ins Auge gefassten Notebook Windows vorinstalliert ist. Das ist nicht selbstverständlich und bei augenscheinlich guter Hardwarezusammenstellung sogar eher die Ausnahme. 90 Euro Aufpreis für ein selbst zu installierendes Windows 10 Home sprengt wiederum das Budget. Bei der restlichen Softwareausstattung gibt es mit Thunderbird, LibreOffice & Co. gute, kostenlose Anwendungen.



Bild: Medion

Wenig Speicher, lahme Prozessoren, kleiner Bildschirm, schmale Tasten: Bei günstigen Education-Minis wie dem Medion Akoya E11201 muss man etliche Abstriche machen.

anderen. Damit ist gewährleistet, dass defekte SSDs vom Hersteller getauscht werden können oder im Reparaturfall nicht mit eingeschickt werden müssen. Aufrüsten durch den Nutzer mit irgendeiner SSD vom freien Markt ist aber weder garantiert noch vorgesehen.

Garantieoptionen

Der soeben erwähnte SSD-Ausbau vor dem Einschicken, wenn das Notebook einen Defekt hat, ist nicht bei allen Geräten im Reparaturprozess vorgesehen beziehungsweise erlaubt. Stattdessen handelt es sich um eine Besonderheit von Business-Notebooks, also Modellen, die in großen Stückzahlen an Unternehmen verkauft werden und die deren Admins als Arbeitsgeräte an Mitarbeiter verteilen. Zu den Ausschreibungen gehören außer der Hardware auch Serviceverträge, in denen dann geregelt sein kann, dass Massenspeicher mit Firmengeheimnissen nicht eingeschickt werden müssen – oder dass die Admins nach einer Schulung manche defekten Komponenten selbst wechseln dürfen und dafür Zugriff auf Original-Ersatzteile haben.

Für regional verteilt arbeitende Außendienstlerflotten sind Vor-Ort-Reparaturen praktisch, bei denen ein Servicetechniker des Herstellers innerhalb eines definierten Zeitrahmens von wenigen Tagen zur Reparatur vorbeikommt. Sowas kann man bei Interesse auch als Privatkäufer hinzubuchen, wenn man ein Business-Notebook erwirbt. Es lohnt sich hauptsächlich bei hochpreisigen Geräten, die zu täglicher Arbeit unabdingbar sind und bei denen ein Defekt teure Produktionsausfälle zur Folge hat: Allein die Garantieverlängerung auf fünf Jahre Vor-Ort-Service kann durchaus mit 600 Euro zu Buche schlagen.

Andere Besonderheiten von Business-Maschinen sind für Privatnutzer irrelevant: Fernwartungsfunktionen etwa brauchen eine dahinterliegende Serverinfrastruktur. Und dass es integrierte Mobilfunkmodems für LTE oder bald 5G nur in dieser Klasse gibt, ist ebenfalls für Privatkäufer vernachlässigbar: Wer nur ab und an abseits von WLAN-Hotspots online gehen muss, kann dafür das Smartphone koppeln.

Docking

Die früher beliebteste Zusatzfunktion von Business-Notebooks, nämlich das komfortable Docking am Schreibtisch, ist hingegen kein Alleinstellungsmerkmal mehr. Die moderne USB-C-Buchse hat proprietäre Dockingschnittstellen vollständig verdrängt und erlaubt ebenfalls, stationäre Peripherie mit einem Handgriff anzuschließen oder zu trennen. Man muss allerdings beim Gerätekauf darauf achten, dass der Hersteller die Buchse tatsächlich mit vollem Funktionsumfang – also USB plus Akkuladen plus Videosignale – implementiert hat.

Ab der Notebook-Mittelklasse (700 bis 800 Euro) sollte das immer der Fall sein, doch auch darunter darf man es erwarten. Selbstverständlich ist es leider nicht: Vor allem in der Anfangszeit von USB-C haben wir öfter Buchsen vorgefunden, die sich funktional nicht von klassischen rechteckigen Typ-A-Buchsen unterschieden, also weder Strom noch Videosignale boten. Wer auf Nummer sicher gehen will, muss nach dem Thunderbolt-Logo Ausschau halten – die flotte Schnittstelle garantiert Docking, ist aber hochpreisigen Notebooks vorbehalten.

Ob und wie viele USB-Buchsen man an Notebooks vorfindet und in welchem Format, lässt sich nicht pauschal sagen. Je flacher und teurer das Notebook ist, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass es nur noch USB-C-Buchsen gibt. Asus hat sogar schon einige ZenBooks auf den Markt gebracht, die nicht mal mehr eine 3,5-Millimeter-Audioklinkenbuchse boten – stattdessen lag ein Adapter von USB-C auf Klinke mit im Karton. In günstigeren Notebooks und Gaming-Maschinen haben die Gehäuse mehr Volumen, sodass dort in der Regel auch HDMI- und USB-A-Buchsen vorgesehen sind. Kartenleser sind am Aussterben; und wenn, dann gibt es in der Regel nur noch Schächte für kleine MicroSD-Kärtchen.

RJ45-Buchsen für kabelgebundene Netzwerke sind eher die Ausnahme – beziehungsweise eine Domäne der ebenfalls stationär platzierten, optionalen USB-C-Docks. WLAN und Bluetooth sind immer an Bord, wobei modernes Wi-Fi 6 (IEEE 802.11ax) ab der Mittelklasse dabei ist und man 5-GHz-taugliches Wi-Fi 5 (IEEE 802.11ac) voraussetzen darf. Mehr als zwei WLAN-Streams parallel findet man allerdings nirgends mehr, bei günstigen Notebooks kann es sogar nur ein Stream sein – für die Internetverbindung per DSL reicht das aber.

Die für Videokonferenzen wichtigen Webcams und Mikrofone sind üblich, aber bei just einer hochpreisigen Notebookgattung dann doch nicht dabei – nämlich Gaming-Notebooks. Dort gehen die Hersteller davon aus, dass Streamer separate Kameras und Mikrofone mit besserer Qualität verwenden.

Generell dürfte die Qualität integrierter Webcams und Mikrofone in zwei bis drei Jahren eine höhere

sein als heutzutage. Einen Vorgeschmack gibt das Edelnotebook Elite Dragonfly: In dessen höchste Ausstattungsvariante mit dem Beinamen Max (aber auch nur dort!) baut HP schon jetzt einen anderen Deckel ein – mit vier statt drei Mikrofonen und 5-Megapixel-Kamera statt 720p-Sensor. Allerdings kommt es auch bei Webcams eher auf guten Kontrast und taugliche Belichtungssteuerung an als auf die Megapixelanzahl. Wer schon heute eine gute Webcam will, sollte ein Notebook wählen, dessen Kamera auch biometrisches Einloggen mittels Windows Hello bietet. Die gibt es aber nur in höherpreisigen Notebooks, und trotzdem liegt deren Qualität mitunter sichtbar unter der, die die Selfie-Kamera in günstigen Smartphones liefert.

Tippbretter

Bei den Tastaturen ist eine mehrjährige Lernphase hingegen gerade vorübergegangen: Die eindeutig negativen Reaktionen auf Varianten mit arg wenig Tastenhub, wie sie Apple mit seinen Butterfly-Tasten etablieren wollte, haben gezeigt, dass sich Tastenhub doch nicht substituieren lässt – weshalb man auch in besonders flachen, teuren Notebooks jetzt wieder überall angenehm tippen kann (auch in MacBooks). Beleuchtete Tasten sind ein Komfort, den man kaum missen mag, und ab der Mittelklasse üblich. Anders als bei Desktop-Tastaturen gibt es kein standardisiertes Tastenlayout, sodass jedes Notebook etwas Gewöhnung erfordert, bis man

Chromebooks

Chromebooks, also Notebooks mit Googles Betriebssystem Chrome OS, sind in englischsprachigen Ländern deutlich weiter verbreitet als hierzulande. Das hängt nicht nur damit zusammen, dass dort eine andere Mentalität und Rechtslage hinsichtlich Datenschutz und Privatsphäre bei Clouddiensten vorherrscht, sondern auch, dass viele Dienste in englischer Sprache debütierten – und nicht alle bekommen eine deutsche Bedienoberfläche.

Das Für und Wider lässt sich knapp zusammenfassen: Chromebooks eignen sich bestens für Nutzer, die ihren Alltag nahezu komplett im Webbrowser bestreiten können – also alle eigenen Dokumente in der Cloud speichern und Webdienste für alle Aufgaben von Fotobearbeitung über Videokonferenzen bis Textschreiben verwenden – und keine lokale Peripherie außer USB-Sticks und netzwerkfähigen Druckern benötigen. Wer Daten lieber lokal vorhält, für Homeoffice oder Homeschooling eine bestimmte lokal zu installierende (Windows-)Software benötigt oder Peripherie wie einen TV-Stick oder ein Audio-Interface nutzen will, ist hingegen raus.

Chromebooks gibt es hierzulande von Herstellern wie Acer, Asus, HP und Lenovo. Das Portfolio beginnt bei sehr günstigen Einsteigermodellen unterhalb von 300 Euro; in der Mittelklasse um und über 700 Euro (Acer Chromebook 715,



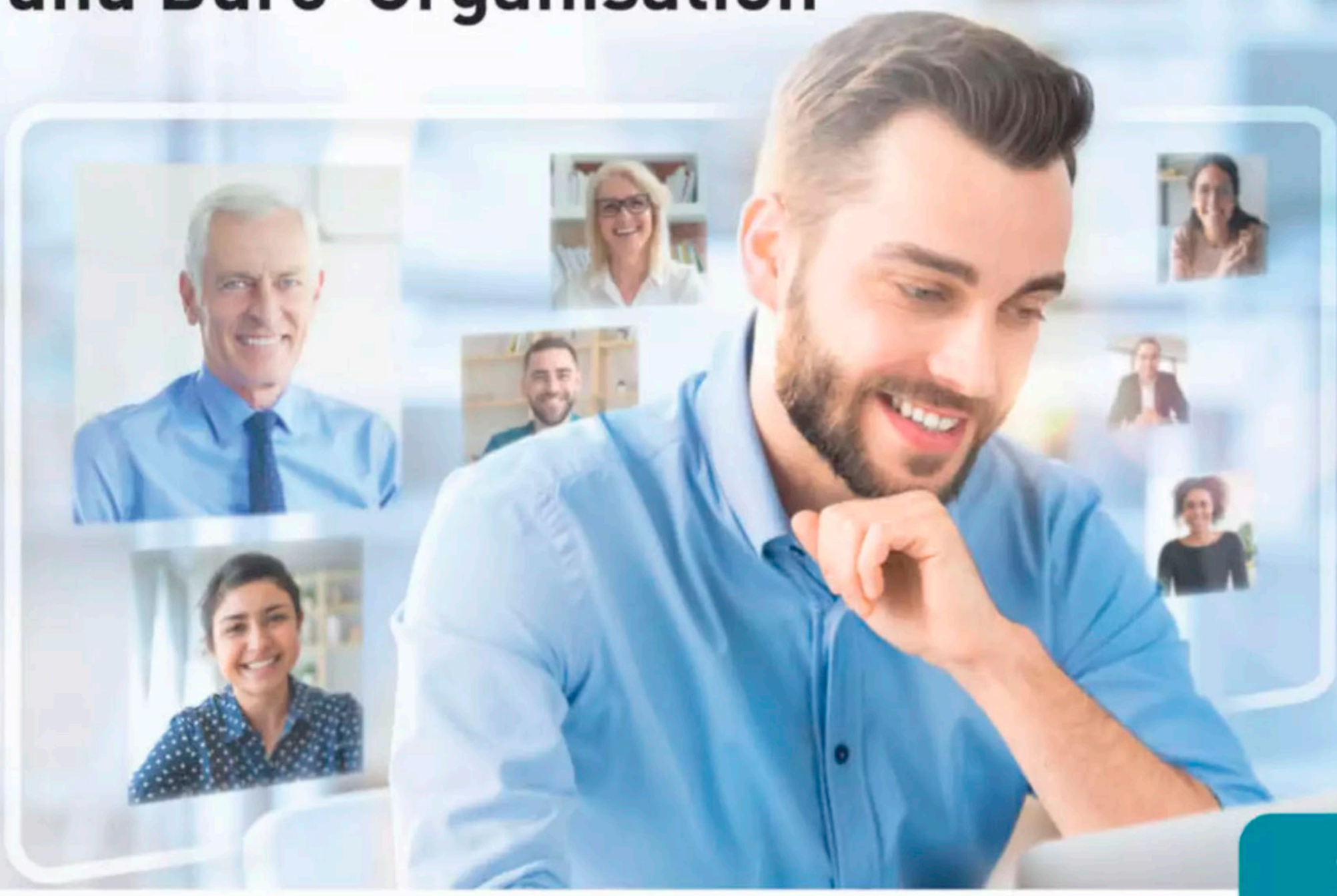
Ordentlich ausgestattete Chromebooks wie das HP Pro c640 kosten ähnlich viel wie Mittelklasse-Notebooks mit Windows.

HP Pro c640, Lenovo IdeaPad Flex 5, siehe S. 32) findet man dann klassentypische Annehmlichkeiten wie ein schickes Metallgehäuse vor. HP fährt mit dem edlen Elite c1030 sogar ein Business-Modell für über 1600 Euro auf. Google selbst verkauft sein hochpreisiges PixelBook hierzulande hingegen nicht, und auch Chromebooks manch anderer Hersteller wie etwa die von Samsung kann man nicht mit deutscher Tastatur kaufen.

vOFFICE

DATENSCHUTZ-KONFORM · DATENSCHUTZ-KONFORM · ERFÜLLT SÄMTLICHE RECHTLICHEN ANFORDERUNGEN DER DSGVO · DATENSCHUTZ-KONFORM · DATENSCHUTZ-KONFORM

Software für Videokonferenzen und Büro-Organisation



vOffice = Homeoffice leicht gemacht

- **Videokonferenzen** mit Mitarbeitern, Kunden und Geschäftspartnern – **spontan** mit nur einem Klick
- **Live Status der Nutzer** und interaktives Organigramm
- **Virtueller Warteraum** für eingeladene Besucher
- **Datenschutz und Sicherheit** durch Ende-zu-Ende-Verschlüsselung
- **Und das Beste:** Jetzt auch mit integrierter Bezahlmöglichkeit, z. B. bei Beratungen und Webinaren

1 EUR
pro Benutzer/Monat

Jetzt informieren:
030 43598 802
ra-micro.de/vOffice

RA-MICRO

Notebook-Namen und zugehörige Kategorien (Auswahl)

	Mittelklasse	Premium	Business	Gaming	Hybrid
Acer	Aspire 3, Swift 3	Aspire 5, Swift 5	TravelMate	Nitro, Predator	Spin
Asus	VivoBook	ZenBook	ExpertBook	TUF, RoG	Flip [1]
Dell	Inspiron	XPS	Vostro, Latitude	Alienware	2-in-1 [1]
Dynabook	–	–	Portégé, Satellite Pro, Tecra	–	– [2]
Fujitsu	–	–	LifeBook	–	– [2]
Honor	MagicBook	–	–	–	–
HP	Pavilion	Envy, Spectre	ProBook, EliteBook	Omen	x360 [1]
Huawei	MateBook D	MateBook X	–	–	–
Lenovo	IdeaPad	Yoga, Yoga Slim	ThinkBook, ThinkPad	Legion	– [2]
LG	–	Gram	– [3]	–	–
Medion	Akoya	–	–	Erazer	– [2]
Microsoft	Surface Go, Surface Laptop Go	Surface Book, Surface Laptop	– [3]	–	Surface Pro
MSI	Modern	Prestige, Summit	– [3]	GT, GS, GE, GP, GL, GF	–
Samsung	–	Galaxy Book	– [3]	–	Flex [1]
Schenker	Via	Vision	–	XMG	–
Razer	–	Book	–	Blade	–

[1] Namenszusatz [2] im Portfolio, aber keine spezielle Kennzeichnung [3] B2B-Versionen von Premium-Notebooks möglich

blind flüssig tippen kann. Häufige Stolpersteine sind einzeilige Enter-Tasten, in eine Zeile gequetschte Cursor-Blöcke oder generell Tastenraster unterhalb der etablierten 19 Millimeter.

Manche Gaming-Notebooks bieten mechanische Tastenschalter, doch weil diese viel Bauraum fressen, impliziert das dann auch eine gewöhnungsbedürfte Anordnung mit Tasten am vorderen Gehäuserand und rechts daneben platziertem Touchpad. Ähnliches gibt es auch bei den Doppel-Bildschirm-Notebooks der ZenBook-Duo-Familie, bei denen ein Zweitbildschirm zwischen vorgezogener Tastatur und Deckel zur Verfügung steht.

Apropos Zweitbildschirm: Die Ende 2019 und Anfang 2020 gezeigten neuartigen Konzepte wie Surface Neo (Microsoft) oder Project Duet (Dell) mit zwei gleich großen Displays haben es bislang nicht zur Serienreife geschafft. Gleiches gilt für Project Ori (Dell) mit Faltbildschirm. Damit ist das Ende 2020 erschienene ThinkPad X1 Fold das erste und auch einzige Windows-Gerät mit einem faltbaren OLED-Bildschirm, das man kaufen kann – zu Preisen ab 3000 Euro.

Wer hingegen einfach nur einen Touchscreen wünscht, hat eine breite Auswahl: Es gibt sie vom winzigen 11,6-Zoll-Netbook bis hoch zu 15- oder gar 17-Zöllern, die sich dennoch dank 360-Grad-Scharnieren auch als schweres Riesentablet verwenden lassen. 360-Grad-Scharniere sind kein Muss – es gibt auch Touchscreens in Kombinationen mit herkömmlichen Deckeln –, haben umgekehrt aber auch keine negativen Auswirkungen, die die Nutzung als Notebook einschränken würden.

Bei Windows-Tablets mit ansteckbaren Tastaturen wie etwa Microsofts Surface Pro ist das anders: Sie lassen sich auf dem Schoß schlechter verwenden als auf dem Schreibtisch. Selbst beim Gewicht liegen sie nicht automatisch vorn: Leichtgewichte wie das Acer Swift 5 Pro, das Dynabook Portégé X30W-J, das Lenovo ThinkPad X1 Nano oder das LG Gram 14 wiegen unter einem Kilogramm – und damit weniger als Tablet plus Tastatur.

tl;dr

Um länger Freude am neuen Notebook zu haben, sollte die gewählte Größe (13 bis 17 Zoll) auf Ihre Anforderung hinsichtlich Mobilität (viel bis wenig) abgestimmt sein. Empfehlenswert ist mindestens ein Vierkernprozessor der letzten zwei CPU-Generationen von AMD (Ryzen 4000/5000) oder Intel (10./11. Core-i-Generation) – und zwar nicht nur wegen der gesteigerten Rechenleistung im Vergleich zu älteren CPUs, sondern auch, weil bei solchen Notebooks dann auch viele andere Aspekte wie Schnittstellen-

angebot oder Bildschirmqualität stimmen. Pandemiebedingt haben die Preise angezogen, sodass man unterhalb von 600 Euro nicht mehr fündig wird, wenn man der CPU-Empfehlung folgt. Alltagstaugliche 8 GByte Arbeitsspeicher sind dort ebenfalls üblich (aber nicht bei günstigeren Geräten), und SSDs für flotte Programmstarts haben lahme Festplatten generell abgelöst. Wer sehr viele Anwendungen oder Browser-Tabs parallel öffnet, sollte übrigens eher 16 als 8 GByte RAM wählen – bei LPDDR4X-RAM lässt sich nichts nachrüsten.

Je präziser Sie Ihre Ansprüche kennen, desto besser können Sie kurzfristige Angebote in Werbeprospekten beurteilen und mit dem restlichen Marktangebot in Preisvergleichern wie dem von heise online abgleichen. Angesichts der unzähligen Parameter, an denen Entwickler drehen können, findet man Spezialisten für viele Nischen: Es gibt sowohl sehr leichte 17-Zöller (LG Gram 17) als auch spieletaugliche 13- und 14-Zöller (Asus RoG Flow X13, Razer Blade Stealth 13, Asus RoG Zephyrus G14). Weil Gaming-Performance und Mobilität an sich gegenläufige Optimierungsrichtungen sind, wird es bei solchen Kombinationen dann aber teuer. Gewisse Komponenten wie besonders farbstarke Bildschirme gibt es nur bei Premium-Notebooks. Gleiches gilt für besonders lange Laufzeiten – aber die Kombination aus sehr langer Laufzeit und farbstarkem Display ist technisch nicht drin.

Ein wichtiger Trend sind Bildschirme mit den Seitenverhältnissen 16:10 oder 3:2, die mehr Bildhöhe bieten als klassisches 16:9. Aktuell sind sie vor allem der teuren Oberklasse vorbehalten, und sie dürften frühestens nächstes Jahr stärker in die Mittelklasse mit Preisen unter 1000 Euro abfärben. Bei den CPUs verwischen die vormals scharfen Grenzen zwischen den TDP-Klassen U und H: Es kommt vielmehr nur noch darauf an, wie das Kühlsystem des jeweiligen Notebooks dimensioniert wurde. Dies steht in starkem Kontrast zu Desktop-PCs, wo man bei selbem CPU-Modell immer identische Performance erwarten darf. (mue) c't

Anzeige

Die Tücken des Home Office überwinden: Vernetzen Sie sich neu!

Während der Corona-Pandemie und laut Umfragen auch noch in Zukunft, setzen zahlreiche Unternehmen auf das Arbeiten aus dem Home Office. Zeit also, dass Sie sich dort dauerhaft einrichten – auch aus technischer Sicht. NETGEAR zeigt, wie Ihre IT-Infrastruktur für ein sicheres und produktives Home Office aussehen muss.



Schalten und walten aus der Home-Office-Zentrale
Ein Must-have beim Home-Office-Arbeitsplatz ist ein schneller Internet-Zugang mit passendem Access Point. Hier bietet NETGEAR mit der Familie der Business Essentials kostengünstiges und einfaches Plug-and-Play WLAN mit überragender WiFi 6 Geschwindigkeit und Abdeckung. Der WAX204 ist ein leistungsfähiger Dual-Band Access Point, der mit AX1800-Geschwindigkeit für einen Datendurchsatz von 1,8 Gbit/s sorgt. Der größere Bruder, der WAX214, bietet die gleiche Leistung und lässt sich zusätzlich an der Wand bzw. Decke montieren. Das Flaggschiff der Business Essentials Familie ist der WAX218 mit einem Durchsatz von bis zu 3,6 Gbit/s. Alle drei Modelle verfügen über drei getrennte SSIDs für separate Gast-, Arbeits- und Familien-Netzwerke sowie WPA/WPA2/WPA3-Authentifizierung, die höchste Sicherheit garantieren. Die einfache Installation und das unschlagbare Preis-Leistungs-Verhältnis machen die Business Essentials zum besten Arbeitskollegen im Home Office.

Perfektes Teamwork mit Switch und Access Point
Der perfekte Begleiter des Home Office Access Points für alle, die hohen Datenverkehr haben und ständig Daten austauschen müssen, ist ein NETGEAR Switch, der für eine schnelle, zuverlässige Kabelverbindung sorgt. Die Plug-and-Play Plus Switches der GS300-Serie, die über ein intuitives Web-GUI und auch über PoE+ verfügen, erfüllen diese Anforderungen perfekt. Sie vereinfachen zudem grundlegende Netzwerkfunktionen wie VLANs, QoS und IGMP Snooping. Der Plus Switch GS308EPP mit 8 PoE+ Ports unterstützt Power-over-Ethernet (PoE) und kann so den Access Point gleichzeitig mit dem Netzwerk verbinden und mit Strom versorgen. Geräte mit hohem Datendurchsatz oder älteren WLAN-Standards (z.B. Drucker, Telefone) können über den Switch per Kabel angebunden werden und liefern so eine hohe Performance.

NETGEAR® BUSINESS

NETGEAR Deutschland GmbH
Konrad-Zuse-Platz 1
81829 München
www.netgear.de · store.netgear.de



Premium-Notebooks

Der AMD Ryzen mischt den Notebook-Markt derzeit gehörig auf, dennoch stecken in vielen Premium-Notebooks weiterhin Intel-Prozessoren. Acht aktuelle Edel-Notebooks zeigen, dass im Alltag jedoch Aspekte wie besonders geringes Gewicht, sehr lange Akkulaufzeit oder Bildschirmformate jenseits von 16:9 mitunter viel verlockender sind als die reine CPU-Performance.

Von **Florian Müssig**

Notebooks der oberen Preislagen nehmen traditionell das vorweg, was in den Folgejahren dann nach und nach auch in die Mittelklasse hinuntertröpfelt: Flache Gehäuse sind inzwischen etwa bei sämtlichen Notebooks gang und gäbe geworden; Gleiches gilt für SSDs statt lahme Festplatten. Dennoch sind viele Edel-Notebooks verlockend, weil bei ihren Komponenten nicht an jedem Cent gespart werden muss oder besondere Gehäusematerialien Verwendung finden – was man in der Summe dann eben doch wieder deutlich merkt und den Ausschlag zum Kauf geben mag.

Wir haben acht Premium-Geräte ins c't-Labor geholt. In sieben davon arbeiten Vierkern-Prozessoren aus Intels elfter Core-i-Generation (Tiger Lake): Acer Spin 3, Dell XPS 13, Dynabook Portégé X30W-J, HP Spectre 14, Lenovo Yoga Slim 9i, Microsoft Surface Pro 7+ und MSI Prestige 14 Evo. Im Asus RoG Flow X13 steckt hingegen ein Ryzen-Prozessor der frisch vorgestellten 5000er-Generation (Cezanne) mit acht Kernen.

Bildschirmaufwertung

Alle Kandidaten sind kompakte Notebooks mit Bildschirmdiagonalen zwischen 12 und 14 Zoll. Diese Spannbreite muss neuerdings als Klassifizierung genügen, weil sich bei den Bildschirmen aktuell viel



Bildschirmformate im Vergleich: 16:9 (Mitte) bietet spürbar weniger Bildhöhe als 16:10 (links) oder 3:2 (rechts).

bewegt: Das über zehn Jahre quasi als Standard gesetzte schmale Seitenverhältnis von 16:9 findet man im Testfeld nur noch bei Dynabook, Lenovo und MSI. Alle anderen Notebooks bieten mehr Bildhöhe, wodurch man spürbar weniger scrollen muss, weil mehr Inhalt gleichzeitig dargestellt wird. Die Notebooks von Acer, Asus und Dell haben Bildschirme im 16:10-Format; HP und Microsoft bieten sogar das noch etwas höhere 3:2.

Das Microsoft Surface Pro 7+ ist ein Windows-Tablet mit magnetisch andockendem Tastatur-Cover, wodurch man es wie ein Notebook nutzen kann. Umgekehrt lassen sich die Notebooks von Acer, Asus, Dynabook und HP auch wie ein Tablet nutzen: Ihre Deckel sind mittels 360-Grad-Scharnieren mit dem Rumpf verbunden, sodass man diesen wahlweise hinter den Touchscreen klappen kann. Beide Hybrid-Konzepte kommen – typisch Kompromiss – mit leichten Einschränkungen daher: Das Surface fühlt sich auf dem Schreibtisch wohl, wackelt aber beim Tippen auf dem Schoß. Die vier genannten Notebooks sind als Tablets wiederum recht unhandlich, weil immer das komplette Gewicht am Arm zerrt. Bei Microsoft lässt sich die für rund ein Viertel des Gewichts verantwortliche Tastatur hingegen abnehmen.

Keiner der Kandidaten kann jedoch als besonders schwer bezeichnet werden: Die meisten wiegen zwischen 1,1 und 1,4 Kilogramm, was im Rucksack auch bei tagtäglichem Einsatz nicht belastend ist. Und es geht noch leichter: Dank einer Magnesiumlegierung als Gehäusematerial bringt das Dynabook sogar weniger als ein Kilogramm auf die Waage.

Performance

Umso beachtlicher ist, dass das geringe Gewicht nicht zulasten der Performance geht: Der Core i7-1165G7 liefert im Dynabook dieselbe Rechenleistung ab wie in schwereren Geräten anderer Hersteller. Das ist beachtlich, hat Intel den Herstellern doch mit Tiger Lake eine Bürde auferlegt: Statt nominal 15 Watt Abwärme ist die elfte Core-i-Generation mit „bis zu 28 Watt“ Thermal Design Power (TDP) spezifiziert. Um diese zuverlässig abzuführen, sind aufwendigere Kühlsysteme notwendig – was wiederum auf den Preis durchschlägt, weil in der Regel dann zwei statt vormals ein Lüfter notwendig sind.

Premium-Notebooks

Modell	CPU (Kerne) / GPU	Gewicht [kg]	Lautstärke (idle / Last) [Sone]	Laufzeit (Last / idle) [h]	CineBench R23 (n CPU)	3DMark (Time Spy)
		◀ besser	◀ besser	besser ▶	besser ▶	besser ▶
Acer Spin 3 (SP313-51N)	Core i5-1135G7 (4) / Iris Xe	1,41	<0,1/0,9	1,9/17,8	5411	1554
Asus RoG Flow X13 (GV301QH)	Ryzen 9 5980HS (8) / GTX 1650	1,34	<0,1/2,3	1,4/9	11535	3126
Dell XPS 13 (9310)	Core i7-1165G7 (4) / Iris Xe	1,26	<0,1/0,7	3/13,5	5157	1555
Dynabook Portégé X30W-J	Core i7-1165G7 (4) / Iris Xe	0,96	<0,1/1,4	2,1/24,5	4857	1719
HP Spectre x360 14 (ea0)	Core i7-1165G7 (4) / Iris Xe	1,3	<0,1/0,7	2,9/16,1	4194	1495
Lenovo Yoga Slim 9i (82D1)	Core i7-1165G7 (4) / Iris Xe	1,3	<0,1/1,4	3/33,5	4754	1788
Microsoft Surface Pro 7+	Core i5-1135G7 (4) / Iris Xe	1,1	–	3/15,1	5089	1514
MSI Prestige 14 Evo	Core i7-1185G7 (4) / Iris Xe	1,22	<0,1/2,2	1,6/21,1	5920	1838



Beim Lenovo Yoga Slim 9i bestehen Handballenablage und Touchpad aus einem einzigen Stück Glas.

Es gibt allerdings keinerlei Verpflichtung, die Tiger-Lake-Prozessoren tatsächlich mit voller TDP zu fahren – oder wie lange sie im Turbo boosten. Der Core i5 im Acer-Notebook liefert deshalb eine höhere Rechenleistung ab als die Core i7 in vielen anderen Probanden. HP hat beim hier getesteten Spectre wiederum einem möglichst geringen Lüfterlärm den Vorzug vor maximaler CPU-Performance gegeben.

Microsoft zeigt, dass eine hohe Peak-Performance auch ohne Lüfter möglich ist: Der Core i5-1135G7 wird im Surface Pro 7+ passiv gekühlt und liefert für wenige Minuten Dauerlast wie bei einem Cinebench-Durchlauf dennoch hohe Rechenleistung. Irgendwann knickt er dann aber ein und das Gehäuse wird vorher schon unangenehm warm. Für den Office-Betrieb samt gelegentlichem Foto-Export genügt das; und man kann sich an einem dauerhaft lautlosen System erfreuen. Wer hingegen weiß, dass er den Prozessor oft länger unter Dampf setzt, sollte lieber zu einem Gerät mit Lüfter greifen.

Kommt es einem auf eine außerordentlich hohe Prozessorleistung an, dann fallen alle Intel-Systeme hinter Notebooks mit AMDs Ryzen-Prozessoren zurück. Allerdings wurden die Notebook-Hersteller von Intels verkorkster 10-Nanometer-Fertigung ebenso überrascht wie von der enormen Performance des AMD Ryzen 4000 – weshalb man kaum damit bestückte Premium-Notebooks findet.

Mit Ryzen 5000 scheint sich das zu ändern, wenngleich der Fokus zumindest in den ersten Wochen und Monaten zuerst Gaming-tauglichen Notebooks gilt. Das zeigt das Flow X13, ein 13-Zöller mit arbeitsfreundlichem 16:10-Bildschirm von Asus. Trotz des flachen Gehäuses und vergleichsweise unauffälligen Design ist es nämlich ein Kind der Asus-Gaming-Sparte RoG: Zum Ryzen-Prozessor gesellt sich die Mittelklasse-GPU Nvidia GeForce GTX 1650. Damit deklassiert es nicht nur in CPU-, sondern auch in 3D-Aufgaben das restliche Testfeld: Wer Zocken möchte, wird nur hier glücklich. Fordert man CPU und GPU, werden die Lüfter bei Asus laut; das MSI-Notebook ohne Zusatz-Grafikchip agiert jedoch kaum leiser.

Displaylaufzeiten

Allerdings geht beim Flow X13 auch der Akku am schnellsten zur Neige: Selbst bei ruhendem Desktop und auf 100 cd/m² abgedunkeltem Bildschirm war schon nach 9 Stunden Schluss, während das Yoga Slim 9i rund dreieinhalb Mal so lange durchhielt. Daran ist nicht per se AMD Schuld, sondern vielmehr das Gerätekonzept: Das ähnliche Razer Blade Stealth 13 (2021) hat ebenfalls einen zusätzlichen GeForce-Chip und erzielt keine extrem langen Akkulaufzeiten.

Mindestens genauso wichtig: Die Bildschirmformate 16:10 und 3:2 erfreuen zwar beim Arbeiten mit hohen Auflösungen oder besonders knackigen Farben, doch schlagen exakt diese Aspekte auch auf den Energiehunger der Panels durch. Auf einen möglichst geringen Energieverbrauch hin optimierte Displays haben hingegen 16:9-Format und „nur“ Full-HD-Auflösung – daher findet man genau solche dann auch in den drei Notebooks von Dynabook, Lenovo und MSI, die im Testfeld am längsten ohne Netzteil durchhalten. Apropos Netzteil: Bis auf Acer liegen allen Kandidaten kompakte USB-C-Netzteile bei, die auch zum Laden von Smartphones und anderen Gadgets taugen.



Der Stift des Acer Spin 3 verschwindet unterwegs im Gehäuse.

Andere Stromsparmaßnahmen wie LPDDR4X-Speicher statt herkömmlichem DDR4-RAM haben alle Hersteller im Testfeld umgesetzt – und auch in vielen anderen Ausstattungsdetails herrscht Einigkeit: Überall sind flotte NVMe-SSDs an Bord, die WLAN-Module funken gemäß Wi-Fi 6 (IEEE 802.11ax), die USB-C-Buchsen nehmen Strom entgegen und geben DisplayPort-Signale aus. Bei allen Intel-Maschinen bis auf das Surface Pro 7+ ist zusätzlich auch Thunderbolt 4 möglich, während das AMD-befeuerte Flow X13 auf eine eigene proprietäre Schnittstelle setzt, die Asus auf hauseigene externe GPU-Module (eGPU) ausgelegt hat. Kartenleser sehen Acer, Dell, Dynabook, HP und MSI vor; die bei Acer und Dynabook bremsen schnelle Speicherkärtchen aber stark aus.



Das Asus RoG Flow X13 hat eine proprietäre Schnittstelle für eGPUs.

Komfort

Während alle Kandidaten ein komfortables biometrisches Einloggen mittels Windows Hello erlauben – mit IR-Webcam, Fingerabdruckleser oder beidem –, bringen nur die Notebooks von Dell, HP, Lenovo und Microsoft einen Helligkeitssensor mit. Bei allen anderen muss man die Bildschirmhelligkeit manuell an die Umgebung anpassen. Beleuchtete Tastaturen sind überall an Bord. Das Tippgefühl ist überall gut, doch das Layout erfordert mitunter eine Gewöhnungsphase, bis man blind flüssig schreiben kann – vor allem bei MSI.

Fazit

Mit Notebooks, die Bildschirme in den Formaten 16:10 oder 3:2 haben, arbeitet man deutlich angenehmer – und das Angebot wird glücklicherweise immer größer. Acers Spin 3 (SP313-51N) ist eines der ersten solcher Geräte der gehobenen Mittelklasse; für alle anderen Kandidaten muss man tiefer in die Tasche greifen. Sie haben wertigere Gehäusematerialien, zudem gibt es je nach Gerät individuelle Optionen wie Linux statt Windows (Dell XPS 13), ein farbstarkes OLED-Panel (HP Spectre x360 14) oder integriertes LTE (Microsoft Surface Pro 7+).

Wer hingegen auf besonders lange Akkulaufzeiten (Lenovo Yoga Slim 9i) oder geringes Gewicht (Dynabook Portégé X30W-J) Wert legt, muss sich zumindest in dieser Gerätegeneration weiterhin mit dem niedrigeren Seitenverhältnis 16:9 begnügen. MSIs Prestige 14 Evo vereint Laufzeit und hohe CPU-Performance, doch in letzterer Hinsicht lassen Ryzen-5000-Notebooks wie das – zudem spieletaugliche – Asus RoG Flow X13 sämtliche Intel-Geräte alt aussehen. (mue) c't



Premium-Notebooks: Daten und Testergebnisse

Modell	Acer Spin 3 (SP313-51N)	Asus RoG Flow X13 (GV301QH)	Dell XPS 13 (9310)
getestete Konfiguration	NX.A6CEV.00G	US-Modell, ähnlich GV301QH-K5232T	HTPG273
Lieferumfang	Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil, Stift	Windows 10 Pro 64 Bit, Netzteil	Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil, USB-C-auf-A-Adapter
Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)			
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera (Hello)	– / – / L / – / ✓ (–)	– / – / L / – / ✓ (–)	– / – / – / – / ✓ (✓)
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	– / 1 × R / 3 × L (2 × Typ C) / –	– / – / 1 × L (1 × Typ C), 2 × R (1 × Typ C) / –	– / – / 1 × L (1 × Typ C), 1 × R (1 × Typ C) / –
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	L (MicroSD) / L / –	– / – / L	L (MicroSD) / – / –
USB-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	– / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓
Ausstattung			
Display	AUO B133QAN03.2: 13,4 Zoll / 34 cm, 2560 × 1600, 16:10, 226 dpi, 21 … 357 cd/m², spiegelnd	Sharp LQ134R1: 13,4 Zoll / 34 cm, 3840 × 2400, 16:10, 339 dpi, 16 … 309 cd/m², spiegelnd	Sharp LQ134R1: 13,4 Zoll / 34 cm, 3840 × 2400, 16:10, 339 dpi, 50 … 398 cd/m², spiegelnd
Prozessor	Intel Core i5-1135G7 (4 Kerne mit SMT), 2,4 GHz (Turbo bis 4,2 GHz), 4 × 1280 KByte L2-, 8 MByte L3-Cache	AMD Ryzen 9 5980HS (8 Kerne mit SMT), 3 GHz (Turbo bis 4,8 GHz), 8 × 512 KByte L2-, 16 MByte L3-Cache	Intel Core i7-1165G7 (4 Kerne mit SMT), 2,8 GHz (Turbo bis 4,7 GHz), 4 × 1280 KByte L2-, 12 MByte L3-Cache
Hauptspeicher / Chipsatz	16 GByte LPDDR4X-4267 / Intel Tiger-Lake-U	32 GByte LPDDR4X-4267 / AMD Cezanne-SoC	16 GByte LPDDR4X-4267 / Intel Tiger-Lake-U
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	int.: Intel Iris Xe (vom Hauptspeicher) / –	PEG: Nvidia GeForce 1650 Max-Q (4096 MByte GDDR6) / ✓	int.: Intel Iris Xe (vom Hauptspeicher) / –
Sound	HDA: Realtek ALC295	HDA: Realtek ALC294	HDA: Realtek ALC289
LAN / WLAN	– / CNVi: Intel AX201 (Wi-Fi 6, 2 Streams)	– / PCIe: Intel AX200 (Wi-Fi 6, 2 Streams)	– / CNVi: Intel AX201 (Wi-Fi 6, 2 Streams)
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	– / USB: Intel (Microsoft)	– / USB: Intel (Microsoft)	– / USB: Intel (Microsoft)
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / USB: Synaptics	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / USB: Elan	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / USB: Goodix
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: Kingston OM8 (512 GByte) / –	SSD: WDC SN530 (1024 GByte) / –	SSD: Kioxia XG6 (512 GByte) / –
Stromversorgung, Maße, Gewicht			
Akku (Ladestopp < 100% einstellbar)	46 Wh Lithium-Ionen (–)	60 Wh Lithium-Ionen (✓)	51 Wh Lithium-Ionen (✓)
Netzteil	65 W, 288 g, 10,7 cm × 4,5 cm × 2,9 cm, Kleeblattstecker	100 W, 460 g, 7,5 cm × 7,5 cm × 2,9 cm, Kleeblattstecker	45 W, 233 g, 5,4 cm × 6 cm × 2,2 cm, Kleeblattstecker
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,41 kg / 30,2 cm × 22,2 cm / 1,8 … 1,9 cm	1,34 kg / 29,9 cm × 22,2 cm / 1,7 … 1,9 cm	1,26 kg / 29,6 cm × 19,7 cm / 1,5 … 1,6 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	1,3 cm / 19 mm × 18 mm	1,1 cm / 19 mm × 18 mm	1 cm / 19 mm × 18 mm
Leistungsaufnahme			
Suspend / ausgeschaltet	1 W / 0,2 W	0,9 W / 0,4 W	0,4 W / 0,3 W
ohne Last: Display aus / 100 cd/m² / max	2,3 W / 4,4 W / 5 W	4,7 W / 9,5 W / 11,6 W	1,9 W / 5,4 W / 8,2 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	60 W / 11,8 W / 31 W	63 W / 19 W / 70 W	47 W / 13,9 W / 34 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	64 W / 0,57	105 W / 0,95	47,6 W / 0,55
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks			
Laufzeit Idle (100 cd/m²) / Video (200 cd/m²) / 3D (max)	17,8 h / 7,8 h / 1,9 h	9 h / 5,1 h / 1,4 h	13,5 h / 6,4 h / 3 h
Ladestand / Laufzeit nach 1h Laden	74 % / 13,2 h	85 % / 7,7 h	51 % / 6,9 h
Geräusch ohne / mit Rechenlast	< 0,1 Sone / 0,9 Sone	< 0,1 Sone / 2,3 Sone	< 0,1 Sone / 0,7 Sone
Massenspeicher lesen / schreiben	1546 / 933 MByte/s	2254 / 1906 MByte/s	2655 / 2570 MByte/s
IOPS (4K) lesen / schreiben	155136 / 143360	109056 / 141056	81664 / 102400
Leserate SD-Karte	22 MByte/s	–	262 MByte/s
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20 m) / MU-MIMO-fähig	32,4 / 21 MByte/s / ✓	43 / 16,1 MByte/s / ✓	32,8 / 20,4 MByte/s / ✓
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 100,2 dBA	⊕ / 97,4 dBA	⊕⊕ / 113 dBA
Cinebench R23 Rendering (1 / n CPU)	1361 / 5411	1522 / 11535	1391 / 5157
3DMark: Wild Life / Night Raid / Fire Strike / Time Spy	11451 / 15875 / 4371 / 1554 / –	k.A. / 19793 / 7388 / 3126 / –	11817 / 13254 / 4691 / 1555 / –
Preis und Garantie			
Straßenpreis Testkonfiguration	1000 €	3500 €	1900 €
Garantie	2 Jahre	2 Jahre	1 Jahr Vor-Ort-Service

⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k.A. keine Angabe

	Dynabook Portégé X30W-J	HP Spectre x360 14 (ea0)	Lenovo Yoga Slim 9i (82D1)	Microsoft Surface Pro 7+	MSI Prestige 14
	X30W-J-10K	ea0378ng	82D1002JGE	1S4-00003 + FMN-00005	A11M-005
	Windows 10 Pro 64 Bit, Netzteil, Stift, Mikrofasertuch	Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil, Stift, USB-C-Minidock, Hülle	Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil, Hülle	Windows 10 Pro 64 Bit, Netzteil	Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil
	– / – / L / – / ✓ (✓)	– / – / – / – / ✓ (✓)	– / – / – / – / ✓ (✓)	– / – / – / – / ✓ (✓)	– / – / – / – / ✓ (✓)
	– / 1 × R / 2 × L (2 × Typ C) / –	– / – / 1 × L, 2 × R (2 × Typ C) / –	– / – / 2 × L (2 × Typ C), 1 × R (1 × Typ C) / –	– / 2 × R (1 × Typ C) / – / –	1 × R / – / 2 × L (2 × Typ C) / –
	R (MicroSD) / – / –	R (MicroSD) / – / –	– / – / –	– / – / R	R (MicroSD) / – / –
	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	– / ✓ / – / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓
	Sharp JQ133M1JW47: 13,3 Zoll / 33,8 cm, 1920 × 1080, 16:9, 166 dpi, 19 … 334 cd/m², matt	Samsung OLED: 13,5 Zoll / 34,4 cm, 3000 × 2000, 3:2, 266 dpi, 22 … 355 cd/m², spiegelnd	AUO B140HAN06.A: 14 Zoll / 35,5 cm, 1920 × 1080, 16:9, 158 dpi, 3 … 336 cd/m², spiegelnd	LG LP123WQ332684: 12,3 Zoll / 31,2 cm, 2736 × 1824, 3:2, 267 dpi, 6 … 377 cd/m², spiegelnd	AUO B140HAN06.2: 14 Zoll / 35,5 cm, 1920 × 1080, 16:9, 158 dpi, 5 … 242 cd/m², matt
	Intel Core i7-1165G7 (4 Kerne mit SMT), 2,8 GHz (Turbo bis 4,7 GHz), 4 × 1280 KByte L2-, 12 MByte L3-Cache	Intel Core i7-1165G7 (4 Kerne mit SMT), 2,8 GHz (Turbo bis 4,7 GHz), 4 × 1280 KByte L2-, 12 MByte L3-Cache	Intel Core i7-1165G7 (4 Kerne mit SMT), 2,8 GHz (Turbo bis 4,7 GHz), 4 × 1280 KByte L2-, 12 MByte L3-Cache	Intel Core i5-1135G7 (4 Kerne mit SMT), 2,4 GHz (Turbo bis 4,2 GHz), 4 × 1280 KByte L2-, 8 MByte L3-Cache	Intel Core i7-1185G7 (4 Kerne mit SMT), 3 GHz (Turbo bis 4,8 GHz), 4 × 1280 KByte L2-, 12 MByte L3-Cache
	16 GByte LPDDR4X-4267 / Intel Tiger-Lake-U	16 GByte LPDDR4X-4267 / Intel Tiger-Lake-U	16 GByte LPDDR4X-4267 / Intel Tiger-Lake-U	16 GByte LPDDR4X-4267 /Intel Tiger-Lake-U	16 GByte LPDDR4X-4267 / Intel Tiger-Lake-U
	int.: Intel Iris Xe (vom Hauptspeicher) / –	int.: Intel Iris Xe (vom Hauptspeicher) / –	int.: Intel Iris Xe (vom Hauptspeicher) / –	int.: Intel Iris Xe (vom Hauptspeicher) / –	int.: Intel Iris Xe (vom Hauptspeicher) / –
	HDA: Realtek ALC257	HDA: Realtek ALC245	HDA: Realtek ALC287	HDA: Realtek ALC274	HDA: Realtek ALC298
	– / CNVi: Intel AX201 (Wi-Fi 6, 2 Streams)	– / CNVi: Intel AX201 (Wi-Fi 6, 2 Streams)	– / CNVi: Intel AX201 (Wi-Fi 6, 2 Streams)	– / CNVi: Intel AX201 (Wi-Fi 6, 2 Streams)	– / CNVi: Intel AX201 (Wi-Fi 6, 2 Streams)
	– / USB: Intel (Microsoft)	– / USB: Intel (Microsoft)	– / USB: Intel (Microsoft)	USB: Surface Mobile Broadband (LTE) / USB: Intel (Microsoft)	– / USB: Intel (Microsoft)
	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / USB: Synaptics	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / USB: Elan	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / –	USB: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / –	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / USB: Synaptics
	SSD: Samsung PM981a (1024 GByte) / –	SSD: Intel Optane H10 (1024 GByte) / –	SSD: WDC SN730 (512 GByte) / –	SSD: Samsung PM991 (256 GByte) / –	SSD: Phison E16 (512 GByte) / –
	52 Wh Lithium-Ionen (✓)	65 Wh Lithium-Ionen (–)	67 Wh Lithium-Ionen (✓)	50 Wh Lithium-Ionen (–)	53 Wh Lithium-Ionen (–)
	65 W, 366 g, 6,2 cm × 6,2 cm × 2,8 cm, Kleeblattstecker	65 W, 309 g, 8,8 cm × 5,3 cm × 2 cm, Kleeblattstecker	65 W, 304 g, 8,8 cm × 5 cm × 2,2 cm, Kleeblattstecker	60 W, 255 g, 9 cm × 5 cm × 2,4 cm, Kleingerätestecker	65 W, 307 g, 6,5 cm × 6,5 cm × 2,9 cm, Kleeblattstecker
	0,96 kg / 30,4 cm × 19,7 cm / 2 cm	1,3 kg / 29,7 cm × 22 cm / 1,8 cm	1,3 kg / 31,8 cm × 20 cm / 1,4 … 1,5 cm	1,1 kg / 29,5 cm × 20,7 cm / 1,4 cm	1,22 kg / 32 cm × 22 cm / 1,8 … 1,9 cm
	1,3 cm / 19 mm × 18 mm	1,2 cm / 19 mm × 18,5 mm	1 cm / 19 mm × 18 mm	0,5 cm / 19 mm × 18,5 mm	1,3 cm / 19 mm × 19 mm
	0,6 W / 0,4 W	0,5 W / 0,3 W	0,8 W / 0,6 W	0,7 W / 0,3 W	0,5 W / 0,4 W
	2,4 W / 3,4 W / 4,8 W	2,5 W / 5,4 W / 6 W	2,7 W / 4,1 W / 5,4 W	1,9 W / 6,8 W / 9,2 W	2,8 W / 5 W / 5,3 W
	68 W / 11,6 W / 36 W	51 W / 15 W / 30 W	57 W / 10,3 W / 34 W	43 W / 12,8 W / 31 W	65 W / 12,4 W / 36 W
	68 W / 0,63	71 W / 0,59	65 W / 0,57	61 W / 0,59	65 W / 0,57
	24,5 h / 10 h / 2,1 h	16,1 h / 7 h / 2,9 h	33,5 h / 13,3 h / 3 h	15,1 h / 7,4 h / 3 h	21,1 h / 9,3 h / 1,6 h
	72 % / 17,7 h	57 % / 9,2 h	51 % / 17,1 h	68 % / 10,3 h	66 % / 13,9 h
	< 0,1 Sone / 1,4 Sone	< 0,1 Sone / 0,7 Sone	< 0,1 Sone / 1,4 Sone	–	< 0,1 Sone / 2,2 Sone
	2583 / 2841 MByte/s	1259 / 1432 MByte/s	2678 / 2555 MByte/s	2080 / 1021 MByte/s	5332 / 2424 MByte/s
	62464 / 77568	76032 / 121600	179200 / 141056	60672 / 71936	154112 / 91392
	65 MByte/s	254 MByte/s	–	–	263 MByte/s
	35,3 / 23,6 MByte/s / ✓	27,1 / 17,3 MByte/s / ✓	27,3 / 19,1 MByte/s / ✓	43 / 26,3 MByte/s / ✓	36,1 / 20,9 MByte/s / ✓
	⊕⊕ / 99,8 dBA	⊕⊕ / 103,5 dBA	⊕⊕ / 99,6 dBA	⊕⊕ / 100 dBA	⊕ / 97,9 dBA
	1495 / 4857	1419 / 4194	1488 / 4754	1311 / 5089	1455 / 5920
	12528 / 16098 / 4871 / 1719 / –	9113 / 13657 / 4160 / 1495 / –	13439 / 16722 / 5091 / 1788 / –	11070 / 13829 / 3215 / 1514 / –	13417 / 17951 / 5298 / 1838 / –
	2580 €	1900 €	1800 €	2000 €	1250 €
	1 Jahr	2 Jahre	3 Jahre	1 Jahr	2 Jahre



Acer Spin 3 (SP313-51N)

Das Spin 3 (SP313-51N) ist mit 1000 Euro das günstigste Gerät im Testfeld, muss sich aber keinesfalls vor dem restlichen Testfeld verstecken – unter anderem wartet es mit einem hochauflösenden 16:10-Bildschirm auf. Abstriche muss man hauptsächlich bei der gefühlten Wertigkeit machen, denn es hat kein Vollmetallgehäuse oder gar edle Werkstoffe wie Carbon oder Leder, die manch anderer teurerer Proband auffährt – und das Spin 3 ist knapp das schwerste Gerät im Testfeld.

Bei der CPU-Performance spielt das Spin 3 (SP313-51N) ganz vorne mit: Der Core i5-1135G7 erreicht dank gutem Kühlsystem im Cinebench R23 sogar eine höhere Multithreading-Performance als die (laut Datenblatt besseren) Core i7-1165G7 in anderen Kandidaten. Zudem übersteht der Lüfter kurze Lastspitzen ohne Aufheulen.

Die beleuchtete Tastatur gefällt, wenngleich die schmalen F-Tasten und der einzeilige Cursor-Block etwas Gewöhnung erfordern. Die Belegung der F-Tastenreihe mit klassischen oder Sonderfunktionen lässt sich ausschließlich im BIOS-Setup umschalten und nicht wie bei anderen Notebooks auch im Betrieb. Wegen des im Touchpad integrierten Fingerabdrucklesers kann die gesamte linke obere Ecke der Sensorfläche nicht zum Mauszeigerschubsen verwendet werden.

Der Kartenleser ist nur mittels lahmem USB 2.0 angebunden, was unser rasantes Testkärtchen auf 10 Prozent der Maximaldatenrate ausbremst. Die beiden Thunderbolt-Buchsen nehmen Strom von USB-C-Netzteilen entgegen, doch im Karton liegt eines mit Rundstecker. Lobenswert: Der beiliegende Stift muss zum Transport nicht separat verstaut werden, sondern verschwindet verlustsicher im Gehäuse.

Bei Redaktionsschluss war die hier getestete 1000-Euro-Variante (Core i5-1135G7, 512er SSD, 16 GByte LPDDR4X) noch nicht bei Händlern gelistet. Stattdessen fand man dort eine gleich teure Konfiguration mit halbiertem Arbeitsspeicher und doppelter SSD-Kapazität oder ein 1200-Euro-Modell mit Core i7-1165G7 und 1-TByte-SSD. Der hochauflösende 16:10-Touchscreen ist immer an Bord.

- **16:10-Bildschirm**
- **hohe CPU-Performance**
- **Stift verschwindet im Gehäuse**
- **lahmer Kartenlese**



Asus RoG Flow X13 (GV301QH)

Sehr flach, leicht und dennoch spieletauglich – Asus schafft beim RoG Flow X13 den Spagat zwischen Mobilität und Gaming-Power. Sein Besitzer muss sich auch nicht bei geschäftlichen Meetings schämen: Das Design nimmt sich angenehm zurück und verzichtet auf bei Gaming-Notebooks übliche optische Auffälligkeiten.

Die (rein weiß) beleuchtete Tastatur gefällt mit gutem Tippgefühl; Enter-Taste und Cursor-Block sind allerdings jeweils in eine Zeile gequetscht. Vier Zusatztasten dienen zur Lautstärkeregulierung, zum Stummschalten des Mikrofons und zum Aufrufen des vorinstallierten Hilfsprogramms Armory Crate, über das man unterschiedliche Energieprofile wählen und konfigurieren kann.

Der Einschalter mit integriertem Fingerabdruckleser sitzt an der rechten Seite, damit man ihn auch im Tablet-Betrieb bei vollständig herumgeklapptem Deckel erreicht. Dank 16:10-Touchscreen sieht man auch hochkant gehalten eine ausreichend breite Anzeigefläche.

Beim Testgerät zeigte das Display die hohe Auflösung von 3840 × 2400 Punkten und es war auch in allen anderen Punkten mit Ryzen 9 5980HS, 32 GByte Arbeitsspeicher und 1-TByte-SSD maximal ausgestattet. Wer das wünscht, muss allerdings sehr tief in die Tasche greifen: Asus ruft satte 3500 Euro auf. Eine vernünftigere Konfiguration bekommt man aber schon für 1500 Euro mit Ryzen 7 5800HS, 16 GByte LPDDR4X und 512-GByte-SSD. Der Ryzen 7 rechnet praktisch kaum langsamer als der Ryzen 9 – beides sind Achtkerner und damit immer noch deutlich schneller als die versammelte Intel-Konkurrenz. Nvidias Mittelklasse-GPU GeForce GTX 1650 ist auch dort an Bord. Und weil der Touchscreen dort nur 1920 × 1200 Punkte anzeigt, sollte die Akkulaufzeit ein ganzes Stück länger ausfallen: Mit maximal 9 Stunden trägt das getestete Notebook die Schlusslaterne im Testfeld.

An der linken Seite findet man einen proprietären Anschluss für Asus' hauseigene eGPU-Baureihe XG Mobile, die es mit verschiedenen GeForce-RTX-3000-GPUs geben wird – wir konnten sie noch nicht ausprobieren. Die Grafiktreiber benötigen noch etwas Feinschliff: Beim Testgerät wurde kurioserweise das – just vormals von AMD geförderte – Grafik-API Vulkan nicht unterstützt.

- **sehr hohe CPU-Performance**
- **taugt für 3D-Spiele**
- **16:10-Bildschirm**
- **vergleichsweise kurze Akkulaufzeit**



Dell XPS 13 (9310)

Während 16:10-Bildschirme bei vielen Herstellern erst jetzt auf dem Plan stehen, hatte Dell schon früher umgestellt: Das aktuelle XPS 13 (9310) ist schon die zweite Gerätegeneration mit diesem arbeitsfreundlichen Bildschirmformat. Das macht das Notebook keineswegs uninteressanter, doch die Unterschiede zum direkten und beliebten Vorgänger beschränken sich ausnahmslos aufs technische Innenleben: Es gibt hier nun Core-i-Prozessoren der elften statt vormals zehnten Generation, während ein flotter Kartenleser, eine gute Tastatur und zwei USB-C-Ports inklusive Thunderbolt schon beim Vorgänger überzeugten.

Trotz durchgängig hoher Multithreading-Performance überraschte uns das Testgerät zunächst mit ungewöhnlich niedrigen Singlethreading-Werten in manchen (aber nicht allen) Benchmarks. Des Rätsels Lösung war eine vermurkste Windows-Vorinstallation; auf Dells Support-Webseite findet man alle benötigten Treiber, um das Betriebssystem frisch zu installieren. Das Notebook gibt es auch als sogenannte Developer Edition mit Linux statt Windows zu kaufen, aber: Das auf Dells Webseite mit Linux offerierte XPS 13 ist nicht das aktuelle Notebook, sondern kurioserweise weiterhin der Vorvorgänger mit 16:9-Bildschirm. Wer Dells Verkaufsabteilung dahingehend kontaktiert, bekommt immerhin ein individuelles Angebot für die aktuelle Hardware samt Linux unterbreitet.

Zu möglichen Optionen – unabhängig vom Betriebssystem – gehören verschiedene CPU-Modelle (Core i5-1135G7 bis Core i7-1185G7), LPDDR4X-Arbeitsspeicher bis 32 GByte, SSDs bis 2 TByte – und das Gehäusematerial. Das Testgerät hatte ein dunkles Chassis mit sichtbarem Carbongeflecht; alternativ gibt es auch einen hellen Rumpf mit Glasfasergewebe. Das Testgerät mit hochauflösendem Touchscreen schaffte bis zu 13,5 Stunden Akkulaufzeit; wer sich für das matte 1920er-Panel ohne Touch entscheidet, dürfte spürbar länger ohne Netzteil auskommen. Apropos: Dell legt ein USB-C-Netzteil mit 45 Watt mit in den Karton, weshalb das Akkuladen länger dauert als bei der Konkurrenz mit ihren mitgelieferten 65-Watt-Netzteilen.

- **16:10-Bildschirm**
- **flotter Kartenleser**
- **vermurkste Windows-Vorinstallation**
- **Linux-Modell nur auf Nachfrage**



Dynabook Portégé X30W-J

Schon zu Zeiten, als Dynabook noch Toshiba hieß, waren die Portégé-Notebooks besonders mobile Notebooks. Das aktuelle Modell Portégé X30W-J macht da keine Ausnahme: Es wiegt weniger als ein Kilogramm, hält aber dennoch über 24 Stunden ohne Netzteil aus. Und anders als man erwarten würde, leidet auch die CPU-Performance nicht: Der Tiger-Lake-Vierkern Core i7-1165G7 liefert ähnlich hohe Benchmark-Ergebnisse wie in anderen schwereren Konkurrenten.

Das Portégé X30W-J ist ein Hybrid-Notebook mit 360-Grad-Scharnieren, bringt aber zwei Besonderheiten mit: Da Dynabook hauptsächlich an Geschäftskunden verkauft, ist der Touchscreen ab Werk mit einer Mattierungsfolie überzogen, die Spiegelungen unterbindet. Und zusätzlich zur obligatorischen Webcam im Bildschirmrahmen gibt es eine zweite zwischen Tastatur und hinterer Gehäusekante, damit man im Tablet-Betrieb eine rückwärtige Kamera zur Verfügung hat. Allerdings trübt in diesem Modus die Wahl des Bildschirmformats den Komfort: Dynabook hat ein 16:9-Panel eingebaut – im Hochkant-Modus gibt es deshalb nur arg wenig Seitenbreite.

Während das Hauptfeld der beleuchteten Tastatur ein normal großes Tastenraster aufweist, geht es an den Rändern pfriemeliger zu: Die Funktionstasten sind viel kleiner; Gleiches gilt für die Cursortasten und zwei Tasten für Bild-auf/-ab unterhalb der (zweizeiligen) Enter-Taste. Der Fingerabdruckleser ist Teil des Touchpads und nimmt dadurch einen Teil der sowieso schon kleinen Sensorfläche weg. Der Kartenleser bremst besonders flotte MicroSD-Kärtchen aus.

Dynabook verkauft das Portégé X30W-J zu Preisen ab 1990 Euro; das getestete Modell ist das 2580-Euro-Topmodell. Um die hohen Preise schmackhafter zu machen, lockt Dynabook mit einer Zuverlässigkeitsgarantie: Geht ein Notebook im ersten Jahr nach Kauf kaputt, dann bekommt man es nicht nur im Rahmen der Garantie kostenfrei repariert, sondern obendrauf den vollständigen Kaufpreis erstattet. Trotz Business-Fokus gibt es beim Portégé X30W-J (wie auch beim leichten Geschwisterchen X30L-J ohne 360-Grad-Scharniere) kein integriertes Mobilfunkmodem.

- **sehr leicht**
- **matter Touchscreen …**
- **… im 16:9-Format**
- **lahmer Kartenleser**



HP Spectre x360 14 (ea0)

Das Spectre x360 14 (ea0) kombiniert zwei Bildschirmaspekte, die es so bei Notebooks bislang nicht gab: ein farbstarkes OLED-Panel mit 3:2-Seitenverhältnis. Allerdings baut HP das OLED-Panel nur in wenigen teuren Ausstattungsvarianten wie dem 1900-Euro-Testgerät ein. In vielen anderen Modellen, deren Preise ab 1400 Euro starten, steckt ein (ebenfalls stiftbedienbarer) IPS-Touchscreen geringerer Auflösung. Es steht zu erwarten, dass die Laufzeit bei IPS-Varianten noch etwas länger ausfällt als die bis zu 16 Stunden, die wir beim Testgerät gemessen haben. Das Testgerät hatte ein blaues Gehäuse; andere Modelle sind in Dunkelgrau oder Silber gehalten.

Zum Lieferumfang gehört außer einem Stift eine zum Notebook passende Transporthülle, was sinnvoll ist: Trotz der 14 im Namen, die aufgerundet der Bildschirmdiagonale von 13,5 Zoll entspricht, hat das Notebook wegen des 3:2-Bildschirms andere Abmessungen als klassische 14-Zöller mit 16:9-Panel, weshalb viele mit dieser Diagonale beworbenen frei verkäuflichen Hüllen nicht passgenau ausfallen.

HPs Ingenieure haben bei der Entwicklung einen geringen Lüfterlärm priorisiert: Selbst wenn man alle CPU-Kerne unter Volldampf setzt, dauert es vergleichsweise lange, bis die Lüfter anlaufen – und nach Lastende werden sie umgehend wieder leise. Weil das Kühlsystem immer am Rand seiner thermischen Sättigung betrieben wird, fällt die CPU-Performance geringer aus als bei der versammelten Konkurrenz mit selbem Core-i7-Modell – was man im Alltag allerdings selten spüren dürfte.

Eine der beiden Thunderbolt-Buchsen sitzt in der abgeschrägten Ecke hinten rechts, was am Schreibtisch Ordnung schafft: Steckt man das USB-C-Netzteil dort ein, wird das Kabel im 45-Grad-Winkel nach hinten weggeführt, sodass der Schreibtisch neben dem Notebook frei bleibt. Der Fingerabdruckleser wurde in die Tastatur integriert – aber nicht wie sonst üblich im Einschalter, sondern anstelle der Taste, die sonst an den einzeiligen Cursorblock angrenzt. Pos1/Ende/Bild-auf/-ab lassen sich ohne Fn-Tastenkombination über dedizierte Tasten ausführen.

- **3:2-Bildschirm**
- **farbstarkes OLED-Panel (nur Topmodelle)**
- **wenig Lüfterlärm …**
- **… auf Kosten der CPU-Performance**



Lenovo Yoga Slim 9i (82D1)

Lenovo verwendet beim Yoga Slim 9i Materialien, die man sonst nur in wenigen anderen Notebooks vorfindet: Die Deckelaußenseite wurde mit Leder überzogen, die Handballenablage besteht aus einem durchgängigen Stück Glas. Das Touchpad ist nicht separat in die Glasscheibe eingelassen, sondern ein Teil davon mit anderer Oberflächenstruktur. Maustasten fehlen; wer durch Druck auf die Sensorfläche einen Klick auslöst, bekommt haptisches Feedback mittels Vibration – Apples MacBooks lassen grüßen.

Die Webcam im Bildschirmrahmen unterstützt biometrisches Einloggen, wird aber auch vom vorinstallierten Hilfsprogramm Glance verwendet. Glance erkennt den Nutzer und kann Warnungen einblenden, wenn ihm über die Schulter gespäht wird; bei mehreren angeschlossenen Bildschirmen kann Glance den Mauszeiger auf den Monitor bewegen, den man grade anschaut. Über einen mechanischen Schieber auf der rechten Gehäuseseite kann man die Kamera alternativ auch komplett lahmlegen – dann funktionieren freilich weder Glance noch Windows Hello.

Das Yoga Slim 9i erzielt im Testfeld die längste Laufzeit; wir haben im Optimalfall über 33 Stunden gemessen. Das gilt aber ausschließlich für die hier getestete Ausstattungsvariante für 1800 Euro, denn sie ist die einzige mit einem Full-HD-Bildschirm. In allen anderen Konfigurationen (ab 1700 Euro) stecken hingegen hochauflösende 4K-Displays, die einen höheren Energiehunger haben, was eins zu eins auf die Laufzeit durchschlägt. In Lenovos Webshop lassen sich Prozessor, Windows-Edition und SSD-Kapazität (bis 2 TByte) individuell zusammenstellen, doch auch dort ist immer das 4K-Panel vorgesehen. Alle Modelle haben 16 GByte LPDDR4X-Arbeitsspeicher.

Über Lenovos Hilfsprogramm Vantage kann man den maximalen Akkuladestand begrenzen und wählen, ob der Akku mit normaler Geschwindigkeit oder besonders flott geladen werden soll. Letztere Einstellung bringt allerdings nur etwas bei ausgeschaltetem Notebook; auf die in der Tabelle angegebene Ladezeit im Betrieb (bei ruhendem Desktop) hatte die Einstellung keine Auswirkung.

- **ungewöhnliche Materialien**
- **sehr lange Laufzeit, …**
- **… aber nur im getesteten Modell**
- **16:9-Bildschirm**



MSI Prestige 14 Evo

Das MSI Prestige 14 Evo ist eines der wenigen Notebooks, das man mit Intels Tiger-Lake-Topmodell Core i7-1185G7 bekommt, das gegenüber dem sonst üblichen Core i7-1165G7 etwas höher taktet. In Kombination mit einem leistungsfähigen, aber lauten Kühlsystem resultiert das in der höchsten gemessenen Rechenleistung aller Intel-Notebooks im Testfeld – und dennoch ist das Asus-Gerät mit AMD-Achtkerner bei Multithreading-Last glatt doppelt so schnell. Die Lüftersteuerung agiert recht nervös; selbst kurze Lastspitzen lassen den Lüfter hörbar aufdrehen.

Das Tastatur-Layout ist eigenwillig: MSI hat sich lobenswerterweise für vier normalgroße Cursor-Tasten und eine eigene Spalte für Pos1/Ende/Bild-auf/-ab entschieden, aber auch für eine nur einzeilige Enter-Taste und eine (wegen des Cursor-Blocks) nach links versetzten rechten Shift-Taste. Besonders viel Gewöhnung erfordert allerdings die Fn-Taste: Sie sitzt nicht wie üblich links, sondern rechts der Leertaste und nahe am Cursor-Block: Für die obligatorischen Tastenkombinationen mit der Funktionstastenreihe muss man also völlig andere Griffe lernen.

Biometrisches Einloggen ist sowohl über eine Windows-Hello-Webcam oberhalb des Bildschirms als auch einen Fingerabdruckleser möglich. Letzterer ist Teil des Touchpads und verkleinert dadurch die Sensorfläche; wegen des überbreiten Formats stört dies aber weniger als bei anderen Kandidaten. Der Kartenleser liest rasante MicroSD-Kärtchen mit voller Geschwindigkeit aus.

MSI verkauft das Prestige 14 Evo ausschließlich in der hier getesteten Ausstattungsvariante mit Core i7-1185G7, 16 GByte LPDDR4X-Speicher, 512-GByte-SSD und mattem Full-HD-Bildschirm, die über 21 Stunden ohne Netzteil durchhält. Schwestermodelle ohne Evo-Namenszusatz haben ein anderes technisches Innenleben inklusive GeForce-Zusatz-GPU; unsere Messergebnisse lassen sich also nicht übertragen.

- **hohe CPU-Performance**
- **flotter Kartenleser**
- **gewöhnungsbedürftiges Tastatur-Layout**
- **16:9-Bildschirm**



Microsoft Surface Pro 7+

Obwohl Microsoft dem neuen Surface Pro gerade einmal die Zusatzbezeichnung „+“ angediehen ließ, sind die Änderungen gegenüber dem Ende 2019 gestarteten Surface Pro 7 deutlich größer als das, was in der Vergangenheit Anlass für ein vollständiges Hochzählen der Generationsnummer war. So ist das Surface Pro 7+ das erste Microsoft-Tablet seit mehreren Generationen, das man wieder mit einem integrierten Mobilfunkmodem kaufen kann. Hinzu kommt, dass die SSD nicht mehr Teil der Hauptplatine ist, sondern wie beim Surface Laptop 3 und Surface Pro X wechselbar auf einem M.2-2230-Kärtchen hinter einer Wartungsklappe sitzt.

Zudem wird hier eine Intel-CPU der elften Core-i-Generation verwendet, während alle anderen derzeit verkauften Mitglieder der Surface-Familie weiterhin eine (Intel-Modelle) oder sogar zwei CPU-Generationen (AMD-Modelle) zurückhängen. Je nach CPU-Typ gibt es unterschiedliche Kühlsysteme: Das Testgerät mit Core i5 hat eine passive und damit durchgängig lautlose Kühlung, während i7-Varianten einen Lüfter bekommen und damit auch bei lang anhaltender Rechenlast viel Performance abliefern – und niedrigere Gehäusetemperaturen.

Arbeitsfreundliche 3:2-Bildschirme sind ein Erkennungszeichen aller Surface-Geräte, verhindern aber extreme Laufzeiten: Wir haben bis zu 15 Stunden gemessen.

Das letzte Kuriosum beim Surface Pro 7+ betrifft die Verfügbarkeit: Anders als das Pro 7 und andere Surface-Geräte vertreibt Microsoft es ausschließlich als B2B-Gerät mit vorinstalliertem Windows 10 Pro. Wegen des anderen Vertriebswegs kann man es als Privatkäufer nicht in Microsofts Webshop oder bei gängigen Elektronikhändlern erwerben, sondern nur über Systemhäuser.

Zum Lieferumfang eines Surface Pro gehört traditionell nur ein Netzteil. Das Tastatur-Cover (mit gutem Tippgefühl) für den Betrieb als Notebook kostet wie ein passender Stift extra. Microsoft verkauft beide in mehreren Farben. Das Netzteil dockt magnetisch am seitlichen Surface-Connector an. Für die proprietäre Schnittstelle gibt es eine geräteübergreifende Dockingstation; alternativ ist Docking auch mittels USB-C möglich.

- **wechselbare SSD**
- **passiv gekühlt (nur i5-Modelle)**
- **3:2-Bildschirm**
- **nicht frei verfügbar**



Chromebooks mit üppiger Ausstattung

Chromebooks haben mittlerweile mehr zu bieten als einen geringen Preis und Web-Apps. Zum Arbeiten gibt es ordentliche Kraftpakete. Im Test mussten sie zeigen, ob sie sich Windows-Notebooks ebenbürtig erweisen.

Von **Stefan Porteck**

Das Notebook- und Tablet-Betriebssystem Chrome OS gibt sich mit schwächerer Hardware zufrieden als Windows oder macOS. Entsprechend sind viele Chromebooks mit eher lahmen Prozessoren oder SoCs aus der Handy- und Tablet-Ecke ausgestattet, laufen damit ausreichend flott und sind entsprechend günstiger als Notebooks mit x86-Architektur. Doch wer mit vielen Fenstern parallel arbeitet, Bildbearbeitung nutzt oder grafisch ansprechende 3D-Spiele zocken möchte, der wünscht sich mehr Rechenpower.

Mittlerweile lässt sich das problemlos erfüllen: Chromebooks emanzipieren sich und kämpfen sich aus der Ecke der billigen Daddelrechner für Schüler heraus. Einige Notebookhersteller haben mittlerweile Modelle im Angebot, die sich von den technischen Daten nicht hinter Edelnotebooks verstecken müssen. Etliche Modellreihen kommen sogar mit identischer Hardware wahlweise mit Windows oder Chrome OS auf dem Markt. Es scheint, als haben diese Hersteller verstanden, dass Chrome OS mittlerweile ein vollwertiges – wenn auch immer noch schlankes – Betriebssystem ist und nicht mehr nur ein Browser mit ein paar lieblos angeflanschten Web-Apps. Der Preisvorteil schrumpft damit allerdings.

Zu den Herstellern mit satt ausgerüsteten Chromebooks zählen unter anderem Lenovo und HP. Wir

haben die neuen Modelle IdeaPad Flex 5 von Lenovo und das Pro c640 von HP begutachtet.

Gewohnt einfach

Besonders bei der Einrichtung und Instandhaltung schneiden unsere Testkandidaten deutlich besser ab als Windows-Rechner: Nach dem ersten Einschalten gibt man nach wenigen Sekunden Wartezeit lediglich das WLAN-Passwort und die Gmail-Adresse nebst Passwort ein; anschließend sind die Geräte nach weniger als zwei Minuten einsatzbereit. Sofern man bereits vorher ein Chromebook genutzt hat, werden aus dessen Cloud-Sicherung dabei alle Apps und Einstellungen wie etwa die gespeicherten WLAN-Passwörter, App-Konfiguration und die Sortierung in der App-Übersicht übernommen. Selbst beim Zurückspielen einer Sicherung dauert die Einrichtung meist keine fünf Minuten.

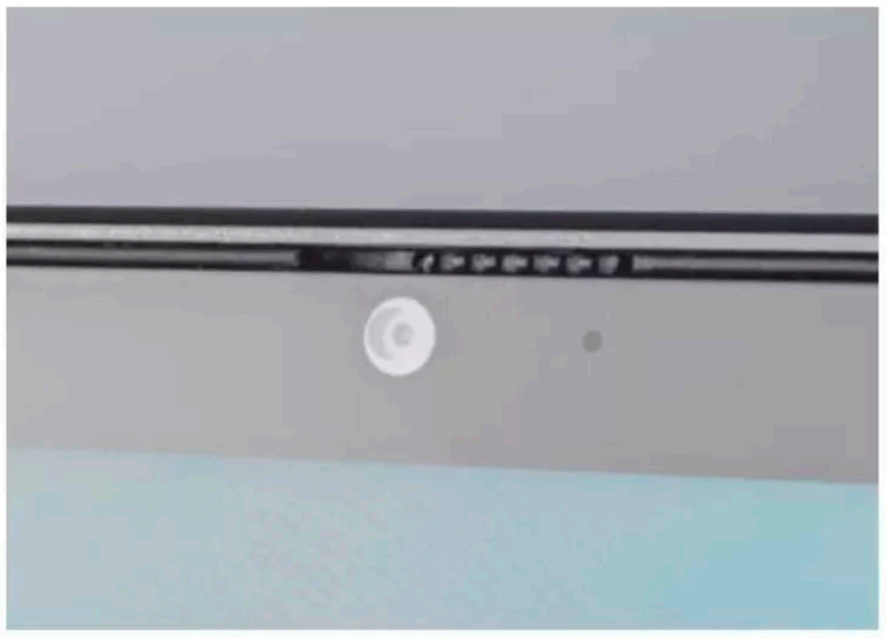
Gleiches gilt, wenn das Betriebssystem unserer Testkandidaten mal Zicken machen sollte: Über die Funktion „Powerwash“ lässt sich Chrome OS auf Knopfdruck und mit nur einem Neustart auf Werkseinstellungen zurücksetzen. Bei der folgenden Neueinrichtung zieht das System dann ebenfalls die vorherige Konfiguration aus der Backup-Cloud. Selbst wenn mal schwerwiegende Probleme auftreten sollten, die bei Windows dann meist eine langwierige Neuinstallation erfordern, würden die sich bei unseren Testkandidaten mittels Powerwash in einer Viertelstunde lösen lassen.

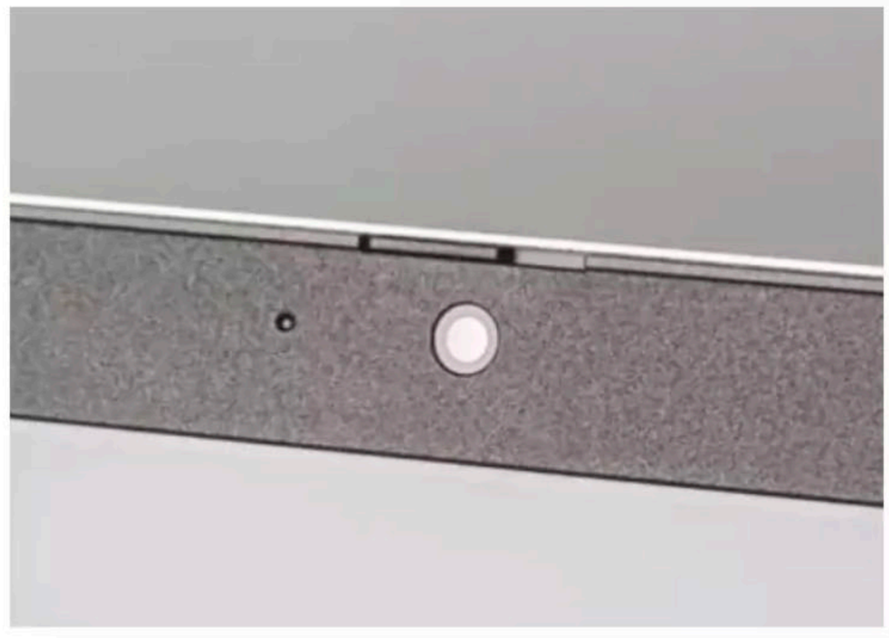
Eine Wohltat im Alltag: Nach dem Aufklappen brauchen die getesteten Chromebooks von HP und Lenovo rund sechs Sekunden bis zum Anmeldebildschirm. Auch danach geht es bei beiden Kandidaten identisch weiter. Denn anders als bei Android erlaubt Google bei Chrome OS praktisch keine Anpassungen an der Oberfläche, und die in der Windows- oder Android-Welt übliche Bloatware in Form von Virenscannern, Systemoptimierern oder anderen vorinstallierten Schlangenöl-Tools ist bei Chrome OS tabu. Stattdessen begrüßen beide Geräte ihre Nutzer mit dem stets leeren Desktop und nur den wichtigsten App-Verknüpfungen in der Schnellstartleiste.

Flott unterwegs

Chrome OS spielt seine Stärken besonders aus, wenn man Anwendungen im Browser nutzt oder als Web-App installiert. Sowohl Google Docs und Tabellen als auch Word und Excel im Office-365-Abo verrichteten auf beiden Geräten klaglos ihren Dienst. Für alltägliche Aufgaben reichen der Browser beziehungsweise dessen Web-Apps aus dem Chrome-Webstore meist völlig aus – nicht zuletzt, da sich Office-Dokumente auch im Offlinemodus bearbeiten lassen und später bei bestehender Onlineverbindung automatisch wieder mit den Clouds von Microsoft oder Google synchronisiert werden. Sofern man sich auf diesen Cloud-Workflow einlässt, bieten also beide Chromebooks des Tests eine angenehme, schnelle und zuverlässige Arbeitsumgebung.

Vorteil des Konzepts, möglichst alles im Browser zu erledigen, ist neben der Geschwindigkeit auch der Schutz vor Datenverlust. Alle relevanten Daten werden stets im Hintergrund synchronisiert, sodass sie bei Verlust oder Defekt des Chromebooks erhalten bleiben. Zudem lässt sich beim Wechsel vom Chromebook an den Desktop-PC nahtlos weiterarbeiten. Vor Viren und Trojanern braucht man sich nicht





Beide Testkandidaten haben eine 720p-Webcam, deren Linse sich mit einer mechanischen Blende verschließen lässt, um versehentliche Aufnahmen zu verhindern (links: Lenovo, rechts: HP).



Das Chromebook von HP hat einen Fingerabdruck-Sensor, mit dem sich das Gerät schnell entsperren lässt.

zu fürchten, denn Chrome OS bietet auf Betriebssystemebene Schutz vor Malware und erlaubt es nicht, ausführbare Software nativ zu installieren. So richten böswillige Apps im eigentlichen System keine Schäden an.

Nach getaner Arbeit sorgen Dienste wie Netflix oder Spotify für Unterhaltung. Doch bei manchen Anwendungen, beispielsweise der Bildbearbeitung, stößt das Konzept, fast alles im Browser zu erledigen, an seine Grenzen. Wer sich Stand-alone-Anwendungen wünscht, greift in solchen Fällen bei beiden Testkandidaten auf deren Android-Unterstützung zurück und installiert für den gewünschten Zweck die passende App – etwa Photoshop für Bilder, VPN-Apps fürs Firmennetzwerk oder einen mächtigeren Dateimanager für FTP-Transfers. Die meisten Android-Apps bleiben vom Funktionsumfang allerdings hinter echten Desktopanwendungen zurück.

Für Aufgaben, bei denen Android-Apps nicht reichen, bringen beide Testkandidaten die Linux-Unterstützung von Chrome OS mit. Damit lassen sich beispielsweise Thunderbird, LibreOffice, Gimp oder die Android-Entwicklungsumgebung Android Studio installieren. Anders als bei etlichen anderen Chromebooks reicht bei den getesteten Geräten von HP und Lenovo die Rechenleistung dafür aus, sodass die Linux-Anwendungen in ihrer virtuellen Maschine ausreichend flott laufen. Da die Linux-Umgebung aber stärker am Akku zieht und nicht immer alle Programmoberflächen in der korrekten Größe gerendert wurden, fanden wir die Linux-Unterstützung zwar praktisch, nutzten sie aber nur als letzte Option.

Auf der Habenseite von Chrome OS steht, dass es keine Fragmentierung der Versionen gibt. Anders als bei Android kommen die Updates direkt von Google und sind eng an die Releases des Chrome-Browsers gekoppelt. Im Schnitt erhalten die Chromebooks ein Update pro Monat. Auch beim Support hat Google in jüngerer Vergangenheit nachgelegt: Nach zunächst nur drei Jahren werden nun für neue Prozessorgenerationen bei ausgewählten Chromebooks mittlerweile Support-Laufzeiten von bis zu neun Jahren garantiert.

Da beide Geräte des Tests mit gleichen Prozessoren ausgestattet sind, gilt zumindest für diese Konfiguration, dass sie bis Juni 2028 mit Betriebssystem-Updates und regelmäßigen Sicherheitspatches versorgt werden.

Gut gerüstet

Die Ausstattung und Verarbeitung erwecken bei beiden Geräten den Eindruck, dass sie für den produktiven Einsatz gedacht sind und man ihnen einiges abverlangen darf. Das HP-Chromebook wartet mit einem schicken Alugehäuse auf. Lenovo setzt zwar auf Kunststoff, billig wirkt das IdeaPad aber trotzdem nicht und es spart zudem ein paar Gramm Gewicht.

Beide Rechner sind mit guten Tastaturen ausgestattet, auf denen man auch längere Texte problemlos tippt. Gut gefallen hat uns die sich bei wenig Licht automatisch einschaltende Tastaturbeleuchtung. Ähnlich gut schneiden die Touchpads ab, die eine schnelle und präzise Maussteuerung ermöglichten und dank Handballenerkennung zuverlässig verhinderten, dass versehentliche Berührungen den Cursor beim Schreiben wahllos im Dokument springen lassen.

Bei beiden Chromebooks dient das Touchpad als linke Maustaste mit festem Druckpunkt und sattem Klick. Bei unserem HP-Testgerät wies das Pad aber vor dem eigentlichen Druckpunkt einen Hauch von Spiel auf, weshalb es beim Drüberwischen ganz leicht klackerte. Das kann zwar nerven, löste in unseren Tests aber keine Fehlklicks aus.

In Zeiten von Heimarbeit gewinnen Videokonferenzen und damit Webcams zunehmend an Bedeutung. Beide Chromebooks des Tests integrieren in den oberen Displayrahmen eine Kamera mit 720p-Auflösung (1280 × 720 Pixel). Ihre Bildqualität hält zwar nicht mit der von Frontkameras guter Smartphones mit, doch für Videochats und Teammeetings fanden wir die Bildqualität völlig ausreichend. Den Ton fangen beide Testkandidaten über ihre eingebauten Mikros ein. Auf Wunsch lassen sich jeweils auch Headsets an die Klinkenbuchse anschließen.



Lenovo IdeaPad Flex 5

Lenovo bietet das IdeaPad Flex 5 in verschiedenen Hardware-Ausbaustufen an. Den günstigen Einstieg macht ein Intel Celeron, gegen Aufpreis bekommt man eine i3- oder – wie bei unserem Testgerät – i5-CPU der zehnten Generation. Darüber hinaus ist das Flex 5 mit zwei ordentlichen Lautsprechern ausgestattet.

Wie bei allen Lenovo-Geräten der Flex-Serie ist auch das Flex 5 mit einem 360-Grad-Scharnier ausgestattet. Zum Videoschauen klappt man die Tastatur einfach nach hinten und stellt das Gerät wie ein umgedrehtes V auf eine ebene Unterlage. Auf Wunsch lässt sich die Tastatur flach an die Unterseite klappen. Chrome OS wechselt dann seine grafische Oberfläche in einen Touch-Modus, sodass es sich wie ein Tablet verhält und mit den Fingern bedienen lässt. Hierbei verdeckt die Rückseite des Displays zwar die neben der Tastatur eingebauten und nach oben gerichteten Stereolautsprecher, dem ordentlichen Klang tut das aber keinen Abbruch.

Im Tablet-Betrieb lässt sich komfortabel arbeiten. Das IPS-Display ist mit rund 240 cd/m² hell genug und bietet üppige Einblickwinkel, ohne dass die Farben verblassen oder der Kontrast einknickt. Nur in sehr heller Umgebung stören die Spiegelungen auf der Displayoberfläche mitunter. Das ist aber der Touch-Technik geschuldet und sorgt im Gegenzug dafür, dass man die unempfindliche Oberfläche leicht von Fingerabdrücken reinigen kann. Die Tastatur hat einen kurzen Hub und einen definierten Druckpunkt. Bei Dunkelheit schaltet sich ihre Beleuchtung automatisch ein.

gute Ausstattung

Tablet-Modus

etwas kürzere Laufzeit

Preis: 600 Euro



HP Pro c640

Auch das c640-Chromebook wird mit Celeron-, i3- und i5-Prozessoren angeboten. Den Fokus hat HP klar auf Arbeiten und Produktivität gelegt. So wartet das Pro c640 mit allen gängigen Schnittstellen und einem Speicherkartenleser auf. Anders als viele vergleichbar flache Notebooks besitzt es eine USB-A-Buchse, sodass sich Sticks und Festplatten ohne Typ-C-Adapter anschließen lassen.

Ein weiteres praktisches Feature ist der Fingerabdrucksensor, mit dem sich das Chromebook entsperren lässt. Das ist vor allem für Nutzer praktisch, die das Gerät nicht mit ihrem Android-Telefon gekoppelt haben, um es über dessen biometrischen Sensor zu entsperren. Ein Wermutstropfen: Der erste Login nach dem Hochfahren klappt nicht per Fingerabdruck – hier ist einmalig stets das Passwort des Google-Accounts nötig.

Dass sich das Pro c640 vor allem zum Arbeiten eignen soll, erkennt man auch an dem blickwinkelstabilen IPS-Display mit matter Oberfläche. Selbst unter freiem Himmel treten keine stark störenden Spiegelungen auf. Die Kehrseite: Das c640 hat keinen Touchscreen, und die Displayoberfläche ist empfindlicher, da eine schützende Glasschicht fehlt. Auch lässt sich das Display nicht nach hinten umklappen, um das Chromebook im Tablet-Modus zu verwenden – es ist auf den Notebook-Betrieb ausgelegt. Doch abgesehen davon ist das Pro c640 mit seiner Rechenpower, dem großen Display und den gut klingenden Lautsprechern von Bang und Olufsen vollwertig Multimedia- und Gaming-tauglich.

lange Laufzeit

sehr gute Ausstattung

kein Touchscreen

Preis: 800 Euro

Lobenswert ist, dass HP und Lenovo die Webcams mit einem mechanischen Verschluss ausstatten. Verschiebt man ihn, verdeckt eine schwarze Blende die Kameralinse physisch, sodass versehentliche und unbemerkte Videoaufnahmen ausgeschlossen sind.

Langlauf und Sprint

Im Alltag punkten beide Testkandidaten mit sehr flotter Arbeitsweise: Egal welche Aufgaben wir ihnen stellten, sie erledigten sie dank ihres Intel Core i5 absolut geschmeidig, ohne Ruckler der Oberfläche und ohne nervige Gedenksekunden.

Um die Leistungsfähigkeit objektiv zu vergleichen und zu quantifizieren, haben wir beide Chromebooks den Android-Benchmarks Geekbench und dem grafiklastigen 3D Mark unterzogen. Kaum verwunderlich: In beiden schnitten das IdeaPad Flex 5 und das Pro c640 deutlich besser ab als aktuelle Oberklasse-Smartphones – und das sogar, ohne dass sie die

Chromebooks mit Core i5

Modell	IdeaPad Flex 5	Pro c640
Hersteller	Lenovo	HP
Lieferumfang	Netzteil	Netzteil
Betriebssystem	Chrome OS	Chrome OS
Ausstattung der getesteten Variante		
Prozessor / Kerne × Takt / Grafik	Intel Core i5 / 4 × 1,6 GHz (max. 4,2 GHz) / Intel UHD	Intel Core i5 / 4 × 1,7 GHz (max. 4,4 GHz) / Intel UHD
RAM / Flash-Speicher	8 GByte / 128 GByte	16 GByte / 128 GByte
Kartenleser	✓	✓
WLAN / Dual-Band / alle 5 GHz-Bänder	Wi-Fi 6 / ✓ / ✓	Wi-Fi 6 / ✓ / ✓
Bluetooth / NFC / GPS	5.0 / – / –	5.0 / – / –
Akku / austauschbar / Schnellladung	51 Wh / – / ✓	60 Wh / – / ✓
Schnittstellen	2 × USB-C (Ver, 3.1), 1 × USB-A (Ver. 3.1), Audio (Klinke)	2 × USB-C (Ver, 3.1), 2 × USB-A (Ver. 3.1), Audio (Klinke)
HDMI / DisplayPort	– / ✓ (via USB-C-Buchse)	✓ / ✓ (via USB-C-Buchse)
Lautsprecher	2 × Frontlautsprecher	2 × Frontlautsprecher
Webcam	720p	720p
Abmessungen (B × H × T) / Gewicht	21,4 cm × 31 cm × 1,7 cm / 1,4 kg	20,5 cm × 32,5 cm × 1,7 cm / 1,5 kg
Besonderheiten	mechanische Abdeckung für die Frontkamera	Fingerabdrucksensor, Aluminiumgehäuse, Tastatur spritzwassergeschützt, mechanische Abdeckung für die Frontkamera
Display		
Technik / Diagonale	IPS-LCD / 13,3 Zoll	IPS-LCD / 14 Zoll
Touchscreen	✓	–
Auflösung / Seitenverhältnis	1920 × 1080 / 16:9	1920 × 1080 / 16:9
Kontrast / Farbraum	1487:1 / sRGB	1281:1 / sRGB
Laufzeit, Leistung, Preis		
Laufzeit (200 cd/m²) Videowiedergabe / Video-Stream / Spielen / Surfen WLAN	6,5 h / 8,5 h / 5,5 h / 12,5 h	9 h / 10,5 h / 6 h / 12,5 h
3DMark Ice Storm Unlimited	66198 Punkte	69809 Punkte
Geekbench	2837 Punkte	3545 Punkte
Jetstream 2	111143 Punkte	113895 Punkte
Kraken 1.1	983 ms	1034 ms
zusätzliche Varianten	Core i3 & i5; 64 GByte, 128 GByte	Pentium Gold, Core i3 & i5; 64 GByte, 128 GByte; 8 GByte, 16 GByte RAM
Garantie	2 Jahre	1 Jahr
Preis	600 €	800 €

✓ vorhanden – nicht vorhanden

Grafikschnittstelle Vulcan unterstützen. Bei beiden Benchmarks hatte das Chromebook von HP einen hauchdünnen Vorsprung. Wegen der insgesamt sehr guten Ergebnisse dürfte das im Alltag allerdings niemand bemerken – beide Chromebooks sind schnell.

Die Office-Performance haben wir mit dem „Work Perfomance 1.0"-Benchmark von PCMark für Android verglichen. Auch hier erreichten beide Chromebooks gute Ergebnisse mit einem minimalen Vorsprung für das Gerät von HP.

Doch die Krux mit Android-Benchmarks: Sie sind einerseits auf deutlich schwächere Hardware ausgelegt und andererseits laufen Android-Apps unter Chrome OS in einer virtuellen Zwischenschicht und nicht nativ, was somit nicht exakt die reale Rechenleistung widerspiegelt. Aus diesem Grund haben wir darüber hinaus die Performance in den Browser-Benchmarks Jetstream2 und Kraken 1.1 ermittelt. Hier gab es ein Kopf-an-Kopf-Rennen, bei denen beide Geräte sehr gute Ergebnisse einfuhren, mit einem leichten Vorsprung bei Kraken für Lenovo und beim Jetstream2 für HP.

Abseits von der Rechenpower zeigte sich beim Test, wie sehr Chrome OS auf Effizienz und damit eine lange Akkulaufzeit ausgelegt ist und mit modernen Windows-Notebooks auf Augenhöhe liegt: Beim Surfen via WLAN hielten beide Geräte mit einer Ladung mehr als zwölf Stunden durch – sofern man im Browser arbeitet, reicht das also locker für einen ganzen Arbeitstag und bietet noch Reserven für ein Spiel oder ein Videoclip in der Mittagspause.

Beim Rendern von 3D-Spielen müssen sich die Prozessoren mehr anstrengen, was sich deutlich auf die Laufzeit auswirkte: Im Vergleich zum Surfen halbierte sich beim Spielen die Laufzeit etwa. Doch mit fünfeinhalb Stunden (Lenovo) und sechs Stunden (HP) hielten unsere Testkandidaten trotzdem vergleichsweise lange durch.

Fazit

Beide Chromebooks zeichnen sich durch ihre gute Ausstattung und eine in diesem Segment überdurchschnittliche Leistung aus. Zusammen mit ihrer langen Laufzeit bringen sie den Nutzer bei allen Anwendungen schnell und zuverlässig durch den Tag.

Im Funktionsumfang unterscheiden sie sich praktisch nicht, da Google den Daumen auf dem Betriebssystem hat. Wer überwiegend mit Cloud-Diensten im Browser und mit Android-Apps arbeitet, wird das nicht als Einschränkung empfinden, sondern die Schnelligkeit und geräteübergreifende Verfügbarkeit der Daten als Vorteil zu schätzen wissen. Will man Clouds vermeiden, benötigt spezielle Software oder möchte das System bis ins letzte Detail an eigene Wünsche anpassen, dann wird man mit Chrome OS hingegen nicht glücklich.

Wer ein schnelles und solides Chromebook zum Arbeiten benötigt, sollte einen Blick auf das Pro c640 von HP werfen, das mit langer Laufzeit, Schnelligkeit und einem matten Display punktet. Das Lenovo IdeaPad Flex 5 kommt dem sehr nahe, hat aber ein spiegelndes Display. Dafür unterstützt sein Bildschirm Touch-Eingaben und lässt sich dank Flex-Scharnier umklappen, sodass man das Gerät als Tablet nutzen kann, was es für Nutzer attraktiver macht, die auch mal auf dem Sofa surfen, spielen oder Video schauen wollen oder Android-Apps nutzen, die nur im Hochformat laufen. (spo) c't

Es gibt 10 Arten von Menschen.
iX-Leser und die anderen.

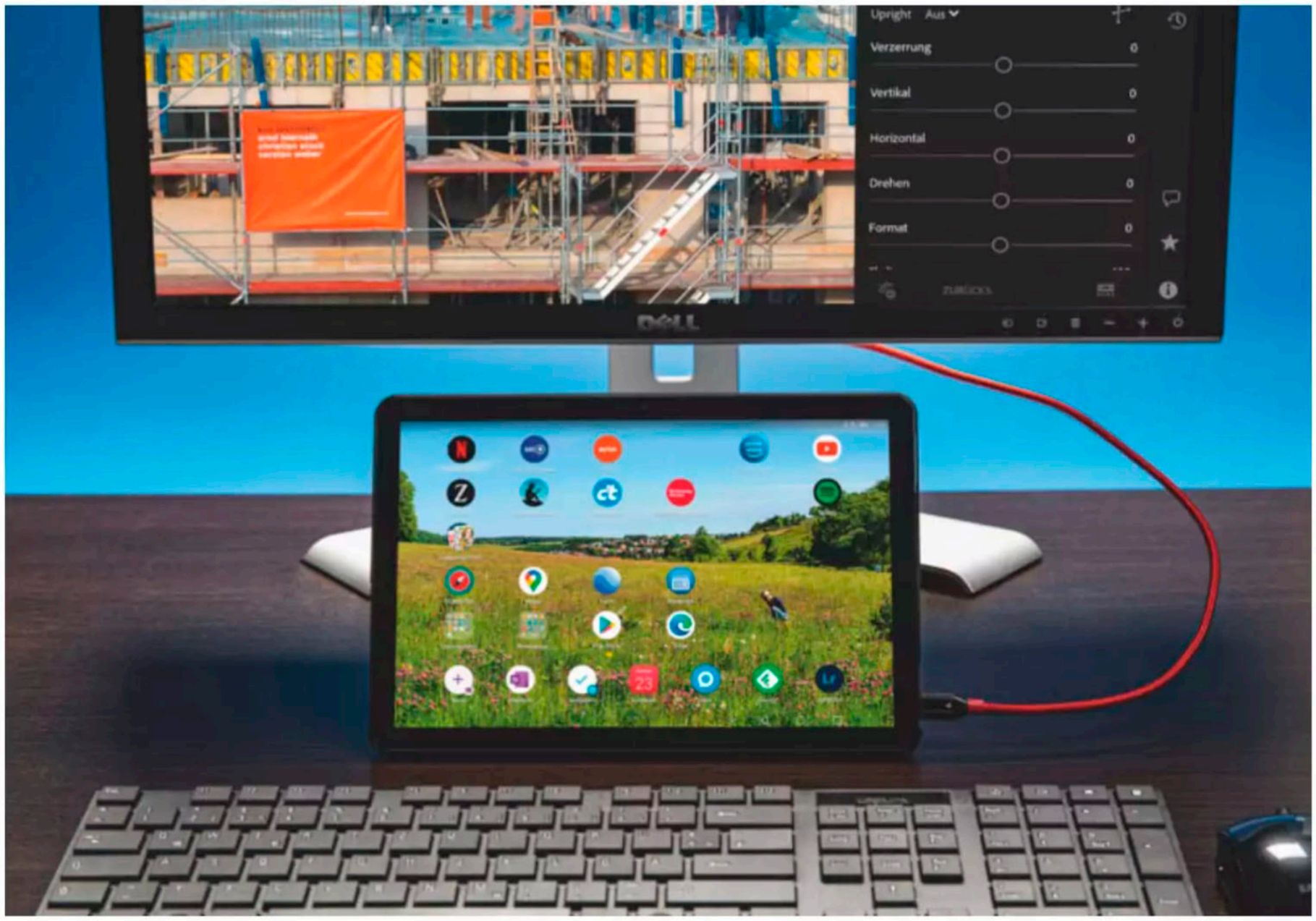


Jetzt Mini-Abo testen:
3 Hefte + Tastatur nur **16,50 €**

www.iX.de/testen

www.iX.de/testen 49 (0)541 800 09 120 leserservice@heise.de

iX MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE INFORMATIONSTECHNIK



Tablets wie ein Notebook nutzen

Sehr viele Aufgaben erledigen Tablets zusammen mit einer Bluetooth-Tastatur genauso gut wie ein Notebook. Wir zeigen, welches Betriebssystem zu den eigenen Bedürfnissen passt, welche Apps und Tools sich lohnen und wie man mögliche Einschränkungen erkennt und umgeht.

Von **Steffen Herget, Michael Link und Stefan Porteck**

Tablets sind leicht, handlich und leistungsfähig – wer überwiegend mobil arbeitet, ist mit ihnen oft besser beraten als mit einem Notebook: Man schleppt weniger mit sich herum und spart bei den meisten Modellen einige Euro in der Anschaffung. Nach Feierabend nimmt man sie ohne Tastatur zum Surfen, Lesen oder Spielen mit aufs Sofa, auf den Balkon oder in den Garten.

Je nach Ausstattung und Betriebssystem ist es mitunter nötig, die Arbeitsweise und die genutzten

Anwendungen ein wenig umzustellen. Im Arbeitsalltag dürfte das Office-Paket die größte Rolle spielen. Diese Domäne dominiert eindeutig Microsoft: Ein Gerät, das nicht in der Lage ist, Word-Dokumente und Excel-Tabellen zu bearbeiten, taugt kaum für den Produktiveinsatz. Das bedeutet aber nicht automatisch, dass man unbedingt zu Tablets mit vollwertigem Windows 10 greifen muss. Microsoft bietet sein Office-Paket auch für Android, Chrome OS und iOS an – als App. Sofern man bereits ein Abo für Office 365 besitzt, braucht man sich in der Office-App nur anzumelden und kann sofort loslegen.

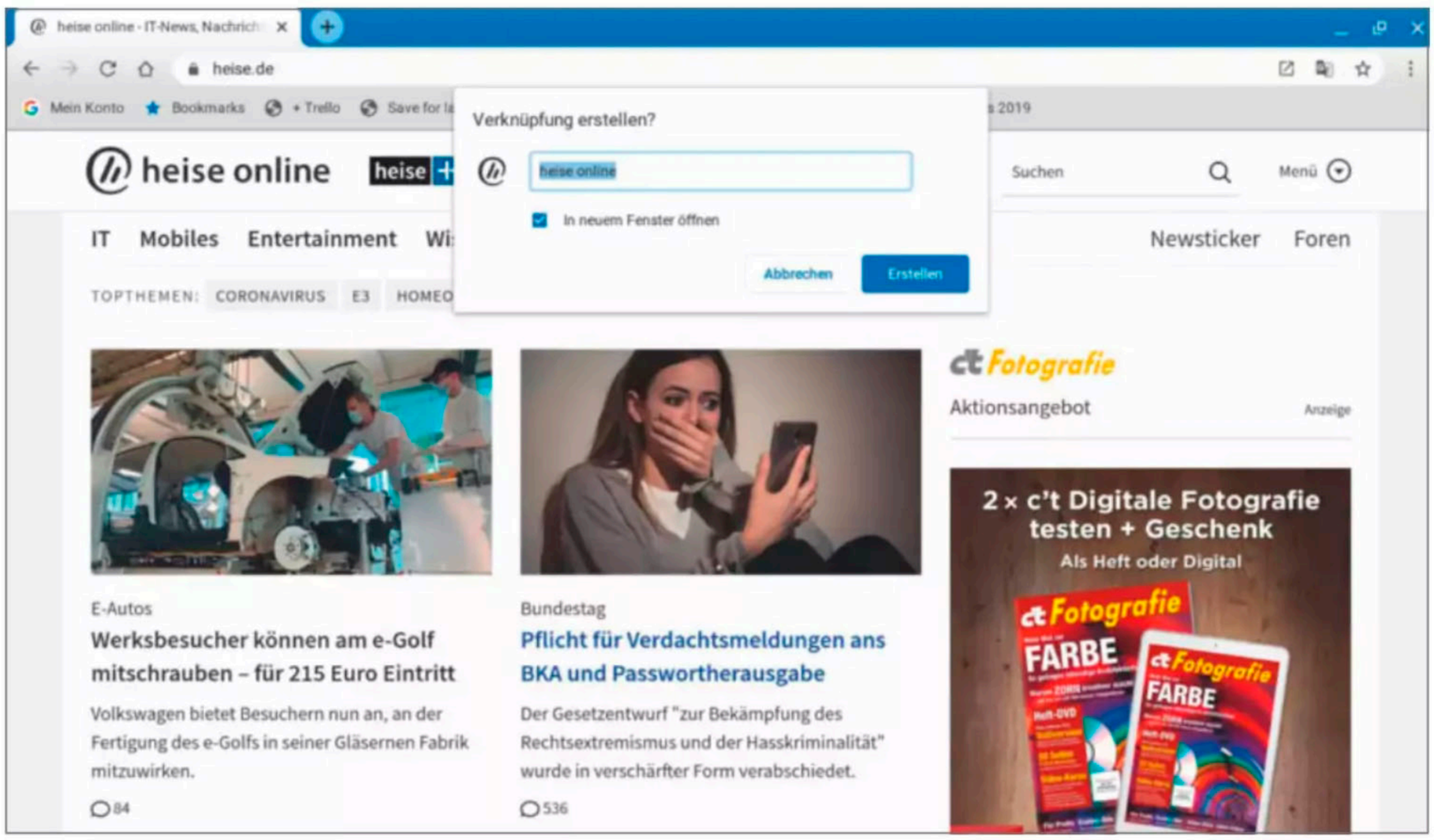
Dateien werden auf Wunsch dabei lokal auf dem Tablet bearbeitet und gespeichert. Das ist beim Arbeiten im Flugzeug essenziell oder wenn das WLAN im ICE mal wieder hakt. Mit dem integrierten Dateimanager der mobilen Office-Apps lassen sich Dokumente schnell finden und öffnen, sodass man sich nicht mit dem für viele Nutzer gewöhnungsbedürftigen Dateisystem von Android, Chrome OS oder iOS auseinandersetzen muss.

Man kann auch Dateien direkt aus Cloud-Diensten wie OneDrive oder Google Drive öffnen. Beim mobilen Arbeiten sollte man dem Cloud-Speicher sogar den Vorzug gewähren. Ein Grund ist der interne Flash-Speicher der Tablets, der mit Größen von manchmal nur 32 oder 64 GByte bei Weitem nicht mit dem Fassungsvermögen der Festplatten beziehungsweise SSDs moderner Notebooks mithält. Der wichtigere Grund ist aber das Vermeiden von Datenverlust: Geht das Gerät beim Herunterfallen kaputt oder wird geklaut, dann sind auch die darauf gespeicherten Daten unwiederbringlich verloren.

Nutzt man hingegen die Cloud-Office-Dienste von Google oder Microsoft, braucht man sich um Backups nicht zu kümmern. Zudem haben diese den Vorteil, dass das Kopieren der Daten auf einen stationären Rechner nach der Heimkehr entfällt. Sofern Datenschutzgründe die Nutzung von US-Clouds verhindern, weicht man auf einen Cloud-Dienst mit Servern in Deutschland beziehungsweise der EU aus. Alternativ lässt sich diese Option gegen einen monatlichen Obolus dazubuchen.

Kostenlos mit und ohne Cloud

Wer sich das Abo in Höhe von rund sieben Euro im Monat für einen Office-365-Account sparen möchte und die Vorzüge von Cloud-Synchronisation bereits zu schätzen weiß, der findet mit dem kostenlosen



Mit der Desktop-Version von Chrome lässt sich jede Webseite als Web-App speichern.

Google Docs eine umfassende Alternative zu Microsoft Office. Alles, was man dafür benötigt, ist ein Browser.

Mittlerweile gibt es Google Docs aber auch als App für Android, Windows, Chrome OS und iOS. Damit ist es möglich, Dateien lokal anzulegen und sie erst später bei bestehender Internetverbindung automatisch mit den Google-Servern zu synchronisieren.

Will man dagegen ohne Netz an bestehenden Dokumenten arbeiten, lassen sie sich vorab herunterladen und die überarbeitete Fassung wird später auf den Servern aktualisiert. Sofern man Chrome benutzt, klappt das auch ganz ohne zusätzliche Apps: Google bietet im Chrome-Webstore ein Browser-Add-On an, das die Offline-Unterstützung im Browser-Fenster nachrüstet.

Für die Weitergabe von Dateien an Kunden oder Kollegen bietet Google Docs zudem eine Exportfunktion an, mit der sich Textdokumente unter anderem in den Formaten DOCX, RTF, ODT, PDF und als unformatierte Textdatei herunterladen lassen.

Der umgekehrte Weg – also der Import gängiger Office-Dateitypen – funktioniert ebenfalls, ist aber etwas versteckt: Extern empfangene Dokumente speichert man dafür einfach in Google Drive. Auf der Startseite von Google Docs ruft man anschließend über das Ordner-Icon oben rechts die Dateiauswahl aus. Sie öffnet Google Drive, wo man das Office-Dokument auswählt, woraufhin es zum Bearbeiten in Google Docs importiert wird.

Browser statt App

Auch abseits von Textverarbeitung, Präsentationen und Tabellenkalkulation ist es vorteilhaft, möglichst viele Dienste im Browser statt als App zu nutzen. Die Installation vieler Apps belegt einiges des chronisch knappen Speichers der Tablets und schlecht optimierte Apps nagen stärker am Akku als die jeweils zum Betriebssystem gehörenden Browser. Besonders bei Googles Betriebssystem Chrome OS verringern Android-Apps die Laufzeit merklich, da die Android-Unterstützung ähnlich wie bei virtuellen

Tablets mit Chrome OS

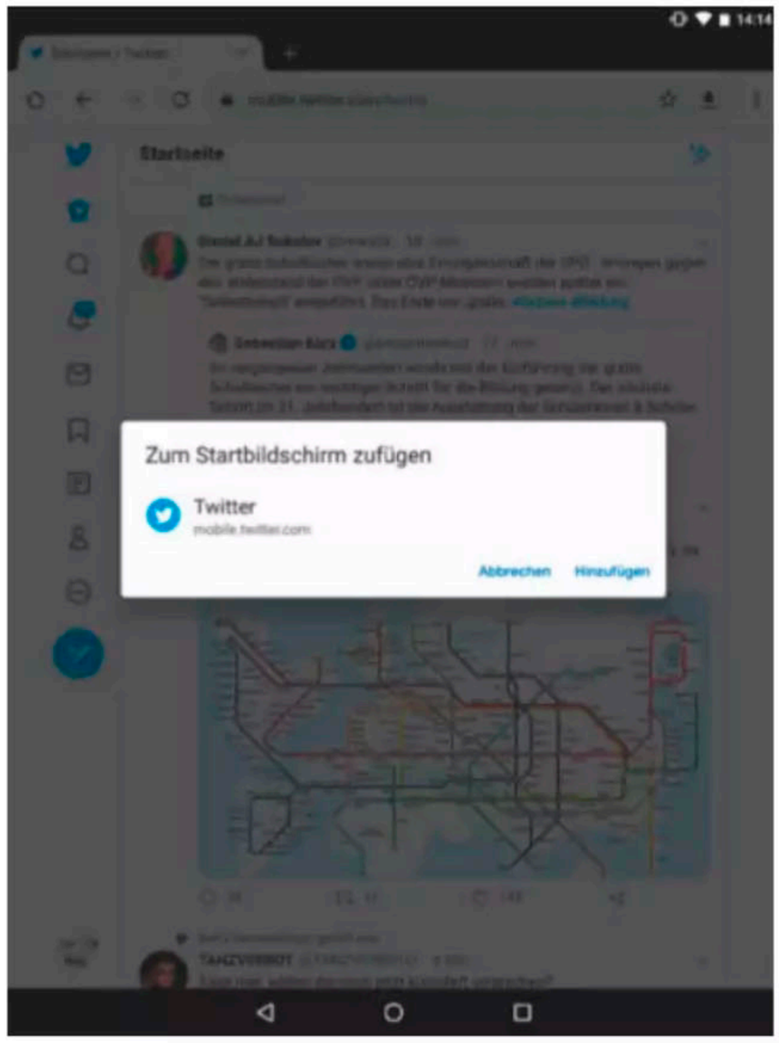
Da Chrome OS seinerzeit für Chromebooks entwickelt wurde und erst später seinen Weg auf Tablets fand, steckt in ihm mehr Desktop-DNA als in Android. Im Tablet-Mode verhält sich Chrome OS etwa so wie ein Smartphone-Betriebssystem. Die gesamte Oberfläche lässt sich komfortabel mit Touchscreen-Gesten bedienen und alle installierten Apps und Webanwendungen liegen auf einem scrollbaren Homescreen. Widgets unterstützt Chrome OS nicht. Interessanterweise ähnelt es optisch und vom Bedienkonzept eher iOS als Android.

Sobald man eine Tastatur ansteckt oder per Bluetooth koppelt, ändert das System sein Äußeres: Die Apps verschwinden vom Homescreen, in der permanenten Taskleiste werden plötzlich Schnellstart-Verknüpfungen priorisierter Apps eingeblendet und es erscheint ein Startmenü, das alle installierten Anwendungen listet. So lässt sich Chrome OS geschmeidig mit Maus und Tastatur bedienen.

Anders als Android ist Chrome OS vollständig multitaskingfähig – es lassen sich also mehr als zwei Anwendungen parallel nutzen, man kann über die Taskleiste sowie die Taskansicht zwischen ihnen wechseln und es lassen sich Anwendungen als Fenster frei auf dem Desktop platzieren. Über einen HDMI-Ausgang landet wahlweise der Desktop auf einem externen Monitor oder man nutzt ihn dank Dualscreen-Unterstützung als großes Zweitdisplay.

Für Anwendungen ist größtenteils gesorgt. So geht der Chrome-Desktop-Browser sehr gut mit Webanwendungen um. Online-Office-Dienste funktionieren unter Chrome OS tadellos. Andere Anwendungen lassen sich vielfach als Chrome-Add-On und PWA (Progressive Web App) installieren. Reicht das nicht, greift man auf Android-Apps zurück, die sich auf nahezu jedem aktuellen Chrome-OS-Gerät installieren lassen.

Viele Modelle bringen mittlerweile auch eine Linux-Unterstützung mit, sodass sogar die Installation von Programmen wie Thunderbird oder Gimp möglich ist. Wegen der höheren Leistungsanforderungen durch die virtuelle Linux-Schicht läuft das aber nur auf flotten Prozessoren zufriedenstellend und wird mit einem höheren Akkuverbrauch bezahlt.



Viele Web-Dienste bieten die Installation einer PWA an, wenn man die Seite erstmalig besucht.

Maschinen mithilfe einer Software-Zwischenschicht umgesetzt wird. Das kostet mehr Rechenleistung und somit auch mehr Strom.

Viele Nutzer finden es aber unkomfortabel, jeden Webdienst im Browser zu öffnen. Zum einen, weil man die Seiten über die Bookmarks statt über ein Icon aufrufen muss, zum anderen, weil die Adressleiste und die Browser-Schaltflächen das gewohnte Look-and-Feel ein Stück weit verhunzen.

Hier kommen Progressive Web Apps (PWA) ins Spiel: Sie umgehen die Nachteile installierter Apps und bieten trotzdem die Vorteile des geringen Stromverbrauchs und Platzbedarfs. Technisch gesehen handelt es sich bei PWAs nicht um vollwertige Apps mit eigenem ausführbaren Binärcode, sondern um kleine Pakete, die unter anderem ein App-Icon enthalten sowie ein Manifest, das beschreibt, unter welcher URL der eigentliche Inhalt zu finden ist. Das Betriebssystem stellt PWAs aus Nutzersicht wie echte Apps dar, weil viele von ihnen ohne Internetzugang funktionieren, da das Betriebssystem die Webinhalte beim Anlegen der App lokal speichert.

Tablets mit iOS

Ein iPad kann in vielen Szenarien als leichtgewichtiger Ersatz für ein schweres Business-Notebook dienen: Zum Abspielen und Bearbeiten von Präsentationen und sogar zum Schneiden von 4K-Videos reichen mittlerweile die Rechenleistung und der allerdings recht teure Speicherplatz auf den Apple-Tablets.

Sie lassen sich außer mit dem Touchscreen auch per Stift und Tastatur samt Trackpad bedienen – wie Convertibles, aber tendenziell intuitiver.

Für viele verbreitete Anwendungen gibt es iPadOS-Entsprechungen, etwa für Photoshop und für den Zugriff auf die Dropbox. Darüber hinaus verarbeiten die Apple-Programme Pages, Numbers und Keynote ebenfalls die gängigen Office-Formate. Auch Microsoft hat Office-Apps für das iPad, die allerdings nur mit Office 365 sinnvoll nutzbar sind. Nachteilig ist, dass man Apps nur im Apple Store bekommt – da gibt es beim herkömmlichen Notebook mehr Freiheiten. Oftmals bedeutet die iPadOS-Sonderlocke auch, dass Software, die man für Windows oder macOS schon hat, erneut bezahlt werden muss, wenn man sie mit dem iPad nutzen will.

Schlechte Karten hat man, wenn man auf eine bestimmte Software angewiesen ist, die es für das Betriebssystem iPadOS nicht gibt. Dieses früher harte K.o.-Kriterium mildert sich durch den Trend ab, mit dem Browser auf Software in einer Cloud zuzugreifen. Auch weil iPads mit mehr Speicher notorisch teuer sind, lagern viele Nutzer Inhalte auf Clouds aus, etwa Dropbox oder Nextcloud oder verlegen ihren kompletten Office-Workflow ins Web zu Google Docs oder zu Microsoft.

Das macht eine gute Internetverbindung zu einem Muss. Wer sein iPad nur im Büro nutzt, kann durch reine WLAN-Modelle bis zu 170 Euro sparen – mit Wi-Fi und Cellular (LTE) ist man allerdings etwas unabhängiger.

Apropos Sparen: Für ein ordentlich ausgestattetes iPad Pro mit vollwertigem Magic Keyboard (ab 340 €) und Stift (ab 135 €) kann man durchaus 1780 Euro ausgeben (iPad Pro 256 GByte, Apple Care, Magic Keyboard, Stift). Wer nicht so viel schreibt, mag auch zu einer Tastatur eines Fremdanbieters greifen (etwa Logitech Slim Folio pro, 120 €) und spart so mehr als 200 Euro.

Darüber hinaus tauchen sie in der App-Übersicht auf, finden sich in den Menüs zum Teilen von Inhalten – wie etwa das berühmte „Teilen auf Facebook“ – und sie lassen sich auch als Standard-App zum Öffnen bestimmter Links festlegen, wie man es von Twitter-Links gewohnt ist.

Startet man eine PWA, so öffnet sie ein abgespecktes Browserfenster ohne Bedienelemente und führt darin die HTML-Webanwendung aus. Unter Android kommt dafür die Systemkomponente Android WebView zum Einsatz, bei iOS übernimmt der Safari View Controller.

Die Bibliothek einer Progressive Web App nimmt nur wenige Kilobyte Speicherplatz auf dem Gerät ein. Die Cache-Bereiche für die Webanwendungen bleiben zudem unabhängig vom restlichen Browser, was im Hinblick auf Cookies, User-Tracking und Datenschutz gegenüber dem manuellen Ansurfen im Browser einen weiteren Vorteil bietet. Gegenüber echten Apps punkten PWAs zudem damit, dass sie aufgrund des serverseitig gelieferten Contents keine App-Updates benötigen.

Ein nerviges Ärgernis von PWAs ist allerdings, dass sie sich nicht gezielt installieren lassen und es keinen PWA-App-Store gibt. Stattdessen bieten viele Webdienste wie Twitter oder Instagram beim Besuch der Webseite mit einem aufploppenden Dialog die Installation an. Ob das passiert, hängt unter anderem vom Betriebssystem, der Bildschirmauflösung und vom Browser ab. Grundsätzlich sollte man die Seite mit dem zum Betriebssystem gehörigen Browser nutzen. Manchmal hilft es auch, dort im Einstellungsmenü eine Seitenverknüpfung hinzuzufügen. Manchmal wird dann keine Verknüpfung hinzugefügt, sondern die PWA installiert.

Nutzt man ein Tablet mit Chrome OS oder Windows, gibt es einen weiteren Trick, um beliebige Webdienste fast wie eine autarke App zu nutzen. Voraussetzung dafür ist die Desktop-Version von Chrome. Wer beispielsweise seine Mails über ein

Tablets mit Android

Zu den Stärken von Android gehört das große App-Angebot, das fast alle Arbeitsbereiche abdeckt. Besonders Googles Mail-, Kommunikations- und Office-Dienste wie Docs funktionieren unter Android sehr gut. Bei Bedarf ist es auch problemlos möglich, auf Webservices und Apps von Microsoft auszuweichen. Das Angebot an Stand-alone-Apps von Drittanbietern für Office-Anwendungen wie LibreOffice ist dagegen recht eingeschränkt.

Die Oberfläche von Android ist primär auf die Bedienung über einen Touchscreen ausgelegt. Sobald man eine Tastatur mit Touchpad anschließt, blendet das System einen Mauszeiger ein und die Anwendungen erhalten Schaltflächen fürs Schließen und Minimieren. Echtes Multitasking mit mehr als zwei gleichzeitig geöffneten Apps fehlt jedoch – will man beispielsweise Texte einer App in eine andere App kopieren, wird es schnell krampfig.

Eigentlich sollte Android schon mit Version 10 einen Desktop-Modus unter anderem mit einer Taskleiste und einem brauchbaren Fenstermanagement bekommen. Der Code ist im System zwar enthalten, wurde bislang als Funktion jedoch nicht aktiviert. Hersteller wie Samsung und Huawei haben ihren angepassten Android-Versionen deshalb einen eigenen Desktop-Modus verpasst, mit dem sich Android ähnlich gut im Laptop-Betrieb nutzen lässt wie Chrome OS.

Grundsätzlich sollte man sich schon vorm Kauf eines Tablets Gedanken über die benötigte Bildschirmgröße und den Anschluss externer Monitore machen. Bei diesem Thema sieht’s mit Android eher durchwachsen aus: In der Vergangenheit setzten die Hersteller stark auf MHL (Mobile High-Definition Link). Über ein USB-HDMI-Kabel lässt sich damit ein externer Monitor anschließen. Eigentlich praktisch, doch an neueren Geräten spielt MHL keine Rolle mehr. Stattdessen beherrschen zumindest einige Geräte den VESA-Standard „DisplayPort Alt Mode“. Wie bei MHL fungiert die USB-Buchse als Grafikausgang.

Als drahtlose Alternative kommt in seltenen Fällen und meist nur bei älteren Geräten Miracast infrage. Mittlerweile setzt Google auf das Google-Cast-Protokoll, das den Bildschirminhalt auf Chromecast-Streaming-Sticks überträgt. Nach unseren Erfahrungen ist das die einzige Variante der Bildschirmübertragung, die zuverlässig bei jedem aktuellen Android-Gerät funktioniert. Die Kehrseite ist, dass man rund 30 Euro in weitere Hardware investieren muss.

Portal im Browser abruft, geht dafür folgendermaßen vor: Nach dem Login ins Postfach öffnet man die Einstellungen des Browsers über das Drei-Punkte-Menü rechts der Adressleiste. Dort tippt man auf „Weitere Tools“ und anschließend auf „Verknüpfung erstellen“. Im nun erscheinenden Dialog setzt man das Häkchen bei „In neuem Fenster öffnen“.

Anschließend wird eine Verknüpfung auf dem Desktop beziehungsweise im App-Menü von Chrome OS angelegt. Ruft man den Webdienst darüber auf, öffnet sich ein neues Fenster mit dem Inhalt und ganz ohne platzfressende Browser-Schaltflächen. Auf Wunsch lässt sich das Fenster per Rechtsklick auch an die Taskleiste anheften – praktisch bei Diensten, die man häufig nutzt.

Diese Chrome-Seitenverknüpfungen liefern ähnliche Vorteile wie PWAs. Dazu zählen die Anwesenheit in der App-Übersicht respektive im Startmenü und statt sich auf der Suche nach dem Dienst durch zig offene Browser-Tabs zu wühlen, schaltet man einfach mit Alt+Tab zwischen den einzelnen offenen Fenstern um.

Fazit

Unterwegs stellen Tablets mittlerweile eine brauchbare Alternative zu Notebooks dar. Man sollte aber eine gewisse Bereitschaft mitbringen, Cloud-Dienste zu nutzen und den Workflow etwas anzupassen. Im Gegenzug bringen Tablets nach Feierabend den Vorteil, dass Surfen, Spielen und Videostreaming auf ihnen mehr Spaß bereitet als auf den deutlich kleineren Smartphones.

Da Chrome OS und Windows normalerweise auf dem Desktop heimisch sind, erlauben sie eine etwas flexiblere Nutzung mit größerem Angebot an Anwendungen. Android und iOS reichen aber ebenfalls völlig aus, wenn der überwiegende Zweck die Nutzung von Office-Anwendungen ist. Beide Systeme bieten dafür jede Menge Apps für Spaß und Spiel. (spo) **c't**

Tablets mit Windows

Bei Tablets mit einem Betriebssystem von Microsoft kommt häufig ein Windows 10 Home S zum Einsatz, das vom Aussehen und der Bedienung weitestgehend den Windows-Versionen gleicht, die man vom Desktop-PC kennt. Das „S“ von Windows 10 Home S bedeutet aber auch, dass unter dieser Version nur Apps aus dem Windows-App-Store laufen.

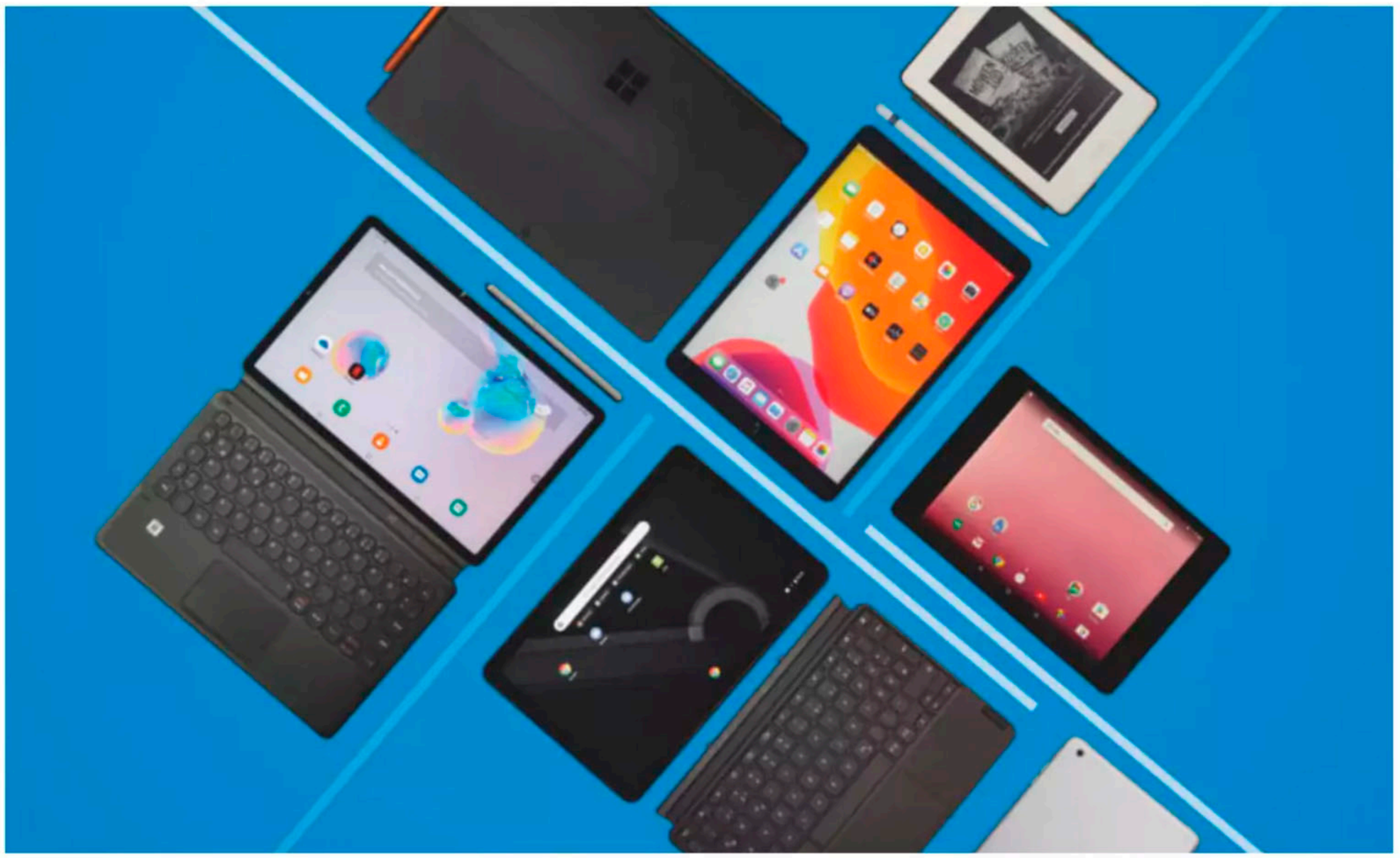
Wahrscheinlich dürften die meisten Nutzer das jedoch nicht als harte Einschränkung wahrnehmen, denn im App-Store gibt es von Office 365, über Skype bis Netflix und Photoshop Elements eigentlich alles, was man für Arbeit und Freizeit benötigt. Als Bonus sind die Apps in ihrer Bedienoberfläche besser auf kleine Screens und eine Touchbedienung ausgelegt.

Wer ein nicht im Store angebotenes Programm nutzen will, der schaut trotzdem nicht in die Röhre: Der Wechsel von S auf normales Windows 10 ist kostenlos und erfordert lediglich einen kurzen Download. Sogar ein Upgrade auf Windows 10 Pro ist möglich – hierfür muss man aber eine Lizenz bei Microsoft erwerben.

Nötig ist das jedoch nicht: Bereits mit dem kostenlosen Upgrade auf Windows 10 Home verhält sich ein Surface-Tablet wie ein normales Windows-Notebook. Es beherrscht etwa Mehr-Display-Betrieb, lässt sich an Dockingstationen nutzen und arbeitet mit gängiger Peripherie gut zusammen. Softwareseitig unterstützt es verschiedene Konten und Benutzerrechte und bietet die gleiche Cloud-Anbindung an Office 365 und OneDrive wie auf jedem anderen Windows-PC.

Anders als Android und Chrome OS ist Windows 10 nicht besonders gut auf den Mischbetrieb mit Tastatur und Touchscreen-Bedienung ausgelegt. Die Schaltflächen reagieren zwar auch auf Fingertipper, sind jedoch wie beispielsweise die zum Minimieren, Maximieren und Schließen von Fenstern zu klein, um sie zielsicher mit dem Finger zu treffen. Auch fehlen Wischgesten, mit denen man bei Chrome OS und Android die zuletzt genutzten Apps schnell wieder auf den Schirm holt oder mit einer Geste auf den Homescreen gelangt.

Nach Feierabend lässt sich das Surface ohne Tastatur als herkömmliches Tablet benutzen. Wie bei Chrome OS aktiviert sich der Tablet-Modus beim Trennen der Tastatur oder auf Wunsch manuell über die Shortcuts unten rechts in der Taskleiste. In dieser Betriebsart dominiert das Kachelmenü den Homescreen. Die Kacheln lassen sich wahlweise selbst zusammenstellen oder Windows ordnet sie einfach alphabetisch an.



Tablets mit Android, iPadOS und Windows

Die Corona-Pandemie hat mehr Leute zur Digitalisierung geschubst: Reichte vorher ein Familien-PC, finden nun Homeoffice und Homeschooling für alle gleichzeitig statt. Die vormals IT-abstinente Verwandtschaft möchte plötzlich videochatten. Einiges davon geht mit dem Smartphone besser, anderes mit dem PC. Doch oft bietet gerade ein Tablet eine passendere Kombination aus großem Display und kleinem Preis.

Von **Jörg Wirtgen**

Es lohnt sich, erneut darüber nachzudenken, was Tablets können und was nicht, denn sie haben einige überraschende Entwicklungen durchgemacht. Beispielsweise wird Chrome OS als Betriebssystem speziell für Tablets spannend. Apples iPads eignen sich dank neuer Mausunterstützung und einer neuen Tastatur besser als PC-Ersatz. Windows-Tablets werden kleiner und mächtiger. Lediglich bei Android tut sich wenig – die neuen Tablets von Huawei verlieren sogar an Nützlichkeit, weil der Google Play Store fehlt.

Tablets gibt es von unter 100 bis weit über 1000 Euro – kein Wunder, dass sie höchst Unterschiedliches leisten. Dieser Artikel verschafft einen Über-

blick der zu erwartenden Features über alle Systeme hinweg.

Betriebssystem und Hardware

Zu den Unterschieden der Tablet-Betriebssysteme ließen sich ganze Bücher schreiben. In Kurzform: Die meisten und besten auf Tablets angepassten Apps gibt es für iPadOS. Android bietet zwar mindestens genauso viele Apps, aber viele verhalten sich wie vergrößerte Smartphone-Anwendungen. Chrome OS führt inzwischen fast alle Android-Apps aus, bietet gute Desktop-Funktionen und hat einen schnelleren Browser als Android; eigene Chrome-OS-Apps gibt es hingegen kaum. Windows hält im Tablet-Modus weder bei der App-Auswahl noch der Bedienbarkeit recht mit, spielt seine Stärken aber im Desktop-Modus, also mit Tastatur, Touchpad und vielleicht Maus und Display aus – und es funktionieren halt alle Windows-Anwendungen, auch wenn viele im Tablet-Modus nur mäßig bedienbar sind. Achtung, auf den Windows-Geräten mit ARM-Prozessor läuft dann doch wieder nicht jede Software.

Die meisten Tablets haben Displays um 10 Zoll (25 Zentimeter) Diagonale. Größere Tablets sind schnell so unhandlich und schwer wie Notebooks, außer dem iPad Pro 12 Zoll und dem Samsung Galaxy Tab S7+ gibts da nichts Aktuelles. Kleinere stehen in Konkurrenz zum E-Book-Reader, zudem wurden die anfangs beliebten 7-Zöller von den wachsenden Smartphones weitgehend verdrängt.

Ab etwa 200 dpi Pixeldichte nimmt man aus typischer Entfernung keine einzelnen Punkte mehr wahr, was bei 10 Zoll eine Auflösung von 1920 × 1080 oder mehr bedeutet. Darunter wird vor allem Schrift pixelig; für Filme, Videochats und Spiele mögen auch 1280 × 800 reichen. OLED-Displays zeigen kräftigere Farben und erreichen höhere Helligkeiten – wobei echtes farbverbindliches Arbeiten nur mit den iPads geht. Aber auch die IPS-Panels der meisten anderen Tablets bieten schöne Farben und ausreichende Blickwinkel.

Die Prozessorausstattung spielt für die meisten Tablet-Anwendungen keine Rolle. Der Hauptspeicher sollte mindestens drei GByte groß sein, unter Windows mindestens vier. Der benötigte Flash-Speicher hängt davon ab, wie viel man in die Cloud auslagert und was lokal gespeichert sein soll. Platzfresser sind beispielsweise Videos, Filme, Spiele und große Fotosammlungen. Unter 64 GByte muss man hier genauer planen, ab 256 GByte lebt es sich sorglos. Einigen Tablets kann man Speicher per MicroSD-Karte nachstecken; der ist für aufgenommene Fotos und Videos zugänglich, aber lange nicht jede App kann ihre Daten dorthin auslagern.

Wichtig ist die Entscheidung, ob man Mobilfunk benötigt oder nicht: Gibt's am geplanten Einsatzort – Schule, Uni, Büro, für Pendler auch Bus oder Bahn – durchgehend WLAN? Anders herum, ist einem die Erreichbarkeit einen monatlichen Obolus für einen Datenvertrag oder eine Prepaid-SIM wert? LTE wäre dann die Technik der Wahl, 5G muss noch nicht sein.

Die Tastaturen von 10-Zoll-Tablets haben kleine Tasten. Wer das gewohnte 19-mm-Raster möchte, benötigt Tablets ab 12 Zoll – oder schaut sich nach Zubehör wie der Logitech K480 um, die mit jedem Tablet funktioniert.



Das Tethering per Smartphone geht notfalls, ist für einen regelmäßigen Einsatz aber ganz schön umständlich.

Zubehör

Jedes aktuelle Tablet lässt sich mit Bluetooth-Tastaturen verbinden. Da gibt es reichlich Auswahl beispielsweise mit Umschalter für mehrere Bluetooth-Geräte oder mit Aufstellmöglichkeit fürs Tablet. Die Tablet-Hersteller bieten für einige ihrer Modelle Tastaturen an, die mechanisch und optisch besser passen sowie meist weniger wiegen und ihre Akkus direkt aus dem Tablet laden.

Für Cover gilt noch viel mehr: Wer eine perfekt passende, magnetisch haltende oder als Aufsteller taugliche Hülle haben möchte, ist auf die des Herstellers oder auf eine sorgfältige Recherche im Zubehörmarkt angewiesen.

Die meisten Tablets erkennen eingesteckte USB-Sticks oder anderen Speicher, man benötigt dazu aber den passenden Adapter auf MicroUSB, USB-C

Günstige und Multimedia-Tablets

Besonders günstig und dafür gut ausgestattet sind die Android-Tablets von Amazon: Das Fire HD 10 ist ab 150 Euro erhältlich, das Fire HD 8 ab 100 Euro. Für Amazons Medienangebot und andere Streamingdienste eignen sie sich gut, doch weil ein stark angepasstes Android mit eigenem App-Store installiert ist, fehlen viele Apps. Auch die kursierenden Tricks zum Installieren des Google Play Store könnten durch zukünftige Updates verhindert werden.

Bei normalen Android-Tablets in den Preisgefilden unter 150 Euro muss man abseits der aus dem Datenblatt ersichtlichen Ausstattungsschwächen mit weiteren Einschränkungen rechnen, die sich leider schlecht vorhersagen und daher nicht vorab mit den eigenen Ansprüchen abgleichen lassen: Beispielsweise laufen einige Apps nicht, die Lautsprecher klingen flach, die Farben sind flau oder der WLAN-Empfang ist mies.

Wir empfehlen mindestens 3 GByte Speicher, Android 8 und 10 Zoll mit 1920 × 1080 Pixel. Das findet man schon unter 200 Euro beispielsweise beim Lenovo Tab M10 oder dem neueren M10 Plus. Knapp über 200 Euro liegen die 3-GByte-Varianten des 2019er-Modells Samsung Galaxy Tab A 10.1, für etwa 70 Euro Aufpreis gibt es LTE. Günstigeres LTE gibts beispielsweise beim Medion P10710 für 200 Euro.

Ab 300 Euro darf man 64 GByte Flash und weitere Besonderheiten erwarten. Beispielsweise hat das Lenovo SmartTab Yoga YT einen raffinierten eingebauten Ständer.

Spannend ist das Lenovo IdeaPad Duet mit ebenfalls eingebautem Ständer. Es läuft unter Chrome OS und ist dank mitgelieferter magnetischer Tastatur ein unschlagbar günstiges Produktiv-Tablet. Mit 64 GByte ist es teils schon unter 300 Euro erhältlich, mit 128 GByte für unter 350.

In dieser Preisregion taucht dann auch das erste iPad auf, das 10.1. Für 340 Euro bekommt man es aber nur mit 32 GByte Speicher; LTE oder 128 GByte kosten je rund 100 Euro extra. Stift, Tastatur und Hüllen gibts gegen weiteren Aufpreis.

Um 300 Euro fangen auch die ersten Windows-Tablets an. Mit Intel Celeron oder Pentium „N“ ackern sie sich aber nur mühsam durch Windows-Software, und im Tablet-Modus sind Android, Chrome OS und iPadOS überlegen – eigentlich sind Windows-Tablets erst ab rund 500 Euro mit schnelleren Prozessoren empfehlenswert. Einen Vorteil haben allerdings auch die billigeren: den Displayausgang.

Gute Multimedia-Tablets gibt es ab 150 Euro, mit LTE ab etwa 200 Euro.



oder Lightning – oder einen Stick mit passendem Anschluss. Wie gewohnt funktioniert das aber nur unter Windows – unter Android, Chrome OS und iPadOS sind einige Aufgaben komplizierter oder gar nicht lösbar.

Ein Monitor, Beamer oder Hotel-TV lässt sich an praktisch alle Windows- und Chrome-OS-Tablets direkt oder per HDMI-Adapter anschließen, auch für die iPads gibt es Adapter. Der USB-C der Android-Tablets kann zwar auch Displaysignale tragen, doch das implementieren nur die teureren Tablets.

Fazit

Smartphone, Tablet, Notebook, stationärer PC – die Wahl des richtigen Arbeitsgeräts oder der richtigen Kombination wird durch die neuen Anforderungen der Hau-Ruck-Digitalisierung nicht einfacher. Die wichtigste Frage zum Tablet ist vielleicht, was es alles leisten muss und wofür man dann doch PC oder Notebook anwirft – falls vorhanden.

Weil die technische Entwicklung nicht so schnell wie bei Smartphones geht, lässt sich mit vielen Vor-

Produktiv: Tablets mit Tastatur und Rechenpower

Beschäftigt man sein Tablet gerne mit Videoschnitt, Actionspielen, Fotobearbeitung oder anderen anstrengenden Apps, braucht man dann doch ein leistungsstärkeres Exemplar. Tippt man zudem regelmäßig abseits vom Schreibtisch, empfiehlt sich eine am Tablet haltende, aber auch schnell abnehmbare Tastatur.

Unter Android landet man beim Samsung Galaxy Tab S6 ab etwa 600 Euro. Allerdings ist die Ständer/Tastaturhülle-Kombi überraschend unglücklich gelungen, vor allem, wenn man sie regelmäßig an- und abbauen möchte. Besser investiert man die rund 100 Euro Aufpreis zum Nachfolger Tab S7 oder bleibt unter Verzicht auf Stift und High-End-CPU beim Galaxy Tab S5e (ab 400 Euro, Tastatur 80 Euro).

Einen schnelleren Browser und besseren Desktop-Modus bekommt man bei Chrome OS und dem erwähnten Lenovo IdeaPad Duet ab 300 Euro. Schade nur, dass es keine Variante mit Stift und kräftigerem Prozessor gibt.

Apple bietet für fast alle iPads Tastaturhüllen an, darunter das 10-Zoll-iPad (ab 380 Euro, Tastatur 180 Euro, Stift 100 Euro). Das neue iPad Air (ab 650 Euro) bietet einen schnelleren Prozessor und USB-C, es unterstützt sowohl den Pencil 2 (135 Euro) als auch das Magic Keyboard mit Touchpad (340 Euro). Demgegenüber hat das iPad Pro mit 11 Zoll kaum Vorteile; die 13-Zoll-Variante (ab 1100 Euro) ist beispielsweise für Grafiker genial, aber mit Tastatur ähnlich unhandlich, schwer und teuer wie ein Notebook.

Für potente Windows-Tablets sind mindestens ein Core i5, 8 GByte Speicher, 256 GByte SSD und 1920er-Auflösung empfehlenswert – sie eignen sich dann auch als Desktop-PC. Eine Bauform sind Tablets mit integriertem Ständer, mit Tastatur und Stift sind mindestens 1300 Euro einzuplanen: Dell Latitude 5290 und 7200, HP Elite X2, Microsoft Surface Pro 7.

Eine weitere Bauform sind Notebook-ähnliche Tastaturunterbauten mit zusätzlicher Hardware, etwa Akku, zweiter SSD oder Grafikchip. Ihr Vorteil ist, dass sich die Konstruktion ohne umzukippen auf dem Schoß oder engen Tischen hält. Mit Tastatur gleichen sie von Gewicht und Volumen einem Notebook, als leichtes Tablet funktionieren sie also nur zu Hause. Bei rund 1800 Euro gehts los: Dell, Lenovo, Microsoft, Toshiba und Vaio sind einen Blick wert.



Fürs Arbeiten auf dem Schoß sind Tablets wackeliger als Notebooks.

oder Vorvorjahresgeräten ein gutes Schnäppchen machen. Auch die von einigen Händlern angebotenen überarbeiteten Gebrauchtgeräte (refurbished) sind einen Blick wert.

Aber eine Warnung: Wenn ein Angebot zu gut ist, um wahr zu sein – dann ist es vermutlich auch nicht wahr. Wir hören von betrügerischen Noname-Tablets, die nicht nur weniger RAM, Flash oder CPU-Power haben als im Datenblatt angegeben, sondern die per Firmware-Manipulation eine falsche Ausstattung melden und somit sogar einige Diagnose-Apps foppen. Wer so einen Schrott außerhalb der EU kauft, hat dann kaum eine Chance, sein Geld wiederzusehen.

Je mehr ein Tablet kann, desto teurer und schwerer wird es. Richtig ausgewählt eröffnet es neue Möglichkeiten, sei es als verhältnismäßig einfacher Einstieg für IT-Fremdelnde, als leistungsstarke Ergänzung zum PC oder als unkompliziertes Zweitgerät – vielleicht explizit ohne Mail, Twitter, Chat, sondern nur mit ein paar Spielen, Streaming- oder Magazin-Apps bestückt. (jow) c't

Kreativ, Schule, Uni: Tablets mit Stift

Mitschreiben in der Vorlesung, Zeichnen und Malen, PDFs be- und unterschreiben, ein buntes Tagebuch führen, Schulaufgaben lösen und verschicken – das geht mit einem digitalen Stift am Tablet schnell und elegant.

Das günstigste Android-Tablet mit Stift ist das Huawei MatePad für 320 Euro. Allerdings stehen nicht alle Android-Apps zur Verfügung, weil die neuen Tablets wie auch die Smartphones von Huawei aufgrund eines US-Embargos keine Google-Lizenz erhalten; das gilt auch für das MatePad Pro. Beispielsweise fehlen Evernote und Microsoft OneNote. Interessant sind daher die Restposten des noch mit Googles Play Store ausgestatteten Vorgängers MediaPad M5 Lite ab 230 Euro. Die Stifte kosten 26 Euro, sie sind aber nicht so gut abgestimmt wie bei den teureren Geräten, Schrift wird krakeliger.

Ein natürlicheres Schreibgefühl stellt sich beim Samsung Tab S6 Lite für 350 Euro inklusiv Stift ein: Es hat allerdings keinen Fingerabdruckscanner, sodass man ungewohnt oft seine Pin eintippt. Eine Hülle mit Stiftfach kostet 70 Euro, der Stift hält aber auch alleine halbwegs sicher magnetisch am Gehäuse.

Apple hat inzwischen fast alle iPads mit Stift-Digitizer ausgerüstet, inklusive dem erwähnten Einstiegsmodell iPad 10.2 für 340 Euro. Der Apple-Stift kostet satte 100 Euro extra und muss separat transportiert werden. Erst der 140 Euro teure Pencil 2 hält magnetisch und lädt induktiv, er funktioniert aber nur mit neueren iPads. Die im Zubehörmarkt erhältlichen billigeren Stifte nutzen andere Techniken und sind dem Apple Pencil unterlegen.

Das günstigste Windows-Tablet mit Stift ist das Lenovo IdeaPad D330 ab etwa 360 Euro, aber aufgrund der mäßigen Ausstattung machen viele der Windows-Vorteile keinen Spaß. Besser schlägt sich das Microsoft Surface Go 2 mit integriertem Ständer für 460 Euro – aber auch Microsoft lässt sich den Stift mit 130 Euro fürstlich bezahlen. Er klebt magnetisch am Gehäuse.



Android, iPadOS, Chrome OS und Windows sind stiftfähig, aber das Tablet muss einen Stift unterstützen.

PHILIPS

Monitors

Ergonomischer Curved

Ultrawide 34“ mit integr. WebCam & USB-C

Brilliance 34” 21:9 Curved UltraWide LCD- Monitor

346P1CRH

Pop-up Webcam | Windows Hello | 21:9 Curved UltraWide | USB-C Docking | MultiClient Integrated KVM | HDR

https://www.philips.de/c-m-so/monitore



Mini-PCs mit starken Prozessoren

Media-Center-PCs und Homeoffice-Rechner sollten möglichst klein, sparsam und leise sein. Vier aktuelle Modelle mit AMD-Ryzen- und Intel-Core-Prozessoren zeigen, dass auch bei Mini-PCs Spezialitäten wie 2,5-GBit/s-LAN oder Anschlüsse für vier 4K-Displays möglich sind.

Von **Carsten Spille**

Nicht jeder kann in seinem Homeoffice einen vorkonfigurierten PC aus der IT-Abteilung der Firma nutzen oder hat Lust, sein Wohnzimmer mit einer nachttischgroßen Blechkiste zu verunstalten. Mini-PCs sind daher beliebt fürs Small Office oder Homeoffice, kurz SOHO.

Aktuelle Modelle mit leistungsstarkem Ryzen-4000- oder Intel Core-i-10000-Prozessor und schneller SSD können alles, was man im typischen Homeoffice benötigt. Da sie Hardwarekomponenten aus dem Notebook-Sektor verwenden, arbeiten sie sparsam. Wer Rechner für Dauervolllast sucht, ist aber nur mit wenigen Modellen gut bedient. Die Kleinrechner haben schnelles WLAN und kabelgebundene Netzwerkschnittstellen mit bis zu 2,5 GBit/s und verschwinden auf Wunsch an der VESA-Halterung hinter dem hochauflösenden Office-Display oder dem 4K-Fernseher. Dort angeschlossen, übernehmen sie, ausgestattet mit zusätzlichem SSD- oder Festplattenspeicher, auch die Rolle der Medienzentrale. Dank ihrer Hardware-Decoder für moderne Streaming-Video-Formate wie H.265/HEVC sind sie dabei effizient und leise.

Wir haben uns vier dieser Mini-PCs ins Testlabor geholt. Sie sollten mindestens über vier physische CPU-Kerne und Hyper-Threading/SMT verfügen sowie 4K-Bildschirme mit ergonomischen 60 Hertz ansteuern können. Aktuelle WLAN-Unterstützung sowie

schnelle USB-Schnittstellen mit mindestens 5 GBit/s auch vom Typ-C setzten wir ebenfalls voraus.

Mit dabei sind zwei Modelle von Asrock: Der flache Mars 4500U mit zusätzlichem VGA-Ausgang und die etwas größere 4X4 BOX mit schnellerem Achtkernprozessor. Die 4X4 BOX steuert bis zu vier 4K-Bildschirme an und hat einen 2,5 GBit/s schnellen Ethernet-Anschluss (NBase-T). Dazu kommt der Urvater der Mini-PCs, Intels gerade mal einen halben Liter großer NUC in inzwischen zehnter Generation sowie die aktuelle ZBox CI642 Nano von Zotac, die im Unterschied zu den anderen lüfterlos und damit still gekühlt wird. Nicht mit im Testfeld sind Gigabytes aktueller Brix 4000 (GB-BRR7-4800) und der MSI Cubi 5, die zum Testzeitpunkt nicht lieferbar waren.

Bei allen vier Geräten handelt es sich um sogenannte Barebones: Das Mainboard mit aufgelötetem Prozessor, das Gehäuse und externes Netzteil sind im Lieferumfang enthalten, außer beim NUC auch eine passende VESA-Halterung.

Arbeitsspeicher und eine SSD (oder eventuell eine 2,5-Zoll-Festplatte) für Betriebssystem und Daten muss man selbst dazukaufen. Alle vier Minis nutzen bis zu zwei Riegel DDR4-RAM im kleinen SODIMM-Format; das reicht für bis zu 64 GByte. Wer keine Leistung verschenken will, braucht für AMD-Ryzen-4000-Systeme DDR4-3200, während Intel seine Prozessoren für die 2666er-Geschwindigkeitsstufe ausgelegt hat – die Preise unterscheiden sich für beide allerdings kaum.

Die SSD sollte die M.2-Streifenbauform mit 80 Millimeter Länge haben (2280), denn nicht in alle Minis passen 2,5-Zoll-Datenträger.

Wer sich keinen festen Arbeitsplatz einrichten will oder kann, wird alternativ auch mit einem (Business-) Notebook glücklich, mit dem man für den höheren Preis ein komplettes System samt Eingabegeräten und Display bekommt. Wird nicht sofort einen Kleinst-PC fürs Homeoffice benötigt, kann man mit der Anschaffung auch noch einige Monate warten, denn die nächste Generation mit noch leistungsfähigeren Prozessoren – Ryzen 5000G und Core i-11000 – scharrt bereits mit den Hufen.

Kraftwerkchen

Jeweils zwei der getesteten Mini-Rechner haben einen Ryzen-4000-Prozessor mit integrierter Radeon-Grafik beziehungsweise einen Intel Core i5-10000. Erstere kommen mit sechs bis acht Kernen, letztere mit vier – alle verfügen über Simultaneous Multithreading, welches dem Betriebssystem virtuelle Kerne vorgaukelt und so mehr Leistung aus den Prozessoren quetschen kann. Bei Intel heißt die Technik seit Pentium-4-Zeiten Hyper-Threading.

Leistungsmäßig reißen die vier Minis damit im Vergleich zu hochgezüchteten High-End-PCs zwar keine Bäume aus, sind aber für übliche Bürotätigkeiten mehr als ausreichend motorisiert. Dabei brauchen sie auch wesentlich weniger Strom als ausgewachsene Desktop-Systeme und sind besonders im Leerlauf sehr sparsam und leise.

Wir haben uns bei der Beurteilung dieser Rechner auf die Systemleistung mit der Benchmark-Suite BAPCo SYSmark 25 konzentriert. Diese gibt außer einer Gesamtpunktzahl auch die Eignung für Office- und Kreativsoftware in Form der Produktivitäts- und Kreativitätswertungen an. Die Punktzahlen werden anhand der Ausführungszeit realer Aufgaben in verbreiteten Programmen wie Microsoft Office 2019 oder der Adobe-CC-Suite ermittelt.

Mini-PCs – Leistungsaufnahme und Lautheit

	Leistungsaufnahme			Lautheit		
	Leerlauf [W]	CPU [W]	CPU+GPU [W]	Leerlauf [Sone]	CPU [Sone]	CPU+GPU [Sone]
	◀ besser	◀ besser	◀ besser	◀ besser	◀ besser	◀ besser
Asrock 4X4 BOX-4800U	7,6	48	55	<0,1	1,4	1,4
Asrock Mars 4500U	6,2	37	44	0,2	2,6	2,6
Intel NUC10i5FNK	3,7	53	52	<0,1	2,1	1,5
Zotac Zbox CI642 Nano	8,6	30	35	<0,1	<0,1	<0,1
zum Vergleich						
Shuttle XPC Slim DS10U	6	34	30	<0,1	<0,1	<0,1
Asus Mini PC PN50	7,9	30	28	<0,1	0,6	0,6

gemessen unter Windows 10 Leistungsaufnahme primärseitig inkl. Wandlerverlusten



Asrock 4X4 BOX-4800U

Der kleine Quader von Asrock belegt minimal weniger Grundfläche als Intels NUC, ist aufgrund seines 2,5-Zoll-Schachtes im Deckel allerdings deutlich höher als die getestete, flachere NUC-Variante. An der Rückseite der 4X4 BOX sitzen zwei RJ-45-Buchsen, von denen eine mit bis zu 2,5 GBit/s mit einer passenden Gegenstelle kommuniziert und über die in der Praxis rund 295 MByte/s flossen. Das ist praktisch für eine schnelle Anbindung etwa ans heimische NAS, für den Internetzugriff aber überdimensioniert. Ebenfalls hinten liegen die beiden eigentlichen Display-Ausgänge in Form eines HDMI-Anschlusses und eines DisplayPorts, sowie zwei USB-2.0-Ports für Tastatur und Maus.

Die drei vorderen USB-Anschlüsse arbeiten allesamt im schnellen Modus mit 10 GBit/s und schaufeln so bei ausreichend schneller SSD ein rundes Gigabyte pro Sekunde über den Bus. Die beiden Typ-C-Buchsen geben auf Wunsch auch DisplayPort-Signale aus, sodass die 4X4 BOX bis zu vier 4K-Monitore mit ergonomischen 60 Hertz ansteuert. Nicht so gut gelungen ist das WLAN: Im 2,4-GHz-Band plagten uns Verbindungsabbrüche auf die längere 20-Meter-Distanz und auch im Nahbereich war die 4X4 BOX grausig lahm. Im modernen 5-GHz-Band hingegen lagen die WLAN-Transferraten im guten Mittelfeld.

Der Ryzen 7-4800U ist mit seinen acht Kernen nicht nur auf dem Papier der schnellste Prozessor im Testfeld. Bei Dauervolllast rechnet er noch mit knapp 2,8 GHz auf allen Kernen und schluckt dabei 48 Watt. Dabei erzeugt er mit 1,4 Sone einen noch zufriedenstellenden Geräuschpegel und ist damit leiser als Mars und NUC.

- **vier 4K-Displays**
- **schnelles LAN**
- **schwaches WLAN im 2,4-GHz-Band**



Asrock Mars 4500U

Die Flunder bietet auf dem Schreibtisch ein eleganteres Erscheinungsbild als die anderen Modelle im Test. Trotzdem haben die Asrock-Ingenieure noch Platz für eine 2,5-Zoll-Einbaumöglichkeit gefunden, bei der SATA- und Stromanschluss nicht als Kabel, sondern als feststehender Pfostenstecker ausgeführt sind. Um an den M.2-Slot heranzukommen, muss man aber erst das Mainboard ausbauen. Das Kühlsystem hätte etwas mehr Platz gut vertragen können, denn mit 2,6 Sone lärmt der Mars unter Volllast unangenehm hochfrequent vor sich hin; auch im Leerlauf hört man ihn leise.

Die Stromsparvariante des Ryzen-Sechskerners läuft trotz engeren TDP-Korsetts noch einen Tick schneller als der Intel-Vierkerner in der Zotac ZBox, aber der Unterschied ist im Büroeinsatz nicht spürbar. Bei der Grafikleistung ist der Rückstand auf die 4X4 BOX deutlich kleiner und der Mars liegt noch immer meilenweit vor den Mini-PCs mit Intel-Prozessor.

Mit nur 11 Sekunden Bootdauer bis zum Windows-Login ist der Mars am schnellsten im Testfeld einsatzbereit. Zwar bringt er als einziger Testkandidat einen analogen VGA-Ausgang mit, kann sonst aber nur über HDMI ein einsames Monitorsignal ausgeben. Warum Asrock die Klinkenbuchsen für Kopfhörer und Mikrofon an der Rückseite anbringt, ist unverständlich.

Die WLAN-Performance ist für ein Single-Stream-Gerät in Ordnung. Die USB-Transferraten verfehlten mit mageren 417 MByte/s sogar die übliche USB-3.0-Geschwindigkeit, reichen für gängige USB-Sticks dennoch locker aus. Der gut zugänglich in der Front angebrachte SDXC-Kartenleser ist mit 86 MByte/s für einen UHS-I-Kartenleser recht flott unterwegs und mit satten fünf USB-Ports in der Front – zwei davon nur mit lahmer 2.0-Geschwindigkeit – herrscht zumindest kein Anschlussmangel.

- **hübsches Design, auch mit anschraubbarem Standfuß**
- **kein 10-GBit/s-USB**
- **unter Volllast laut**



Intel NUC10i5

Mit rund einem halben Liter Volumen ist der Intel NUC nach wie vor einer der kleinsten Mini-PCs mit modernem Innenleben. Im Büroeinsatz ist seine Performance vollkommen ausreichend, aber insbesondere bei der Multithreading-Leistung liegt er deutlich hinter den AMD Ryzen 4000 zurück. Die integrierte Grafik stellt 2D- und Videoinhalte problemlos dar, ist mit opulent aussehenden Spielen aber überfordert.

Der NUC arbeitet allerdings schneller als Zotacs ZBox, weil Intel dem Prozessor viel mehr elektrische Leistung zubilligt und er insbesondere im kurzzeitigen Turbo-Fenster zu einem wahren Schluckspecht unter den Mini-PCs wird. Das schlägt sich auch bei der Geräuschmessung unter Volllast nieder. Mit 2,1 Sone ist der NUC deutlich lauter als die stärkere 4X4 BOX von Asrock. Nuckelt auch noch die integrierte Grafik am Netzteil, bleibt der NUC allerdings etwas leiser, da die Turbo-Stufen von vornherein nicht so hoch ausgefahren werden.

Im Leerlauf gibt sich der NUC hingegen als Musterknabe. Knapp 4 Watt Leistungsaufnahme und eine unhörbare Kühlung, nachdem der mit 23 Sekunden nervig lange Bootvorgang beendet ist, sind aller Ehren Wert. Die Frontanschlüsse sind mit je einer USB-Typ-A- und -C-Buchse sowie der TRSS-Kombiklinke für Headsets eher minimalistisch. Der seitlich rechts angebracht SDXC-Kartenleser erreicht mit flotten Karten maximal 90 MByte/s. Hinten sind neben RJ45-LAN-Anschluss und HDMI-2.0-Ausgang noch zwei weitere USB-A-Ports, die wie die Frontanschlüsse auch bis zu 1 GByte/s übertragen. Die flexible Thunderbolt-Buchse an der Rückseite kann zudem auch DisplayPort-Signale ausgeben und ein zweites 4K-Display mit 60 Hz ansteuern. Das WLAN-Modul mit Wi-Fi 6 glänzt besonders im 5-GHz-Nahbereich des 5G-Bandes mit sehr hoher Transferrate.

- **sparsamer Leerlauf**
- **schnelles WLAN**
- **unter Volllast laut**



Zotac Mini PC ZBox CI462 Nano

Wie auch frühere ZBox-Modelle von Zotac ist die CI642 Nano etwas größer als die meisten Mini-PCs und macht äußerlich den wenig wertigen Eindruck eines Plaste-Bombers. Die inneren Werte stimmen jedoch. Zotac nutzt dasselbe Core-i5-Modell wie Intels NUC, legt ihm aber engere Fesseln in Sachen Leistungsaufnahme an, um ihn passiv kühlen zu können. Weder die kurzfristige Spitzenleistung noch die Dauerleistungsaufnahme liegen auch nur annähernd so hoch wie beim NUC10. Bei Dauerlast ist er gar der sparsamste Mini im Testfeld. Die lüfterlose ZBox bleibt komplett lautlos, wenn man eine SSD einbaut. Diese muss bei der ZBox übrigens zwangsweise 2,5-Zoll-Format haben, da außer dem kurzen M.2-Steckplatz für das WLAN-Modul kein weiterer der modernen Anschlüsse vorhanden ist.

Die Performance ist zwar messbar geringer als beim ansonsten vergleichbaren NUC, aber im Büroalltag spürt man den Unterschied nicht. Ärgerlich ist die mit 13 Watt sehr hohe Leistungsaufnahme im Leerlauf, die erst nach manueller Installation des Intel-RST-Treibers auf einen einstelligen Wert sinkt.

Die CI642 steuert zwei 4K-Displays über je eine HDMI- und DisplayPort-Buchse an. Die USB-C-Anschlüsse an der Front schaffen zügige 1 GByte/s, geben aber weder Display-Port-Signale aus noch beherrschen sie USB Power Delivery; die USB-A-Buchse arbeitet mit 5 GBit/s nur halb so schnell. Der Kartenleser ist grottenlangsam per USB 2.0 angebunden und schafft nur rund 40 MByte/s. Auf der Rückseite sind zwei RJ45-Anschlüsse für GBit-Ethernet vorhanden sowie weitere vier USB-A-Buchsen mit 1 GByte/s. Außerdem ist hier die einzige externe Stummelantenne des Testfeldes zu finden: Im 2,4-GHz-Band hilft sie allerdings kaum, die Performance ist nur mäßig, genügt aber für die meisten Internetanschlüsse. Im 5-GHz-Band schiebt sich die ZBox erst auf lange Distanz an die Spitze des Testfeldes.

- **geräuschloser Betrieb**
- **mit Abstand das größte Gehäuse im Test**
- **lahmer Kartenleser**

Mini-PCs mit AMD Ryzen und Intel Core – technische Daten

Hersteller, Typ	Asrock Industrial 4X4 BOX	Asrock Mars	Intel NUC10	Zotac Mini PC ZBox
Variante	4800U	4500U	i5FNK	CI642 Nano
Hardware-Ausstattung				
CPU / Kerne / Takt (Turbo)	Ryzen7 4800U /8 / 1,8 (4,3) GHz	Ryzen 5 4500U / 6 / 2,3 (4,0) GHz	Core i5-10210U / 4 / 1,6 (4,2) GHz	Core i5-10210U / 4 / 1,6 (4,2) GHz
CPU-Fassung / -Lüfter (Regelung)	– (verlötet) / 1 (✓)	– (verlötet) / 1 (✓)	– (verlötet) / 1 (✓)	– (verlötet) /– (–)
RAM-Typ (max.)	2 × DDR4-3200 SO-DIMM (64 GByte)	2 × DDR4-3200 SO-DIMM (64 GByte)	2 × DDR4-2666 SO-DIMM (64 GByte)	2 × DDR4-2666 SO-DIMM (64 GByte)
Grafik (-speicher)	Radeon Graphics (vom Hauptspeicher)	Radeon Graphics (vom Hauptspeicher)	UHD Graphics (vom Hauptspeicher)	UHD Graphics (vom Hauptspeicher)
Mainboard (BIOS) / Chipsatz	Asrock 4X4-4000 (1.30) / im Ryzen-SoC integriert	Asrock FP6D4-P1 (1.20) / im Ryzen-SoC integriert	NUC10i5FNB (0032) / im Core-SoC integriert	Zotac proprietär (2K200303) / im Core-SoC integriert
Kartenleser	–	✓ (SDXC)	✓ (SDXC)	✓ (SDXC)
Netzwerk-Interface (Chip) / TPM	1 GBit/s (Realtek RTL8111FPV), 2,5 GBit/s (Realtek (RTL812125BG)/ fTPM 2.0	1 GBit/s (Realtek RTL8168) / –	1 GBit/s (Intel I219-V) / ✓	2 × 1 GBit/s (Realtek RTL8111H) / –
WLAN (Chip, Anbindung)	802.11ax, 867 MBit/s & Bluetooth 5.0 (Intel AX200, PCIe)	802.11ax, 867 MBit/s & Bluetooth 5.0 (Intel AX200, PCIe)	802.11ax, 867 MBit/s & Bluetooth 5.0 (Intel AX201, PCIe)	802.11ac, 433 MBit/s & Bluetooth 4.2 (Intel Wireless AC-9462, PCIe)
Gehäuse (B × H × T) / Lüfter (geregelt)	11,8 cm × 5,0 cm × 11,0 cm/ ✓	19,4 cm × 2,8 cm × 15,0 cm/ ✓	12,7 cm × 3,9 cm × 11,3 cm / ✓	20,4 cm × 7,0 cm × 16,7 cm/ ✓
Kensington-Lock / Schlosslasche	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Netzteil (Leistung)	AcBel ADB002 (90 Watt)	Delta ADP-65JH HB (65 Watt)	Huntkey HKA09019047-6U (90 Watt)	Delta ADP-65JH HB (65 Watt)
Anschlüsse hinten	1 × DisplayPort, 1 × HDMI 2.0, 2 × USB-A (0,5 GBit/s), 2 × LAN, Strom	1 × HDMI 2.0, 1 × VGA, 2 × USB-A (5 GBit/s), 1 × LAN, 2 × analog Audio (3,5 mm Klinke), Strom	1 × Thunderbolt (inkl. DP), 1 × HDMI 2.0, 2 × USB-A (10 GBit/s), 1 × LAN, Strom	1 × DisplayPort, 1 × HDMI 2.0, 3 × USB-A (10 GBit/s), 2 × LAN, Strom, 1 × WLAN-Antenne
Anschlüsse vorn, oben und seitlich	1 × USB-A (10 GBit/s), 2 × USB-C (10 GBit/s, inkl. DP), 1 × analog Audio (3,5 mm Klinke)	2 × USB-A (5 GBit/s), 2 × USB-A (0,5 GBit/s), 1 × USB-C (5 GBit/s), SDXC-Schacht	1 × USB-A (10 GBit/s), 1 × USB-C (10 GBit/s), SDXC-Schacht, 1 × analog Audio (3,5 mm Klinke)	1 × USB-A (5 GBit/s), 2 × USB-C (10 GBit/s), SDXC-Schacht, 2 × analog Audio (3,5 mm Klinke)
Elektrische Leistungsaufnahme und Datentransfer-Messungen				
Soft-off (mit ErP) / Energie Sparen / Leerlauf Full HD	1,1 W (1,1 W) / 1,4 W / 7,6 W	0,8 W (0,3 W) / 1,1 W / 6,2 W	0,7 W (0,3 W) / 1,8 W / 3,7 W	0,5 W (0,5 W) / 2,1 W / 13,3 W (mit Intel-RST-Treiber 8,6 W)
Volllast: CPU / CPU und Grafik	48 / 55 Watt	37 / 44 Watt	53 / 52 Watt	30 / 36 Watt
USB 3.x hinten / vorne: Lesen (Schreiben)	–/ 1018 (960) MByte/s	457 (416)/ – MByte/s	1025 (951) / 1034 (962) MByte/s	1036 (976)/ 1033 (1009) MByte/s
LAN 1 / 2: Empfangen (Senden)	119 (119) / 296,5 (295,4) MByte/s	119 (119) / – MByte/s	119 (119) / – MByte/s	119 (119) / 119 (119) MByte/s
WLAN 2,4 GHz / 5 GHz: nah (fern)	2,8 (Verbindungsabbrüche) / 69,1 (16,1) MByte/s	(27,6) 10,7 / 72,2 (15,7) MByte/s	25,4 (13,4) / 107,6 (19,5) MByte/s	13,1 (12,1) / 31,8 (26,6) MByte/s
SDXC-Card: Lesen (Schreiben)	–	86 (87) MByte/s	95 (92) MByte/s	43 (44) MByte/s
Funktions- und Leistungstests				
Secure-Boot ab- /CSM einschaltbar	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / –	✓ / ✓
Wake on LAN: Standby / Soft-off	✓ / ✓	✓ / ✓	– / –	✓ / ✓
USB: 5V in Soft-off /Wecken per USB-Tastatur aus: Standby (Soft-off)	✓ (nur an USB-C)/ ✓ (–)	✓ / ✓ (–)	✓ / ✓ (–)	✓ / ✓ (–)
Bootdauer bis Login	15 Sekunden	11 Sekunden	23 Sekunden	13 Sekunden
Anzahl gleichzeitiger 4K-Displays (60 Hz)	4	1	2	2
Cinebench R32 Single-/Multithreading	1235 / 9861 Punkte	1176 / 5796 Punkte	1092 / 4590 Punkte	1023 / 2941 Punkte
3DMark Firestrike	3577 Punkte	2937 Punkte	1223 Punkte	1174 Punkte
Linux-Kompatibilität (Ubuntu Desktop 20.10)				
Leerlauf / WLAN / VGA (3D)	6,9 Watt / ✓ / ✓	5,6 Watt / ✓ / ✓	4,1 Watt / ✓ / ✓	8,4 Watt / ✓ / ✓
Bewertung				
Leistung: Office /Rendering / Spiele	⊕⊕ / ⊕⊕ / ⊖	⊕⊕ / ○ / ⊖	⊕⊕ / ○ / ⊖⊖	⊕⊕ / ○ / ⊖⊖
Audio: Wiedergabe / Aufnahme	⊕ / –	⊕ / ○	⊕ / –	⊕ / ○
Geräuschentw.: Leerlauf / Volllast	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ⊖⊖	⊕⊕ / ⊖⊖	⊕⊕ / ⊕⊕
Preis / Garantie	530 €/ 2 Jahre gesetzliche Gewährleistung	390 €/ 2 Jahre	330 €/ 3 Jahre	460 €/ 5 Jahre bei Registrierung binnen 28 Tagen

⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ funktioniert – nicht vorhanden k. A. keine Angabe

Mini-PCs – Bootdauer und Büro-Leistung

	Sysmark 25 [Punkte]				Bootdauer bis Login [s]
	gesamt	Produktivität	Kreativität	Ansprechverhalten	
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	◀ besser
Asrock 4X4 BOX-4800U	1183	1235	1268	844	15
Asrock Mars 4500U	1054	1138	1071	801	11
Intel NUC10i5FNK	1144	1197	1206	851	23
Zotac ZBox CI642 Nano	1083	1173	1113	784	13
zum Vergleich					
Shuttle XPC Slim DS10U	876	952	864	713	16
Asus Mini PC PN50	1069	1190	1041	837	14

gemessen unter Windows 10 mit 16 GByte RAM, System-SSD 500 GByte

Alle vier Testkandidaten schlagen mit Werten von 1054 bis 1183 SYSMark-Punkten das BAPCo-Referenzsystem: ein Lenovo ThinkCentre M720q als typischer, kompakter Bürocomputer. Einen größeren Abstand von über 20 Prozent fahren die Asrock 4X4 BOX und der Intel NUC in der Kreativitätswertung ein, die auch stärker von Multithreading profitiert. Asrocks flacher Mars und Zotacs leise ZBox lassen hier etwas Federn, da ihr engeres TDP-Korsett die Taktraten der Prozessoren begrenzt.

Beim Ansprechverhalten (Responsiveness) liegen alle Testkandidaten jedoch hinter dem Referenzsystem, was man in der Praxis aber nicht merkt: In der tagtäglichen Bedienung fühlen sie sich dank SSD genauso flott an wie etwa unsere Bauvorschläge. Ob die rund 15 bis 22 Prozent Rückstand hier an eventuellen BIOS- und Betriebssystem-Patches gegen Seitenkanal-Angriffe liegen, ist nicht abschließend geklärt.

Angaben zur Grafikperformance finden Sie in der Testtabelle am Ende des Artikels. Kurz zusammengefasst ist die integrierte Grafikeinheit besonders angesichts des knappen Energiebudgets für grafisch anspruchsvolle Spiele mit hoher Detailstufe zu langsam. Wir wollen aber nicht unterschlagen, dass die AMD-Radeon-Grafik der Asrock-Rechner bis zu dreimal so schnell sein kann wie die UHD-Grafik der mit Intel-CPUs bestückten Minis.

Linux

Im Kurztest mit aktuellem Ubuntu Desktop 20.10 zeigte sich, dass man für den Alltagseinsatz kaum noch Angst vor dem Pinguin haben muss. Die nötigen Treiber für Plattform, Grafik und WLAN brachte die Distribution bereits mit.

Lüfterregelungen und Stromsparfunktionen arbeiteten einwandfrei, die Leistungsaufnahme im Leerlauf lag – spätestens nach einmaliger Optimierung mit Powertop – auf oder unter dem Niveau von Windows 10. Auch die Messungen der USB-Transferraten ergaben dieselben Werte.

Fazit

Ein Mini-PC fürs Homeoffice kann Platz und Nerven sparen, wenn er hinter dem Display zur Reduzierung des Kabelsalats und damit der Stolperfallen beiträgt. Bei der Wahl des richtigen Geräts kommt es wie so oft auf die Anforderungen an. Die Performance für typische Büroaufgaben ist bei allen Testkandidaten ausreichend, die jeweiligen Schwächen sind bei keinem der Testkandidaten echte Dealbreaker. Wer tatsächlich dauerhaft höchste Multithreading-Leistung von seinem Mini abfordern muss, ist bei der 4X4 BOX von Asrock am besten aufgehoben, die zudem auch die meisten 4K-Displays gleichzeitig ansteuert und 2,5-GBit/s-LAN hat. Das zweite Asrock-Modell ist eher etwas für den durchgestylten Schreibtisch, wo hauptsächlich die eine oder andere Videokonferenz und das E-Mail-Programm die Leistung der sechs Kerne nutzen.

Wer die schnellste 5-GHz-WLAN-Verbindung braucht, ist beim Intel NUC gut aufgehoben, der auch den einzigen Thunderbolt-Anschluss für kompatible Geräte bereithält. Ihn gibt es auch in einer etwas höheren Version mit Platz für ein zusätzliches 2,5-Zoll-Laufwerk.

Wer in stiller Umgebung nicht von Lüftergeräuschen genervt werden will, greift zur ZBox CI642 Nano, deren geringere Performance im Vergleich zum NUC kaum auffällt. (csp) c't

Literatur

[1] Christof Windeck, **Ryzen-Box**, Mini-PC mit AMD Ryzen Embedded V1000 für Industrie und Anzeigetafeln, c't 21/2020, S. 94

[2] Carsten Spille, **Stiller Klappenkasten**, Lüfterloser Mini-PC-Barebone, c't 23/2020, S. 94

[3] Carsten Spille, **Krasses Kistchen**, Asus Mini PC PN50 mit Achtkernprozessor AMD Ryzen 7 4700U, c't 26/2020, S. 70

[4] Carsten Spille, **Verdammt verknappt**, Vier Mini-PCs mit AMD-Ryzen-Prozessor, c't 10/2020, S. 94

Infos zur BAPCo SysMark 25

ct.de/wqa9



chromebook

IMTEST
TEST SIEGER
Ausgabe 2-2020 www.imtest.de



ASUS Chromebook Flip C436

Wechsel zu Chromebook.

12 Stunden Akkulaufzeit[1]

Startet in 6 Sekunden[2]

Sichert Dateien automatisch[3]

Integrierter Virenschutz

Chromebooks sind gemacht für das Leben von heute. Sie starten in Sekunden und haben einen Akku, der den ganzen Tag hält. Und das Betriebssystem Chrome OS sorgt mit automatischen Updates im Hintergrund dafür, dass das auch so bleibt. Dank Sicherheitsfunktionen, wie dem integrierten Virenschutz, Zugriff auf Apps aus dem Google Play Store und Family Link können Chromebooks mit der ganzen Familie genutzt werden.

Also, worauf wartest du? google.de/chromebook

[1] Die Akkulaufzeit kann je nach Gerät und abhängig von der Verwendung und anderen Bedingungen variieren. Je nach Gerätemodell können eine Reihe von Faktoren die tatsächliche Akkulaufzeit an einem bestimmten Tag beeinflussen, darunter Temperatur, Nutzungsverhalten (Art der genutzten Apps, Video, WLAN, Bluetooth, Spiele) sowie Alter und Zustand des Akkus.
[2] Die Startgeschwindigkeit kann je nach Gerät variieren. Gemäß Tests auf verschiedenen Geräten aus dem Chromebook-Portfolio ist 6 Sek. die durchschnittliche Startgeschwindigkeit.
[3] Die automatische Sicherung von Dateien in der Cloud und automatische Updates erfordern eine Internetverbindung.

Neue Office-Mäuse

Zu einem ergonomisch optimalen Heimarbeitsplatz gehört mehr als nur ein potenter Rechenknecht. Ordentliche Mäuse und Tastaturen sorgen für ermüdungsfreies Arbeiten, gute Monitore für Arbeitstage ohne Augenbrennen. Für Videokonferenzen braucht es Webcams und Headsets, für den Nachweis der eigenen Arbeit einen Drucker.

Von **Michael Link und Rudolf Opitz**



Ergonomische Office-Mäuse	58
Interessante Tastaturen für Vielschreiber	68
Office-Displays im 16:10-Format	74
Fernseher als Monitore nutzen	82
Kleine Stöpsel, grosser Sound	88
Headsets für den Konferenz-Marathon	96
Acht Webcams fürs Webmeeting	102
Günstige Multifunktionsdrucker	110

Braucht eine Maus 16.000 dpi Auflösung? Was bringt ein superleichter Flitzer auf Mausmatten im Homeoffice? Im Test sind Mäuse von 10 bis 110 Euro: Die günstige Amazon-Standardmaus, die Cherry MW8 Ergo, die Hama MW-600, die HP 280 Silent Wireless sowie zwei Logitech-Modelle (MX Anywhere, MX Master 3) und drei Microsoft-Mäuse: die Bluetooth Mouse, die Bluetooth Ergonomic sowie die Bluetooth Precision Mouse und die Razer Pro Click Ergonomic.

Leuchten statt rollen

Ganz früher verstand man unter dem Wort Maus nur kleine und befellte Tiere mit einer zugeschriebenen Vorliebe für Käse und Angst vor Katzen. Die Erfindung der Computermaus – sie wurde 1967 patentiert – machte für viele Menschen den Computer zugänglicher. Die Grundidee hat sich nicht geändert. Ein Sensorelement überträgt die Bewegungen eines Handgerätes, das auf einer glatten Oberfläche herumgeschoben wird, auf ein Zeigerelement am Bildschirm. Mit Tastern lassen sich Befehle auslösen. Zunächst brauchte man spezielle Mausmatten, die es dem Sensor erleichterten, Bewegungen zu erfassen. Die Älteren unter uns erinnern sich daran, wie man ab und zu die Rollkugel aus der Maus holen und die innenliegenden Walzen entflusen musste. Noch Ältere haben auch regelmäßig Schleifkontakte gewechselt.

Die Mäuse aus der Generation Z sind toleranter geworden: Kugeln und Mechaniken wurden durch optische Sensoren ersetzt. Aktuelle kommen auch mit fein strukturierten, glatten und einfarbigen Oberflächen gut zurecht. Lasermäuse funktionieren darüber hinaus auf Glastischen. Im c't-Labor testeten wir Mäuse auf verschiedenen Oberflächen. Dabei schnitt die Microsoft Precision Maus mit ihrem BlueTrack-Sensor am besten ab. Sie funktionierte auf Mausmatten aller Art, Glastischen unterschiedlicher Dicke und selbst auf einem Spiegel. Ähnlich gut waren beide Kandidaten von Logitech, die MX Master 3 und MX Anywhere, die jedoch trotz Sensoren mit Dunkelfeldmikroskopie-Technik in einem Spiegel als Untergrund einen unüberwindlichen Endgegner fanden.

Ein Problem vergangener Mausgenerationen: Bei manchen farbigen Flächen versagte der Sensor. Daher testete die Redaktion auch bunte Mausmatten und glänzende mit einlaminiertem Foto. Nur bei der Hama MW-600 blieb der Mauspfeil gelegentlich hinter den Erwartungen zurück.

Völlig aufgelöst

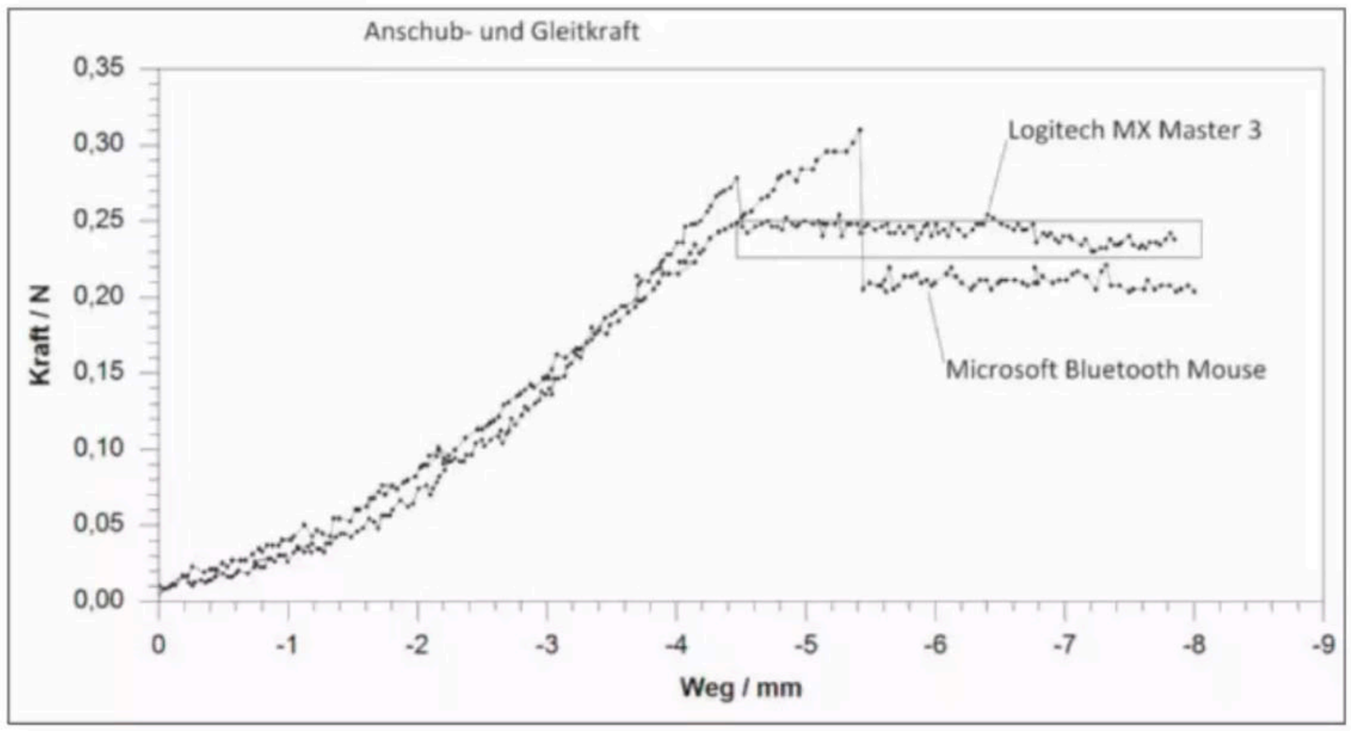
Auch bei Mäusen wollen Hersteller die Käufer mit dem ewigen Zaubermittel großer Zahlen beeindrucken: je mehr dpi, desto sauser die Maus! Das ist zwar nicht falsch, aber für Auflösungen von mehr als 4000 dpi gibt es kaum sinnvolle Anwendungsfälle. Aber was ist überhaupt ein sinnvoller dpi-Wert und was besagt er bei Mäusen?

Die Auflösung der Maus gibt an, wie empfindlich sie auf Bewegungen reagiert. Konkret verrät die Angabe in dpi (dots per inch), um wie viele Pixel sich der Mauszeiger bewegt, wenn man die Maus um einen Zoll (2,54 Zentimeter) bewegt. Selbst einfache Büromäuse legen auf dieser Distanz 1000 Pixel auf dem Display zurück. Bewegt man die Maus horizontal um knapp fünf Zentimeter, wandert der Zeiger von einer Seite eines Full-HD-Displays (1920 × 1080 Pixel) zur anderen.

Zum Vergleich: Alte Modelle schaffen etwa 400 dpi. Die waren allerdings für VGA-Monitore mit weitaus weniger Pixeln gedacht. In beiden Fällen reicht die Auflösung für ein bequemes Hin und Her auf dem Display. Die benötigte Auflösung hängt also stark von der Auflösung des Bildschirms ab und nicht von seiner Größe.

Bei Detailfummelkram etwa in der Fotobearbeitung ist – was erst mal komisch klingt – eine niedrige Auflösung besser, weil sie die Mausbewegungen niedriger übersetzt, man also feiner manövrieren kann. Und wer im Gegenteil den Mauspfeil flott von einer Seite des Bildschirms zur anderen scheuchen muss, will eine höhere Auflösung, sonst braucht man viel Platz und schiebt sich einen Wolf. Wer die Maus nur aus dem Handgelenk führt, benötigt bei einem Full-HD-Monitor nicht mehr als 1500 bis 2000 dpi, bei einem 4K-Display reichen 4000 dpi. In Summe: Mit hohen dpi-Zahlen werben die Hersteller zwar gerne, aber eine 8000-dpi-Maus dürfte selbst für Ultra-Wide-Displays mit über 5000 Pixeln in Horizontalrichtung völlig ausreichen.

Die Sensoren aktueller Mäuse schaffen besonders im Gaming-Sektor gleichwohl 12.000, 16.000 oder sogar 25.000 dpi. Bei einer Auflösung 16.000 dpi reicht eine Bewegung von 0,6 Zentimetern, um von einer Seite eines 4K-Bildschirms zur anderen zu kommen – für Gamer vielleicht sinnvoll. Doch genaues Positionieren im Office-Betrieb ist so nicht mehr möglich. Daher haben fast alle Gaming-Mäuse und immer mehr Büromodelle Tasten zum schnellen Wechseln der Auflösung, die den Umweg über Einstellmenüs überflüssig machen. Oft reichen zwei



Im Kraft-Weg-Diagramm wird ersichtlich, dass die Microsoft Bluetooth Mouse zwar mehr Kraft benötigt, bis sie ins Gleiten kommt, aber beim Gleiten etwas leichtgängiger ist als die Logitech MX Master 3.

Stufen; die vielfach zu findenden vier oder fünf Stufen erscheinen uns überflüssig, weil das Umstellen zu viele Klicks erfordert. Einige Gaming-Mäuse haben außerdem sogenannte Sniper-Tasten, die beim Gedrückthalten die Auflösung zum Zielen auf 400 dpi reduzieren – bei Excel, Word & Co. unnötiger Firlefanz.

Gelegentlich betreiben Hersteller die optischen Sensoren außerhalb ihrer Spezifikation. Der Sensor PAW3805EK ist laut Datenblatt nur mit 3000 dpi Auflösung angegeben, wird aber in der Cherry MW8 mit bis zu 3200 dpi etwas überreizt. Eine zu geringe Auflösung ist aber tatsächlich gar kein Problem, denn auch uralte Mäuse mit hardwareseitig geringen Sensorauflösungen lassen sich im Mausmenü der Betriebssysteme per Temporegler so dopen, dass sie auf dem Display genauso flink unterwegs sind wie dpi-hochgezüchtete Exemplare.

Im gleichen Menü gibt es auch eine Option, die Mauszeigergeschwindigkeit dynamisch zu regeln: Bewegt man die Maus langsam, kann man zielgenau positionieren, bewegt man sie schnell, erkennt der Treiber die Beschleunigung und lässt den Zeiger schneller über den Bildschirm flitzen. Beim Arbeiten ist das praktisch, aber besonders Gamer schalten diese Option ab, wenn Bewegungen und Beschleunigungen eins zu eins umgesetzt werden sollen.

Liegt in der Hand

Stundenlanges tägliches Klicken und Herumschieben der Maus kann Krankheiten wie das RSI-Syndrom (Repetive Strain Injury) bewirken, bei dem Schmerzen bis in den Schulterbereich auftreten. Auch Sehnenscheidenentzündungen sowie das Karpaltunnelsyndrom möchte man vermeiden. Handballenauflagen schaffen etwas Abhilfe, sodass das Handgelenk nicht so stark abknickt. Auch spezielle Ergo-Mäuse sorgen für eine natürlichere Handhaltung. Man kann aber auch bei gewöhnlichen Modellen schon viel erreichen, wenn man Mäuse auswählt, die sich leicht schieben und klicken lassen und bei denen die Tasten sich leicht erreichen lassen, wenn man sie in der gewohnten Maushaltung betreibt.

Mäuse mit mehr als 125 Millimeter Auflagelänge eignen sich gut fürs Führen mit der ganzen Hand – im Mausdeutsch der Hersteller „Palm“ genannt. Kürzere werden gewöhnlich mit den Fingerspitzen („Finger“) oder Fingerknöcheln („Claw“) domptiert. Die gemessenen Auflagelängen und Haltungsempfehlungen finden Sie in der Testtabelle. Paradoxerweise hat ausgerechnet der Trend zur ergonomischen Gestaltung von Mäusen Linkshändermäuse beinahe ausgerottet. Schon die seitlichen Blättertasten an sonst symmetrischen Mäusen sind links, also für Daumen oder Zeigefinger der rechten Hand gemacht.

Damit Mäuseschieben nicht in Arbeit ausartet, sind die Füße in der Regel aus Teflon (PTFE) oder einem ähnlich gleitfreudigen Kunststoff. Bei den Kräften, die zum Anschieben und Gleiten der Maus auf einer Mausmatte nötig sind, gibt es fühlbare Unterschiede, die wir im c’t-Labor messtechnisch erfasst haben.

Man würde erwarten, dass leichte Mäuse leichter zu schieben sind. Doch die Größe und Qualität der Gleitflächen bestimmt das Bild noch mehr. Bei der

mit 78 Gramm sehr leichten Maus von Amazon ist auf einer Mausmatte aus Stoff nur eine Kraft von 70 Millinewton nötig, um sie anzuschieben – und 50 Millinewton, um sie in Bewegung zu halten. Das entspricht einer Masse von etwa 7 beziehungsweise 5 Gramm, die auf die Maus einwirkt. Die Microsoft Bluetooth Mouse ist genauso schwer wie die von Amazon, nahm sich mit einer Anschiebekraft von 320 Millinewton sowie 220 Millinewton fürs Gleiten aber beinahe wie ein Bremsklotz aus. Bei Gaming-Mäusen liegen hin und wieder Austausch-Pads dabei, fehlen sie – wie bei Office-Mäusen – kann man Glide-Tape kaufen und damit den Flutschfaktor verbessern.

Auch leichtgängige Maustasten erleichtern die Mausarbeit. Zum Messen der Kräfte vom Auflegen der Finger bis zum Klick kamen die Mäuse erneut auf die Folterbank. Zum Klicken musste man von 150 Millinewton bei der Amazon Basic-Maus bis 460 Millinewton bei der Microsoft Bluetooth Mouse aufwenden. Gleichzeitig maßen wir den Weg, den der mechanische Klickfinger zurücklegte. Bei den meisten Mäusen betrug er rund 0,7 Millimeter, also weniger, als man fürs Tippen auf einer Tastatur gewöhnlich benötigt. Kürzere Hübe wiesen die Hama MW-600, die Razer Pro Click sowie die Logitech-Testkandidaten auf. Bei allen Mäusen ermittelten wir zusätzlich, wie viele Klicks die Mechanik der Maustasten in einer bestimmten Zeit zulässt. Mit allen Mäusen erreichten wir rund zehn Klicks pro Sekunde, wofür uns – abgesehen von Spielen – kein sinnvoller Nutzen mehr einfiel.

Wichtiger ist im Büro, wie laut eine Maus klickt. Richtig laut war im Test die Microsoft Bluetooth Ergonomic; Leisetreter waren die Hama MW-600, die Razer Pro Click Ergonomic sowie die HP 280 Silent Wireless. Für jede Maus finden Sie Klangbeispiele über ct.de/wasm.

Tasten und Rollen

Ab Werk erkennen Betriebssysteme wie Windows oder Linux neun Maus-Events: Klicks der linken und rechten Maustaste, Klicks auf das Mausrad, das Drehen nach oben und nach unten sowie das links- sowie rechtsseitiges Kippen desselben. Sie bewirken seitliches Scrollen etwa in Tabellenblättern von Excel und Calc. Bei macOS öffnen sie in Safari einen neuen Tab im Browser.

Zwei weitere Tasten wurden bereits erwähnt: Sie sind meistens seitlich an der Maus zu finden und werden mit dem Daumen oder Zeigefinger bedient. Sie sind für Sonderfunktionen wie das Zurück- oder Vorblättern im Browser zuständig. Das spart viel Mausschubserei nach links oben und zurück.

Weitere Tasten sind ohne herstellerspezifische Treiber so nutzlos wie Wahlversprechen. Bei der Logitech Master 3 ist das Mausrad zwar nicht kippbar, stattdessen hat sie fürs horizontale Scrolling ein eigenes Scrollrad auf der linken Seite der Maus.



Die Logitech MX Master 3 besitzt ein Extra-Scrollrad nur für seitliches Scrollen, etwa in Tabellen.



Die Hama MW-600 hat zwei Funk-Dongles: einen mit USB-A- und einen mit USB-C-Anschluss unterm Batteriefachdeckel.

Wie bereits beim Test von Tastaturen fiel bei Logitech und Razer ein Software-Ballast von mehreren hundert Megabyte auf. Windows erkennt Microsoft-Mäuse und passt ihre Einstellungen im Maus- und Tastaturcenter an. Mit der Herstellersoftware lassen sich unter anderem die beiden Sondertasten anwendungsspezifisch mit Funktionen belegen. Mit Microsoft-Mäusen kann man beispielsweise bei einer Zoom-Konferenz das Mikro ein- und ausschalten, bei Logitech fehlt diese Möglichkeit. Im Browser wiederum blättern die gleichen Tasten vor- und zurück. Doch die Software ist auch für Banalitäten wie die Änderung der Auflösung nötig. Fragwürdig: Logitech und Razer drängen den Nutzern der Soft-

Office-Mäuse

Modell	Amazon Basics – Optische Maus mit 3 Tasten	MW8 Ergo	MW-600	280 Silent Wireless Mouse	MX Master 3
Hersteller	Amazon	Cherry	Hama	HP	Logitech
Eigenschaften					
Gewicht (inkl. Kabel / Dongle)	78 g	142 g	88 g	94 g	168 g
Größe / Auflagemaß	109 mm × 61 mm × 35 mm / 130 mm	119 mm × 78 mm × 35 mm / 140 mm	104 mm × 69 mm × 43 mm / 120 mm	110 mm × 71 mm × 41 mm / 130 mm	125 mm × 84 mm × 51 mm / 145 mm
empfohlene Handhaltung	Palm / Finger / Claw	Palm / Finger / Claw	Finger / Claw	Finger / Claw	Palm / Finger / Claw
Konnektivität	USB	Funk (2,4 GHz) / Bluetooth / USB	Funk (2,4 GHz)	Funk (2,4 GHz)	Funk (2,4 GHz) / Bluetooth
Kopplungen mit mehreren Geräten	–	zwei Verbindungen (Funk, Bluetooth)	zwei Verbindungen (USB-C / USB-A)	–	drei Verbindungen
Softwareballast (Software / MByte) / Telemetriedaten	– / –	– / –	– / –	– / –	Logitech Options (Win 10: 202 MByte / macOS 11: 124 MByte) und Logitech Flow
rastendes Mausrad / Horizontalscrolling	✓ / –	✓ / –	✓ / –	✓ / –	✓[2] / ✓
Linkshänder-geeignet	✓, spiegelsymmetrisch	–	–	✓	–
Stromversorgung / Verbrauch	USB / < 10 mA	Li-Polymer-Akku (550 mAh) / Ladung 270 mA / Empfänger 10-20 mA	1 × AA-Batterie / Empfänger 20 mA	1 × AA-Batterie, Empfänger 10 mA	Li-Polymer-Akku (eingebaut, 500 mAh) / Ladung 330 mA / Empfänger 10 mA
Kabel: Art / Länge (Material) / Kabeltausch möglich	USB-A (Gewebe)/ 150 cm / –	USB-A, micro USB (Gewebe) / 96 cm / ✓	kein Kabel anschließbar	kein Kabel anschließbar	USB-A, USB-C (PVC) / 130 cm / ✓
ohne Treiber unter Windows / macOS / Linux nutzbare Tasten	4 / 4 / 4	6 / 6 / 6	6 / 6 / 6	4 / 4 / 4	8 / 8 / 8
Sensor (Hersteller/Name)	k. A.	PixArt / PAW3805EK	k. A.	HP (k. A.)	Darkfield-Laser (k. A.)
dpi-Stufen / per Software / direkt an der Maus	– / – / –	4-stufig / ✓ / –	4-stufig / ✓ / –	– / – / –	77 Stufen / ✓ / –
Auflösungen (dpi)	1000 dpi	600 / 1000 / 1600 / 3200 dpi	1000 / 1500 / 2000 / 2400 dpi	1300 dpi	200 bis 4000 (77 Schritte à 50 dpi)
Messungen					
Kraft für Anschieben / Gleiten	0,07 N / 0,05 N	0,17 N / 0,17 N	0,17 N / 0,15 N	0,2 N / 0,16 N	0,28 N / 0,25 N
funktioniert störungsfrei: auf Glas / Milchglas / Spiegel / Fotopapier / Stoffmatten / laminierte Matten	– / – / – / – / ✓ / ✓	– / – / – / ✓ / ✓ / ✓	– / –[1] / – / –[1] / ✓ / –[1]	–[1] / ✓ / – / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / –[1] / ✓ / ✓ / ✓
Kraft für Klick / Tastenhub	0,15 N/ 0,73 mm	0,38 N / 0,88 mm	0,16 N / 0,51 mm	0,32 N / 0,64 mm	0,27 N / 0,50 mm
Vertikalabstand (Lift-off)	2,1 mm	2,5 mm	3 mm	1,8 mm	1,3 mm
Polling-Rate: 125 Hz (8 ms), 250 Hz (4 ms), 500 Hz (2 ms), 1000 Hz (1 ms)	125 Hz	125 Hz	250 Hz	125 Hz	125 Hz
komfortable Klickrate (cps-Test)	48	51	54	56	52
Bewertung					
Bedienung	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕⊕
Laufeigenschaften	⊕⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
Klickeigenschaften	⊕	⊕	⊕⊕	⊕	⊕⊕
Preis	10 €	35 €	26 €	25 €	109 €

[1] zu viele Ruckler [2] abschaltbar ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe

ware ein Benutzerkonto auf. Besonders Razer drückt hartnäckig in diese Richtung. Überdies verlangt Razer bei Windows-Rechnern überflüssige System-Neustarts. Ein Trost: Optionen zur Übertragung von Telemetriedaten, um „das Benutzererlebnis zu verbessern“, waren bei keiner Software aktiviert.

Was das Betriebssystem selbst nicht an Funktionen bereitstellt, lässt sich problemlos ohne verfettete Software und erst recht ohne Benutzerkonto steuern. Das zeigen auch zwei Mäuse im Testfeld, nämlich die Cherry-Maus MW8 Ergo sowie die Hama MW-600. Sie schalten per dpi-Taste die Auflösung mit Bordmitteln um, die Intelligenz dazu steckt in

	MX Anywhere	Bluetooth Mouse	Bluetooth Ergonomic Mouse	Precision Mouse	Pro Click Ergonomic
	Logitech	Microsoft	Microsoft	Microsoft	Razer
	118 g	78 g	112 g	138 g	148 g
	100 mm × 65 mm × 34 / 110 mm	100 mm × 57 mm × 38 / 115 mm	118 mm × 76 mm × 43 / 135 mm / –	123 mm × 78 mm × 44 / 142 mm / –	127 mm × 80 mm × 46 mm / 145 mm
	Finger / Claw	Finger / Claw	Palm / Finger / Claw	Palm / Finger / Claw	Palm / Finger / Claw
	Funk (2,4 GHz) / Bluetooth	Bluetooth	Bluetooth	Bluetooth / USB	Funk (2,4 GHz) / Bluetooth / USB
	drei Verbindungen	–	drei Verbindungen	drei Verbindungen	vier Verbindungen
	Logitech Options (Win 10: 202 MByte / macOS 11: 124 MByte) und Logitech Flow	Microsoft Maus- und Tastaturcenter (vorinstalliert)	Microsoft Maus- und Tastaturcenter (vorinstalliert)	Microsoft Maus- und Tastaturcenter (vorinstalliert)	Razer Synapse 3 (369 MByte)
	✓[2] / ✓	✓ / –	✓ / –	✓[2] / –	✓ / ✓
	–	✓, symmetrischer Aufbau	–	–	–
	Li-Polymer-Akku (eingebaut, 500 mAh) / Ladung 330 mA / Empfänger 20 mA	1 × AA-Batterie / –	2 × AAA-Batterien / –	Li-Polymer-Akku (fest, 627 mAh) / Ladung/ Betrieb 340 mA	Ladung 180 mA / Empfänger 20 mA
	USB-A, USB-C (PVC) / 100 cm / ✓	kein Kabel anschließbar	kein Kabel anschließbar	USB-A, Micro-USB / Kunststoff / ✓	USB-A, Micro-USB (PVC) 190 cm / ✓
	6 / 6 / 6	4 / 4 / 4	6 / 6 / 6	8 / 8 / 8	7 / 7 / 7
	Darkfield-Laser (k. A.)	Microsoft (k. A.)	Pixart PAW3228	BlueTrack	5G
	77 Stufen / ✓ / –	8-stufig / ✓ / –	11-stufig / ✓ / –	11-stufig / ✓ / –	5-stufig / ✓ / –
	200 bis 4000 (77 Schritte à 50 dpi)	400 bis 1800 dpi	200 bis 2400 dpi	400 bis 3200 dpi	200 bis 16.000 dpi
	0,18 N / 0,15 N	0,32 N / 0,22 N	0,21 N / 0,18 N	0,28 N / 0,25-0,29 N	0,24 N / 0,19 N
	✓ / ✓ / –[1] / ✓ / ✓ / ✓	– / –[1] / – / ✓ / ✓ / ✓	– / ✓ / – / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	–[1] / –[1] / – / ✓ / ✓ / ✓
	0,21 N / 0,51 mm	0,46 N / 0,75 mm	0,24 N / 0,73 mm	0,25 N / 0,75 mm	0,21 N / 0,57 mm
	1,6 mm	3,5 mm	1,8 mm	1,9 mm	2 mm
	125 Hz	125 Hz	125 Hz	1000 Hz	500 Hz
	56	53	54	55	55
	⊕	○	⊕	⊕⊕	⊕⊕
	⊕	○	⊕	⊕	⊕
	⊕⊕	○	⊕	⊕	⊕⊕
	90 €	23 €	55 €	109 €	110 €

der Firmware der Maus. Auch die wahlweise rastende oder stufenlose Drehung des Mausrades lässt sich elektromechanisch regeln, was wir bei einigen Mäusen auch umgesetzt fanden.

Lang lebe die Maus!

Nur eine der getesteten Mäuse, die Amazon Basics, kommuniziert nur per USB-Kabel mit dem Rechner. Die anderen tun das per Funk, und zwar verschlüsselt per Bluetooth oder mithilfe eines USB-Funk-Dongles am Computer. Funk-Dongles benutzen herstellerspezifische Verfahren, sind also nicht universell verwendbar – im Gegensatz zu Bluetooth. Die Cherry MW8, die beiden Logitech-Mäuse sowie Razer Pro Click Ergonomic bieten beide Funktechniken. Bluetooth bietet insbesondere bei Notebooks den Vorteil, dass man keinen der notorisch knappen



Amazon Basics

Allzu groß ist es nicht, das Amazon-Zeigegerät für schlappe zehn Mäuse. Es wiegt wenig und schiebt sich leicht. Zum Klicken braucht man kaum Kraft. Dass nicht viel Technik im Gehäuse ist, zeigt sich auch im Mangel an Funktionen. So fehlen beispielsweise die Seitentasten. Die Maus bietet nur das Nötigste: Links- und Rechtsklick sowie ein Mausrad – mehr hat die Kabelmaus nicht zu bieten. Die Sensorauflösung von 1000 dpi dürfte auch in Verbindung mit der Extrapolation durch Windows und andere Betriebssysteme aber vielfach genügen. Mit glänzenden oder spiegelnden Untergründen kam die Maus im Test nicht gut zurecht.

- leicht
- keine Seitentasten
- schlecht auf Glas/Spiegel



Cherry MW8 Ergo

Die Cherry-Maus hat Metall im Mausrad. Trotz ihres höheren Gewichts gleitet sie leicht und mit wenig Kraftaufwand. Zum Klicken muss man sich etwas mehr anstrengen als bei den meisten anderen Mäusen im Test – auch legen Finger dabei einen vergleichsweise langen Weg zurück. Der laut Datenblatt leicht überreizte Sensor PAW3805EK ist ohne Extra-Software per Taster auf der Oberseite der Maus in vier Auflösungen schaltbar. Spiegel und reflektierende Oberflächen überforderten sie. Für die Verbindung zum Rechner stehen Bluetooth und ein proprietärer Funk-Dongle zur Verfügung, zwei Verbindungen lassen sich dauerhaft einrichten.

- Auflösung direkt umschaltbar
- gleitet leicht
- klickt minimal schwergängig



Hama MW-600

Die gedrungen wirkende Hama MW-600 hat zwei Funk-Dongles: einen mit USB-A-Stecker und einen mit USB-C, die beide zum Transport im Gehäuse der Maus Halt finden. Strom bekommt sie aus einer AA-Zelle, daher hat sie kein Anschlusskabel. Die Oberseite ist etwas schräg nach vorn gekippt, die Seitentasten klickt man mit dem Daumenknöchel, was im Test gut funktionierte. Ohnehin klickt die Maus sehr leise und mit wenig Kraftaufwand. Ebenso leicht gleitet sie auf der Matte. Mit Ausnahme von Stoffmatten funktionierte der ohne Software in der Auflösung vierstufig justierbare Sensor auf allen Test-Oberflächen eher ruckelig.

- klickt leicht und leise
- Auflösung direkt umschaltbar
- ruckelt auf vielen Oberflächen

USB-Steckplätze mit einem zudem beim Transport abbruchgefährdeten Dongle verschwenden muss.

Fünf der Mäuse haben einen fest eingebauten Lithium-Polymer-Akku, der sich nicht wechseln lässt. Wenn der Akku nach ein paar Jahren nur noch unbrauchbare Laufzeiten bietet oder gar ganz ablebt, kann man die Maus also nur noch entsorgen, wenn sie keinen Betrieb am Kabel erlaubt. Bei den anderen vier Mäusen droht dieses Schicksal nicht, denn bei ihnen ernährt sich der Mauspfeil vom Besten aus ersetzbaren Mignon- (AA) oder Micro-Zellen (AAA).

Für Gaming-Mäuse werben viele Hersteller mit einer langen Lebensdauer der Schalter – vielfach von Omron stammend. Bei Office-Mäusen spielt das Argument keine Rolle, denn aus unserer Sicht sind ohnehin die aus Kunststoff gemachten Stößel, die auf die Schalter drücken, schneller verschlissen als die Schalter.



HP 280 Silent Wireless Mouse

Wie der Name andeutet: Die HP-Maus klickt leise, allerdings nicht besonders leicht. Die Abdeckung oben ist aus flexiblem Kunststoff und in dem einteiligen Guss sind auch die Stößel für die Schalter der Maus enthalten. Beim Klicken stellt sich somit ein leicht wackelig-teigiges Gefühl ein. Ein Vorteil der ungewöhnlichen Bauweise: Sowohl Akku als auch Funk-Dongle sind leicht erreichbar. Die Auflösung des Sensors beträgt 1300 dpi, die Übersetzung des Mauslaufs lässt sich nur im Betriebssystem einstellen. Die Maus bietet nur die nötigsten Funktionen. Wegen ihrer symmetrischen Bauweise ist sie dafür linkshändertauglich.

- **klickt sehr leise**
- **klickt etwas unpräzise**
- **spartanische Bedienung**



Logitech MX Anywhere

Die MX Anywhere ist die leichtere und mobilere Variante der Master 3. Wie diese hat sie einen nicht austauschbaren Lithium-Polymer-Akku, der für rund 70 Tage Betrieb reicht. Das Mausrad ist magnetisch gelagert und dreht sich leicht. Die MX Anywhere rutscht und klickt sich noch leichter als das Schwestermodell. Der Darkfield-Sensor verlangt aber guten Kontakt zum Untergrund. Wenn der Sensor im Test um mehr als 1,6 Millimeter von der Matte abhob, sprang der Cursor. Etwas unpraktisch: Die Maus hat kein Fach für den USB-Dongle. Man kann die Maus aber mit bis zu drei Geräten koppeln, auch per Bluetooth.

- **viele Kopplungsmöglichkeiten**
- **empfindlicher Sensor**
- **Akku nicht austauschbar**



Logitech MX Master 3

Die MX Master 3 ist die schwerste Maus im Test. Und dennoch fast die leichtfüßigste, wenn man sie auf der Matte herumschubst. Sie klickt sich leicht und kurzhubig. Je nach Schwung ändert sich die Übersetzung des Mausrads. Übertrieben fein sind die 77 Abstufungen für Auflösungen bis zu 4000 dpi. Zum Einstellen braucht man die ressourcenfressende Software Options. Damit weist man Tasten auch anwendungsspezifische Funktionen zu und bestimmt, was die Gestensteuerung per Daumendruck bewirken soll. Der herstellereigene Sensor nimmt Anleihen aus der Dunkelfeld-Mikroskopie und kam im Test mit vielen Oberflächen – Spiegel ausgenommen – zurecht.

- **Gestensteuerung**
- **klickt leicht und mit wenig Hub**
- **Akku nicht austauschbar**

Völlig überwertet ist auch eine besonders niedrige Latenz. Sie besagt, wie schnell sie etwa einen Klick an den angeschlossenen Computer übermitteln. Nach Stichproben, in denen wir die Mäuse zerlegt und die Laufzeitunterschiede zwischen Sensor und USB-Schnittstelle gemessen haben, haben wir mit rund 10 Millisekunden Versatz so gut wie keine Unterschiede zwischen den Testmäusen festgestellt. Dies war selbst dann so, wenn die Polling-Rate der Mäuse wesentlich über dem ausreichenden üblichen Maß von 125 Hertz lag. Der Wert bestimmt, wie viele Male pro Sekunde die Maus Bewegungsdaten und Klicks an den Rechner liefert. 125 Hertz entsprechen einem maximalen Versatz bis zu 8 Millisekunden, gemittelt landet man anteilig bei der Hälfte. Hinzu kommen noch andere Verzögerungen etwa durch langsame Decoder in der Mauselektronik, die Bewegungen in Datenpakete verwandeln, die sich bei aktuellen Mäusen auf ingesamt rund 10 Millisekunden summieren.

Während Bluetooth-Mäuse praktische Vorteile haben, weil sie in der Regel keinen Dongle auf der



Microsoft Bluetooth Mouse

Als eine von wenigen Mäusen ist die kleine Microsoft Bluetooth Mouse spiegelsymmetrisch, also auch für Linkshänder geeignet. Was bei dieser Maus heißt, dass sie keine Seitentasten hat. Sie braucht zum Betrieb eine AA-Zelle, hat kein Kabel und wird per Bluetooth gekoppelt. Das geht nur, wenn der PC Bluetooth an Bord hat, denn ein Dongle dafür liegt nicht bei. Der nicht näher spezifizierte Sensor lässt sich über das Maus- und Tastaturcenter von Windows achtstufig von 400 bis 1800 dpi justieren. Glänzende und spiegelnde Flächen brachten ihn ins Grübeln. Beim Klicken musste man mit mehr Kraft und längerem Hub deutlich robuster zu Werke gehen.

- **klein und Linkshänder-tauglich**
- **keine Seitentasten**
- **klickt etwas schwer**



Microsoft Bluetooth Ergonomic Mouse

Ungewöhnlich ist die Daumenauflage der Ergonomic Mouse. Bei großen Händen reicht der Platz auf der Maus aber trotzdem nicht für den kleinen Finger. Die Microsoft-Maus rutscht leicht und klickt sich mit wenig Kraft, macht dabei aber etwas laute Geräusche. Der Sensor löst elfstufig einstellbar bis zu 2400 dpi auf. Für die Verbindung braucht man Bluetooth, ein Dongle liegt nicht bei. Die Maus hat zwar Seitentasten, das Scrollrad lässt sich aber nicht kippen. Der Vorgänger hatte noch eine Ladebuchse, die beim aktuellen Modell fehlt. Zwei AA-Batterien sollen die Maus bis zu 15 Monate lang versorgen.

- **praktische Daumenauflage**
- **klickt leicht, aber etwas laut**
- **kein Bluetooth-Dongle mitgeliefert**

Gegenseite erfordern, ist ihre technisch maximal mögliche Pollingrate auf 133 Hertz limitiert. Mäuse mit proprietärer Funktechnik erreichen demgegenüber zwar 1000 Hertz, doch auch diese Mäuse konnten die Latenz nicht so sehr senken, dass das im Büro spürbar wird.

Soundbeispiele für die Mäuse

ct.de/wasm

Fazit

Bei der Mauswahl gibts verwirrend viel Auswahl. Es hilft nur der Blick auf die eigenen Arbeitsgewohnheiten, um das Angebot auszulichten. Die bei neueren Modellen hinzugekommenen Seitentasten sind wertvoll, wenn man viel im Web unterwegs ist oder mit Sonderfunktionen für bestimmte Apps Zeit sparen möchte. Eine dpi-Umschaltung zahlt sich für diejenigen aus, die den Mauspfeil sowohl fein positionieren als auch schnell übers Display scheuchen müssen. Eierlegende Wollmilchmäuse sind drei besonders gut ausgestattete Mäuse: die Cherry MW8, die Logitech MX Master 3 sowie die Razer Pro Click Ergonomic. (mil) c't



Microsoft Precision Mouse

Die Microsoft Precision Mouse ist schon etwas betagt. Sie rannte aber den anderen Mäusen auf jedem Geläuf davon, sogar auf einem Spiegel funktionierte sie noch ruckelfrei. Anders als die getesteten Konzernkollegen hat sie einen fest eingebauten Lithium-Polymer-Akku, ein passendes USB-Kabel mit Micro-Stecker fehlt trotz des hohen Preises für die Maus. Das Mausrad ist per Schalter auf der Maus zwischen rastendem und stufenlosen Lauf umschaltbar. Die Auflösung des Sensor lässt sich unter Windows im Maus- und Tastaturcenter zwischen 400 und 3200 dpi regeln. Dort lassen sich auch die Tasten anwendungsspezifisch belegen.

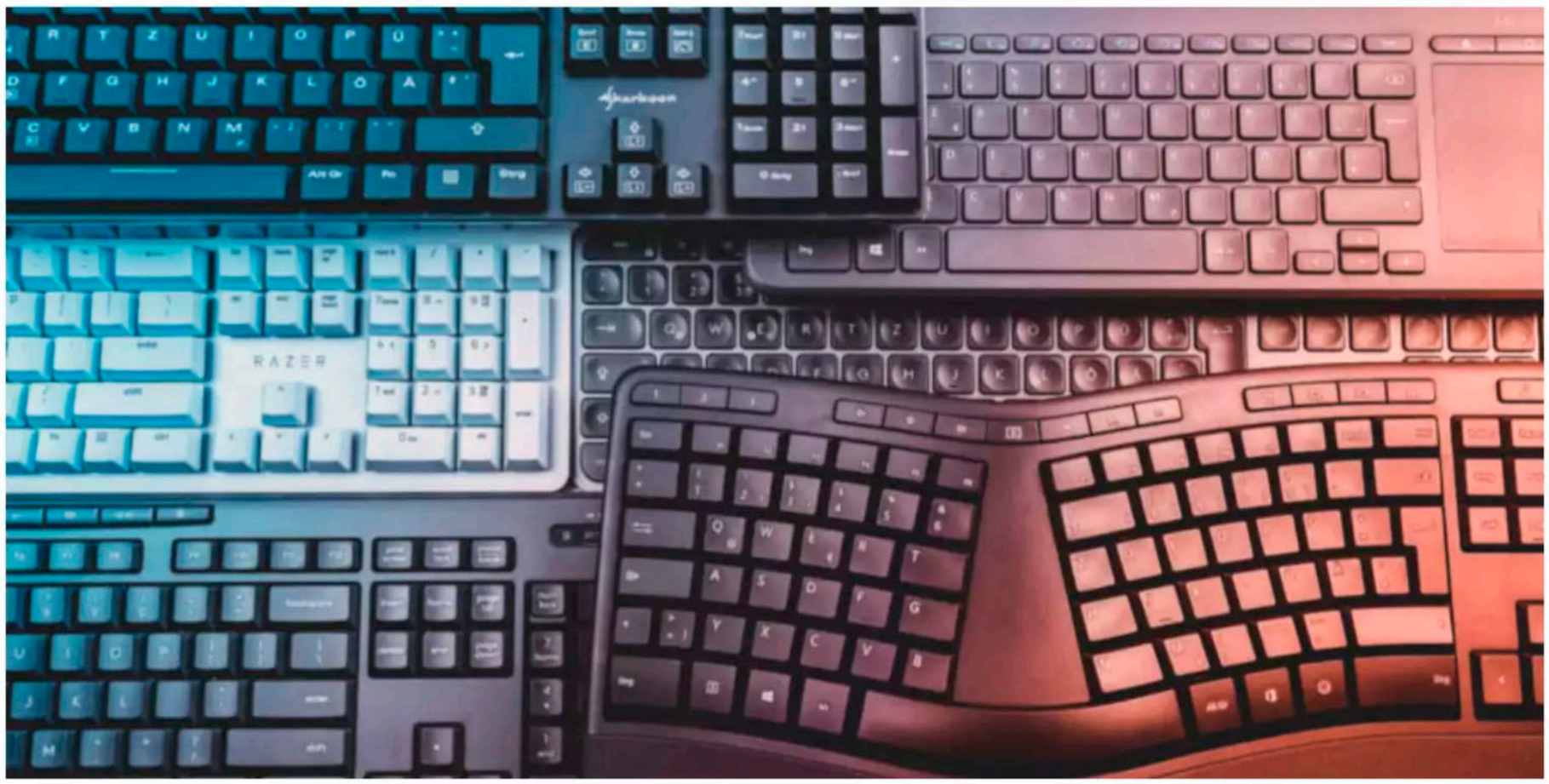
- gut auf glänzenden Oberflächen
- Mausrad-Rastung umschaltbar
- kein Ladekabel mitgeliefert



Razer Pro Click Ergonomic

Razer ist im Gaming-Sektor zu Hause. Das merkt man der brav wirkenden Pro Click Ergonomic nicht an. Sie ist gut ausgestattet und mit bis zu vier Geräten per Bluetooth oder Funk koppelbar – und sie funktioniert auch mit angestöpseltem Ladekabel für den nicht wechselbaren Lithium-Polymer-Akku. Die umständliche dpi-Umschaltung per Mausrad beziehungsweise dpi-Taste gefiel nicht. Denn dazu braucht man die füllige Synapse-Software, die zu einem unnötigen Online-Konto drängte. Ein seitliches Scrollen lässt sich nur in der Software einstellen und darin fehlt die eigentlich selbstverständliche Funktion, dass sich das Scrollen fortsetzt, solange man das Mausrad gekippt lässt.

- klickt leicht
- funktioniert auch mit USB-Kabel
- aufgeblähte Synapse-Software



Interessante Tastaturen für Vielschreiber

Die passende Tastatur macht produktiver und beugt Sehnenscheidenentzündungen vor. Einschlägige Arbeitsschutzvorgaben sind eine sinnvolle Richtschnur, aber lange nicht alles, worauf Sie beim Kauf achten sollten.

Von **Michael Link und Rudolf Opitz**

Tastaturen gehören zum Leben der meisten wie Zahnbürsten. Besondere Aufmerksamkeit beim Kauf schenkt man beiden in der Regel nicht, obwohl sie nicht unwesentlich zum Wohlbefinden beitragen. Vieltipper werden durch Sehnenscheidenentzündungen, verspannte Schultern und Handgelenkschmerzen in ihrem Schaffensdrang gehemmt – bis hin zur Berufsunfähigkeit. Die Redaktion hat sechs Tastaturen von Logitech, Microsoft, Razer und Sharkoon im Hinblick darauf getestet, ob sie für Vielschreiber infrage kommen.

Mit den traditionellen Ergonomievorgaben nehmen es Gamingtastaturen weniger genau. Dennoch haben gezähmte Varianten von Gamingtastaturen Eingang bei Vielschreibern gefunden. Auch Razer und Sharkoon sind eher bei Zockern bekannt.

Mechanische Schalter

Das gute Renommee von Gamingtastaturen hat einen Grund: In ihnen stecken vielfach mechanische Tasten mit soliden Metallfedern, teils sogar mit Klickfunktion. In Billigtastaturen übernehmen Gummi- beziehungsweise Silikonformen unter den Tastenkappen die Federung und bringen die gedrückte Taste nach dem Anschlag wieder nach oben zurück. Tastaturen mit der sogenannten Rubberdome-Technik gibt es schon für einen schlanken Zehner: Sie

sind nicht nur preisgünstig, sondern vielfach auch sehr leise.

Die Membranen solcher Tastaturen halten allerdings nur etwa 5 Millionen Anschläge – der Anschlag wird dabei nach und nach schwammiger. Mechanische Tastaturen überstehen bis zu zehnmal so viele Tastendrücke. Ihr höherer Anschaffungspreis gleicht sich über ihre längere Lebensdauer aus: Bis 20 Jahre sind locker drin.

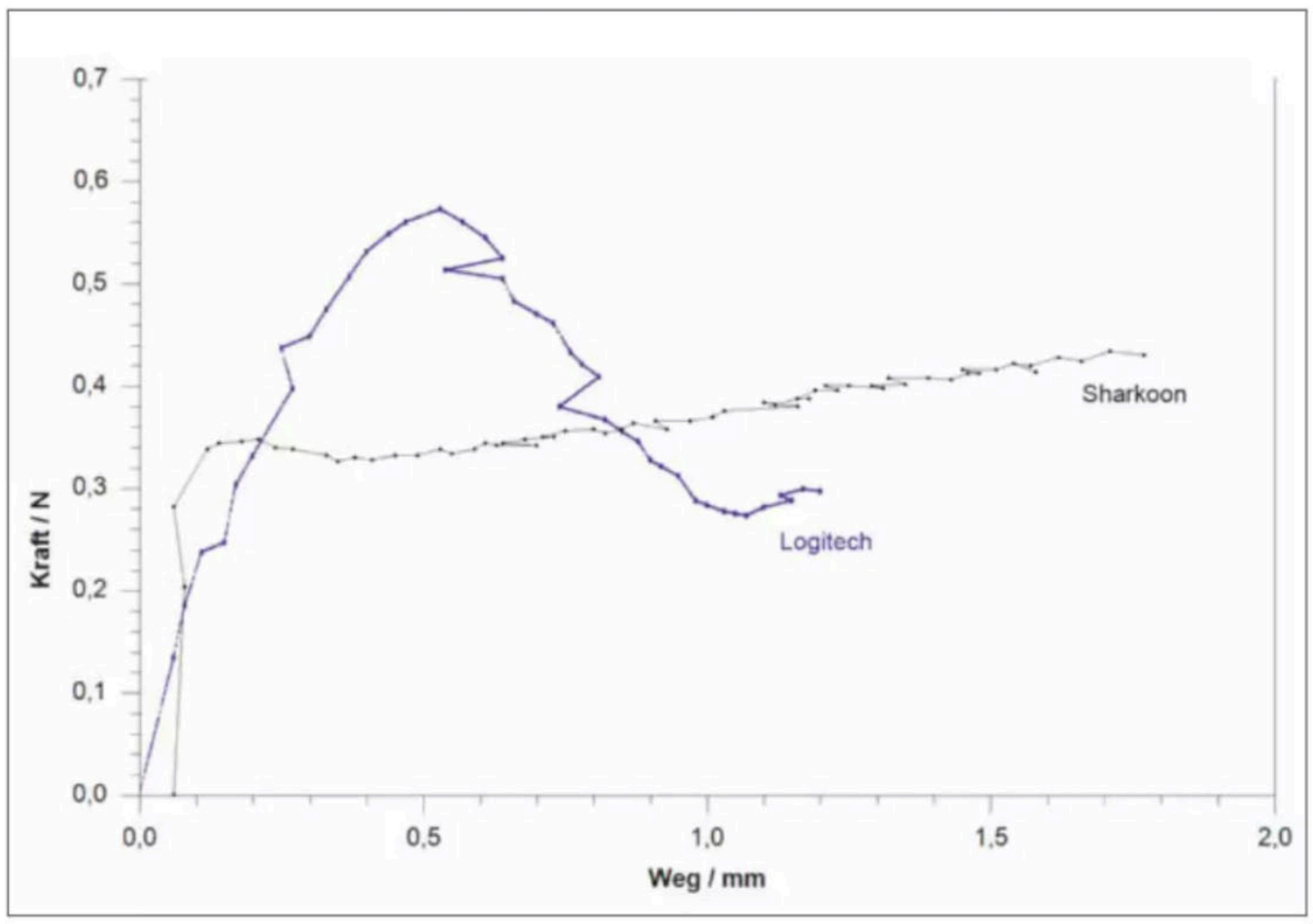
Was offiziell empfohlen wird

Grundsätzlich sollte eine Tastatur eine entspannte Handhaltung beim Tippen ermöglichen. Neigbar sind im Testfeld aber nur die Logitech MK295, die Razer Pro Type sowie die Sharkoon PureWriter RGB – während das geteilte Ergonomic Keyboard von Microsoft eine separate Höhenverstellung benötigt. Ist die Tastatur flach, braucht sie keine Höhenverstellung. Das sagt zumindest der Spitzenverband der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV), der Empfehlungen für die Gestaltung von Bildschirmarbeitsplätzen erarbeitet hat.

Die darin enthaltene Forderung, dass man ausreichend Platz zur Ablage des Handgelenks hat, erzwingt das Ergonomic Keyboard durch eine integrierte Handballenauflage aus weichem Kunststoff. Die ist allerdings empfindlicher als ein Babypopo. Bei der Razer Pro Type thront die erste Tastenreihe in einer luftigen Höhe von 3,4 Zentimetern, sodass Sie eine extra Handauflage kaufen sollten.



Farbcodierungen der Hersteller kennzeichnen die Schaltcharakteristik mechanischer Tasten. Die Razer Orange beispielsweise hat einen Druckpunkt.



Der Tastaturprüfstand zeigt den linearen Verlauf der Betätigungskraft bei der Sharkoon PureWriter Tastatur. Zum Vergleich: Bei der Logitech MX zeichnet sich der Druckpunkt klar ab.

Die DGUV-Empfehlungen sehen weiter vor, dass Tastaturen zum Vermeiden von Blendeffekten eine helle, reflexionsarme Oberfläche mit dunkler Beschriftung haben sollen. Dies erfüllen nur die Razer-Tastatur sowie die MK295 von Logitech. Für Zehnfingerblindschreiber hat dieser Punkt wenig Bedeutung.

In zahlreichen Regelwerken für Tastaturen steht, dass die Tasten einen wahrnehmbaren Druckpunkt haben sollen. Die DGUV fordert sogar explizit eine Tastendruckkraft zwischen 0,5 und 0,8 Newton, für noch akzeptabel hält sie 0,25 bis 1,5 Newton. An unserem Tastaturmessstand hielten sich alle Geräte an diese Forderung und orientierten sich eher an den Mindestwerten, lassen sich also schon durch zartes Befingern zur Zeichenproduktion bringen.

So wie man sich beim Autokauf über die Art des Motors Gedanken machen muss, ist bei mechanischen Tastaturen der Schaltertyp entscheidend für das Tippgefühl [1]. Alle Tastaturen im Test bis auf die Sharkoon Pure Writer mit Kaihua-Choc-Red-Tasten meldeten den Auslösepunkt taktil durch eine kurzzeitige Kraftänderung an die Fingerkuppen zurück. Die Sharkoon-Tastatur gibt es aber auch mit taktilen Schaltern.

Als gesamten Auslöseweg vom Fingerauflegen bis zum Tiefenanschlag schreiben die Arbeitsschützer



Logitech MX Keys

Die MX Keys ist eine kompakte Tastatur, mit der sich drahtlos bis zu drei Computer oder Tablets verbinden lassen, per Funk-Dongle und Bluetooth. Manche Tasten sind im Hinblick auf das unterschiedliche macOS-Layout doppelt beschriftet. Etwas verwirrend ist, dass sie gleich drei Tasten mit Schlosssymbolen hat, jede mit einer anderen Aufgabe. Das beiliegende USB-C-Kabel dient nur zum Aufladen der Tastatur, transportiert aber keine Tastensignale.

Das Tippgefühl der kurzhubigen Scherenmechaniken ist präzise, die Tastatur leise. Der Akku hält bei der sich durch Näherungssensor selbst aktivierenden Tastenbeleuchtung gut zehn Tage – man wird rechtzeitig zum Aufladen aufgefordert.

Ärgerlich ist das überfettete Options-Softwarepaket, das überdies hartnäckig zum Anlegen eines für die Konfiguration unnötigen Logitech-Accounts drängt.

angenehmes Tippgefühl
beleuchtete Tasten
voluminöse Software
Preis: 80 Euro



Logitech MK295 Silent Wireless Combo

Die spritzwassergeschützte Tastatur in Rubberdome-Technik gehört zu den leisesten Tastaturen im Test. Sie ist auch in einer hellen Gehäusefarbe erhältlich. Ein Funk-Dongle stellt die Verbindung zwischen Tastatur und Computer her. Einen Kabelanschluss gibt es nicht. Die Tastatur ist bis auf eine LED für die Feststelltaste unbeleuchtet und wird mit zwei handelsüblichen AAA-Zellen betrieben, die für etwa drei Jahre Betrieb reichen sollen.

Wir konnten die Tastatur nur mit US-Belegung testen. Etwas ungewöhnlich ist die Leiste mit schmalen Tasten für Sonderfunktionen. Der Ein-/Ausschalter für den PC ist mitten in der Tastenreihe versteckt, direkt neben dem Taschenrechner. Im Unterschied zur teureren MX Keys kommt die MK295-Combo ohne Zusatzsoftware aus. Zum Paket gehört auch eine Funkmaus.

leise
keine Software
kein Kabelanschluss
Preis: 35 Euro



Microsoft Ergonomic Keyboard

Beim Ergo-Keyboard ist einiges dem Rotstift zum Opfer gefallen, das bei den höherpreisigen Ergo-Modellen des Herstellers besser gelöst ist, etwa die vielfältigen Hochstellwinkel. Wer – wie die Redaktion – eine Tastatur mit dem Firmwarestand 0100 hat, muss sogar mit handfesten Fehlern leben, etwa dass die Tasten „(“, „)“ und „=“im Ziffernblock falsche Zeichen produzieren. Durchaus praktisch sind etliche der Sondertasten, etwa für Emojis und Office-Software. Mit drei Favoriten-Tasten lassen sich gewünschte Programme ohne Startmenü-Gefummel sofort starten. Dafür benötigt man das Microsoft Maus- und Tastaturcenter als Software.

Die Tastatur wird per USB-Kabel an den Computer angeschlossen. Das Schreibgefühl der beim Tippen lauten Tastatur in Rubberdome-Technik ist gewöhnungsbedürftig, auch weil die Tasten uneinheitlich groß sind.

praktische Windows-Sondertasten
anderes Tippgefühl
Tastenzuordnungen im Ziffernblock
Preis: 48 Euro

2 bis 4 Millimeter in ihre Gebetbücher. Die Razer Pro Type liegt mit 4 Millimetern am noch akzeptablen oberen Ende. Wer an Notebooktasten gewöhnt ist, wird vermutlich eher einen sehr kurzen Hub von weniger als 2 Millimeter bevorzugen. Forschungen gehen wiederum von 3,2 Millimeter Hub als Optimalwert aus.

Einige Tasten sollen größer sein als andere, nämlich die Eingabetaste, Rückwärtslöschen sowie die Umschalttaste. Bei den Microsoft-Tastaturen war das nur bei der rechten Umschalttaste gegeben, jedoch nicht bei der linken.

Strippe oder nicht

Tastendrücke gelangen entweder über ein USB-Kabel zum Computer oder über ein Funksignal. Bei den Funksignalen stehen Bluetooth oder ein prop-



Microsoft All-In-One Media Keyboard

Das Microsoft All-In-One Media Keyboard hat keinen Ziffernblock, dafür aber ein Trackpad, sodass Notebooknutzer sich fast auf gewohntem Geläuf befinden. Allerdings residiert das Trackpad dort, wo bei anderen Tastaturen die Pfeiltasten für den Cursor sind. Diese wiederum sind als nur halbhohe Tasten in die Reihe der Leertaste gerückt. Ungewöhnlich klein ist die Funktionstastenreihe, die auch die Entf-Taste beherbergt.

Die Tastatur wird mit einem Funk-Dongle geliefert, den man bei Nichtgebrauch unter der Batterieabdeckung unterbringen kann. Für den Betrieb benötigt die Tastatur zwei AA-Zellen.

Den Ghosting-Test bestand die beim Tippen sehr leise Microsoft-Tastatur nicht: Ein dritter Tastendruck neben zwei bereits betätigten Tasten produziert kein Zeichen. Das ist nicht mehr zeitgemäß.

leise

kein Ziffernblock

im Ghosting-Test durchgefallen

Preis: 26 Euro



Razer Pro Type

Die Razer-Tastatur lässt sich per Funk-Dongle oder Bluetooth anschließen, das Kabel dient nur zum Laden. Zum Schreiben sollte man sich eine Handballenauflage besorgen, denn die Tastatur ist recht hoch. Die Razer-eigenen mechanischen Orange-Tasten haben insgesamt einen großen Hub, lösen aber schon nach rund 2 Millimeter Weg aus. Mit rund 52 dB(A) war die Razer Pro Type die lauteste Tastatur im Test, was manche Tester aber auch mochten.

Die speicherplatzhungrige Zusatzsoftware Razer Synapse benötigt man nicht, wenn man einfach nur tippen will. Dazu reichen die Treiber des Betriebssystems. Razer Synapse ermöglicht aber beispielsweise, jeder Taste bestimmte Funktionen zuzuordnen, sie ganz auszuschalten und die Effekte für die weiße Hintergrundbeleuchtung zu ändern. Inakzeptabel ist indes das nervige Drängen zu einem Razer-Konto.

präzises Tippgefühl

laut

Drängelei zu einem Razer-Konto

Preis: 250 US-Dollar



Sharkoon PureWriter RGB

Die PureWriter kann ihre Verwandtschaft zu Gamingtastaturen nicht leugnen, zahlreiche quietschbunte Beleuchtungseffekte deuten klar darauf hin. Immerhin lässt sich die per USB-Kabel anschließbare Tastatur auch zahm und mit sehr zurückhaltendem Farbspiel betreiben. Gut: Alle Einstellungen lassen sich ohne zusätzliche Software in der Tastatur speichern. Die Funktionstasten sind doppelt belegt. Vertauscht gegenüber dem Aufdruck startet F9 den Mediaplayer und F11 öffnet ein Browserfenster.

Das etwas kantig wirkende Gehäuse der Tastatur ist sehr schmal und lässt sich leicht biegen. Statt der im Testgerät eingebauten linearen Kailh-Red-Tasten von Kaihua lässt sich die PureWriter auch mit blauen taktilen Mechaniken ordern. Mit roten Mechaniken gehört die PureWriter beim Tippen zu den mittellauten Vertretern ihrer Art.

präzises Tippgefühl

noch leise

Zuordnungen bei Funktionstasten

Preis: 72 Euro

rietäres 2,4-Gigahertz-Signal zur Wahl. Für letzteres benötigt man einen herstellerspezifischen Dongle, der in den Computer eingestöpselt werden muss. Diese Zwangsbelegung eines USB-Ports erweist sich bei Notebooks mit ihrer chronischen USB-Buchsenknappheit als Nachteil. Bei der Logitech MX Keys sowie beim Razer Pro Type standen beide Funktechniken für die Verbindung zur Wahl, was den Dongle verzichtbar macht. Mit Ausnahme der Logitech MX Keys kann man die Dongles zum Transport an den Tastaturen unterbringen.

Während Tastaturen mit Kabel ihren Strombedarf darüber decken, benötigen Funktastaturen einen Akku beziehungsweise Batterien. Bei der Logitech MK295 sowie beim Microsoft All-In-One Media Keyboard sind das AAA-Zellen, die sich leicht austauschen lassen. Der Energiebedarf ist sehr gering. Beim Logitech MX Keyboard ist ein Lithium-Ionen-Akku

eingebaut, er lässt sich nach dem Lösen von ein paar Schrauben austauschen.

Klapperradau

Wie laut die Tastaturen sind, hat c't ebenfalls ermittelt und stellt auf ct.de/whzr Tonproben bereit. Die in Rubberdome-Technik gefertigte Logitech MK295 erwies sich als ebenso leise wie das Microsoft All-In-One Media Keyboard. Die Messwerte finden Sie in der Tabelle.

Alle Betriebssysteme bieten Standardtreiber für Tastaturen. Dennoch drängen einige Hersteller ihren Kunden spezielle Software auf, mit der sich beispielsweise Sondertasten zum Start von Programmen einrichten lassen. Die Razer-Synapse-Software frisst satte 350 MByte Speicherplatz und versucht penetrant, die für Vielschreiber entbehrliche Gaming-

Schreibtastaturen

Produkt	MK295 Silent Wireless Combo	MX Keys schwarz	All-in-One Media Keyboard schwarz	Ergonomic Keyboard	Pro Type	PureWriter RGB
Hersteller	Logitech	Logitech	Microsoft	Microsoft	Razer	Sharkoon
Betriebssysteme	Windows (ab 7), Chrome OS	macOS (ab 10.11), Windows 8), Linux, Android (ab 6), wiOS (ab 9)	Windows (ab 7)	Windows (ab 7)	k. A.	Windows (ab 7), Android
spezielle Software	–	Logitech Options (291 MByte)	Maus und Tastaturcenter (48 MByte)	Maus und Tastaturcenter (48 MByte)	Razer Synapse (363 MByte)	–
Nutzungsdaten / voreingestellt	–	✓ / ✓	✓ (nur mit Software) / –	✓ (nur mit Software) / –	k. A.	–
Schaltertyp / Name / Taktil	Rubberdome / – / ✓	Scherenmechanik / Perfect Stroke / ✓	Rubberdome / – / ✓	Rubberdome / – / ✓	mechanisch / Razer Orange / ✓	mechanisch / Kaihua Kailh Choc Red / linear
Auslösepunkt (gemessen: Auslösekraft) / Weg)	0,37 N / 2,45 mm	0,30 N / 1,2 mm	0,33 N / 1,51 mm	0,23 N / 2,38 mm	0,41 N / 1,96 mm	0,43 N / 1,8 mm
Lebensdauer (Herstellerangabe)	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	80 Mio. Anschläge	50 Mio. Anschläge
Anti-Ghosting (gemessen)	✓	✓	–	✓	✓	✓
Key-Rollover (gemessen)	6KRO	6KRO	6KRO	6KRO	10KRO	NKRO
Verbindungstyp	Funk	Funk / Bluetooth	Funk	Kabel	Funk / Bluetooth	Kabel
Stromversorgung	2 AAA-Zellen	Li-Ion-Akku (USB-C))	2 AAA-Zellen	USB-Kabel (fest)	Li-Ion-Akku (USB-C)	Micro-USB
Tastenbeleuchtung	–	weiß, regelbar	–	–	weiß	RGB
Tasten	k. A.[1]	109	85	127	104	109
Lautstärke im Test-Szenario	35,4 dB(A)	40,0 dB(A)	36,9 dB(A)	51,1 dB(A)	52,2 dB(A)	44,7 dB(A)
programmierbare Tasten	–	Gerätetasten, SDK, Einstellungen für Programme	3 vorbelegte Tasten, änderbar (Makros, Websites, Programme)	3 Favoriten (Makros, Websites, Programme), 4 Medientasten	jede, umfangreich	Lichtfunktionen
Höhenverstellung	✓ (einstufig, hinten)	–	–	✓ (separat)	✓ (zweistufig)	✓ (einstufig)
Gewicht	498 g	810 g	452 g	930 g	908 g	660 g
Maße (Länge × Breite × Höhe)	149 mm × 442 mm × 18 mm	130 mm × 430 mm × 20,5 mm	132 mm × 366 mm × 15 mm	263 mm × 488 mm× 61 mm	133 mm × 442 mm × 40 mm	126 mm × 436 mm × 35 mm
Tastenmaße (Länge × Breite)	14,7 mm × 13,0 mm	15,7 mm × 15,7 mm	14,4 mm × 14,8 mm	nicht einheitlich	14,7 × 12,5	14,3 mm × 12,7 mm
Besonderheit	–	bis 3 Geräte koppelbar	Trackpad	Handballenauflage	bis 4 Geräte koppelbar	–
Bewertung						
Verarbeitung	○	⊕⊕	⊕	⊖[2]	⊕⊕	⊕
Ausstattung	⊕⊕	⊕	○	○	⊕	⊕
Lautstärke	⊕⊕	⊕	⊕⊕	○	⊖	○
Ergonomie	○	○	⊖	○	⊖	○
Preis	35 €	80 €	26 €	48 €	250 US-$	72 €
Garantie	2 Jahre	2 Jahre	k. A.	1 Jahr	2 Jahre	k. A.

⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angaben [1] nur US-Layout im Test [2] falsche Tastenzuordnungen



Damit man die Funk-Dongles nicht verliert, kann man sie entweder im Batteriefach, per Steckfach oder magnetisch haftend an der Tastatur parken, wenn die Tastatur nicht gebraucht wird.

Literatur

[1] Henrik Heigl und Michael Link, **Tastatourismus**, Warum Tastaturen so sind, wie sie sind und was bestimmt, ob sie gut sind, c't 21/2018, S. 90

Tonaufnahmen für die einzelnen Tastaturen

ct.de/whzr

software Cortex zu installieren sowie eine überflüssige Razer-ID zu erstellen, die den Anwender in der Cloud identifiziert.

Logitech dient MX-Keys-Käufern ebenfalls eine 191 MByte schwere Software an und drängt ebenso zu einem Konto beim Anbieter. Wem es auf die Feinjustage von Funktions- und Sondertasten nicht ankommt, der kann die Tastaturen auch ohne diesen Ballast nutzen – zumal es in vielen Büros Vorgaben gibt, welche die Installation solcher Software verbieten, die teils auch Benutzerdaten zum Hersteller sendet.

Die Geister sind immer noch da

Beim Testen fiel auf, dass längst gebannt geglaubte Geister wieder in Tastaturen herumspuken: Beim sogenannten Ghosting bleibt es folgenlos, wenn man bei zwei benachbarten gedrückten Tasten noch eine weitere betätigt. Heute ist dieser Mangel eigentlich ausgestorben. Umso überraschter war die Redaktion, als das Microsoft All-in-One Media Keyboard derlei Spuksymptome zeigte.

Der Key Rollover (KRO) beschreibt, wie viele Tasten man unabhängig von ihrer Anordnung auf der Tastatur gleichzeitig auslösen kann. Lange Zeit waren nach USB-HID-Spezifikationen sechs Tasten das Maß der Dinge, was alle Tastaturen schafften, auch das All-In-One Media Keyboard, sofern es nicht durch Ghosting torpediert wurde. Die Razer Pro Type verarbeitet maximal zehn Tastendrücke gleichzeitig und die Sharkoon PureWriter registriert sogar jeden Tastendruck.

Apropos Tastendruck: Bei einigen Tastaturen im Test können Sie die Funktion einiger Tasten lahmlegen. Am interessantesten ist das bei der Windows-Taste, die jedes Mal das Startmenü aufpoppen lässt. Das könnte man allerdings auch per Regedit-Anweisung verhindern.

Fazit

Es lohnt sich, die Wahl des Eingabegerätes nicht als Nebensache abzutun. Wer einen Notebook-ähnlichen flachen Anschlag bevorzugt, ist mit der Logitech MX Keys gut bedient. Wer lieber ordentlich in die Tasten haut, wird mit einer Gamingtastatur vermutlich glücklicher, etwa der Pure Writer von Sharkoon oder der Razer Pro Type. (mil) c't

Make:
KREATIV MIT TECHNIK

DAS KANNST DU AUCH!



2× Make testen und 6 € sparen!

Ihre Vorteile:

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

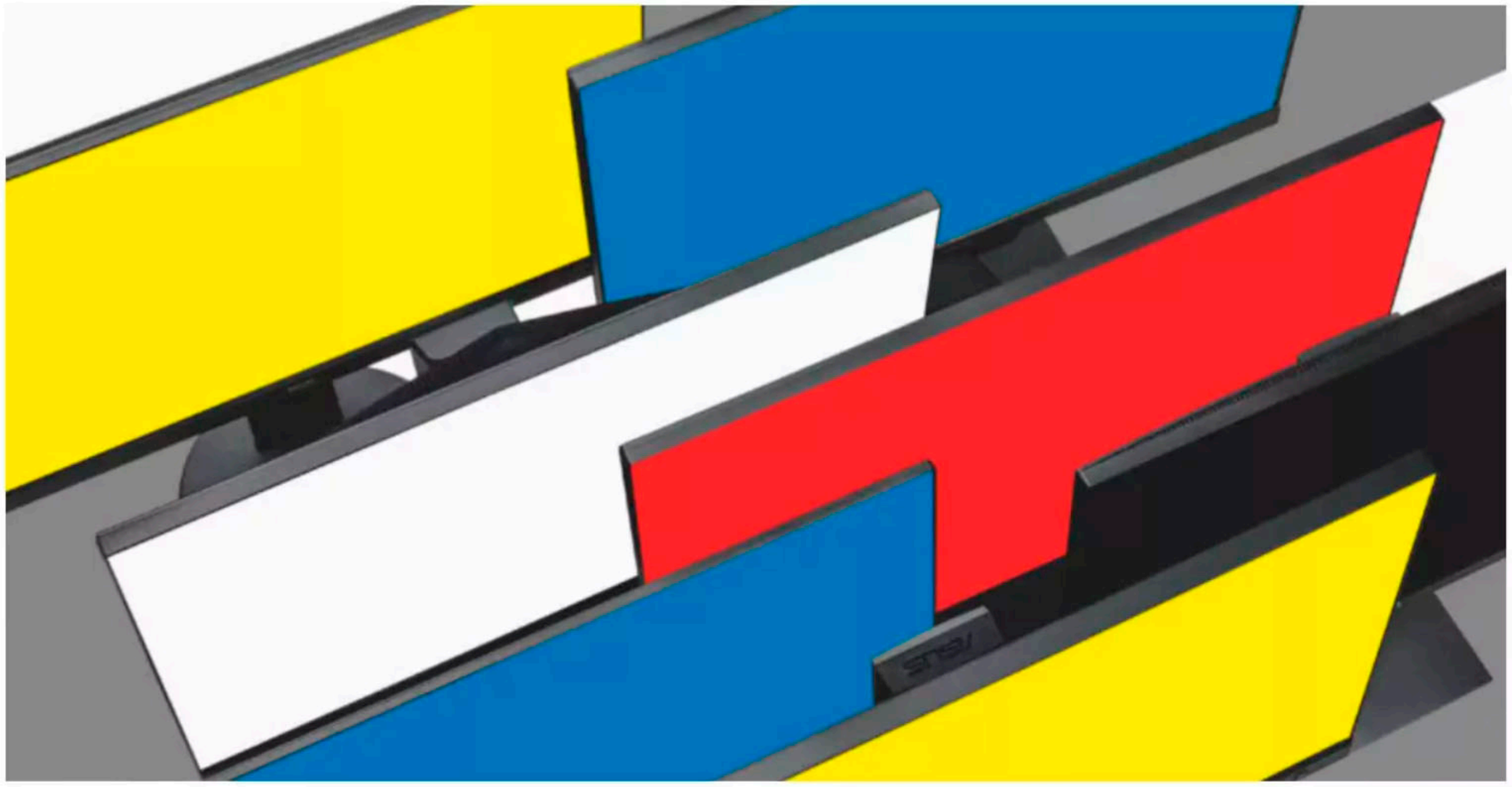
Für nur 15,60 Euro statt 21,80 Euro.

* Für die Laufzeit des Angebotes.

Jetzt bestellen:
make-magazin.de/miniabo

GRATIS!





Office-Displays im 16:10-Format

Monitore im Seitenverhältnis 16:10 bieten etwas mehr Arbeitsfläche in der Höhe, das schafft Platz für große Tabellen und Dokumente. 24-Zöller mit 1920 × 1200 Bildpunkten bekommt man ab 170 Euro, Unterschiede zeigen sich vor allem bei der Ergonomie und den Anschlüssen.

Von **Benjamin Kraft**

Auf den ersten Blick hat ein Büromonitor eine leichte Aufgabe: Webseiten, E-Mails und andere Korrespondenz sowie Tabellen und Texte darstellen. So weit, so einfach, doch gelten im Büro noch andere Ansprüche, auch arbeitsrechtlich. Das Display soll nicht nur genug Fläche bieten, sondern Inhalte auch in guter Qualität augenschonend anzeigen, sich an die Sitzposition des Anwenders anpassen und die richtigen Anschlüsse in ausreichender Anzahl bieten. Ein geringer Anschaffungspreis und eine niedrige Leistungsaufnahme erfreuen zudem die Controlling-Abteilung.

Für diesen Vergleich holten wir uns neun Office-Displays mit Bilddiagonalen von 23 bis 25 Zoll ins Labor. Als Auswahlkriterien dienten neben dem Seitenverhältnis von 16:10 und der Größe auch die Anschaffungskosten: Es sollten nicht mehr als 250 Euro sein. Allerdings wirkt sich der aktuelle Trend zum Homeoffice auf die Verfügbarkeit aus und damit auf den Preis: Manche Geräte verteuerten sich während des Testzeitraums zwischenzeitlich um bis zu 40 Euro. An der Verlaufskurve im Preisvergleich konnten wir ablesen, wann die Händler eine neue Charge Geräte bekamen, denn dann entspannte sich die

Situation zumindest vorübergehend. Zum Redaktionsschluss kosteten die Geräte im Testfeld 170 bis 260 Euro, wobei die teuersten zu diesem Preis nicht zuverlässig sofort lieferbar waren, aber immerhin innerhalb weniger Tage. Inzwischen kann sich die Situation nochmals gänzlich verändert haben.

Die kleinste Bilddiagonale hat der 22,5-Zöller NEC MultiSync EA231WU-BK, den man derzeit für knapp 210 Euro findet. Acers B7 B247Wbmiprzx (225 Euro) hat 24 Zoll, der Asus ProArt PA248QV (240 Euro) und Dells P2421 (ab 180 Euro) bieten laut Hersteller 0,1 Zoll mehr in der Diagonale.

Beim 25-zölligen LG 25BL56WY beobachteten wir die größte Preisspanne: Während ein Versandhändler ihn für 205 Euro anbot, aber nicht liefern konnte, hätten wir ihn bei einem anderen für 300 Euro sofort bekommen. Wir hatten ihn uns aber schon für einen anderen Test besorgt [1], damals noch für unter 200 Euro. Ebenfalls 25 Zoll bieten BenQs BL2581T (210 Euro), Iiyamas ProLite XU2595WSU-B (200 Euro), Lenovos ThinkVision T25m-10 (270 Euro) und der Philips B-line 252B9 (250 Euro). Einigkeit herrscht bei der Displaytechnik: Es kommen ausschließlich IPS-Panels zum Einsatz.



Quelle: www.heise.de/preisvergleich

Wie bei vielen anderen Geräten fürs Homeoffice schwankten die Preise der Testmonitore im Testzeitraum teils deutlich.

Beurteilungskriterien

Um die Monitore beurteilen zu können, schicken wir sie durch unseren üblichen Testparcours und vergeben anschließend Noten in den Disziplinen Ausleuchtung, Blickwinkelabhängigkeit, Kontrasthöhe, Farbwiedergabe sowie Bedienung und Verarbeitung. Die Ausleuchtung gibt an, ob die Bildschirmfläche gleichmäßig hell ist. Lässt die Leuchtdichte punktuell stark nach, fällt das in Anwendungen mit hellem Hintergrund unangenehm als dunkler Fleck auf, etwa in der Textverarbeitung oder Tabellenkalkulation. Mindestens ebenso stören helle Lichtflecken an den Bildschirmkanten.

Die Blickwinkelabhängigkeit sollte möglichst gering sein, damit man Bildschirminhalte auch noch gut erkennt, wenn man nicht mittig vorm Display sitzt. Sie wird umso wichtiger, je größer das Display ist und je mehr sich ein Anwender vor dem Monitor bewegt. Die Kontrasthöhe gibt das Verhältnis zwischen dem hellsten darstellbaren Grauton (Weißwert) und dem dunkelsten (Schwarzwert) innerhalb eines Bildes an. Ein hoher Kontrast erleichtert die Lesbarkeit und schont die Augen. Außerdem setzen sich Farben klarer voneinander ab. Die Farbwiedergabe umfasst den darstellbaren Farbraum, den Farbeindruck und die Leuchtkraft der Displayfarben.

Weil inzwischen selbst billige Geräte ein Kontrastverhältnis von 1000:1 erzielen, nehmen wir dies als Standardwert und vergeben dafür die Schulnote gut. Ab 2000:1 würden wir ein sehr gut vergeben, 700:1 aufwärts wären noch zufriedenstellend, alles darunter schlecht.

Um zu beurteilen, wie gut sich ein Gerät einstellen lässt, prüfen wir die Mechanik und die Bedienelemente sowie das Bildmenü. Außerdem kontrollieren wir die Verarbeitung: Steht das Display auf einem wackeligen Fuß oder bleiben störende Spalten zwischen Display und Rahmen? Auch für scharfe Kanten oder knarzenden Kunststoff gibt es Punktabzug.

Bildqualitäten

Durchweg zeigen die Kandidaten 1920 × 1200 Bildpunkte (WUXGA), bringen in der Höhe also 120 Zeilen mehr unter als ein Full-HD-Display mit 1920 × 1080 Pixeln. Dadurch passen in Word & Co. ein paar zusätzliche Text- oder Tabellenzeilen auf den Schirm. Konkretes Beispiel: Misst ein 24-Zöller im 16:9-Format knapp 29,9 Zentimeter in der Höhe, sind es beim 16:10-Modell 2,4 Zentimeter mehr also mehr als



Acer B7 B247Wbmiprz

Acers 24-Zöller zeigt ein schönes, wenn auch für sRGB etwas zu kräftiges Rot, und ein tiefes Schwarz. Im per rückseitigem Joystick gesteuerten Menü lassen sich sechs statt drei Grundfarben abmischen. Die Ausleuchtung ist nur mittelmäßig gelungen: Rechts von der Mitte leuchtet unser Schirm heller, zum Rand hin wird er wieder dunkler. Außerdem flimmert er bei 60 Hz in hellen Bildbereichen sehr leicht, was aber nur empfindlichen Augen auffällt.

- **75 Hz und Adaptive Sync**
- **leichtes Bildflimmern bei 60 Hz**
- **ungleichmäßig ausgeleuchtet**



Asus ProArt PA248QV

Das Panel im Asus-Display schafft 75 Hz und flimmert bei 60-Hz-Ansteuerung leicht auf hellen Bildinhalten. Sein schönes Rot ist für sRGB zu kräftig, Schwarz gerät ihm generell zu hell, vor allem in den Ecken; die Ausleuchtung ist nur durchschnittlich. Das manchmal kleinteilige Menü lässt sich mit den Fronttasten souverän steuern. Die an sich gut laufende Mechanik hat eine Schwäche: Dreht man das Display ins Hochformat, schabt seine Kante am Kunststofffuß und hinterlässt dort eine Schleifspur.

- **75 Hz und Adaptive Sync**
- **leichtes Bildflimmern bei 60 Hz**
- **helles, ungleichmäßiges Schwarz**



BenQ BL2581T

Der BL2581T steht stabil auf seinem breiten Fuß. Sein altbacken wirkendes Bildmenü lässt sich gut bedienen. Der Schirm ist gleichmäßiger ausgeleuchtet als bei den Konkurrenten, auch an den Einblickwinkeln und der Farbwiedergabe gibt es wenig auszusetzen, Schwarz schimmert allerdings hell. Der BenQ-Monitor hat neben HDMI und DisplayPort je einen DVI- und VGA-Eingang, bringt aber nur für DVI und HDMI Kabel mit. Alle USB-Ports sitzen an der Geräterückseite.

- **viele Anschlüsse**
- **Anwesenheitssensor**
- **gleichmäßig ausgeleuchtet**

eine Daumenbreite. Das erscheint in Zahlen wenig, bringt gefühlt aber deutlich mehr Platz.

Bei gleicher Pixelzahl variiert mit der Bilddiagonale die Pixeldichte, sprich: die Bildschärfe. Weil NECs 22,5-Zöller das kleinste Display hat, beschert ihm das die feinste Darstellung im Testfeld: Er bringt 101 Punkte pro Zoll unter. Bei den 24-Zöllern von Acer, Asus und Dell sinkt die Auflösung auf etwa 94 dpi, die 25-Zöller von BenQ, Iiyama, Lenovo, LG und Philips zeigen pro Zoll noch 91 Bildpunkte. Bei höherer Pixeldichte kann man näher an das Display heranrücken, ohne dass das Pixelraster sichtbar wird.

Die Hersteller geben an, dass ihre Monitore den im Internet gebräuchlichen sRGB-Farbraum nutzen. Im Groben stimmt das, allerdings ragt bei allen mindestens eine Ecke des von uns gemessenen RGB-Farbdreiecks im Werkspreset etwas über den vorgegebenen sRGB-Farbraum heraus. Was zunächst positiv klingt, ist für die Bildbearbeitung hinderlich, da man sich nicht auf die Farbdarstellung des Monitors verlassen kann. Das ist für einen Büromonitor unkritisch und auch für die Hobbybildbearbeitung reicht die Farbdarstellung ebenfalls allemal aus.

Wer ein wenig exakter arbeiten möchte, kann das Display mit einem Colorimeter einmessen und ein Windows-Farbprofil anlegen. Da ein solches Gerät aber mindestens 100 Euro kostet, sollte man sich gleich überlegen, das Geld in einen besseren Monitor mit höherer Farbtreue zu stecken. Der hat dann nicht nur ein besseres Bild, sondern meist auch die eine oder andere sinnvolle Funktion, die günstigeren Displays fehlt – etwa ein weiteres Farb-Preset oder eine höhere Bildwiederholfrequenz.

Bei letzterer sind Acer, Asus und Iiyama dem Rest voraus: Sie erlauben bis zu 75 Hz. Allerdings klappt das bei Iiyama ausschließlich am DisplayPort; via



Dell P2421

Das günstigste Gerät im Vergleich bringt viele Einstellmöglichkeiten mit, es fehlen ihm aber Lautsprecher und eine Mittelraste, um ihn im Querformat gerade auszurichten. Bei komplett hellem Bildschirminhalt bleiben die oberen Ecken sichtbar dunkler. Für ältere Displays bringt der Dell-Monitor DVI mit, aber kein Kabel dafür. Per HDMI am Mac angeschlossen erwartete das Display YPbPr-Signale anstatt RGB und zeigte Falschfarben, wenn wir manuell umstellten.

- günstig
- viele Anschlüsse
- falsches Signal per HDMI am Mac



Iiyama ProLite XU2595WSU-B1

Weil sich das Iiyama-Display nur neigen lässt, für größere Nutzer zu tief sitzt und schnell ins Wackeln gerät, empfiehlt sich die Anschaffung einer VESA-Halterung. Flächiges Weiß bekam unser Monitor nur wolkig hin. Bei 60 Hz wirkten helle Bildbereiche unruhig. 75 Hz gefielen besser, doch dann zeigte sich ein feines Fliegengitter. Die Belegung der vier rückseitigen Tasten ist von vorn nicht zu erkennen, was zu Fehlbedienung führt.

- 75 Hz und Adaptive Sync (an DP)
- nur neigbar
- helle Bereiche unruhig und wolkig



Lenovo ThinkVision T25m-10

Das Panel taugt zwar fürs Büro, aber das Drumherum fällt durchwachsen aus: Obwohl das Display sicher auf dem Drehfuß steht, wackelt es am Hals. Die Mittenposition hat im Querformat zu viel Spiel, das Display sitzt dadurch schnell schief. Neben DisplayPort und HDMI hat der Lenovo-Monitor einen USB-C-Port, der den USB-3.0-Hub an der linken Seite anbindet, DisplayPort-Signale annimmt und Notebooks mit Strom versorgen kann. Es liegen nur ein USB-C- und ein Stromkabel bei.

- flexibler USB-C-Anschluss
- alle USB-Ports auf einer Seite
- wackelige Displaybefestigung

HDMI unterstützt auch er nur 60 Hz. Anders als im Datenblatt angegeben lässt sich der Philips 252B9 ebenfalls auf 75 Hz einstellen. Dann warnt er jedoch, dass dies nicht optimal sei und empfiehlt, die Bildwiewderholrate auf 60 Hz zu reduzieren. Zudem nahm einer der Tester bei 75 Hz ein Fliegengitter auf dem Bild wahr, andere nicht.

Beim Kontrast sticht NECs EA231WU die Konkurrenz aus: Mit 1655:1 liegt er deutlich vor dem restlichen Testfeld, das sich zwischen immer noch guten 1000:1 und 1200:1 bewegte. Hinsichtlich der Ausleuchtung patzte NEC hingegen: Im unteren Schirmdrittel zeigte unser Exemplar einen dunklen Fleck – das kann im Rahmen der Serienstreuung vorkommen.

Überhaupt taten sich die Displays in dieser Disziplin schwer, bei vielen war der Bildschirm an den Seiten deutlich dunkler als in der Mitte. Ein durchweg gutes Ergebnis erzielte hier nur der BenQ BL2581T, bei dem die Abweichung vom über die Displayfläche errechneten Mittelwert nur 9 Prozent betrug, von der Bildmitte sogar nur knapp 6 Prozent. Den zweiten Platz teilen sich der Asus PA248QV und der Iiyama Prolite XU2595WSU-B1.

Ausstattung

Anders als die im Sommer 2020 getesteten Billigmonitore haben alle aktuellen Testgeräte mehrere moderne digitale Signaleingänge, also mindestens HDMI und DisplayPort. Den älteren DVI-Anschluss findet man bei BenQ, Dell, LG, NEC und Philips. Analoge Signale nehmen via VGA Sub-D alle außer LG und Lenovo an. Letzterer wartet dafür als einziger mit einer USB-C-Buchse auf.

Ein USB-Hub gehört bei Office-Displays zur Standardausstattung, wobei die Bestückung von zwei



LG 25BL56WY-B

Bereits vergangenes Jahr gefiel uns LGs 25-Zöller wegen seiner vielen Einstellmöglichkeiten, diversen Signaleingänge und insgesamt guten Bildqualität. Die Mechanik läuft leichtgängig und präzise. Das Display wackelt nach Berührungen ein wenig nach, der Fuß nimmt viel Platz auf dem Tisch ein. Das gute Bildmenü per Fronttaster statt rückwärtigem Steuerkreuz zu bedienen, ist bei LG ungewohnt. Peripherie bindet man über zwei USB-2.0-Ports im Displayrücken an.

- **viele Signaleingänge**
- **raumgreifender Fuß**
- **nur zwei USB-2.0-Buchsen**



NEC MultiSync EA231WU-BK

Der 22,5-Zöller zeichnet das schärfste, kontrastreichste Bild und hat (ausschaltbare) Umgebungslicht- und Anwesenheitssensoren. Das Bildmenü im 1990er-Look reagiert lahm auf die Sensortasten und der ansonsten präzisen Mechanik fehlt eine Mittelraste fürs Querformat. Ein dunkler Fleck unten in der Bildmitte versaute bei unserem Exemplar die eh nur durchschnittliche Ausleuchtung. Auf manchen Farben wie dem Blau des Windows-Desktophintergrunds trat ein Fliegengitter zutage.

- **Anwesenheitssensor**
- **hohe Bildschärfe**
- **fleckige Anzeige**



Philips Brilliance 252B9

Der Philips-Monitor wartet mit netten Details wie dem Anwesenheitssensor im unteren Rahmen, der Ablagemulde im Fuß und einem DVI-Eingang auf. An Ergonomie und Stabilität gibt es nichts auszusetzen, auch Blickwinkelstabilität und Farbwiedergabe gefallen. Bei der Ausleuchtung hätte sich Philips mehr Mühe geben können. Das Panel schafft 75 Hz, warnt aber, sobald man sie einstellt. Blöd: Alle USB-Ports liegen an der linken Monitorseite – auch der Upstream zum Rechner.

- **viele Anschlüsse**
- **Anwesenheitssensor**
- **alle USB-Ports auf einer Seite**

(Iiyama, LG) über drei (NEC) bis vier Ports reicht. Die meisten Geräte haben zusätzlich zu den hinteren USB-Buchsen auch besser erreichbare an der Seite – praktisch, um mal eben einen USB-Stick anzuschließen. Nur BenQ und LG tanzen hier aus der Reihe und beschränken sich auf rückwärtige Anschlüsse.

Allerdings macht es die Mischung, denn zeigen wie bei Iiyama, Philips und Lenovo alle USB-Ports zur Seite, bildet sich ein hässlicher Kabelschweif, wenn man Peripherie wie Tastatur, Maus und Drucker am Monitor-Hub anschließt. Spannend bei Lenovo: Über die USB-C-Verbindung des Monitors laufen nicht nur USB-Daten, sondern auch DisplayPort-Signale und laut Datenblatt bis zu 75 Watt Leistung. Das reicht, um Notebooks im Betrieb zu laden.

Lautsprecher integrieren alle hier getesteten Monitore außer Dells P2421. Der besitzt noch nicht einmal einen Kopfhöreranschluss, mit dem man über HDMI oder DisplayPort zugeliefertes Audio ausgeben könnte. Man muss den Kopfhörer also in den Rechner stöpseln – gerade in Zeiten von Videokonferenzen sehr unpraktisch. Einen Audioeingang, um etwa Musik vom Smartphone abzuspielen, halten die Geräte von Asus, BenQ, Iiyama, LG, NEC und Philips bereit.

Man sollte allerdings keine großen Erwartungen an die kleinen Quäker in den Monitoren haben. Sie liefern bestenfalls für Erklärvideos oder Systemklänge ausreichende Tonqualität – und selbst die geraten manchmal schon ziemlich spitz. Musik klingt, als würde man sie durchs Analogtelefon hören: bassarm, dünn und höhenbetont. Für Videokonferenzen schließt man besser ein USB-Headset an.

Anwesenheitssensoren, wie sie BenQ, NEC und Philips einbauen, dunkeln den Bildschirm ab oder schalten ihn schwarz, wenn sich der Nutzer vom Arbeitsplatz entfernt. Die Empfindlichkeit lässt sich

Literatur

[1] Benjamin Kraft, **Viele Pixel, wenig Geld**, Monitore von 23 bis 32 Zoll ab 100 Euro, c't 9/2020, S. 96

[2] Ulrike Kuhlmann, **Display-Komfort**, So stellen Sie Ihren Monitor ergonomisch ein, c't 14/2019, S. 68

[3] Benjamin Kraft, **Gib mir Halt!**, Tischhalterungen für bis zu vier Monitore, c't 15/2020, S. 110



Weil der Philips Brilliance 252B9 sämtliche USB-Anschlüsse an der Seite trägt, bildet sich ein unansehnlicher Kabelwust, wenn man Tastatur, Maus oder andere Peripherie dort anschließt.



Die Monitore von BenQ, NEC und Philips legen ihre Anzeige mit Hilfe von Anwesenheitssensoren schlafen, wenn sich der Anwender entfernt.

regeln. Im Test wachten die Displays zuverlässig wieder auf, wenn wir uns davor setzten, brauchten dafür aber manchmal ein paar Sekunden.

Alle Hersteller folgen dem Trend zu sehr schmalen Seitenrahmen. Der Abstand von der Außenkante zum ersten leuchtenden Pixel beträgt je nach Modell zwischen 0,5 (BenQ, NEC, Philips) und 0,8 Zentimeter (Acer). Das ist nicht allein eine Frage des Stylings, sondern hat im Multimonitorbetrieb Vorteile: Stellt man mehrere identische Monitore nebeneinander, ergibt sich dadurch in der Mitte nur eine vergleichsweise kleine Lücke. NEC baut in den MultiSync EA231WU-BK seine proprietären ControlSync-Anschlüsse ein, über die man mehrere Displays zusammenschalten und dann deren Anordnung per Software oder vom Hauptmonitor aus steuern und verwalten kann.

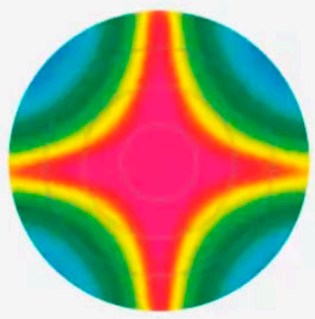
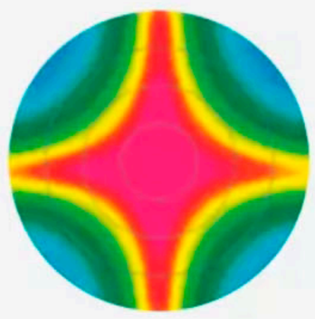
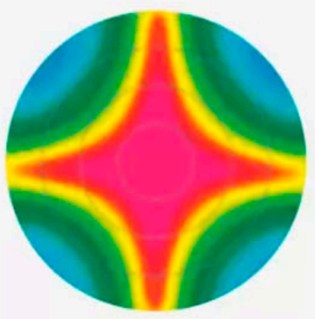
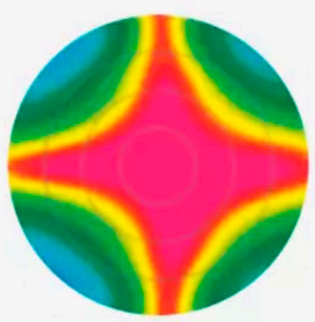
Ergonomie

Weil man im Büro stundenlang vor dem Monitor sitzt, ist es wichtig, ihn an die eigenen Sitz- und Sehgewohnheiten anpassen zu können [2]. Sonst drohen Rücken-, Nacken oder Kopfschmerzen. Die allermeisten Geräte im Test machen ihre Sache vorbildlich: Sie lassen sich in der Höhe verstellen, neigen, drehen und im Hochformat nutzen (auch Pivot oder Portrait Mode genannt). Die Displaydrehung ins Hochformat klappt bei fast allen Geräten in beide Richtungen, allein Iiyamas ProLite XU2595WSU-B1 lässt sich nur neigen.

Der Ständer, bestehend aus Fuß und Hals, soll zudem einen sicheren Stand garantieren. Wackelt das Display, wenn man versehentlich an den Tisch stößt oder beherzter in die Tasten haut, nervt das nicht nur ungemein, es lenkt auch ab. Wer mehr Bewegungsfreiheit oder Stabilität braucht, als der Wunschmonitor von sich aus hergibt, kann mit einem Monitorarm nachhelfen, den man mittels VESA-Montagepunkten anbringen kann; alle Geräte im Test haben VESA-konforme Schrauböffnungen. Halter gibt es bereits ab 35 Euro aufwärts [3]. Nebeneffekt: Man gewinnt auch mehr Platz auf dem Schreibtisch.

Damit die Augen nicht zu schnell ermüden, muss sich die Helligkeit des Displays ans Umgebungslicht anpassen lassen. Bei normaler Bürobeleuchtung gelten 120 cd/m² als ergonomisch, doch wer auch mal im Halbdunkeln arbeitet, wird die Leuchtkraft reduzieren wollen. Strahlt hingegen eine Lichtquelle direkt aufs Display, muss es auch mal mehr sein.

16:10-Büromonitore ab 170 Euro

Modell	B7 B247Wbmiprzx	ProArt PA248QV	P2421	MultiSync EA231WU-BK
Größe	**bis 24,1“**			
Displaydiagonale / Auflösung (Pixeldichte)	24" (61 cm) / 1920 × 1200 (94,3 dpi)	24,1" (61,2 cm) / 1920 × 1200 (94 dpi)	24,1" (61,2 cm) / 1920 × 1200 (94 dpi)	22,5" (57,1 cm) / 1920 × 1200 (101 dpi)
Paneltyp / max. Bildwiederholfrequenz	IPS (mattiert) / 75 Hz	IPS (mattiert) / 75 Hz	IPS (mattiert) / 60 Hz	IPS (mattiert) / 60 Hz
Anschlüsse	DisplayPort, HDMI, VGA, Line-Out	DisplayPort, HDMI, VGA, Line-In, Line-Out	DisplayPort, DVI, HDMI, VGA	DisplayPort, DVI, HDMI, VGA, Line-In, Line-Out
Ausstattung	USB-Hub (4 × USB 3.0), Lautsprecher (2 × 2W),	USB-Hub (4 × USB 3.0), Lautsprecher (2 × 2 Watt)	USB-Hub (2 × USB 2.0, 2 × USB 3.0)	USB-Hub (3 × USB 3.0), Lautsprecher (2 × 1 Watt)
Besonderheiten	Adaptive Sync / FreeSync	Adaptive Sync	weder Lautsprecher noch Kopfhörerausgang	NEC ControlSync, Anwesenheitssensor, Umgebungslichtsensor
Einstellungen: Höhe / Neigung / Drehung / Hochformat (beidseitig) / VESA-Halterung (Lochabstand)	✓ / ✓ / ✓ / ✓ (✓) / ✓ (10 cm × 10 cm)	✓ / ✓ / ✓ / ✓ (✓) / ✓ (10 cm × 10 cm)	✓ / ✓ / ✓ / ✓ (✓) / ✓ (10 cm × 10 cm)	✓ / ✓ / ✓ / ✓ (✓) / ✓ (10 cm × 10 cm)
Lieferumfang	Kabel: DisplayPort, VGA, Netz, Audio, USB	Kabel: DisplayPort, HDMI, Netz, USB	Kabel: DisplayPort, Netz, USB	Kabel: DisplayPort, Netz, Audio, USB
Maße (B × H × T) / Gewicht	53,5 cm × 38 – 51,5 cm × 21 cm / 5,6 kg	53,2 cm × 37,9 – 50,5 cm × 21 cm / 6,1 kg	53,1 cm × 37,7 – 48,5 cm × 16,8 cm / 5,6 kg	49,9 cm × 34,3 – 49,5 cm × 25 cm / 5,9 kg
Messwerte				
Leistungsaufnahme Stand-by / Betrieb[2] / maximale Helligkeit	0,3 W / 10 W / 19 W	0,3 W / 11 W / 20 W	0,2 W / 10 W / 16 W	0,4 W / 11 W / 18 W
Leuchtdichteregelbereich	51 … 385 cd/m²	36 … 353 cd/m²	42 … 276 cd/m²	56 … 286 cd/m²
Kontrast				
minimales Sichtfeld[3] / proz. Abweichung	1030:1 / 14,8 %	1094:1 / 17,9 %	1030:1 / 14,8 %	1656:1 / 20,8 %
erweitertes Sichtfeld[3] / proz. Abweichung	681:1 / 49,9 %	717:1 / 52,4 %	681:1 / 49,9 %	1216:1 / 48,2 %
Die runden Diagramme geben die Winkelabhängigkeit des Kontrasts wieder. Blaue Farbanteile stehen für niedrige, rötliche für hohe Kontraste. Kreise markieren die Blickwinkel in 20-Grad-Schritten, im Idealfall wäre das gesamte Bild pink. winkelabhängiger Kontrast: Kreise im 20°-Abstand 0 200 400 600				
Bewertungen				
Kontrasthöhe / Blickwinkelabhängigkeit	⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕⊕
Ausleuchtung / Farbeindruck	○ / ⊕	○ / ⊕	○ / ⊕	⊖ / ⊕
Bedienung / Verarbeitung	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	○ / ○
Preis / Garantie	225 € / 3 Jahre	240 € / 3 Jahre	180 € / 3 Jahre	210 € / 3 Jahre

[1] Philips empfiehlt 60 Hz [2] bei 120 cd/m² [3] Mittelwert und Standardabweichung des Kontrasts im minimalen beziehungsweise erweiterten Sichtfeld. Das minimale Sichtfeld umfasst alle Einblickwinkel, unter denen ein Betrachter das Bild sieht, wenn er aus 60 cm Entfernung frontal auf die Schirmmitte schaut; die Bildecken sieht er dabei unter dem größten Winkel. Im erweiterten Sichtfeld bewegt er den Kopf parallel zur Schirmfläche bis zu den Displaykanten; der Einblickwinkel auf die gegenüberliegenden Bildränder nimmt zu, der mittlere Kontrast sinkt. [4] Abwertung wegen wackeligem Display

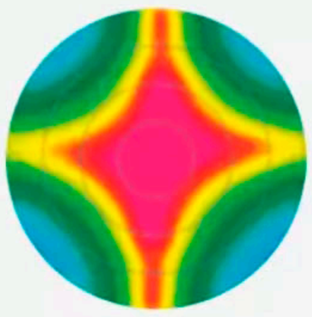
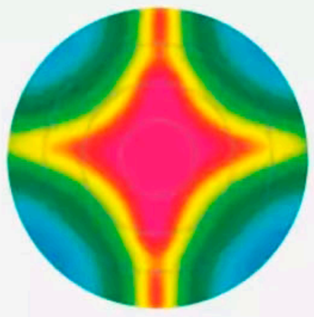
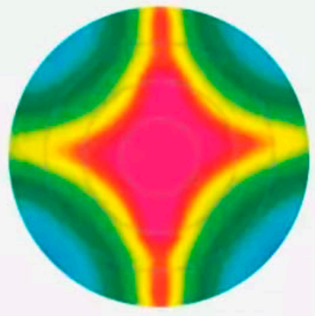
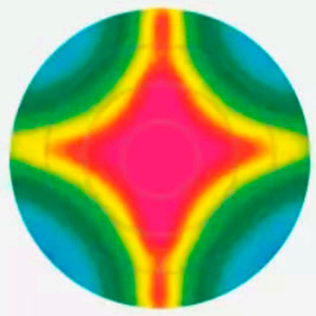
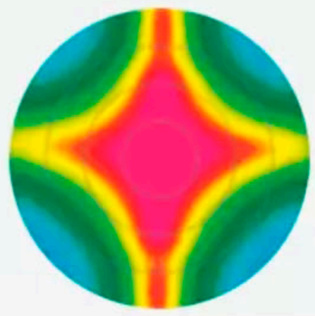
⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ funktioniert – funktioniert nicht n. v. nicht vorhanden

Daher ist ein weiter Regelbereich wichtig, den alle Geräte dieses Tests bieten. Die Helligkeit beeinflusst auch die Leistungsaufnahme, die einheitlich gering ausfällt: Bei Bürohelligkeit sind es um die 11 Watt, voll aufgedreht zwischen 18 und 24 Watt.

Der blaue Lichtanteil ist ein weiterer Faktor, der die Augen bei langer Bildschirmarbeit anstrengen kann. Deshalb bringen alle Geräte einen sogenannten Low-Blue-Light-Bildmodus mit, der diesen Farbanteil reduziert. Ist er aktiv, verschiebt sich die gesamte Darstellung Richtung gelb. Farbverbindlich arbeiten kann man in diesem Modus freilich nicht.

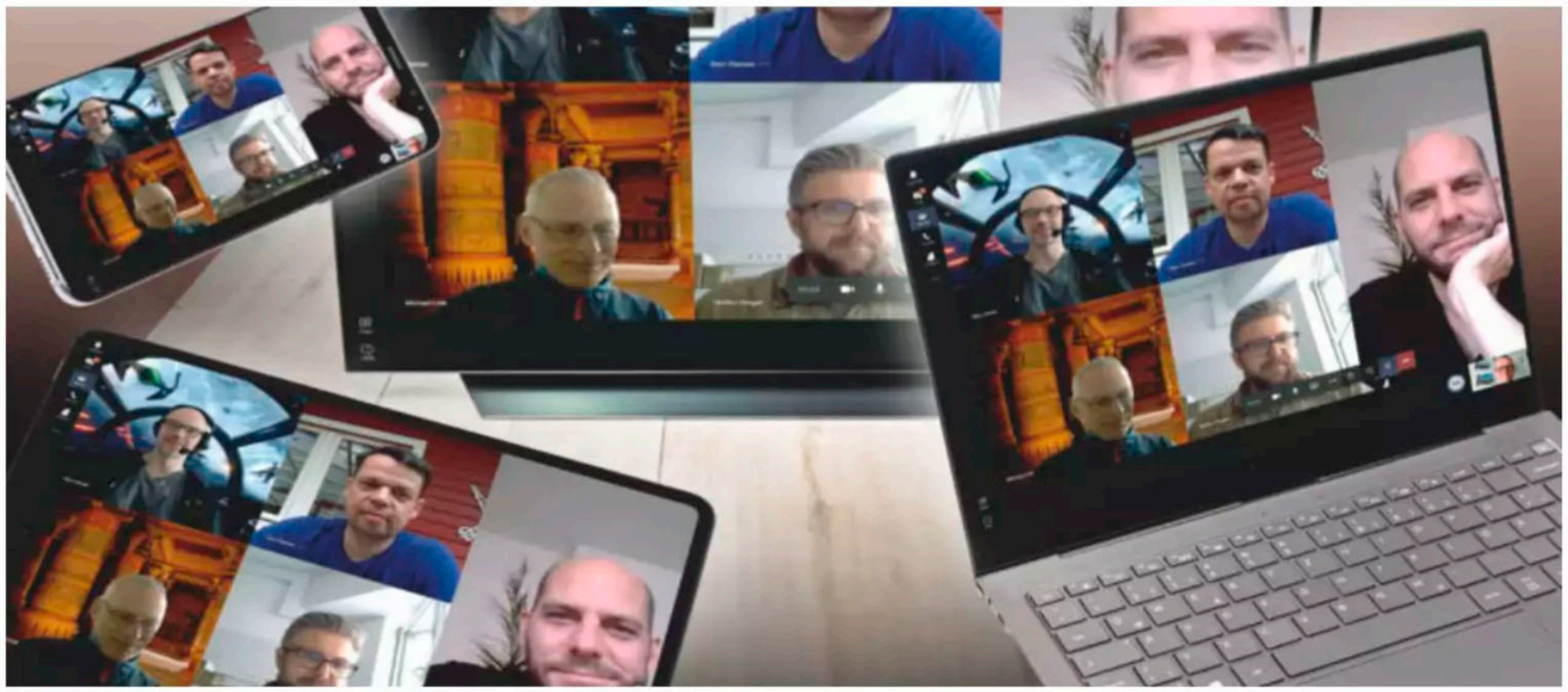
Fazit

Am besten hat uns in diesem Testfeld der BenQ BL2581T gefallen. Bei ihm hätten wir uns aber noch seitliche USB-Ports gewünscht. Mit rund 210 Euro

	BL2581T	ProLite XU2595WSU-B1	ThinkVision T25m-10	25BL56WY-B	Brilliance 252B9
	ab 25“				
	25" (63,5 cm) / 1920 × 1200 (91 dpi)	25" (63,5 cm) / 1920 × 1200 (91 dpi)	25" (63,5 cm) / 1920 × 1200 (91 dpi)	24,95" (63,4 cm)/ 1920 × 1200 (91 dpi)	25" (63,5 cm) / 1920 × 1200 (91 dpi)
	IPS (mattiert) / 60 Hz	AH-IPS (mattiert) / 75 Hz	IPS (mattiert) / 60 Hz	AH-IPS (mattiert) / 60 Hz	IPS (mattiert) / 75 Hz[1]
	DisplayPort, DVI, HDMI, VGA, Line-In, Line-Out	DisplayPort, HDMI, VGA, Line-in, Line-out	DisplayPort, HDMI, USB-C (DisplayPort)	DisplayPort, DVI, HDMI, VGA, Line-In, Line-Out	DisplayPort, DVI, HDMI, VGA, Line-in, Line-out
	USB-Hub (4 × USB 3.0), Lautsprecher (2 × 1 Watt)	USB-Hub (2 × USB 3.0), Lautsprecher (2 × 2 Watt)	USB-Hub (4 × USB 3.0), Lautsprecher (2 × 3 Watt)	USB-Hub (2 × USB 2.0), Lautsprecher (2 × 1 Watt)	USB-Hub (4 × USB 3.0), Lautsprecher (2 × 2 Watt)
	Anwesenheitssensor	alle USB-Ports links, Adaptive Sync	alle USB-Ports links	nur USB 2.0	Anwesenheitssensor, alle USB-Ports inkl. Upstream links
	✓ / ✓ / ✓ / ✓ (–) / ✓ (10 cm × 10 cm)	– / ✓ / – / – / ✓ (10 cm × 10 cm)	✓ / ✓ / ✓ / ✓ (✓) / ✓ (10 cm × 10 cm)	✓ / ✓ / ✓ / ✓ (✓) / ✓ (10 cm × 10 cm)	✓ / ✓ / ✓ / ✓ (✓) / ✓ (10 cm × 10 cm)
	Kabel: DVI, HDMI, Netz, USB	Kabel: DisplayPort, Netz, USB	Kabel: Netz, USB-C	Kabel: DisplayPort, HDMI, Netz	Kabel: DisplayPort, DVI, HDMI, VGA, Netz, Audio, USB
	54,9 cm × 40,5 – 55,3 cm × 23 cm / 6,8 kg	54,6 cm × 44 cm × 18 cm / 3,9 kg	55 cm × 40 – 50,3 cm × 25 cm / 5,5 kg	54,8 cm × 39,7 – 52,4 cm × 24,9 cm / 5,9 kg	54,5 cm × 39,4 – 54,3 cm × 21,7 cm / 5,1 kg
	0,3 W / 11 W / 22 W	0,5 W / 11 W / 23 W	0,3 W / 11 W / 23 W	0,3 W / 12 W / 24 W	0,4 W / 11 W / 24 W
	26 ... 295 cd/m²	27 ... 278 cd/m²	53 ... 304 cd/m²	66 ... 297 cd/m²	73 ... 320 cd/m²
	1039:1 / 22,7 % 670:1 / 56,9 %	1009:1 / 22,4 % 626:1 / 54,9 %	1035:1 / 22,2 % 662:1 / 57,6 %	1038:1 / 20,6 % 659:1 / 56,1 %	1139:1 / 22,8 % 709:1 / 59,2 %
					
	⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕	⊕/ ⊕⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕⊕
	⊕ / ⊕	○ / ⊕	○ / ⊕	○ / ⊕	○ / ⊕
	⊕ / ⊕	⊖ / ○[4]	⊕ / ○[4]	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕
	210 € / 3 Jahre	200 € / 3 Jahre	270 € / 3 Jahre	230 € / 3 Jahre	250 € / 3 Jahre

ist er recht günstig – wenn man ihn denn bekommt. Bei allen anderen Geräten dieses Tests muss man Abstriche bei der Ausleuchtung, den Anschlussmöglichkeiten, der Ergonomie oder der Ausstattung machen.

Für preisbewusste Käufer, die auf Lautsprecher verzichten können, lohnt ein Blick auf den Dell P2421, den es immer mal wieder für rund 170 Euro gibt. Abgesehen davon fällt es in der aktuellen Corona-Knappheit schwer, ein Preis/Leistungsfazit zu formulieren, zumal die meisten Geräte (eigentlich) preislich sehr dicht beieinander liegen. Weil das Gros der Kandidaten keine eklatanten Schwächen aufweist, kann man ruhig nach eigenen Anforderungen auswählen. Bei Lenovo und Iiyama sollte man aber von vornherein die Anschaffung eines VESA-Halters einplanen, um ihnen mehr Einstellmöglichkeiten und bessere Stabilität zu verschaffen. (bkr) c't



Fernseher als Monitore nutzen

Sitzen Sie im Homeoffice an einem Notebook, auf dem die Fenster bei Videokonferenzen arg winzig geraten? Dann nehmen Sie doch einfach den großen Fernseher als Monitor.

Von **Ulrike Kuhlmann**

Spätestens wenn Sie in dem freigegebenen Inhalt anderer Teilnehmer einer Videokonferenz nichts erkennen können, muss ein größeres Display her. Das kann ein günstiger Monitor sein, wie die Office-Displays auf Seite 74. Im Homeoffice könnten Sie aber auch den Zweitfernseher aus dem Schlafzimmer zweckentfremden. Oder sich für Videokonferenzen vor dem Wohnzimmer-TV einen mobilen Arbeitsplatz einrichten.

Die Verbindung zum Fernsehdisplay kann drahtgebunden per HDMI erfolgen oder ganz ohne Kabel. Die drahtlose Variante ist auch interessant für Präsentationen: Wenn in einem Konferenzraum ein großer Fernseher steht, lässt sich der Schirminhalt von Notebooks per Wireless Display respektive Miracast (siehe Glossarkasten) dorthin projizieren. Dazu müssen die beiden Geräte nicht einmal im selben WLAN sein.

Auch das Smartphone können Sie drahtlos mit dem TV verbinden, etwa wenn Sie der Familie mal eben die Schnappschüsse vom letzten Grillabend oder das gerade viral gehende YouTube-Video am großen Fernsehschirm zeigen wollen. Wie die mobile Übertragung hier funktioniert und was Sie beim Anschluss eines Smart-TV an Notebook oder PC beachten müssen, erklären wir in diesem Beitrag.

Abstand halten

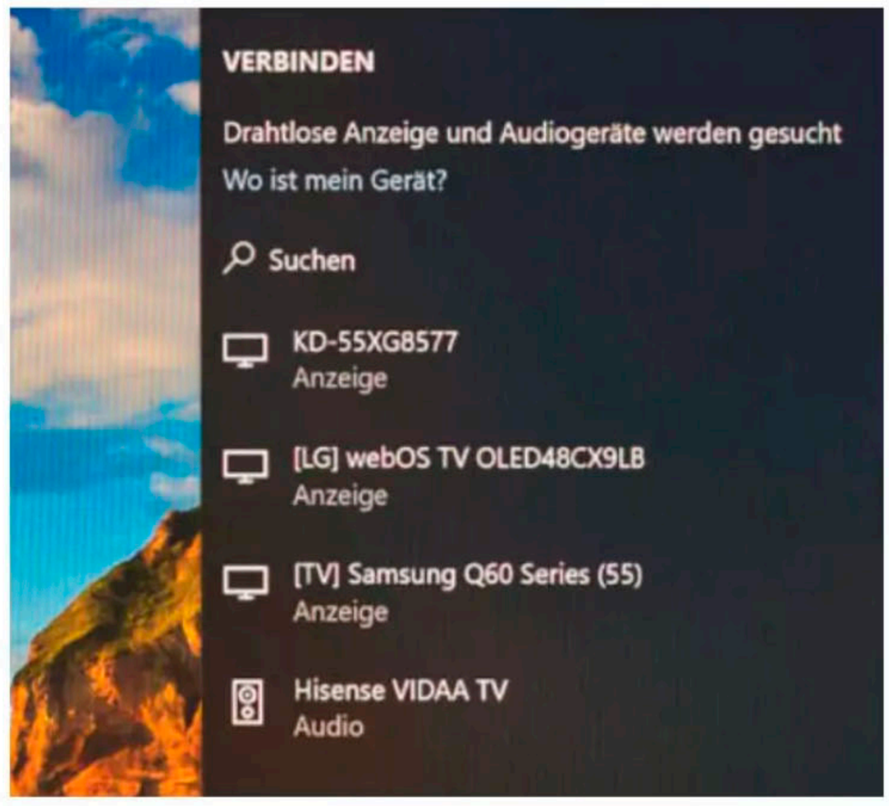
Wenn Sie Ihren Fernseher im Homeoffice als Monitor nutzen wollen, sollten Sie auf den nötigen Sitzabstand zum TV achten. Je feiner die Pixel sind,

umso näher können Sie an das Display heranrücken, ohne dass dessen Darstellung pixelig wirkt. Das ist bei 4K-Fernsehern zum Glück ganz schön dicht dran. Für eine grobe Entfernungsabschätzung teilen Sie die Pixelgröße des TV (angegeben in Millimeter) durch 3 und multiplizieren das Ergebnis mit 10, dann erhalten Sie den Abstand in Meter. Ein Beispiel: Die Pixel eines 50-Zoll-Fernsehers mit Ultra-HD-Auflösung haben eine Kantenlänge von rund 0,3 Millimeter. An den 4K-Schirm können Sie also etwa einen Meter heranrücken, ohne dass Sie ein störendes Pixelraster wahrnehmen. Die Pixelgrößen und die minimalen Betrachtungsabstände für gängige TV-Displays finde Sie in der Tabelle unten. Die Angaben gelten für normalsichtige Betrachter – wer deutlich besser sehen kann, muss weiter weg sitzen.

Füllt Ihre Anwendung, etwa die Videokonferenzsoftware, den kompletten Schirm aus, müssen Sie aus einem Meter Abstand allerdings den Kopf bewegen, um sämtliche Konferenzteilnehmer zu sehen. Aber Sie können das Anwendungsfenster ja kleiner ziehen. Für den herkömmlichen TV-Betrieb empfiehlt es sich dagegen aus ergonomischen Gründen, so weit wegzurücken, bis Sie den gesamten Schirm auf einen Blick erfassen können. Der empfohlene Sitzabstand im TV-Betrieb errechnet sich grob aus Bildschirmdiagonale × 2,5. In unserer Tabelle haben wir diesen Abstand ebenfalls vermerkt.

Vollständig, scharf, latenzarm

Einen per HDMI-Kabel verbundenen Fernseher sollten Sie stets in seiner nativen Auflösung betreiben. Aktuelle TVs werden vom Grafikchip im Notebook oder PC normalerweise automatisch erkannt; zur Kontrolle werfen Sie einen Blick in die Anzeigeein-



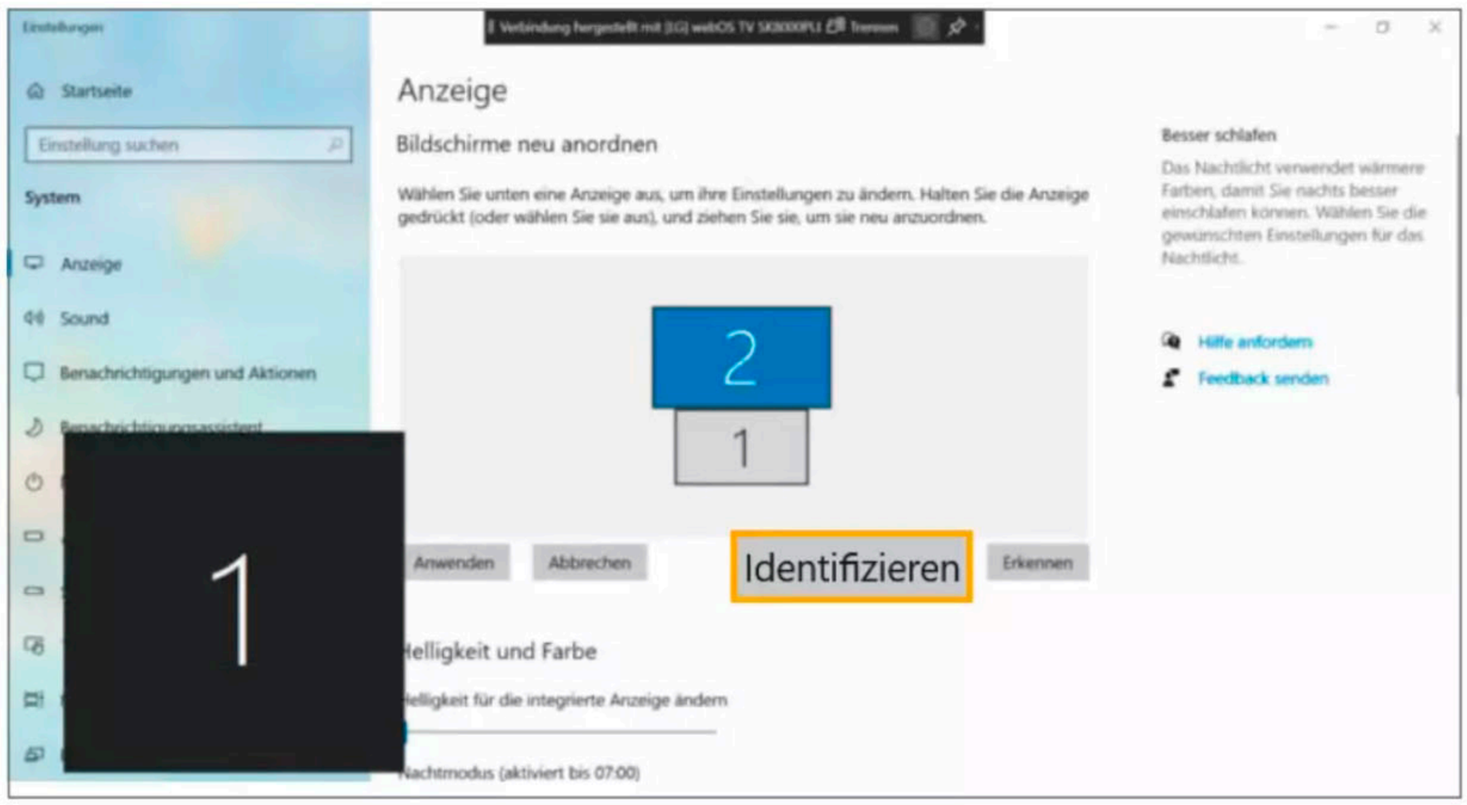
Mit Windows + K ruft man die Liste der verfügbaren Drahtlos-Anzeigen auf.

stellungen. Diese rufen Sie über einen Klick mit der rechten Maustaste auf den Desktop aus der dann erscheinenden Liste auf. Dort können Sie das TV auch als erweiterten Bildschirm relativ zum Notebook platzieren, indem Sie das Display-Icon mit der Maus zur gewünschten Position ziehen. Welcher Schirm das TV ist, erfahren Sie durch einen Klick auf „Identifizieren“.

Im Menü des Smart-TV deaktivieren Sie jegliche Skalierung und wählen einen für den PC-Anschluss optimierten Bild-Preset. Bietet das TV keinen expliziten PC-Modus an, empfiehlt sich meist der Standard-Modus. Leider stellen etliche Smart-TVs darin – und zuweilen sogar im PC-Modus – das Bild nicht vollständig dar, sondern beschneiden es am Rand

Betrachtungsabstand zum TV

Displaygröße	Bildgröße / Diagonale	Auflösung	Pixelgröße	Pixeldichte	Abstand minimal für Monitor-Betrieb	Abstand optimal für TV-Betrieb
32 Zoll TV	71 cm × 40 cm / 81 m	Full-HD	0,37 mm	69 dpi	1,30 m	2 m
40 Zoll TV	89 cm × 50 cm / 1,02 m	Full-HD	0,46 mm	55 dpi	1,60 m	2,50 m
40 Zoll TV	89 cm × 50 cm / 1,02 m	Ultra HD	0,23 mm	110 dpi	0,80 m	2,50 m
43 Zoll TV	95 cm × 54 cm / 1,10 m	Ultra HD	0,25 mm	102 dpi	0,85 m	2,75 m
48 Zoll TV	106 cm × 60cm / 1,22 m	Ultra HD	0,28 mm	92 dpi	0,95 m	3 m
50 Zoll TV	1,11 m × 62 cm / 1,27 m	Ultra HD	0,29 mm	88 dpi	1 m	3,20 m
55 Zoll TV	1,22 m × 68 cm / 1,40 m	Ultra HD	0,315 mm	80 dpi	1,10 m	3,50 m
65 Zoll TV	1,44 m × 81 cm / 1,65 m	Ultra HD	0,375 mm	68 dpi	1,30 m	4,10 m
75 Zoll TV	1.66 m × 93 cm / 1,91 m	Ultra HD	0,43 mm	59 dpi	1,50 m	4,80 m



In den Anzeigeneinstellungen können Sie das TV-Display relativ zum ersten Schirm platzieren. Nach einem Klick auf „Identifizieren“ signalisiert eine schwarze Ziffer – wie hier links die 1 –, welches Display welches ist.

mit einem aus der Röhren-Steinzeit stammenden Overscan. Das unskalierte 1:1-Format nennt jeder TV-Hersteller etwas anders, bei LG heißt es etwa „Just Scan“, bei Philips „Original“, bei Hisense „Direkt“. Man findet die Formateinstellungen meist in den Bildeinstellungen. Für die großen TV-Hersteller haben wir die jeweilige Bezeichnung für das unskalierte Format und den Weg dorthin beispielhaft in der Tabelle auf Seite 72 festgehalten.

Achten Sie darauf, dass der Fernsehschirm nicht zu hell eingestellt ist: Während es im TV-Betrieb ruhig 250 cd/m² und mehr sein dürfen, sollten Sie die Schirmleuchtdichte im PC-Betrieb auf maximal 150 cd/m² begrenzen. Am besten vergleichen Sie die Helligkeit Ihres Notebooks mit der des TV – beide sollten etwa gleich hell wirken. Zusätzlich deaktivieren Sie jegliche Bildoptimierungen, denn die verursachen unnötige Latenzen und außerdem gerät die PC-Darstellung am TV durch unpassende Bildschärfe, Kantenglättung, Rauschreduzierung oder Ähnliches matschig. Latenzen stören insbesondere, wenn der Ton nicht automatisch mitverzögert wird. Oder wenn man den großen TV-Schirm auch zum Spielen nutzen möchte: Fürs Gaming halten viele TV-Hersteller explizite Voreinstellungen bereit, allerdings nicht immer in den Bild-Presets.

Bei unserem Sony-TV war die Zwischenbildberechnung in dem für den PC-Betrieb empfehlenswerten Standard-Modus ebenso aktiv wie im Spiele-Preset. Sony nennt sie MotionFlow und sie ließ sich

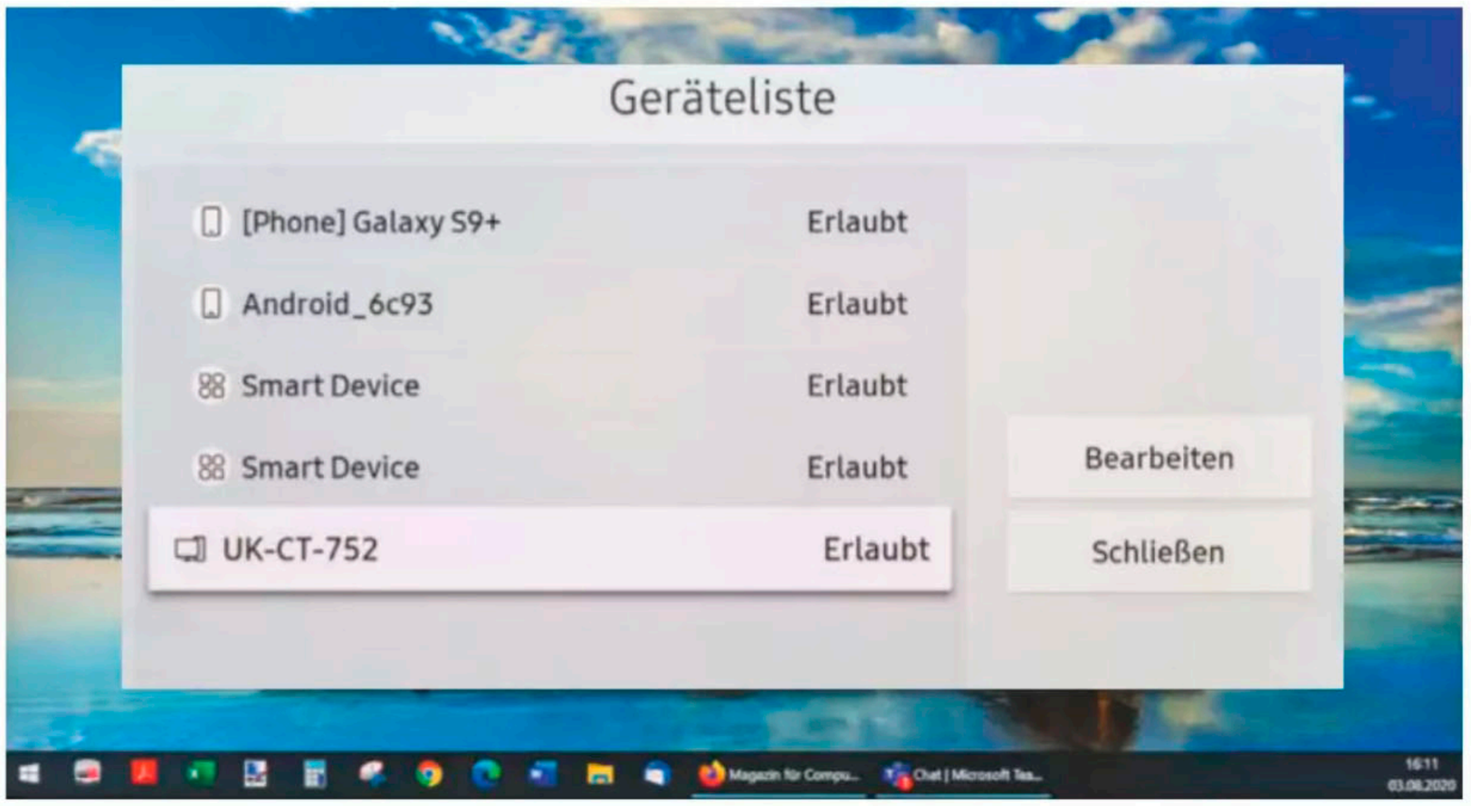
Drahtlose Übertragungsverfahren

Miracast ist ein Peer-to-Peer-Funkstandard der Wi-Fi Alliance, mit dem sich der Bildschirminhalt eines Computers oder Smartphones an eine kompatible Anzeige streamen lässt. Miracast basiert auf Wi-Fi Direct (siehe rechte Spalte).

Intels **Wireless Display (WiDi)** ermöglicht es, den Bildschirminhalt von Mobilgeräten an ein TV zu übertragen. Intel stellte die Weiterentwicklung von WiDi Ende 2016 zugunsten von Miracast ein.

Mit Apples **AirPlay** lässt sich der Bildschirminhalt von Mobilgeräten an kompatible Anzeigen im selben Netzwerk streamen. Der Standard steht ausschließlich iOS-Geräten offen.

Wi-Fi Direct standardisiert die Datenübermittlung zwischen zwei WLAN-Endgeräten ohne zentralen Wireless Access Point. Alle Geräte werden von der Wi-Fi Alliance zertifiziert. Die Übertragung erfolgt im 2,4 GHz- und im 5,8-GHz-Band.



An unserem Samsung-TV erhielten wir in den Netzwerk-Optionen eine Liste der Zuspieler, die per Miracast mit dem TV verbunden wurden.

wie die „Reality Creation“ im Submenü „Klarheit“ deaktivieren, um Latenzen der Bildausgabe zu reduzieren. Philips gewährt den Nutzern üblicherweise wenig Eingriffsmöglichkeiten bei den voreingestellten Bildmodi, viele Menüpunkte sind darin ausgegraut. Einzig im Modus „Persönlich“ und bei neuen Geräten im sogenannten Filmmaker-Modus kann man Philips-TVs komplett selbst konfigurieren. Immerhin halten aktuelle Philips-TVs einen expliziten PC-Modus bereit, in dem das Format „Original“ voreingestellt ist und die Bildoptimierungen weitgehend deaktiviert scheinen – richtig prüfen lässt sich das nicht, denn auch im PC-Modus sind die meisten Menüpunkte ausgegraut.

Drahtlos zum TV

Deutlich komfortabler als mit Kabel ist die kabellose TV-Anbindung per Miracast. Sie nutzt den WiFi-Direct-Standard, verwendet H.264- oder H.265-Codec und emuliert den HDCP-Handshake. Weil das Notebook beziehungsweise das sendende Gerät für die Dekodierung zuständig ist, kann man per Miracast sämtliche Inhalte ans Display übergeben, die sich per HDMI übertragen ließen – auch kopiergeschützte.

Windows beherrscht Miracast seit Version 8.1 mit Bordmitteln, man benötigt also keine zusätzliche App. Der WLAN-Adapter im Notebook oder PC muss WiFi Direct und Virtual WiFi unterstützen. Ob das in Ihrem Gerät der Fall ist, erfahren Sie in der Systemsteuerung in den Netzwerkeigenschaften (Windows-Taste drücken und „Netzwerkeigenschaften“ eintippen); dort sollte ein „WiFi Direct Virtual Adapter“ auftauchen. Im Notebook integrierte Intel-Grafik unterstützt von Haus aus Miracast, für Grafikkarten von AMD und Nvidia gibt es passende Treiber.

Die beteiligten Geräte müssen sich zwar nicht im selben WLAN befinden, aber ihr WLAN muss für die Übertragung eingeschaltet sein. Seit Windows 10, Version 1703 erfolgt die Übertragung nicht mehr zwingend über das WLAN. Stattdessen erkennt Windows automatisch, ob sich eine sichere – und stabilere – Verbindung über das lokale Netzwerk herstellen lässt. Microsoft nennt diesen Modus Miracast over Infrastructure (MS-MICE). Für die Kontaktanbahnung nutzt Windows jedoch WLAN und fällt auch auf dieses zurück, falls eins der beteiligten Geräte zwischenzeitlich in ein unsicheres Netzwerk wechselt. MICE im LAN funktioniert laut Microsoft auch mit älteren Geräten, die kein Wi-Fi Direct beherrschen.

Um Miracast an Ihrem Notebook zu aktivieren, gibt es diverse Wege, etwa über die Anzeigeeinstellungen (s. o.) oder über „Verbinden“ im Info-Center. Am schnellsten gehts mit der Tastenkombination Windows+K: Dann erscheint am Desktop-Rand eine Liste der verfügbaren drahtlosen Anzeigen. Sollte Ihr WLAN-Adapter von Haus aus kein WiFi Direct unterstützen, erscheint statt der Liste ein entsprechender Hinweis. Dann könnten Sie sich mit einem externen WLAN-Stick etwa von AVM behelfen, der WiFi Direct beherrscht.

Am TV müssen Sie im Einstellungsmenü die drahtlose Verbindung zu anderen Geräten erlauben. Viele TVs halten den passenden Eintrag im Untermenü zur Netzwerkanbindung bereit. LG fasst die Freigabe für Miracast beispielsweise unter Screen Share zu-

sammen, Samsung unter Smart View. Der PC erfragt beim TV die Verbindungsfreigabe, die Sie gegebenenfalls mit der Fernbedienung bestätigen müssen. Anschließend sind Fernseher und PC verbunden und das TV-Display erscheint als verfügbare Desktop-Fläche in den Anzeige-Einstellungen. Dort kann man es wie bei der HDMI-Verbindung als erweiterte Schirmfläche nutzen, den Hauptschirm duplizieren und den TV-Schirm auch wieder vom PC trennen. In unseren Tests entstand eine leichte Verzögerung am großen Schirm gegenüber Eingaben am Notebook. Diese Latenz wird einige Nutzer stören; fürs Gaming scheidet Miracast damit praktisch aus.

Spiegeln des Smartphones

Auch den Inhalt des Smartphones oder Tablets kann man per Miracast aufs große TV-Display projizieren. Dabei wird der komplette Schirminhalt des Smartphones entweder als Overlay bildschirmfüllend über den TV-Inhalt gelegt oder als kleines Fenster am TV eingeblendet. Über die gespiegelte Miracast-Verbindung lassen sich geschützte Inhalte wiedergeben, auch wenn man den Fernseher zuvor nicht in der jeweiligen App angemeldet hat.

Am Smartphone konkurriert die Projektion per Miracast mit zwei herstellereigenen Übertragungsverfahren: Apple-Geräte nutzen AirPlay, Samsung setzt bei seinen Mobilgeräten auf Smart View. Die Integration der drahtlosen Projektion gelingt ihnen oft besser, da Samsung respektive Apple die jeweilige Hardwarebasis kennen. Entsprechend komfortabel ließen sich Smart View am Galaxy-Smartphone und AirPlay am iPhone bedienen.

Bei Smart View mussten die beteiligten Geräte im gleichen Netzwerk hängen, eine Peer-to-Peer-Funkstrecke konnten wir andernfalls nicht herstellen. Die Spiegelung von Inhalten per Smart View auf Android-TVs von Sony und Philips klappte auf Anhieb, allerdings wurde die Verbindung gekappt, sobald wir im TV-Menü etwas einstellen wollten. Beim Projizieren auf LG-TVs mit WebOS blieb sie ebenso bestehen wie am Samsung-TV. Während es Smart View bislang auch für andere Smartphones gibt, will Samsung künftig davon abrücken. Über die neuere Smart-Things-App fanden wir nur Samsung-TVs im Netzwerk – die Koreaner möchten wie Apple ein eigenes Ökosystem aufbauen, das exklusiv für die hauseigenen Geräte verfügbar ist.

Anfang der 2010er Jahre entwickelte auch Intel mit Wireless Display (WiDi) eine eigene Technik, um Bildschirminhalte auf externe Displays zu projizieren. Im August 2016 gab Intel WiDi aber zugunsten von Miracast auf. In vielen Fernsehern findet man dennoch Hinweise auf die Intel-Technik. So beschreibt LG beispielsweise sein Screen Share weiterhin mit „Miracast / IntelWiDi“.

In unseren Tests funktionierte die Miracast-Verbindung nicht immer stabil, Fernseher wie der Hisense H55UB8 wurden nur kurzzeitig vom Smartphone im WLAN gefunden, dann brach die Verbindung zwischen beiden Geräten mangels WiFi Direct schnell wieder ab. Geräte wie Panasonics preiswertes Modell TX-55GXW584 wechselten gleich zu einer DLNA-Verbindung. Am Medion MD31803 konnten wir nur Medien über den Share-Button streamen, aber nicht den kompletten Bildinhalt spiegeln.

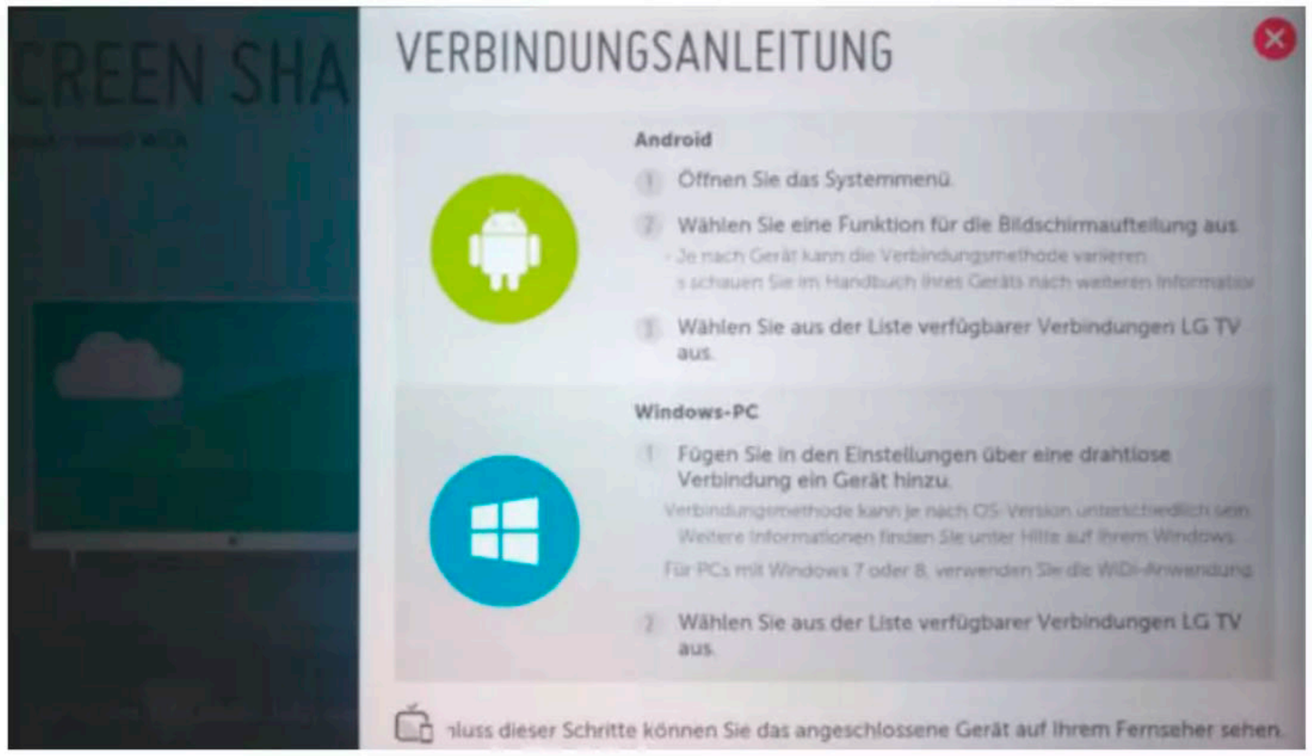
Streamen und casten

Um mal eben ein Foto oder ein Video vom Smartphone auf den großen TV-Schirm zu beamen, bietet sich Streamen an. Dabei wird nicht der komplette Schirminhalt übertragen, sondern nur die jeweilige Mediendatei aus einer passenden App für Ihr TV heraus, etwa Samsungs Smart Things oder LGs TV Plus. Dabei müssen sich beide Geräte im selben WLAN befinden.

Wenn Sie ein YouTube-Video in groß sehen möchten, tippen Sie stattdessen auf das Cast-Symbol

Overscan und Scalierung am TV abschalten

Hersteller	Hisense	LG	Medion	Panasonic	Philips	Samsung	Sony
Bezeichnung unskaliertes PC-Format	Direct	Just Scan-Ein	Vollbild	Volbild	Original	16:9 Standard	Wide, Anzeigebereich: Vollpixel
Einstellung im Menü	Einstellungen/Bild/Bildseitenformat/	Alle Einstellungen/Bild/Einstellungen des Seitenverhältnisses	Bild/Erweiterte Einstellungen/Bildformat	Einstellungen/Bild/Bildschirmeinstellungen/erweiterte Einstellungen/Bildformat	Alle Einstelungen/Bild/Bildformat	Bild/Einstellungen der Bildgröße	Einstellungen/Anzeige und Ton/Bildschirmeinstellungen
geprüft am Smart-TV	H55U8B	55SM8500PLA	MD 31803	TX-55GXW584	55PUS7504	GQ55Q60R	KD-55XG8505



LG nennt die Streaming-Anwendung im TV „Screen Share“.

rechts oben in der App oder am Video. Dann erscheint die Frage, auf welches Gerät Sie streamen möchten. Nach Bestätigung der Auswahl öffnet sich die YouTube-App am TV. Das Smartphone dient dann nur noch als Fernbedienung, die TV-App hat sich die Videodaten aus dem Netz geholt und Sie können Ihr Mobilgerät sogar schlafen legen oder eine andere App daran aufrufen. Trennen lässt sich die Verbindung über das Cast-Symbol.

Diese Streaming-Variante funktioniert ähnlich wie DLNA, Teile des ursprünglichen Protokolls wurden von YouTube und Netflix entwickelt. Da wundert es nicht, dass die Übertragung aus der YouTube-App heraus durchweg klappte und bei den meisten TVs auch die Netflix-App problemlos startete. Bei Netflix muss man allerdings mit demselben Account am TV verbunden sein wie am Smartphone, andernfalls startet das Video nicht. Gleiches gilt für Amazon Prime Video. Das ist folgerichtig, da ja kein geschützter Stream übergeben wird, sondern nur die URL und die Steuerdaten. Auch Disney+ konnten wir auf diese Weise an diejenigen TVs übergeben, auf denen die Disney+-App installiert war; mit den genannten Einschränkungen.

Abgesehen von Fernsehern mit Android-Betriebssystem: An den TVs von Philips und Sony starteten Videos aus der Disney+-App über das Cast-Symbol ohne Login am TV. Bei ihnen wurde mit dem Cast-Symbol offenbar das eingebaute Google Cast gestartet und so der komplette Stream übertragen. Deshalb mussten die Apps auf dem Smartphone währenddessen im Hintergrund weiterlaufen. Das klappte teilweise auch bei Netflix und Amazon Prime. Die Bildqualität war allerdings schlechter als beim direkten Stream am TV, da die Smartphones weder 4K noch HDR übertragen konnten.

Fazit

Wer den Fernseher als großen Monitor nutzen möchte, fährt mit einer schlichten HDMI-Verbindung am besten. Dabei muss man lediglich einige Bildeinstellungen korrigieren, Format und Helligkeit anpassen und alles andere funktioniert einfach. Wer drahtlos projizieren möchte, sollte sich für die Einrichtung ein bisschen Zeit nehmen – kurz vor einem anstehenden Videocall wird man womöglich die Nerven verlieren, wenn es mit der Miracast-Verbindung nicht auf Anhieb klappt. Sind Notebook und TV aber erst einmal verbunden, lässt sich auf den großen TV-Schirm schnell erneut projizieren.

Das sieht bei der Übertragung vom Smartphone zum TV deutlich schlechter aus: Einzig die Verbindung über das Cast-Symbol erwies sich in unserem Test als problemlos und zuverlässig. Mit etwas Übung wird man auch schnell vom Smartphone zum eigenen TV streamen können. Das Gleiche mal eben bei Freunden an einem x-beliebigen Fernseher oder gar im Unternehmen vor Kunden zu tun scheint uns dagegen ziemlich abwegig – dafür hängen die drahtlosen Verbindungsmöglichkeiten zu sehr vom jeweiligen TV ab. Die geschlossenen Systeme von Samsung mit Smart View am Galaxy-Phone und Apple mit AirPlay am iPhone verhielten sich in unseren Testreihen etwas zuverlässiger. Was beim Klick auf das Cast-Symbol oder beim Streamen einer Datei genau passiert, weiß man aber auch bei ihnen erst nach dem Klick. (uk) c't

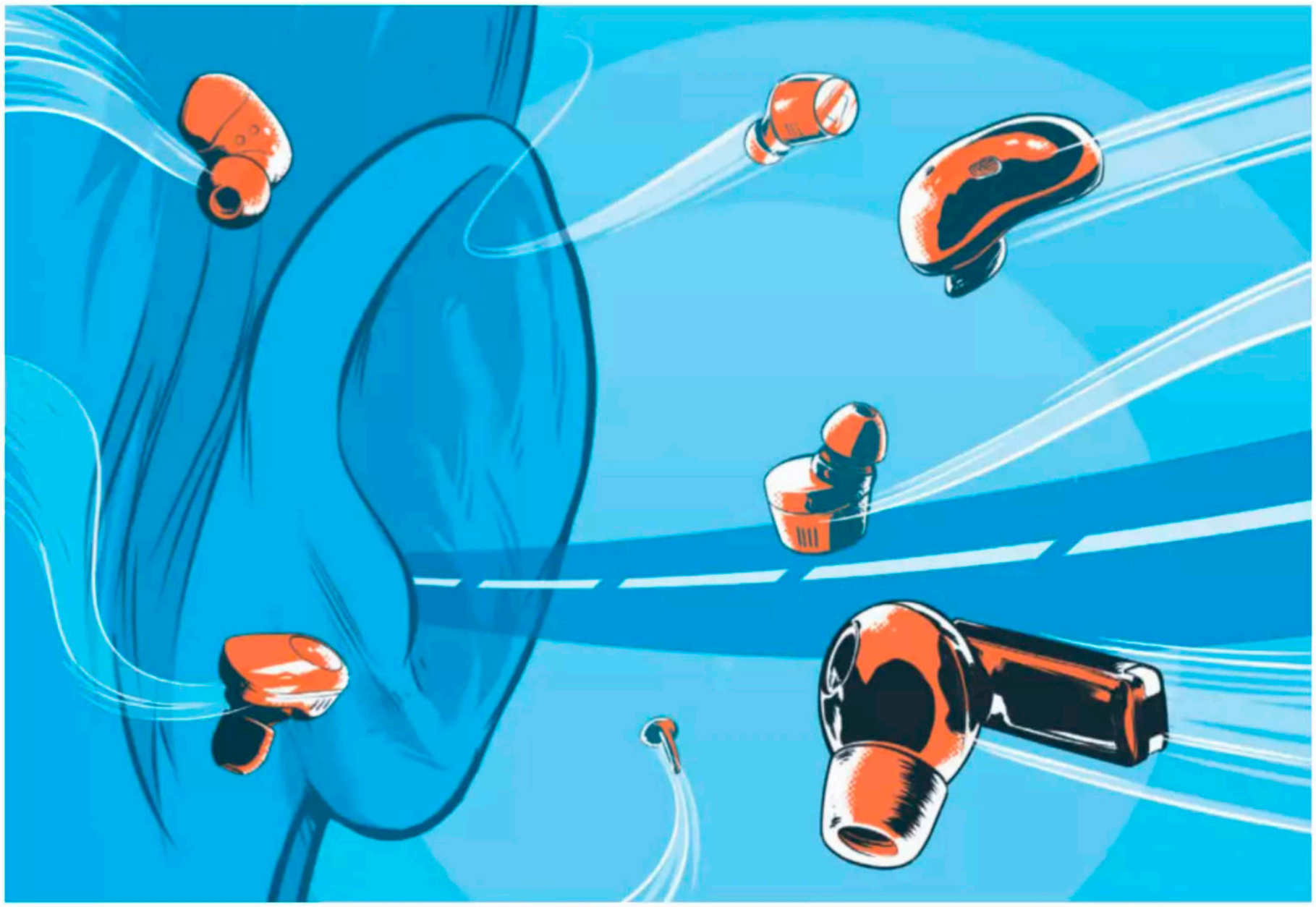


Bild: Albert Hulm

Kleine Stöpsel, großer Sound

Komplett kabellose In-Ear-Kopfhörer locken trotz ihrer geringen Größe mit gutem Klang und Extras wie aktiver Rauschunterdrückung. Im Test finden Musikliebhaber, Sportler und Preisbewusste ihre optimalen Stöpsel für unterwegs und die spontane Konferenz im Homeoffice.

Von **Robin Brand, Hartmut Gieselmann, Steffen Herget und Dennis Schirrmacher**

Klein, leicht, praktisch und gar nicht einmal teuer – True-Wireless-In-Ears sollen die eierlegenden Wollmilchsäue unter den Kopfhörern sein. Die Bluetooth-Stöpsel gibt es allen Formen, Farben und Preisklassen. Für diesen Testbericht haben wir Modelle der mittleren Preiskategorie zwischen 90 und 250 Euro unter die Lupe genommen. Die Hersteller setzen unterschiedliche Akzente: Die Jabra 85T sowie die Nura Nuraloop stellen den Klang nach einer Vermessung der Ohren individuell

ein. Die Samsung Galaxy Buds Live sollen mit einer ungewöhnlichen Bauform den Spagat zwischen Klang und Komfort schaffen. Die Momentum True Wireless 2 von Sennheiser und Huaweis Freebuds Pro setzen auf satten Bass, die Bose QuietComfort Earbuds auf festen Sitz im Ohr durch zusätzliche Gummifinnen. Apples AirPods Pro haben in den Gehörgang gerichtete Mikrofone zur Klanganpassung, die Shure Aonic 215 einen modularen Aufbau.

Auch wer weniger Geld ausgeben möchte, muss nicht auf aktive Geräuschunterdrückung und smarte Funktionen verzichten. Stellvertretend für viele ähnlich günstige True-Wireless-Kopfhörer müssen die Realme Buds Air Pro für 90 Euro zeigen, wie sie gegen die teurere Konkurrenz bestehen.

Kabellose Freiheit

Acht der neun Modelle sind True-Wireless-Kopfhörer. Nur die Nuraloops sind per Kabel miteinander verbunden. Das verbindende Kabel kann manchmal von Vorteil sein: Wenn man die Kopfhörer nur mal kurz aus den Ohren nehmen möchte, kann man sie einfach einsatzbereit um den Hals baumeln lassen. Die Shure Aonic 215 sind etwas klobiger als der Rest des Felds, die Hörteile hat Shure mit einer bügelförmigen Bluetooth-Einheit verbunden, die den Kopfhörer zusätzlich hinter dem Ohr fixiert.

Alle anderen Geräte sind ähnlich gebaut; sie sitzen als reine In-Ears in den Ohren und sind dadurch besonders vielseitig einsetzbar. Sie eignen sich als Headset im Büro oder als Begleiter beim Sport gleichermaßen. Damit der Sound trotz der meist nur zwischen 7 und 12 Millimeter kleinen Schallwandler druckvoll am Trommelfell ankommt, dichten die In-Ears den Gehörgang fast ausnahmslos mithilfe von wechselbaren Silikon- oder Schaumstoffmanschetten ab. Besonders spendabel zeigt sich Shure, das dem Aonic 215 gleich sechs Sets an Silikon- und Schaumstoffaufsätzen verschiedener Größen beilegt. In Sachen Komfort hat sich jedoch kein klarer Favorit herauskristallisiert, weil das Tragegefühl individuell verschieden ist.

Ist der Gehörgang luftdicht abgeschlossen, lassen sich vor allem tiefe Frequenzen gut auf das Trommelfell übertragen. Der Nachteil ist, dass die In-Ears dadurch ebenfalls körpereigene Geräusche beim Gehen oder Sprechen dumpf verstärken (Okklusionseffekt). Apple hat ein System entwickelt, das diese dumpfen Körpergeräusche besonders effektiv unterdrückt. Dadurch fühlt man sich weniger abgeschottet, ebenso wie bei den Samsung Galaxy Buds Live, die den Gehörgang nicht luftdicht abschließen. Die bohnenförmigen Buds sitzen quer in der Ohrmuschel. Ihre Form lässt sich zwar nicht anpassen, bei unseren Testhörern saßen sie jedoch bequem und fest im Ohr. Auch Huawei und Jabra arbeiten mit Luftschlitzen, um Druck auf dem Ohr zu vermindern.

Noch fester als die Samsung Buds sitzen die Modelle von Bose und Shure, die sich mit zusätzlichen Gummifinnen und Bügeln am Ohr festhaken. Dadurch rutschen sie selbst bei wilden Sportarten nicht heraus.

Apphängig

Passend zu ihren In-Ears bieten die meisten Hersteller kostenlose Apps für Android und iOS an. Die Anwendungen geben Informationen über den Ladestand von Ohrhörern und Case, steuern den Klang, konfigurieren die Bedienoptionen und einiges mehr.

Die Apps übernehmen zudem die Versorgung der Kopfhörer mit Updates, und das durchaus häufig. Einige Kopfhörer haben im Laufe unseres Tests nicht nur ein, sondern gleich zwei Patches bekommen. Auch wenn diese Updates meist nur zwei, drei Megabyte groß sind, kann es durchaus zeitraubend sein, sie zu installieren – die schnellsten schafften es in knapp einer Viertelstunde. Die Shure-Kopfhörer waren sogar rund 50 Minuten mit der Installation beschäftigt. In dieser Zeit sind die Kopfhörer nicht



Praktisch: Sollte der Akku der Shure-Hörer den Geist aufgeben, lässt er sich ersetzen.



Apple AirPods Pro

Apples AirPods Pro korrigieren ihren Sound mithilfe von Mikrofonen im Ohrkanal. Mit eingeschaltetem ANC oder im Transparenzmodus reduzieren sie Körpergeräusche beim Sprechen oder Gehen, sodass man sich nicht so abgeschottet fühlt.

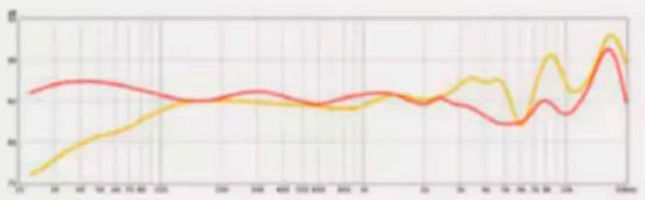
Mit ihren weichen Gummimanschetten sitzen sie bequem im Ohr, bei sportlichen Aktivitäten rutschen sie mangels zusätzlicher Absicherung allerdings auch leicht heraus.

Den Klang hat Apple vergleichsweise neutral eingestellt. Bässe reichen tief hinunter, wirken aber nicht so voluminös wie etwa bei Bose oder Sennheiser. Dank neutraler Mitten wirken Stimmen präsent, die Höhen bilden Details gut ab und sorgen für eine gute Räumlichkeit. In Telefonaten werden Stimmen klar und deutlich übertragen.

Die Bedienung hat Apple für macOS, tvOS und iOS optimiert. Grundsätzlich funktionieren die AirPods Pro auch an Android-Smartphones, dort lassen sich die Tastenfunktionen aber nicht umbelegen.

- guter, recht neutraler Klang
- reduzierter Okklusionseffekt
- nahtlose Apple-Anbindung

Preis: 210 Euro





Bose QuietComfort Buds

Die Bose QuietComfort Earbuds fallen groß aus und stehen sichtbar von den Ohren ab. Dank der Silikonmanschetten mit zusätzlichen Gummifinnen sitzen sie bequem und fest im Ohr.

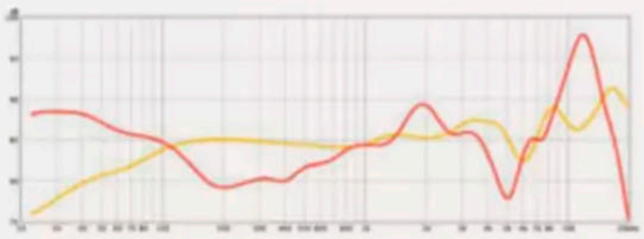
Der Klang ähnelt mit seiner relativ starken Betonung von Bass und Höhen dem der Sennheiser-Modelle. Gesang klingt durch die abgesenkten Mitten etwas zurückhaltend, die räumliche Abbildung ist gut.

Das effektiv arbeitende ANC reduziert Lärm auf ein Minimum. Leider lässt es sich nicht abschalten, sondern über die App nur in den Transparenzmodus überblenden. So ist stets ein Rauschen hörbar, das bei leisen Musikpassagen stören kann. Die Sprachqualität beim Telefonieren ist okay, Stimmen klingen allerdings ziemlich dünn.

Die Touch-Steuerung der Musikwiedergabe erkannte manche Eingaben nicht. Die Lautstärke lässt sich durch Wischbewegungen anpassen. Leider fällt der Regelbereich vergleichsweise grob aus. Erst nach sieben Stunden müssen die Ohrhörer in die Ladebox.

- fester, bequemer Sitz
- voluminöser Klang mit gutem ANC
- permanentes Rauschen

Preis: 205 Euro





Huawei Freebuds Pro

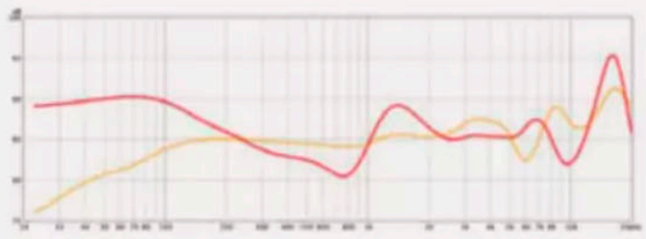
Die Freebuds Pro lassen sich mit zwei Zuspielern gleichzeitig koppeln. Der Wechsel zwischen den Geräten klappte reibungslos. Schaut man auf dem Laptop einen Film, genügt ein Tipper auf den Kopfhörer, um einen Anruf auf dem Smartphone entgegenzunehmen. Die Stöpsel sitzen auch bei längeren Sessions angenehm. Kleine Ventile im Gehäuse reduzieren den Okklusionseffekt.

Bei Musikwiedergabe überzeugt der warme, basslastige Sound, der auch die Mitten nicht zu stark überlagert. Bauartbedingt schirmen die Freebuds mit ihren Silikonmanschetten bereits passiv gut von der Umgebung ab, mit aktiviertem Noise Cancelling lässt sich diese noch stärker ausblenden.

Die Telefonie mit den Freebuds geht in Ordnung, wenngleich die Samsung Buds die Umgebungsgeräusche für den Gesprächspartner besser herausfiltern. Etwas hakelig ist die Bedienung über die kleinen Touchflächen an den In-Ears.

- präzise Bässe
- gutes ANC
- hakelige Bedienung

Preis: 140 Euro





Jabra Elite 85T

Die Jabra-Kopfhörer kann der Träger an das eigene Hörvermögen anpassen. In der App gibt man dafür an, welche Frequenzen man ab welchem Pegel wahrnimmt. Die daraus erstellten Hörprofile ändern den Klang allerdings nicht so grundlegend wie bei Nura.

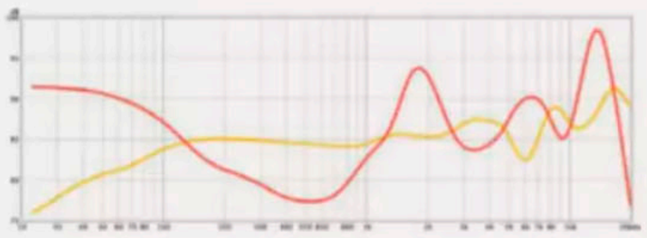
Recht eigenwillig sind die Ohrstöpsel geformt. Während einige Testhörer begeistert waren, monierten andere bereits nach kurzer Zeit Druckschmerz, anderen wiederum rutschten die Hörer aus den Ohren.

Ab Werk spielt der Bass übertrieben bollerig auf, untere Mittenfrequenzen sind stark abgesenkt. Dadurch klingen die Jabra-In-Ears recht dünn. Wenn man dem Bass in der App Zügel anlegt, klingen sie stimmiger. Das Noise Cancelling leistet ganze Arbeit, rauscht aber hörbar.

Mit den Jabra lässt sich angenehm telefonieren, der Transparenzmodus mindert das Abschottungsgefühl deutlich. Weniger angetan waren allerdings unsere Gesprächspartner, weil die In-Ears viele Umgebungsgeräusche übertrugen. Die Bedienung per Tasten funktioniert intuitiv.

- angenehmer Transparenzmodus
- umfangreich anpassbar
- unpräziser Bass

Preis: 200 Euro





Nura Nuraloop

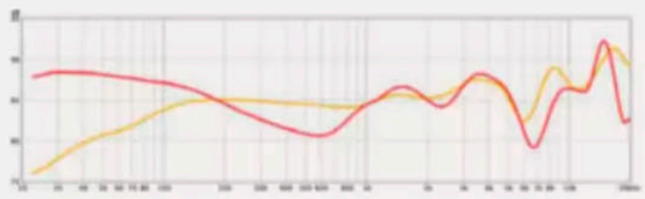
Der Nuraloop ist der einzige Kopfhörer im Vergleich, bei dem beide Ohrhörer mit einem Kabel verbunden sind. Das ist zwar nicht so bequem und erzeugt in Bewegung störende Geräusche. Beim Sport läuft man jedoch weniger Gefahr, einen Stöpsel zu verlieren. Die Ohrhörer sind etwas fummelig einzusetzen, halten aber sicher.

Ohne die Nura-App ist der Loop kaum zu gebrauchen, denn diese misst das Gehör und speichert individuelle Klangprofile in den In-Ears ab. Ohne Einmessung ist der Sound flach und schlapp, mit Einmessung deutlich voller, mit kräftigem, präzisen Bass und klaren Höhen. Die Mitten fallen etwas ab. Das ANC funktioniert gut und rauscht nur leicht. Die Sprachqualität beim Telefonieren ist sehr gut, solange es wenig Nebengeräusche gibt – deren Unterdrückung klappt kaum.

Die Touchbedienung ist gut gelöst. Nura liefert kein Ladecase mit. Allerdings müssen die Hörer erst nach 16 Stunden nachtanken. Über den proprietären Ladeanschluss lässt sich auch ein Klinkenkabel verbinden.

- individuelle Klanganpassung
- lange Laufzeit
- nur mit App zu gebrauchen

Preis: 220 Euro





Realme Buds Air Pro

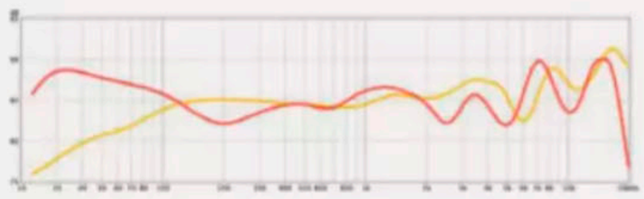
Mit 90 Euro sind die Buds Air Pro von Realme die günstigsten In-Ears im Vergleich, und dafür schlagen sie sich nicht schlecht. Sie sitzen angenehm im Ohr, können beim Sport aber leicht herausrutschen.

Der relativ neutrale Klang ist für die Preisklasse in Ordnung und vor allem für Podcasts angenehm. Er ähnelt der Klangcharakteristik der AirPods Pro von Apple, allerdings fehlt es an Räumlichkeit und Präzision im Bass. Das ANC blendet gleichförmige Geräusche gut aus, kommt mit Störungen durch Stimmen, Tastaturklappern oder anderen Überraschungen aber nicht zurecht. Das Grundrauschen des ANC ist leise und stört kaum. Beim Telefonieren in lauten Umgebungen konnten sich beide Seiten gut verstehen.

Bei der Touchbedienung zeigen die In-Ears Schwächen, der berührungsempfindliche Bereich ist zu klein. Mit vier Stunden liegt die Akkulaufzeit am unteren Ende der Skala. Wer ANC abschaltet, kann eine Stunde länger hören.

- bequemer Sitz
- detailarmer Klang
- kurze Laufzeit

Preis: 90 Euro





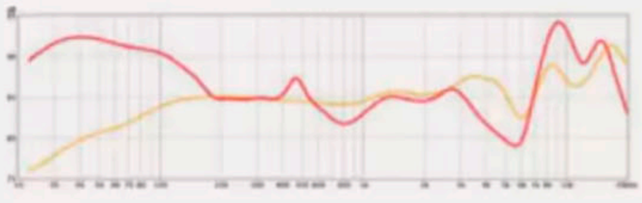
Samsung Galaxy Buds Live

Die Galaxy Buds Live haben eine einzigartige Bauform: Die kleinen Bohnen sitzen quer im Ohr. Sie tragen sich sehr angenehm und sitzen trotzdem fest – so sie denn passen. Beim Sound überraschen die Kopfhörer trotz offenem Design mit einem kräftigen, wenn auch schwammigen Bass, klar definierten Höhen und präsenten Mitten. Mangels Gummimanschetten ist man weniger von der Umwelt abgeschottet, was bei längerem Hören weniger ermüdet. Über die verschiedenen Modi in der App lässt sich die Klangcharakteristik anpassen. Beim Telefonieren werden Umgebungsgeräusche effektiv herausgefiltert.
Die Buds Live schirmen passiv schlechter ab als die anderen In-Ears, auch aktiv unterdrücken sie Störgeräusche nur schwach. Sie halten im Akkutest mit rund acht Stunden extrem lange durch.

Schwächen zeigen die In-Ears bei der Bluetooth-Verbindung, schon Kopfdrehen oder Abdecken des Ohres macht manchmal Probleme. Ebenso ist die Ausgangslatenz mit über 400 ms ungewöhnlich hoch. Die Touchbedienung ist fummelig, die Bedienflächen zu klein.

- **fester Sitz ohne Okklusionseffekt**
- **gute Stimmerkennung**
- **vereinzelte Verbindungprobleme**

Preis: 90 Euro





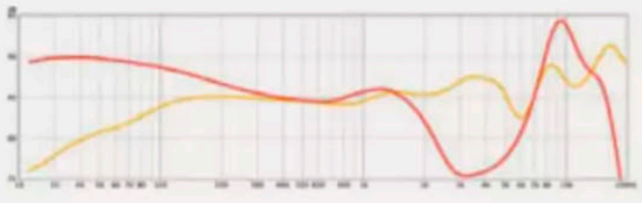
Sennheiser Momentum True Wireless 2

Die Sennheiser-Kopfhörer gibt es gleich doppelt: Die günstigere Ausführung bezeichnet der Hersteller als CX400. Der Sound ist der gleiche, nur das ANC fehlt. Der Tragekomfort überzeugte die meisten Testhörer – wobei sich Anwender mit kleinen Ohren eventuell an den großen Pfropfen stören.
Der satte Klang überzeugt mit kräftigem, präzisen Bass und guter Räumlichkeit. Im Vergleich mit dem ähnlich klingenden Bose-Modell wirken die Sennheiser-Ohrhörer einen Tick voller im Bass und klarer in den Höhen. Nicht nur bei Musik, auch bei der Sprachwiedergabe von Podcasts haben sie uns gut gefallen. Das ANC arbeitet recht wirkungsvoll, im Transparent-Modus ist jedoch ein leises Rauschen wahrnehmbar.

Telefonate klangen für beide Seiten angenehm, allerdings übertragen andere Modelle die eigene Stimme klarer und ohne nervige Hintergrundgeräusche. Die Bedienung über die großen Touchflächen funktioniert einwandfrei und ohne Eingewöhnungszeit.

- **präziser, voluminöser Bass**
- **wirkungsvolles ANC**
- **rauschender Transparenzmodus**

Preis: 250 Euro





Shure Aonic 215

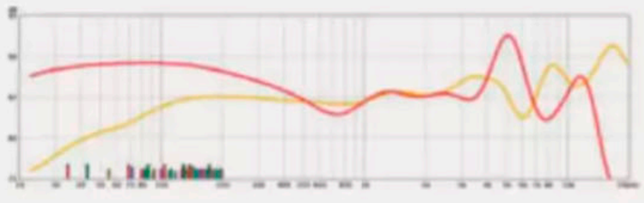
Die Aonic 215 von Shure haben im Test ein Alleinstellungsmerkmal: Die Bluetootheinheit sitzt in abnehmbaren Bügeln. Da dort auch die Akkus sitzen, lassen sich diese auch ersetzen – das geht bei keinem anderen Modell im Test. Mit diesem Bügel lassen sich auch andere kabelgebundene Shure-In-Ears drahtlos betreiben. Alternativ kann man die Aonic 215 auch mit Klinkenkabel betreiben. Abgesehen von der Bluetootheinheit sind die Aonic 215 baugleich mit den 90-Euro-Ohrhörern SE215.

Einerseits sorgen die Ohrbügel für einen sicheren Sitz, andererseits nervt die wuchtige Übertragungseinheit speziell beim Sport. Das Einsetzen ist sehr fummelig, dank etlicher beiliegender Silikon- und Schaumstoffmanschetten sollte aber jeder den richtigen Sitz für sich finden.
Beim Sound gingen die Meinungen auseinander: Einige Testhörer störten sich an den spitzen Höhen. Andere lobten den klaren Sound. Wenn man leise Musik hört, ist ein Rauschen wahrnehmbar.

Bei Telefonaten ist nur der rechte Ohrhörer aktiv und überträgt Stimmen von Anrufern obendrein recht leise. Die Laufzeit gehört zu den besten im Feld.

- **mit Klinke benutzbar**
- **aggressive Höhenwiedergabe**
- **Telefonie nur am rechten Hörer**

Preis: 200 Euro



verwendbar, die App muss in aller Regel geöffnet bleiben. Die Anwender drehen so lange Däumchen.

Grundsätzlich funktionieren die meisten In-Ears zwar auch ohne diese Apps, allerdings muss man dann auf einige Zusatzfunktionen verzichten. Eine Ausnahme bilden die Nuraloops: Die App misst die Ohren der Anwender und speichert bis zu drei individuelle Klangprofile in der Hardware. Einmal eingemessen, verwenden die In-Ears das Klangprofil fortan auch ohne App. Jabra erstellt ähnliche Klangprofile, indem die App ermittelt, ab welchem Pegel der Anwender bestimmte Frequenzen hört.

Bedenklich unter dem Gesichtspunkt des Datenschutzes sind die weitreichenden Berechtigungen, die die Apps vom Anwender einfordern. Dazu zählen etwa Standortfreigaben, Zugriffe auf die Medienbibliothek und Kontaktdatenbank. Apple, Huawei und Jabra zeichnen zudem auf, an welchen Orten man die Ohrhörer verwendet. So finden sich verlorene Kopfhörer schnell wieder. Die Daten werden zuweilen an Server außerhalb der EU übertragen. Bei den Nuraloops ist das kaum zu vermeiden, da sich die Kopfhörer ohne die App nicht sinnvoll betreiben lassen.

Kleine Klangkünstler

Klang ist eine subjektive Sache – was der eine als warmes Soundbild empfindet, mag die andere als viel zu bassbetont bewerten. Wir haben deshalb nicht nur mehrere Testpersonen probehören lassen, sondern die Frequenzverläufe der In-Ears auch mit einem kalibrierten Kunstkopf vermessen. Zur besseren Einordnung haben wir in den Frequenzgraphen zusätzlich eine gelbe Kurve der weitgehend neutral klingenden Sennheiser HD 600 eingezeichnet.

Vergleichsweise neutral spielen die Modelle von Apple, Realme und Shure auf. Die übrigen Kandidaten heben Bässe und Höhen stärker an, sodass eine charakteristische Loudness-Badewannenkurve entsteht. Speziell bei elektronischer Musik klingt ein satter Bass zwar oft verlockend gut. Wenn die In-Ears es jedoch übertreiben, geht zuweilen die Präzision verloren, wie bei Samsung und Jabra.

Lärmschutz

In-Ear-Kopfhörer dämpfen Umgebungsgeräusche einerseits passiv, weil sie den Gehörgang mal mehr, mal weniger stark abschließen. Mit einer zusätzlichen aktiven Geräuschunterdrückung (ANC, Active Noise Cancellation) lassen sich Umgebungsgeräusche noch weiter absenken. Dabei nimmt (mindestens) ein Mikrofon Außengeräusche auf. Die Elektronik im Ohrhörer erzeugt daraus ein in der Phase gedrehtes Signal und mischt es dem Musiksignal unter, sodass der Lärm von außen abgeschwächt wird.

Vor allem mit gleichförmigem Lärm, etwa durch brummende Motoren oder rauschende Züge, hat ANC vergleichsweise leichtes Spiel. Stärker variierende oder plötzlich auftretende Geräusche dringen jedoch leichter durch die aktive Abschirmung, etwa Gespräche in wechselnder Lautstärke, Geschirrklappern oder Tippen auf der Tastatur.

Obwohl die aktive Geräuschunterdrückung bei großen Over-Ear-Kopfhörern deutlich besser funktioniert, haben auch einige In-Ears mittlerweile gute Lösungen zu bieten. Apples AirPods arbeiten relativ ausgeglichen über ein breites Frequenzspektrum und senken Umgebungslärm weitgehend natürlich ab. Auf einem ähnlichen Niveau gehen die Bose-Buds gegen Störgeräusche vor. Auch die Freebuds Pro und die Nuraloops bieten sehr brauchbares ANC. Die Shure-Hörer schotten mit den passenden Aufsätzen auch ohne aktive Geräuschunterdrückung sehr effektiv ab. Die Galaxy Buds Live haben durch ihre offene Bauform klare Nachteile und können nicht mithalten.

Allerdings hat ANC auch Nebenwirkungen: Manche Menschen verspüren einen Druck auf den Ohren, oft verbunden mit einem dezenten Brummen. Hinzu kommt oft ein mehr oder minder deutliches Grundrauschen, das in ruhigen Momenten oder bei leiser Wiedergabe zu hören ist. Gestört hat uns das vor allem bei den Kopfhörern von Bose, deren ANC nicht abschaltbar ist, sondern nur in zehn Stufen zwischen Transparenz und Rauschunterdrückung geregelt werden kann. Auch die Jabra 85T rauschen bei aktivem ANC vergleichsweise stark.

Telefonieren mit Knopf

Da die In-Ears meist ohnehin mit dem Smartphone verbunden sind und so auch zum Telefonieren herhalten, müssen sie Stimmen klar übertragen. Damit der Träger selbst gut zu verstehen ist, bauen die Hersteller bis zu drei Mikrofone pro Hörteil ein, die einerseits die Stimme übertragen, andererseits dabei helfen, die Umgebungsgeräusche zu identifizieren und herauszufiltern.

Letzteres testeten wir bei Telefongesprächen mit im Hintergrund klappernden Tastaturen, zusätzlicher Musikbeschallung sowie bei Autofahrten mit leicht

geöffnetem Fenster. Am besten klangen dabei Telefonate mit den Galaxy Buds Live. Insbesondere bei der Autofahrt mit lauten Fahrgeräuschen fragten die Gesprächspartner mehrmals nach, ob das Fenster tatsächlich schon geöffnet sei und die Musik spiele. Klappernde Tastaturen bereiteten den Samsung Buds etwas mehr Probleme. Darüber hinaus hielten auch die In-Ears von Apple, Bose und Huawei Hintergrundgeräusche effektiv fern.

Bei längeren Gesprächen in ruhigen Umgebungen können Transparenzmodi der In-Ears einer Ermüdung vorbeugen, weil sie Außengeräusche ans Ohr weiterleiten. Bei vielen Modellen hört sich das jedoch künstlich an. Überzeugt haben besonders die Modelle von Apple und Jabra.

Während fast alle Modelle Gesprächspartner auf beide Ohren übertrugen und angenehm klangen, waren die Ohrhörer von Shure die klaren Verlierer des Telefonkapitels, da sie den Sprecher nur leise auf den rechten Hörer durchstellten.

Lange Laufzeiten

Die Ohrhörer besitzen allesamt kleine Lithium-Ionen-Akkus mit Kapazitäten von etwa 50 mAh pro Seite. Die Akkulaufzeit ist stark von Faktoren wie der gewählten Lautstärke, aktivierter Geräuschunterdrückung oder auch der Entfernung zum Bluetooth-Sender abhängig. Wir haben die Laufzeiten mit 50 Prozent Lautstärke und aktivem ANC gemessen. Die Realme Buds Air Pro liegen mit rund vier Stunden am unteren Ende der Skala, die Aonic 215 schaffen die doppelte Zeit, bevor sie wieder in ihre Akkubox springen und laden müssen.

In-Ears mit Geräuschunterdrückung

Modell	AirPods Pro	QuietComfort Earbuds	Freebuds Pro	Elite 85T	Nuraloop	Buds Air Pro	Galaxy Buds Live	Momentum True Wireless 2	Aonic 215
Hersteller	Apple	Bose	Huawei	Jabra	Nura	Realme	Samsung	Sennheiser	Shure
Gewicht In-Ear / Ladehülle (Maße)	5,4 g / 45,6 g (6,1 cm × 4,5 cm × 2,2 cm)	8,5 g / 75 g (8,9 cm × 5,1 cm × 3,2 cm)	6 g / 60 g (7 cm × 5,1 cm × 2,5 cm)	7 g / 43 g (6,5 cm × 4,1 cm × 2,8 cm)	25 g / –	5 g / 41 g (6 cm × 5,6 cm × 2,4 cm)	5,5 g / 42 g (5 cm × 5 cm × 2,8 cm)	6 g / 58 g (7,7 cm × 4,4 cm × 3,4 cm)	22 g / 112 g (11 cm × 11 cm × 3,9 cm)
Anbindung	Bluetooth 5.0	Bluetooth 5.1	Bluetooth 5.2	Bluetooth 5.1	Bluetooth 5.0, Klinke	Bluetooth 5.0	Bluetooth 5.0	Bluetooth 5.1	Bluetooth 5.1, Klinke
Ladeanschlüsse	Lightning, Qi	USB-C, Qi	USB-C, Qi	USB-C, Qi	USB-A (mit Adapter)	USB-C	USB-C, Qi	USB-C	USB-C
Zubehör	Lightning-Kabel, Ladehülle	Ohrpassstücke, Ladehülle, USB-C-Kabel	Ohrpassstücke, Ladehülle, USB-C-Kabel	Ohrpassstücke, Ladehülle, USB-C-Kabel	USB-Kabel, 3,5-mm-Klinkenkabel, Ohrpasstücke, Tasche	Ohrpassstücke, Ladehülle, USB-C-Kabel	Ohrpassstücke, Ladehülle, USB-C-Kabel	Ohrpassstücke, Ladehülle, USB-C-Kabel	USB-C-Kabel, Ladecase, Ohrpassstücke
Wasserschutz	IPX4	IPX4	–	IPX4	IPX3	IPX4	IPX2	IPX4	–
Bedienelemente	Touchsensoren	Touchsensoren	Touchsensoren	Tasten	Touchsensoren	Touchsensoren	Touchsensoren	Touchsensoren	Tasten
Mikrofone	2	2	3	3	2	2	3	2	2
Transparenzmodus	✓	✓	✓	✓	✓	✓	–	✓	✓
Audio-Codecs	AAC, SBC	AAC, SBC	AAC, SBC	AAC, SBC	AAC, aptX HD, SBC	AAC, SBC	AAC, SBC	AAC, aptX, SBC	AAC, aptX, SBC
Ausgangslatenz[1]	192 ms	142 ms	282 ms	142 ms	231 ms	42 ms	402 ms	131 ms	131 ms
Laufzeit[2] / Ladungen im Case	5,5 Stunden / ca. 5 Ladungen	7 Stunden / ca. 2 Ladungen	5 Stunden / ca. 3,5 Ladungen	5 Stunden / ca. 4 Ladungen	16 Stunden / –	4 Stunden / ca. 3 Ladungen	7 Stunden / ca. 3 Ladungen	5 Stunden / ca. 3 Ladungen	8 Stunden / ca. 3 Ladungen
Bewertung									
Klang: Details	⊕	⊕	⊕	○	⊕	○	○	⊕	⊕
Räumlichkeit	⊕	⊕	○	○	⊕	○	○	⊕	○
Sprachqualität	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	○	⊕⊕	⊕	⊖
Tragekomfort / Sitzfestigkeit	⊕⊕ / ○	⊕ / ⊕⊕	⊕ / ○	○ / ○	⊖ / ⊕	⊕ / ○	⊕ / ⊕	⊕ / ○	⊖ / ⊕
ANC / Bedienung	⊕ / ⊕	⊕ / ○	⊕ / ⊖	⊕ / ⊕	⊕ / ○	○ / ○	⊖ / ○	⊕ / ⊕	– / ○
Preis	210 €	205 €	140 €	200 €	220 €	90 €	90 €	250 €	200 €

[1] gemessen mit Ableton Live an einem Macbook Pro [2] gemessen bei mittlerer Lautstärke und aktiviertem ANC ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht

Das Gute dabei: Innerhalb von wenigen Minuten Ladezeit sind alle Kopfhörer wieder bereit für ein, zwei Stunden Musikgenuss.

Die mitgelieferten Akku-Transportboxen laden die In-Ears unterwegs drei bis viermal komplett wieder auf. Die Boxen selbst laden an einem kurzen USB-C-Kabel (Apple: Lightning) oder auf einer Qi-Ladematte (Apple, Bose, Huawei, Jabra und Samsung). Lediglich die Nuraloops werden ohne Akku-Case geliefert. Sie lädt man über ein mitgeliefertes kurzes USB-Kabel, das magnetisch an die Hörer andockt.

Fazit

Ob zum Sport, Telefonieren oder einfach zum Musikhören auf dem heimischen Sofa: Die Einsatzzwecke für In-Ears sind weit gefächert. Trotz des mitunter guten Klangs und wirkungsvoller Geräuschunterdrückung sollte man sich bewusst sein, dass sie hochwertige Over-Ear-Kopfhörer (noch) nicht vollumfänglich ersetzen können. So luftig leicht wie etwa ein offener Sennheiser HD 600 trug sich und klang keiner der Testkandidaten.

So ist allen neun Probanden gemein, dass langes Musikhören irgendwann ermüdend wird. Über kurz oder lang nervt es, wenn das Ohr verstopft ist. Zudem stört der hohe Grad der Abschottung, der durch die Bauform fast unumgänglich ist. Die Samsung Galaxy Buds sind hier im Vorteil, da sie den Gehörgang nicht luftdicht abschließen. Apple, Bose und Jabra haben besonders wirksame Transparenz-Modi implementiert; so ist man nicht komplett von der Umwelt abgeschirmt.

Für Sportler am besten geeignet sind die Samsung Galaxy Buds Live, da sie relativ sicher im Ohr sitzen und Bewegungsgeräusche des eigenen Körpers nicht so dumpf verstärken. Mangels flexibler Gummimanschetten könnten sie jedoch in manche Ohren nicht passen. Als Alternative bieten sich die Bose QC Earbuds an. Sie klingen ähnlich gut wie die Modelle von Sennheiser und sitzen dank Silikonfinnen relativ fest im Ohr. Mit festem Sitz überzeugen auch die Shure-Hörer. Diese sollte man allerdings vorab ausprobieren, da man sich speziell beim Sport an der voluminösen Bedieneinheit stören könnte.

Preisbewusste Käufer finden neben den Samsung Galaxy Buds Live auch mit den Realme Buds Air Pro passable In-Ears, die sich keine extremen Schwächen leisten.

Klangliebhabern, die nicht so sehr auf den Preis schielen, seien die Apple AirPods Pro sowie die Sennheiser Momentum True Wireless 2 beziehungsweise CX400 empfohlen. Erstere fügen sich nahtlos in das Apple-Universum ein und klingen vergleichsweise neutral. Sennheisers In-Ears erzeugen hingegen einen volleren Klang mit stärkerer Bassbetonung.

(rbr) c't

WILLKOMMEN IN DEN GUTEN ALTEN ZEITEN...

Testen Sie Retro Gamer mit 30 % Rabatt!

2 Ausgaben als Heft oder digital + Geschenk nach Wahl





Jetzt bestellen:

www.emedia.de/rg-mini

(0541) 800 09 126 leserservice@emedia.de eMedia Leserservice, Postfach 24 69, 49014 Osnabrück

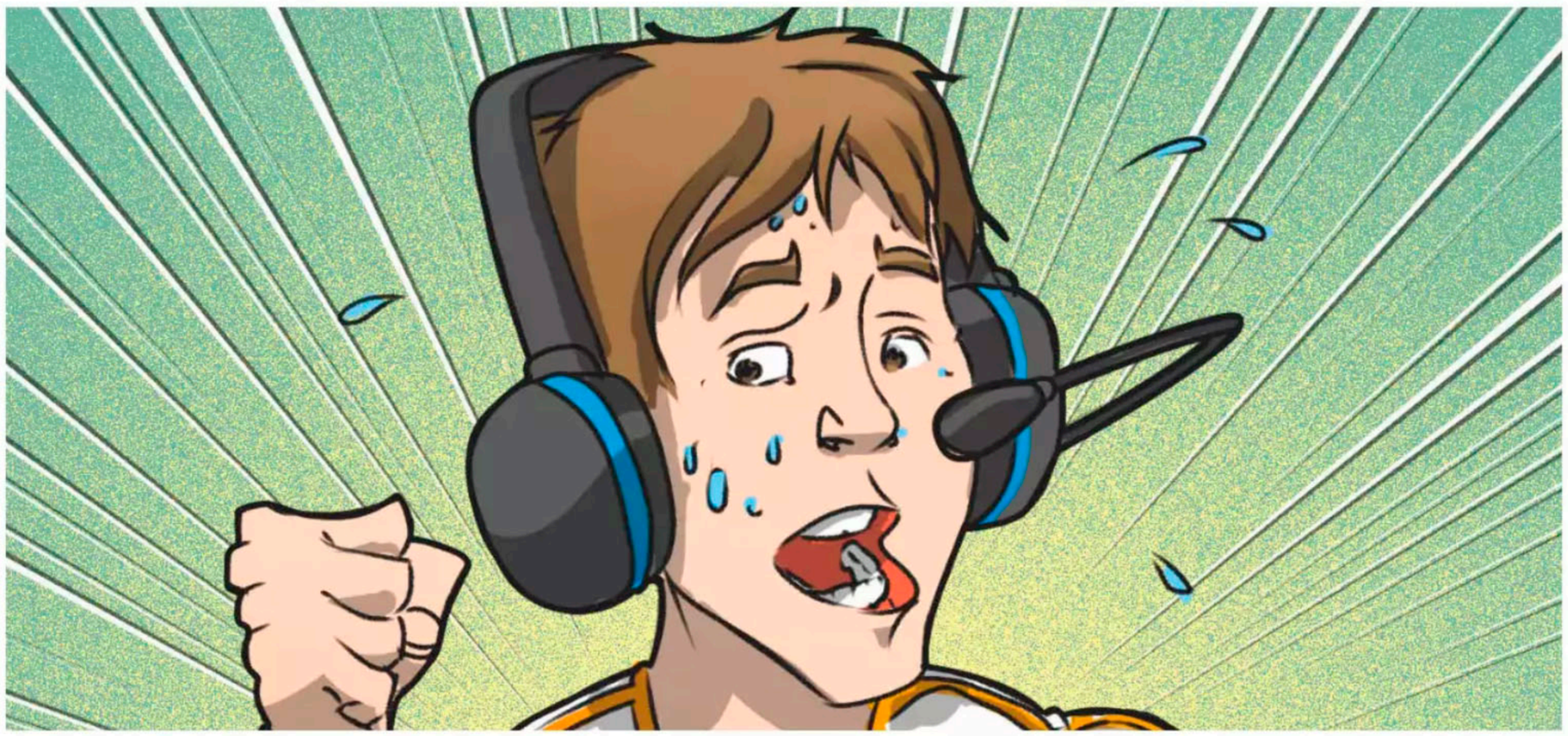


Bild: Thorsten Hübner

Headsets für den Konferenz-Marathon

Wenn Sie im Homeoffice von einer Videokonferenz zur nächsten hetzen, dampfen nach ein paar Stunden Ihre Ohren. Abhilfe schaffen ohrumschließende, offene Headsets, die Sie von Ihrer Umwelt nicht abkapseln.

Von **Hartmut Gieselmann**

Vor Corona waren Headset-Träger hauptsächlich Gamer, mobile Vieltelefonierer und Mitarbeiter in Callcentern. Für sie gibt es eine schier unüberschaubare Vielfalt an Headsets. Die Hersteller bieten diesen Zielgruppen hauptsächlich geschlossene Systeme an, die sie so gut wie möglich vom Lärm in ihrer Umgebung abschotten – im Extremfall mit aktiver Rauschunterdrückung.

Wenn Sie jedoch im Homeoffice oder alleine im Büro sitzen, ist Außenlärm meist kein Problem. Ein abschließendes Headset ist hier kontraproduktiv, weil es den Träger von seiner Umwelt separiert und ihn schneller ermüdet.

Wenn Ihr Arbeitstag aus stundenlangen Videocalls und Telefonaten besteht, tragen Sie idealerweise gar kein Headset, sondern nutzen das Mikro von Computer oder Webcam. Ist das nicht möglich, weil die Nachbarn hinter einer dünnen Wand zu viel mitbekommen oder die Lüfter Ihres Notebooks zu laut in dessen Mikrofon rauschen, dann sollten Sie ein möglichst bequemes, offenes Headset wählen. Ohrumschließende Modelle sind angenehmer zu tragen als ohraufliegende. Ihre Polsterringe übertragen den Anpressdruck auf den Schädel und nicht auf die empfindlichen Ohrmuscheln. Die offene Bauweise vermindert zudem Wärmestau, sodass Sie weniger schwitzen.

Die Auswahl am Markt ist leider sehr klein, weil die Hersteller sich bislang kaum auf den Anwendungsfall „stundenlange Videokonferenzen daheim“

eingestellt haben. Gefunden haben wir lediglich vier Modelle: zwei von Audio-Technica (ATH-ADG1X und ATH-PDG1a) sowie zwei Gaming-Headsets von Epos (Game One und GSP 500). Ihre Preise liegen zwischen 150 und 200 Euro. Als Alternative haben wir ein fünftes Modell aus einem Kopfhörer und einem Ansteckmikrofon zusammengestellt: Als Kopfhörer wählten wir den offenen AKG K702 und ergänzten ihn mit dem ModMic USB von Antlion Audio. Der Kopfhörer ist für 130 Euro zu haben, der ansteckbare Mikrofonbügel für rund 90 Euro.

Stimmumfang

Konsumer-Kopfhörer betonen oft die tiefen Bass-Frequenzen sowie die Höhen. Für Sprachanwendungen ist das jedoch kontraproduktiv, da für die menschliche Stimme vor allem der Mittenbereich ab etwa 200 Hz zählt. Der Bassbereich wird von Videokonferenzprogrammen oft sogar mit einem Hochpassfilter abgesenkt, um störenden Körperschall abzumildern. In den Höhen schneiden viele Videokonferenzprogramme Frequenzen oberhalb von 9 bis 12 kHz ab, um Übertragungsbandbreite zu sparen. Besonders rigoros geht hierbei Microsoft in Teams und Skype vor, die Sprache lediglich bis 7 kHz übertragen. Dabei entfallen jedoch auch für die Verständlichkeit wichtige Zischlaute im Bereich zwischen 8 und 12 kHz.

Auf Sprache optimierte Headsets betonen oft den Mittenbereich, wodurch Stimmen wie aus einem Telefon klingen. Idealerweise sollten Sprecher jedoch möglichst natürlich wirken. Das erreichen Kopfhörer und Headsets mit einem neutralen Frequenzgang, der die Mitten weder absenkt noch über Gebühr betont. Solche Modelle eignen sich auch hervorragend zum Musikhören, da sie Musik so abbilden, wie sie der Produzent in seinem Studio konzipiert hat.

Um den Klang nicht nur subjektiv zu bewerten, messen wir die Kopfhörer an einem kalibrierten Kunstkopf und vergleichen den Frequenzgang mit dem besonders neutralen Modell Sennheiser HD-600 (gelbe Kurve). In den Diagrammen der Einzelbesprechungen können Sie so leicht erkennen, ob ein Modell Bässe oder Höhen stärker betont.

Offene Kopfhörer haben hinter ihrem Schallwandler keine geschlossene Schale und bauartbedingt den Vorteil, dass sie die Höhen natürlicher abbilden und deshalb „luftiger“ klingen. Nachteile haben sie dafür häufig im Bassbereich, wo sie nicht so einfach den nötigen Druck aufbauen wie ein geschlossenes System.



AKG K702 & Antlion Audio ModMic USB

Der K702 ist ein leichter offener Kopfhörer mit relativ großen Muscheln. Aufgrund des geringen Anpressdrucks sitzt er auch über Stunden bequem.
In puncto Luftigkeit und präziser Abbildung ist der K702 gleichauf mit dem Sennheiser HD-600. Im Vergleich fallen lediglich die unteren Mitten des K702 etwas dünner aus, weshalb der Klang etwas weniger Fülle hat.

Mit dem Antlion ModMic USB lässt sich der K702 zu einem Headset ausbauen. Der biegsame Mikrofonarm wird über einen kleinen Magnetpuck befestigt, den man außen an die linke Hörermuschel klebt. Um die etwas fragile Verbindung zu stabilisieren, empfiehlt der Hersteller, die Klebefläche vor dem Aufbringen per Fön zu erwärmen. Antlion liefert drei Ersatzklebchen mit.

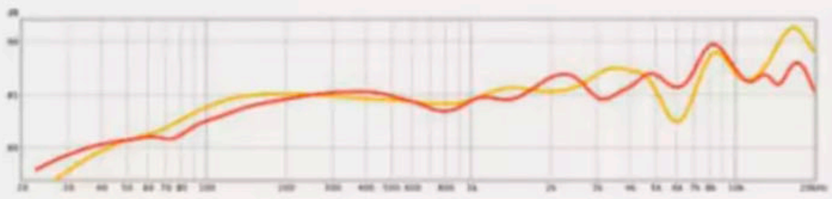
In der Grundeinstellung omnidirektional nimmt das Mikrofon viel von der Raumumgebung auf. Deutlich besser klingen Stimmen, wenn man es auf unidirektional umschaltet. Die Verstärkung des USB-Mikrofons sollte man in der Systemsteuerung aufs Maximum von 15 dB einstellen. Klanglich ähnelt das ModMic dem Mikrofon des Audio-Technika PDG1a. Stimmen sind gut verständlich, lassen es aber in den Höhen etwas an Brillanz vermissen.

bester Kopfhörerklang

angenehm leicht zu tragen

Kabelgefummel mit Mikrofon

Preis: 130 Euro (K702), 89 Euro (ModMic USB)





Audio-Technica ATH-ADG1X

Ähnlich stark im Preis gesunken wie der K702 ist auch das ADG1X von Audio-Technica. Weil es sich um ein Auslaufmodell handelt, können Straßenpreise tagesabhängig zwischen 150 und 200 Euro schwanken.

Die großen Hörerpolster drücken erfreulich sanft auf den Kopf. Die Flügelmechanik im Kopfband spart die empfindliche Fontanelle aus und hat gerade genug Kraft, dass der Kopfhörer nicht rutscht.

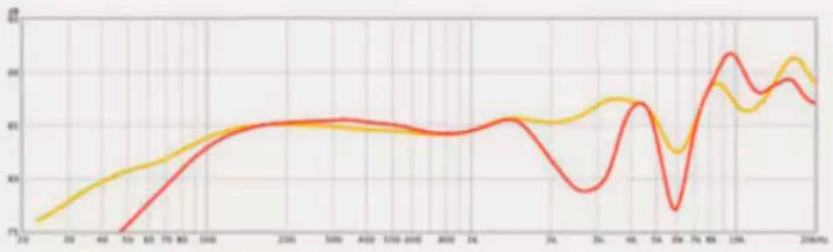
Die luftigen Muscheln lassen Außengeräusche nahezu ungehindert passieren. Im Vergleich zum K702 wirken Stimmen nicht ganz so präsent, was am leichten Einbruch des Frequenzgangs bei 3 kHz liegen mag. Ansonsten ist der Klang jedoch ausgeglichen und bildet Details von Musik und Sprache präzise ab.

Das Mikrofon hat den hellsten Klang im Test und eignet sich selbst für Podcast-Aufzeichnungen. In etwas lauteren Umgebungen landen allerdings etwas mehr Störgeräusche auf der Aufnahme als bei den anderen Kandidaten.

In puncto Klang, Tragekomfort und Handhabung liefert Audio-Technica hier ein tolles Produkt ab, das selbst den Listenpreis von 300 Euro rechtfertigt.

- **toller Klang und Tragekomfort**
- **Podcast-taugliches Mikrofon**
- **Auslaufmodell**

Preis: 150 Euro bis 200 Euro





Audio-Technica ATH-PDG1a

Mit nur 225 Gramm ist das ATH-PDG1a der leichteste Kandidat im Test. Die Hörmuscheln sind deutlich kleiner als beim ADG1X und K702. Der Anpressdruck ist etwas höher, trotzdem kann man auch den PDG1a dank der weichen Polster bequem über Stunden tragen.

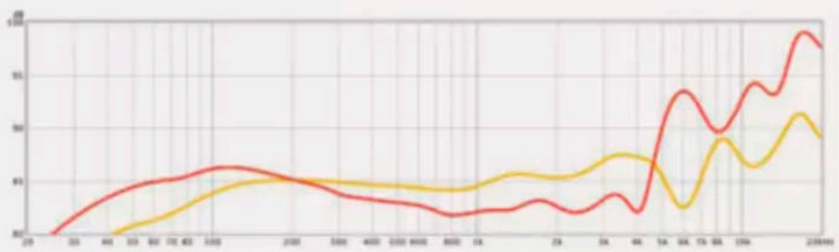
Das Klangbild wirkt sehr luftig und präzise. Auffällig ist die starke Höhenanhebung ab 5 kHz. Die kommt älteren Hörern zugute, deren Ohren in diesem Bereich nachlassen. Jüngeren Hörern erscheinen Zischlaute eventuell etwas zu aufdringlich. Trotzdem wirkt der Klang von Stimmen und Musik voll, transparent und ausgeglichen.

Das insgesamt gute Mikrofon hat einen etwas höheren Nahbesprechungseffekt als das ADG1X. Dadurch betont es tiefe Frequenzen stärker und wirkt nicht ganz so frisch in den Höhen. Der Mikrofonbügel ist fest mit dem austauschbaren Kabel verbunden. Durch die glatte Kabelummantelung bereitet Körperschall durch reibende Kleidung keine Probleme. Der Hersteller legt zusätzlich ein reines Kopfhörerkabel sowie einen Adapter mit zwei Miniklinken für PCs bei.

Alles in allem ist das PDG1a ein sehr leichtes und bequemes wie auch gut klingendes Headset, das für Marathonsitzungen zur ersten Wahl gehört, wenn das ADG1X vergriffen sein sollte.

- **sehr leicht und bequem**
- **transparenter Klang**
- **stark betonte Höhen**

Preis: 169 Euro





Epos Game One

Sennheiser hat vor Kurzem seinen Konzern umgestellt, weshalb das Game One nun von der neuen Firma Epos vertrieben wird.

Der Anpressdruck der ovalen, nicht übermäßig großen Polster ist deutlich höher als bei den Modellen von AKG und Audio-Technica. Für lange Sitzungen ist er uns zu fest. Praktischerweise schaltet sich das Mikrofon aus, sobald man den Bügel nach oben dreht.

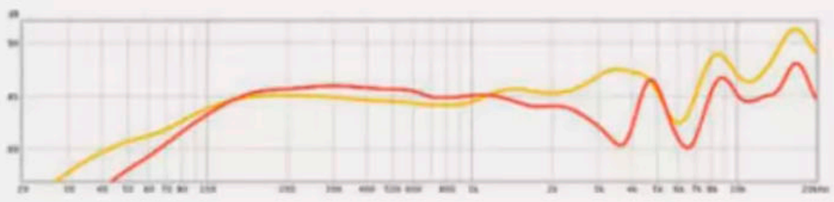
Der Kopfhörer betont die Mitten vergleichsweise stark. Details bildet er in den Höhen nicht besonders präzise ab. Das stört nicht nur bei Musik, auch die Sprachverständlichkeit ist schlechter als bei AKG und Audio-Technica. Die typische Luftigkeit offener Kopfhörer fehlt. Im Vergleich zum GSP 500 wirkt das Klangbild natürlicher und nicht so stark verfärbt.

Das Mikrofon ist auf Telefon-Sound getrimmt. Durch die starke Mittenbetonung werden Störgeräusche effizient verringert. Die Stimme verliert dadurch aber viel von ihrer Natürlichkeit. Das textilumantelte Kabel ist zwar robust, wenn es jedoch an der Kleidung schubbert, ist der Körperschall auf der Aufnahme zu hören.

Angesichts des Preises von 179 Euro hätten wir vom Klang und Tragekomfort mehr erwartet.

- **robuste Konstruktion**
- **mäßiger Tragekomfort**
- **mittenbetonter, unpräziser Klang**

Preis: 179 Euro





Epos GSP 500

Mit einem Gewicht von 358 Gramm ist das GSP 500 deutlich klobiger als die übrigen Headsets. Schwenkt man den Mikrofonarm nach oben, schaltet es automatisch stumm. Die Kopfhörerlautstärke stellt man an der rechten Muschel ein.

Der variable Anpressdruck ist selbst auf der niedrigsten Stufe deutlich höher als bei den übrigen Kandidaten. Zwar sind die Polster etwas größer und weicher als beim Game One, trotzdem war uns der hohe Druck bereits nach wenigen Minuten unangenehm.

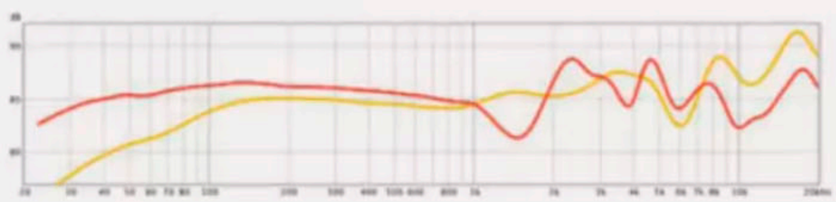
Das Klangbild wirkt unnatürlich verfärbt. Im Vergleich zum Game One betont das GSP 500 die Bässe stärker. Allerdings fehlt es im an Präzision, wodurch Details untergehen und der Sound aufgedunsen wirkt. Stimmen fehlt es an Klarheit und Präsenz, Zischlaute treten unangenehm hervor. Das stört bei Musik mehr als bei der Sprachübertragung.

Der Telefonsound des Mikrofons unterscheidet sich wenig von dem des Game One. Stimmen klingen hier etwas heller und dünner. Umgebungsgeräusche blendet das Mikrofon wirkungsvoll aus. Wenn jedoch das textilumwickelte Kabel am Hemdkragen reibt, ist dies deutlich auf den Aufnahmen zu hören.

Unabhängig vom Preis konnte uns das GSP 500 weder klanglich noch beim Tragekomfort überzeugen.

- **robuste Konstruktion**
- **unangenehm hoher Anpressdruck**
- **verfärbter, unpräziser Klang**

Preis: 199 Euro



Mikrofone

Idealerweise platzieren Sie den Mikrofonarm Ihres Headsets etwa zwei bis drei Finger breit entfernt von Ihrem Mundwinkel, sodass die Mikrofonkapsel zur Mundmitte zeigt. Störende Schallreflexionen lassen sich so besser unterdrücken als bei Headsets ohne Mikrofonarm, deren Mikrofonkapseln direkt in die Hörermuscheln eingebaut sind. Beim ModMic USB stellen Sie dazu am Mikrofon die Richtcharakteristik von omnidirektional (Kugelcharakteristik) auf unidirektional um.

Anschluss

Alle vier Headsets lassen sich über eine vierpolige Miniklinke (3,5 mm TRRS) an Notebooks und Smartphones mit Kopfhörerausgang anschließen. Für PCs mit separaten Buchsen für Kopfhörer und Mikrofon liegen entweder Adapter, Verlängerungs- oder Austauschkabel bei.

Die Kombination aus AKG K702 und ModMic USB ist etwas fummeliger: AKG liefert dem Kopfhörer ein Kabel mit drei Metern Länge mit. Das USB-Kabel des ModMic-Mikrofons ist aber nur zwei Meter lang. Beiliegende Clips und zusätzliche Kabelbinder helfen, den Strippensalat zu bändigen. Alternativ zur getesteten USB-Version bietet Antlion Audio auch Modelle mit analogem 3,5-mm-Klinkenanschluss und Bluetooth an. Letzteres funktionierte im Kurztest tadellos und verringerte den Kabelsalat (siehe Seite 101).

An allen vier Headsets können Sie die Lautstärke über ein kleines Rädchen am Kabel oder an der Hörmuschel einstellen. Damit Sie die volle digitale Auflösung Ihres Kopfhörerausgangs am Rechner nutzen, sollten Sie dort die Lautstärke auf Maximum beziehungsweise 0 dB einstellen und den Pegel am Headset regulieren.

Audio-Technica und Antlion Audio statten ihre Mikrofone zusätzlich mit einem Mute-Schalter am Kabel aus. Aufgrund der etwas verwirrenden Beschriftung ist aber oft nicht klar, wann das Mikrofon offen ist und wann nicht. Geschickter hat es Epos gelöst, dessen Mikrofone sich automatisch ein- und ausschalten, wenn Sie den Mikrofonbügel hoch und runter klappen.

Fazit

In puncto Klangqualität ist AKGs Kopfhörer K702 den Headsets weit voraus. Zum Straßenpreis von 130 Euro erreicht er fast das Niveau des mehr als doppelt so teuren HD-600 von Sennheiser und überzeugt sowohl bei stundenlangen Konferenzen als auch beim Musikhören. Die Kombination mit dem gut klingenden Antlion-Mikrofon ist etwas fragil. Mikrofon- und Kopfhörerkabel sind unterschiedlich lang. Ein Tischmikrofon wie das günstige

Offene Headsets für Videokonferenzen

Modell	K702 + Modmic USB	ATH-ADG1X	ATH-PDG1a	Epos Game One	Epos GSP 500
Hersteller	AKG & Antlion Audio	Audio-Technica	Audio-Technica	Epos	Epos
Webseite	de.akg.com, antlionaudio.com	www.audio-technica.com	www.audio-technica.com	www.eposaudio.com	www.eposaudio.com
Bauweise	dynamisch, offen, ohrumschließend	dynamisch, offen, ohrumschließend	dynamisch, offen, ohrumschließend	dynamisch, offen, ohrumschließend	dynamisch, offen, ohrumschließend
Gewicht	235 g + 20 g	285 g	225 g	300 g	358 g
Anschluss	Kopfhörer: 3,5 mm TRS Miniklinke (Adapter auf 6,3 mm), Mikro: USB	3,5 mm TRRS, 2 x TRS Miniklinke	3,5 mm TRRS / TRS, 2 x TRS Miniklinke	3,5 mm TRRS, 2 x TRS Miniklinke	3,5 mm TRRS, 2 x TRS Miniklinke
Kabel	Kopfhörer: 3,0 m, wechselbar, Mikro: 2,0 m	1,2 m / 2,0 m Verlängerung	1,2 / 2,0 m, Y-Adapter, wechselbar	1,2 / 3,0 m, wechselbar	1,2 / 2,5 m, wechselbar
Mute / Lautstärke	✓ / –	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Nenn-Impedanz	62 Ohm	48 Ohm	39 Ohm	50 Ohm	28 Ohm
Bewertung					
Klang Sprache / Musik	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕	○ / ○	○ / ⊖
Mikrofon	⊕	⊕⊕	⊕	○	○
Tragekomfort	⊕⊕	⊕⊕	⊕	○	⊖
Handhabung	○	⊕	⊕⊕	⊕	⊕
Preis (Straße)	130 + 89 €	150 bis 200 €	169 €	179 €	199 €

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

CAD Audio U29 für 39 Euro ist in manchen Fällen eine praktische Alternative.

Bei den Headsets spielt Audio-Technica die Stärken offener Kopfhörer deutlich besser aus als Epos. Besonders angetan hat uns das Auslaufmodell ATH-ADG1X. Vom Tragekomfort zieht es mit dem K702 gleich, klingt im direkten Vergleich jedoch nicht ganz so luftig und offen. Das Mikrofon ist mit seiner hellen und klaren Stimmaufnahme durchaus Podcast-tauglich. Wer im Handel noch eins findet, sollte zugreifen.

Das aktuelle ATH-PDG1a ist zwar 60 Gramm leichter, die kleineren Polster drücken aber etwas kräftiger auf den Kopf. Der Klang ist gut, erst im direkten Vergleich mit dem K702 und HD-600 fällt bei Musik auf, dass das PDG1a es ein kleines bisschen in den Höhen übertreibt. Wenn das ADG1X vergriffen sein sollte, ist das PDG1a für Sitzungsmarathons eine exzellente Wahl.

Die beiden Gaming-Headsets von Epos fallen gegenüber den Audio-Technica-Modellen ab. Ihre Höhen sind nicht so luftig, Details gehen verloren. Der GSP 500 klingt seltsam verfärbt; der mittenbetonte Klang des etwas günstigeren Game One wirkte für unsere Ohren natürlicher.

Die Mikrofone übertragen Sprecher klar verständlich und blenden Raumgeräusche wirkungsvoll aus. Der Telefon-Sound erreicht zwar keine Podcast-Qualität, ist für Besprechungen aber okay. Die klobigen Konstruktionen beider Headsets sind zwar stabil, für lange Sitzungen aber so gut geeignet wie Springerstiefel für einen Marathonlauf. Da sich Sennheiser mittlerweie komplett von Epos getrennt hat, darf man gespannt sein, welche Headsets beide Hersteller künftig entwickeln und ihr Konzept mit offenen Kopfhörermuscheln verbessern.

(hag) c't

Kopfhörer in ein Headset transformieren

Antlion Audio bietet neben der mit dem AKG-Kopfhörer getesteten Kabel-Version seines Mikrofons auch eine Bluetooth-Variante an, die den Kabelsalat deutlich reduziert.



Wenn Sie Ihren Kopfhörer zu einem Headset ausbauen wollen, können Sie ihn einfach mit dem Modmic Wireless erweitern. Dazu kleben Sie dieses mit dem mitgelieferten kleinen Magnetpuck an die rechte oder linke Muschel und richten den flexiblen Mikrofonarm auf Ihren Mundwinkel aus. Im Unterschied zu den günstigeren Kabelmodellen von Antlion Audio gibt es hier weniger Fummelei.

Das Mikro nutzt statt Bluetooth eine eigene Funkübertragung mit zehn Metern Reichweite zum mitgelieferten USB-Empfänger. Das Pairing funktioniert simpel und zuverlässig auf Knopfdruck. Ein Knopf am Mikrofonsender schaltet die Stummschaltung ein oder aus. Am Empfänger leuchtet dann eine rote Lampe.

Das Mikrofon nimmt Sprache überaus klar und rauscharm auf, reagiert allenfalls etwas empfindlich auf Poplaute. Wenn es im Raum unruhig wird, schieben Sie dem Schalter von der Kugel- auf Nierencharakteristik. Die Stimme klingt dann etwas dumpfer, weil die obere Grenzfrequenz von 20 kHz auf 10 kHz sinkt.

Der Akku hält laut Hersteller zwölf Stunden und lässt sich im Betrieb per USB-Kabel laden. Der USB-Empfänger wird als Standard-Audio-Interface ohne Treiber erkannt. Seine Eingangslatenz lag im Test bei 44 ms (48 kHz, 32 Samples Puffer) – bei Videoaufnahmen bleiben Mundbewegungen und Sprache synchron.

Insgesamt überzeugt das Modmic Wireles mit einfacher Handhabung und guter Klangqualität.

Modmic Wireless

Funkmikrofon zur Ergänzung von Kopfhörern	
Hersteller	Antlion Audio, antlionaudio.com
Anschluss	USB-A (48 kHz, 16 Bit)
Preis	circa 130 €

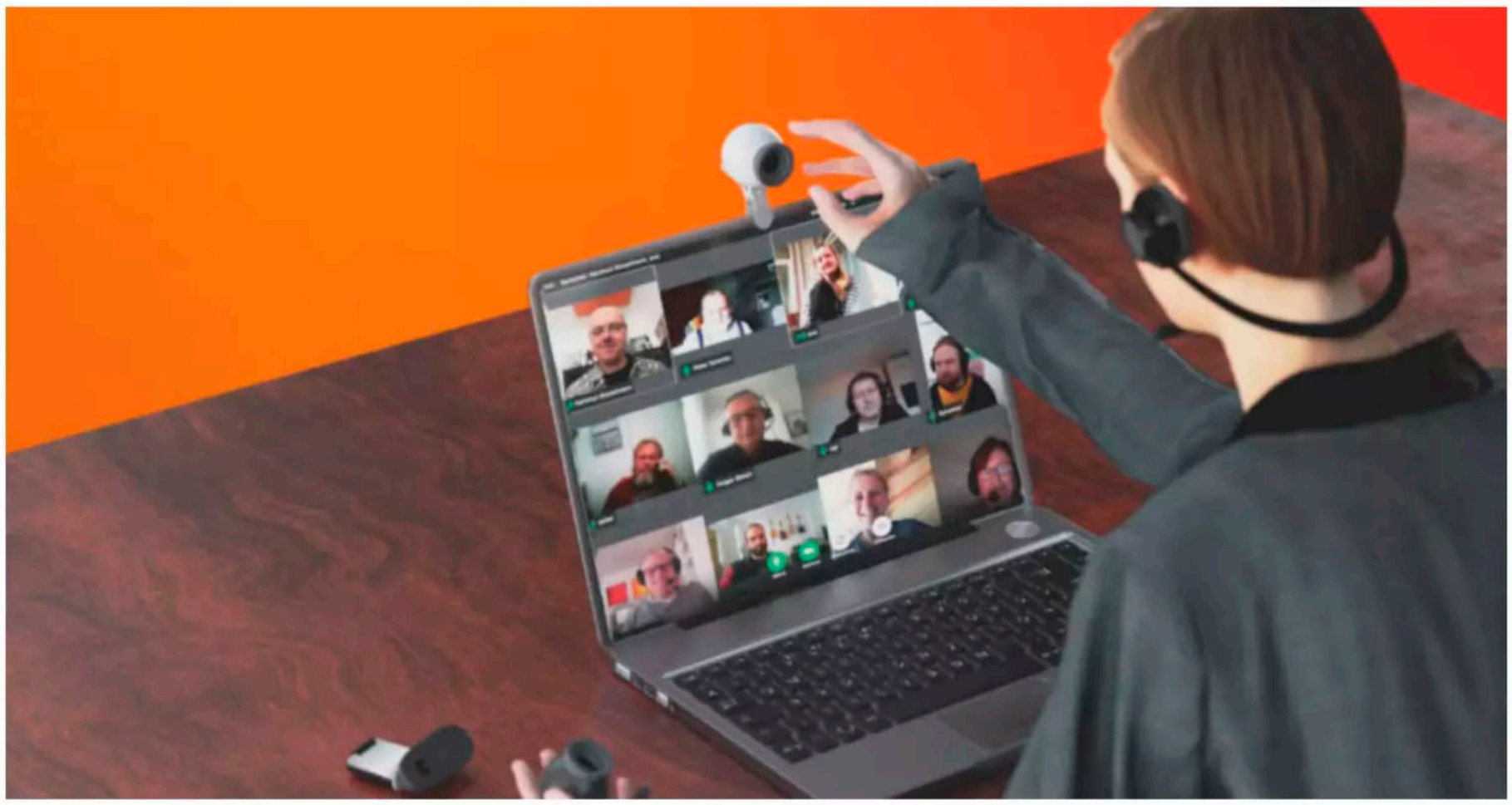


Bild: Andreas Martini

Acht Webcams fürs Webmeeting

Die in Notebooks eingebauten Kameras setzen ihre Nutzer nicht besonders vorteilhaft in Szene. Wer in der Videoschalte mit Kollegen und Kunden gut rüberkommen möchte, sollte zur externen Webcam greifen.

Von **Ulrike Kuhlmann**

Bezahlbare Webcams fürs Homeoffice wurden schon mit Beginn des ersten Lockdowns Ende März extrem knapp – „ausverkauft“, hieß es bei den meisten Händlern. Inzwischen werden wieder Kameras angeboten, vor allem von chinesischen Herstellern. Beim Design orientieren sie sich meist an den etablierten Marken. Ob die Chinaware hält, was ihr Äußeres verspricht, haben wir in einem Test untersucht.

Die Marktführer Logitech und Microsoft konnten lange keine ausreichenden Stückzahlen liefern. Inzwischen findet man wieder Angebote und auch die Preise sind etwas gefallen. So kostete beispielsweise Logitechs C920 zwischenzeitlich locker das Doppelte des vom Hersteller empfohlenen Preises. Aktuell bekommt man sie wieder für 90 Euro, vor Corona gab es die C920 schon ab 60 Euro.

Installation

Gerade wer häufiger zwischen Büro und Homeoffice wechselt, braucht eine möglichst einfache, stabile Befestigung der Webcam. Falls Sie einen Monitor nutzen, können Sie die Kamera oben draufklemmen. Die Webcams besitzen dafür Halterungen mit Klapp, Neige- und Drehgelenken. Hier offenbarte der Test



Der preiswerten Webcam (Mitte) fehlt das dritte Klappgelenk der Logitech-Kameras (links); sie sitzt deshalb nicht so fest auf dem Monitor oder Notebook. Microsoft nutzt einen flexiblen Silikonstreifen zur Befestigung (rechts).

erste Unterschiede: Die günstigen Webcams ähneln zwar ihren Vorbildern von Logitech, doch es fehlt ihnen das entscheidende dritte Klappgelenk, um sie sicher auf dem Monitor zu befestigen. Auf dünnen Notebooks bewahrte einige Webcams nur die Schwerkraft vor dem Einknicken. Die Webcam von Microsoft hält ein biegsamer Silikonstreifen auf schlanken Monitorrahmen und dünnen Notebooks.

Da man Webcams möglichst auf Augenhöhe oder ein wenig darüber befestigen sollte, greifen Sie am Notebook besser zu einem Kamerastativ. Viele Webcams besitzen ein passendes Gewinde im Fuß – wir haben das in der Tabelle vermerkt. Auf ihrem Fuß steht übrigens jede hier getestete Webcam von allein. Allerdings steht die Kamera direkt auf dem Schreibtisch zu tief, Sie schauen dann ungünstig auf Ihre Gesprächspartner herab.

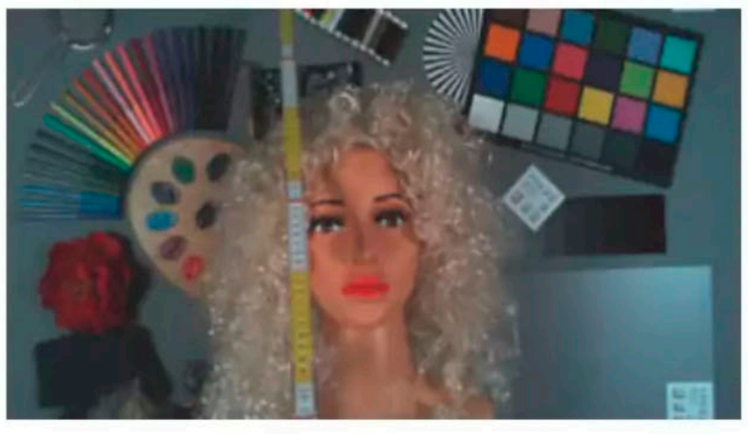
Nachdem Sie die Webcam montiert und per USB verbunden haben, müssen Sie unter Windows nichts weiter tun: Alle Kameras im Test richteten sich per Plug & Play ein und waren in weniger als einer Minute einsatzbereit. Alle funktionieren prinzipiell auch unter macOS und Linux; getestet haben wir unter Ubuntu und mit Microsofts Videoprogramm Teams.

Erfassungsbereich

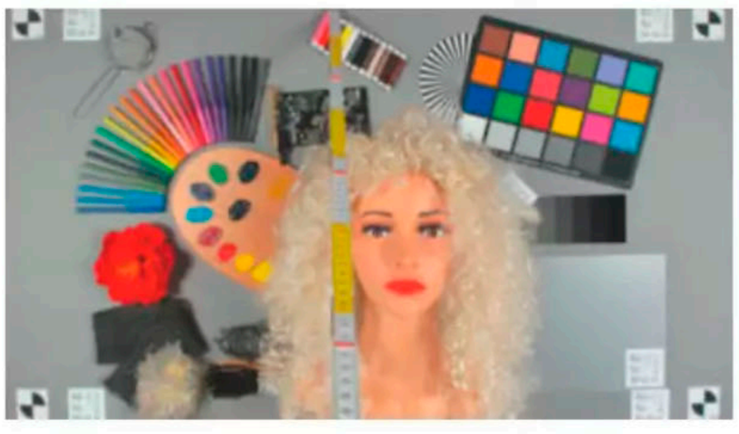
Das von der Kamera erfasste Sichtfeld, das sogenannte Field-of-View (FoV), sollte für Webmeetings aus dem Homeoffice nicht zu groß sein, denn sonst sehen die Kollegen vor allem das heimische Arbeitszimmer und Sie selbst verschwinden in dieser Kulisse. Rücken Sie die Kamera stattdessen zu nah heran, besteht die Gefahr ungünstiger Verzerrungen. Ist der Erfassungswinkel zu klein, klebt Ihr Gesicht quasi mit der Nase am Schirm des Gegenübers – was dieser eher unangenehm finden dürfte.

Üblich sind Sichtwinkel um 75 Grad, viel mehr als 80 Grad sollten es fürs Homeoffice nicht sein, viel weniger als 70 Grad auch nicht. Sehr weitwinklige Kameras benötigt man nur in Konferenzräumen, wenn mehrere Personen gleichzeitig zu sehen sein sollen. Dort empfehlen sich aber echte Konferenzkameras mit entsprechenden Zusatzausstattungen, etwa die in [1] getestete Owl.

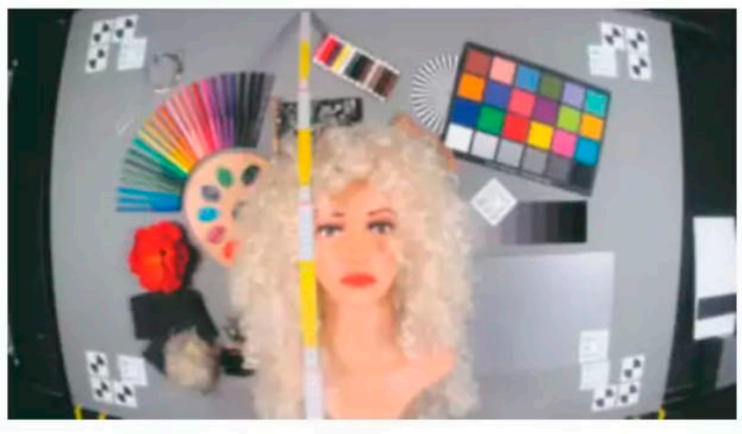
Wir haben die Sichtfelder der Webcams gemessen und zusätzlich den Erfassungsbereich aus einem Abstand von 60 Zentimetern zwischen Webcam und der Stirn unseres Fotomodells im Bild festgehalten. Drei typische Beispiele sehen Sie auf Seite 103 unten, alle weiteren finden Sie unter ct.de/w6tj.



Microsofts HD-3000 hat ein angemessenes Sichtfeld fürs Homeoffice, das Bild ist jedoch zu dunkel und etwas unscharf.



Das Sichtfeld von Logitechs Brio lässt sich einstellen, hier sind es 78 Grad.



Das Sichtfeld der Kogolike-Webcam ist zu groß, das Bild stark kissenförmig verzerrt.



Anivia USB Webcam Full HD 1080p

Die große Schärfentiefe und der große Einblickwinkel der Webcam lassen den Hintergrund im Homeoffice überdeutlich – und kissenförmig verzerrt – zutage treten. Immerhin wird auch das Gesicht davor scharf wiedergegeben. Die Kamera führt die Belichtung gleichförmig nach, Lichter überstrahlen leicht, Hautfarben gelingen natürlich. Der übertragene Ton klingt wie unter Wasser aufgenommen. Positiv sind das wertige Gehäuse, der Objektivdeckel und der stabile Sitz auf dem Monitor.

- **wertiges Gehäuse, stabiler Sitz**
- **natürliche Hautfarben**
- **unbrauchbares Mikrofon**



Aukey Webcam 1080p Full HD mit Stereo-Mikrofon

Das Bild der Aukey-Webcam ist matt und leicht grünstichig, sehr helle Bereiche differenziert sie nicht. Gesichter wirken dadurch zu blass und kränklich. Die Kamera stellt nur den Bereich in 15 bis 25 Zentimeter Entfernung halbwegs scharf dar. Das weitwinklige Bild mit 98 Grad Sichtfeld taugt nicht fürs Homeoffice, immerhin gibt es hier keine Kissenverzerrung. Der übertragene Ton klingt dumpf und hallt, im Test hängte sich die Kamera öfters auf.

- **stabile Klemmbefestigung**
- **stellt nur sehr nah dran scharf**
- **Bild etwas grünstichig und zu hell**

Beleuchtung

Zusätzlich haben wir Bilder bei zwei typischen Umgebungshelligkeiten von 100 Lux und 440 Lux aufgenommen – im Büro liegt die Lichtstärke je nach Tageszeit, Arbeitsplatz und Messpunkt zwischen 100 und 700 Lux; Richtung Fenster wird es heller. Einige Webcams kamen in dunkler Umgebung nicht gut zurecht, andere haben stets überbelichtet, wodurch Gesichter fahl wirken und störende Glanzlichter auf der Stirn erscheinen. Insbesondere an Hautfarben erkennt der Mensch, ob Farbmischung und Belichtung passen. Taucht hier ein ungesunder Farbstich auf, registriert man das sofort.

Damit die Webcam Sie im Meeting möglichst vorteilhaft wiedergibt, können Sie mit der passenden Beleuchtung ein wenig nachhelfen: Das Umgebungslicht muss möglichst gleichmäßig sein. Ein Platz am Fenster, bei dem das Sonnenlicht im Laufe des Meetings mal auf Ihre Wangen fällt und mal hinter den Wolken verschwindet, ist für die meisten Webcams Gift, ihre Helligkeitsregelung fängt an zu „pumpen“ oder scheitert ganz.

Rücken Sie besser weg vom direkten Licht oder hängen Sie vor das Fenster einen dünnen farbneutralen Vorhang. Sollte es insgesamt eher dunkel im Raum sein, richten Sie eine seitlich zu Ihnen stehende Lampe auf die weiße Wand oder ein reflektierendes Tuch auf der anderen Seite neben sich, um Ihren Oberkörper besser auszuleuchten. Das Tuch kann dann zugleich als Raumteiler für die Videokonferenz dienen.



Kogolike Webcam 1080P mit Mikrofon

Die Kamera von Kogolike hat einen Schärfentiefebereich von gerade mal 20 Zentimetern, alles außerhalb verschwimmt. Wer scharf dargestellt werden möchte, muss circa 40 Zentimeter nah ans Objektiv heranrücken. Die Webcam folgt verändertem Umgebungslicht nur langsam, sie belichtet stets etwas über und rauscht vor sich hin. Der übergroße Sichtwinkel und die kissenförmig verzerrte Darstellung sind fürs Homeoffice ungünstig. Positiv sind der Linsendeckel und das mitgelieferte Ministativ.

- **akzeptabler Ton**
- **nur im Nahbereich scharf**
- **stets überbelichtet**



Logitech Brio Webcam 4K

Die 4K-Webcam von Logitech unterstützt 1080p/60 Hz und HDR, besitzt einen IR-Sensor für die Gesichtserkennung mit Windows Hello sowie ein dreistufig einstellbares Sichtfeld. Darin stellt sie den Bereich zwischen etwa 20 und 70 Zentimetern scharf. Die wertige Kamera sitzt sicher auf dem Monitor, allenfalls gestört durch das sperrige USB-C-Kabel. Die dargestellten Farben geraten sehr satt, Gesichter erscheinen etwas gelblich, wirken aber nicht unangenehm. Belichtung und Schärfe führt die Brio flüssig nach.

- **hohe Auflösung, Schärfe, satte Farben**
- **stabiler Sitz**
- **etwas gelbstichiges Bild**

Bildschärfe

Die Bildschärfe sollte die Kamera automatisch anpassen. Bei einem manuellen Fokus müssen Sie vor Konferenzbeginn am Objektiv herumfummeln. Mit einem Fixfokus wird dagegen alles scharf dargestellt, was im Bereich der Schärfentiefe der Kamera liegt – im Test war dann oft vor allem der Hintergrund scharf. Gute Webcams haben einen Autofokus. Ist die Schärfentiefe der Kamera gering, trennt sich Ihr Gesicht vom Hintergrund, sofern der Schärfebereich zum Abstand zwischen Gesicht und Kamera passt. Welche Schärfentiefe die Kameras aus 60 Zentimetern zum Gesicht erreichen, haben wir mit einem ins Bild gehaltenen Zollstock geprüft. Auch diese Fotos finden Sie unter ct.de/w6tj.

Einige der Webcams neigen dazu, die Bilder zu überschärfen, oft gepaart mit einer Überbelichtung. Dadurch entstehen harte Konturen und grobe Bartstoppeln, scharf wird die Darstellung trotzdem nicht. Ein Tipp: Ist die Wiedergabe im Meeting sehr verrauscht oder zeigt starke Komprimierungsartefakte, deaktivieren Sie die Webcam im Programm kurzzeitig.

Die Bildschärfe hängt aber auch von der Sensorauflösung ab: Von Webcams mit weniger als Full HD mit 2,1 Megapixeln (1920 × 1080 Bildpunkte) sollten Sie die Finger lassen. Im Test zeigten sich bereits merkliche Unterschiede bei Sensoren mit der geringeren HD-Auflösung (1280 × 720 Pixel), wie sie Microsofts HD-3000 und Creatives Live! Cam Sync HD nutzen. Letztere haben wir am Ende aus dem



Logitech C922/C920 HD Pro Webcam

Die C922 beherrscht 60 Hertz bei reduzierter HD-Auflösung, ansonsten unterscheiden sich die beiden C92x-Kameras nur im Zubehör. Beide erzeugen eine ausgewogene Farbdarstellung und führen Belichtung und Schärfe flüssig nach. Das Bild ist etwas dunkel, das Sichtfeld passt fürs Homeoffice. Bei unserer C922 lag der Autofokus leicht daneben, was wohl zahlreiche Logitech-Geräte betrifft. Den Fehler können Sie selbst beheben [2] oder die Kamera umtauschen. Der übertragene Ton ist brauchbar, der Kamerasitz stabil.

- **gut sitzende Webcam**
- **Sichtfeld passend fürs Homeoffice**
- **teilweise Autofokus-Probleme**



Microsoft LifeCam HD-3000

Die HD-3000 löst nur 1280 × 720 Bildpunkte auf, die Darstellung wirkt entsprechend undeutlich. Störender ist der lahme Korrekturalgorithmus, der die Bildhelligkeit stufenweise hochpumpt und Farbtemperatur und Schärfe langsam nachführt. Die Kamera lässt sich anders als das Studio-Pendant nicht stabil am Monitor befestigen. Da man den Kamerakopf nur seitlich drehen, aber nicht seine Neigung verstellen kann, wirft die korrekte Ausrichtung zusätzlich Probleme auf.

- **ordentlicher Klang**
- **pumpende Belichtungskorrektur**
- **zu dunkles Bild**

Test genommen, weil sie nicht mehr erhältlich ist. An einer weiteren Webcam mit 640 × 480 Pixeln wurde klar, dass 480p-Auflösung für ein akzeptables Bild nicht ausreicht. Logitechs Brio nutzt einen Sensor mit 4K-Auflösung (3840 × 2160 Bildpunkte) – das braucht man für Webmeetings nicht zwingend, es schadet aber nicht. Um die Brio zu betreiben, benötigen Sie einen USB-3.0-Port.

Bewegungen

Da man sich während einer Videokonferenz üblicherweise nicht besonders schnell bewegt, reichen 30 Hertz Bildwiederholfrequenz bei der Aufnahme normalerweise aus. Falls die Schärfe- und Belichtungskorrektur der Webcam jedoch zu lahm reagiert, wird das Gesicht schon beim Kopfschütteln unscharf. Manche Webcams wählen bei schlechten Lichtverhältnissen sehr lange Belichtungszeiten, was ebenfalls zu verschwommenen Bewegtbildern führen kann.

Kameras mit 60 Hertz benötigt man vor allem fürs Streamen von Videos etwa zu YouTube. Im Test unterstützen das die beiden Logitech-Webcams, wenn man ihre Auflösung reduziert: Die C922 Pro Stream kann 1280 × 720 Bildpunkte mit 60 Hertz streamen (720p/60 Hz), die Brio schafft 60 Hertz bei Full HD (1080p/60 Hz).

Anstelle einer ausgewachsenen Webcam können Sie zum Streamen und für Videokonferenzen auch das Smartphone nutzen. Welche Apps Sie dazu benötigen, erklären wir in [3]. Sollten Sie noch eine Actioncam herumliegen haben, kann auch diese



Microsoft LifeCam Studio

Die elegante Webcam von Microsoft sitzt mit ihrem simplen Flexhalter erstaunlich sicher auf dem Monitor. Man kann sie seitlich und in der Vertikalen schwenken, was die Ausrichtung erleichtert. Das Bild gerät etwas zu dunkel, Hautfarben sehen aus wie nach einem langen Urlaub in der Karibik. Die Belichtung regelt die Studio langsam stufenweise nach, die Schärfentiefe reicht gerade bis etwa 60 Zentimeter. Die Audioübertragung klingt etwas dumpf, ist aber gut verständlich.

- ⬆ **gutes Sichtfeld fürs Homeoffice**
- ⬆ **ordentlicher Klang**
- ⬇ **pumpende Belichtungskorrektur**



Wansview Webcam 1080P mit Mikrofon

Die Webcam von Wansview überzeichnet kontrastreiche Kanten, verzerrt das Bild kissenförmig und scheitert an hellen Lichtern. Hauttöne gibt die Kamera nur etwas zu dunkel wieder, allerdings stören Komprimierungsartefakte in Gesichtern, etwa auf der Stirn und an Bartstoppeln. Mangels drittem Klappgelenk sitzt die Webcam sehr instabil auf dem Monitor und kippt schnell nach vorn über – was nervt, weil man ihren Fokus vorn am Objektivring manuell einstellen muss.

- ⬆ **natürliche Farbmischung**
- ⬇ **stark überzeichnetes Bild**
- ⬇ **instabiler Sitz**

Literatur

[1] Kim Sartorius, **Konferenz-Eule**, Meeting Owl Pro für Videokonferenzen, c't 19/2020, S. 100

[2] Merlin Schumacher, **Tipps & Tricks**, Logitech Webcam liefert unscharfe Bilder, c't 9/2020, S. 177

[3] Jörg Wirtgen, **Das Smartphone als Webcam**, c't Home & Office 2021, S. 66

[4] Rudolf Opitz, **Videokonferenz mit Action**, Actioncams als Ersatz für überteuerte Webcams, c't 18/2020, S. 150

Weitere Infos

ct.de/w6tj

die Webcam ersetzen. Was Sie dabei beachten müssen, haben wir in [4] beschrieben.

Audioqualität

Die Mikrofone in den meisten Webcams sorgen nicht für ordentliche Sprachqualität – der übertragene Ton klingt oft dumpf, blechern oder wie unter Wasser. Auch wenn fast alle Hersteller die Rauschunterdrückung der eingebauten Mikrofone preisen, blieben Nebengeräusche gerade bei den günstigen Geräten störend hörbar.

Nutzen Sie deshalb besser ein zusätzliches Headset, denn die Audioqualität entscheidet mindestens so stark wie die Bildqualität darüber, wie gut Sie beim Gegenüber ankommen. Im Privaten genügen per Bluetooth angebundene In-Ears, im professionellen Bereich sollten Sie auf ein drahtgebundenes Headset mit ordentlichem Mikro setzen. Was Sie bei deren Auswahl beachten sollen, haben wir im Artikel ab Seite 96 zusammengefasst.

Fazit

Für den Chat mit den Großeltern reicht auch die im Notebook eingebaute Kamera, für professionelle Webmeetings lohnt sich dagegen die Anschaffung einer ordentlichen Webcam. Die vier günstigen No-Name-Webcams in diesem Test zeigten allesamt merkliche Schwächen. So verzerren drei das Bild unübersehbar in Kissenform, alle haben ein reichlich großes Sichtfeld sowie Probleme mit dem pas-

senden Schärfebereich. Immerhin gelingt zwei Geräten die halbwegs natürliche Wiedergabe von Hautfarben.

Die etablierten Hersteller Logitech und Microsoft machen insgesamt einen besseren Job, ihre Webcams sind aber zumindest derzeit deutlich teurer. Die Mehrausgabe lohnt sich für alle, die beruflich auf den guten ersten Eindruck angewiesen sind.

Beide Microsoft-Webcams schwächelten etwas bei der Belichtungskorrektur, wobei das nur bei der HD-3000 wirklich gestört hat. Die besten Bilder, aber auch die teuersten, liefert Logitechs Brio mit 4K-Auflösung. Abstriche muss man hier nur beim Ton machen: Das eingebaute Mikro unterdrückt zwar Störgeräusche, klingt aber dumpf und scheppert etwas. Die unkomplizierten C92x-Modelle von Logitech empfehlen sich als preiswertere Webcam-Alternative zur Brio. Ärgerlich sind hier nur die möglichen Probleme des Autofokus [3], doch online gekaufte Geräte kann man ja problemlos umtauschen. (uk) c't

Webcams für Videokonferenzen

Produkt	PC-Kamera mit Mikrofon	Webcam 1080p Full HD mit Mikrofon	Webcam 1080p mit Mikrofon	Brio Webcam 4K	HD Pro Webcam C922/C920	LifeCam HD-3000	LifeCam Studio for Business	Webcam 1080P mit Mikrofon
Hersteller	Anivia	Aukey	Kogolike	Logitech	Logitech	Microsoft	Microsoft	Wansview
Videoauflösung (Seitenverhältnis)	1920 × 1080 (16:9)	1920 × 1080 (16:9)	1920 × 1080 (16:9)	3840 × 2160 (16:9)	1920 × 1080 (16:9)	1280 × 720 (16:9)	1920 × 1080 (16:9)	1920 × 1080 (16:9)
Fotoauflösung	2,1 Megapixel, Full HD	2,1 Megapixel, Full HD	2,1 Megapixel, Full HD	8,3 Megapixel, UHD (4K)	2,1 Megapixel, Full HD	0,9 Megapixel, HD	2,1 Megapixel, Full HD	2,1 Megapixel, Full HD
max. Bildwiederholfrequenz	1080p/30 Hz	1080p/30 Hz	1080p/30 Hz	1080p/60 Hz	720p/60 Hz (C922) / 1080p/30 Hz (C920)	720p/30 Hz	1080p/30 Hz	1080p/30 Hz
Öffnungswinkel lt. Hersteller / gemessen	k.A. / 95°	k.A. / 98°	k.A. / 105°	65°, 78°, 90° / 67°, 79°, 93°	78° / 80°	k.A. / 69°	78° / 78°	90° / 90°
Fokus autom. / manuell	Fixfokus / –	Fixfokus / –	✓ / –	✓ / ✓	✓ / ✓	Fixfokus / –	✓ / ✓	– / ✓
Powerleuchte / Aufnahmeleuchte	✓ / ✓	– / ✓	✓ / ✓	– / ✓	– / –	– / ✓	– / ✓	– / –
PC-Anschluss	USB 2.0	USB 2.0	USB 2.0	USB 3.0 (USB-C)	USB 2.0	USB 2.0	USB 2.0	USB 2.0
unterst. Betriebssystem Windows / Linux / macOS (getestet mit Microsoft Teams)	✓ / ✓ (Mikro sehr leise) / ✓ (Mikro sehr leise)	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ (Bild überstrahlt)	✓ / ✓ / ✓
Befestigung am Display	gummierte Klemmauflage, 2 Gelenke	Klemmauflage, 2 Gelenke	gummierte Klemmauflage, 2 Gelenke	gummierte Klemmauflage, 3 Gelenke	gummierte Klemmauflage, 3 Gelenke	flexible Silikonlasche, ein Drehgelenk	flexible Silikonlasche, ein Drehgelenk	bemoste Klemmauflage, 2 Gelenke
neigbar / drehbar	✓ / –	✓ / ✓	✓ / –	✓ / –	✓ / –	– / ✓	✓ / ✓	✓ / –
Stativgewinde / Objektivdeckel	✓ / ✓	✓ / –	✓ / ✓	– / ✓	✓ / –	– / –	✓ / –	✓ / –
Länge USB-Kabel	1,80 m	1,80 m	1,45 m	2,20 m	1,50 m	1,80 m	1,80 m	1,45 m
Gewicht Kamera	110 g	124 g	114 g	140 g	158 g	90 g	126 g	102 g
Lieferumfang	Kamera, Objektivdeckel	Kamera	Kamera, Objektivdeckel, Ministativ	Kamera, Objektivdeckel, USB-C-Kabel, Transportetui	Kamera, ausziehbares Ministativ (nur C922)	Kamera	Kamera, Transportcase	Kamera
Bewertungen								
Farbgebung	⊕	○	○	⊕	⊕	○	⊕	⊕
Belichtung	○	⊖	○	⊕⊕	⊕	⊖	○	○
Bildschärfe	⊕	⊖	⊖⊖	⊕⊕	○ (C922) / ⊕⊕ (C920)	○	⊕	⊖⊖
Geometrie	⊖	⊕⊕	⊖	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊖
mech. Sitz	⊕	⊕	○	⊕	⊕⊕	○	⊕⊕	⊖⊖
Preis (Stand 26.1.2021)	30 €	38 €	25 €	180 €	100 € / 92 €	25 €	70 €	23 €

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

Home-Office? Aber sicher!

Desktop-Virtualisierung mit VDI

Effizientes Arbeiten durch Desktop-Virtualisierung

Mit unseren VDI-Lösungen profitieren Sie mehrfach von der Virtualisierung Ihrer Desktop-Arbeitsplätze und Workstations: Sie sparen mit Thin Clients Hardware- sowie Energiekosten und reduzieren den Verwaltungsaufwand für Ihre IT. Damit schaffen Sie eine hoch performante Infrastruktur für CAD-Anwendungen oder ortsunabhängige Arbeit via Home-Office.

Jetzt informieren:

thomas-krenn.com/vdi-home

+49 (0) 8551.9150-300

THOMAS KRENN®



Günstige Multifunktionsdrucker

Wer viel zu Hause arbeitet, muss bei der Druckerauswahl entscheiden: Soll es ein Familiengerät sein, das auch Fotos in guter Qualität zu Papier bringt, oder ein Büro-Mufu mit Fax und großem Papiervorrat? Wegen der Coronakrise ist die Modellauswahl hier klein und manche Schnäppchen zeigen erst im Betrieb ihre Pferdefüße.

Von **Rudolf Opitz**

Wenn die Büroecke in den eigenen vier Wänden im Zuge des Homeoffice-Booms plötzlich zum Hauptarbeitsplatz mutiert, vermisst man bald die Annehmlichkeiten einer professionellen Büroausstattung wie den Abteilungsdrucker auf dem Flur. Ein eigenes Multifunktionsgerät muss her – möglichst eines, das auch familientauglich Fotos in guter Qualität druckt, wenig Platz braucht und nicht zu viel kostet. Leider ist die Nachfrage groß und mancher Wunschdrucker schon vergriffen.

Wir haben fünf günstige Tinten-Multifunktionsdrucker zwischen 90 und 190 Euro getestet, Brother

Verbrauchskosten Tinte

[Cent / ISO-Seite]	Normalpatrone		XL-Patrone	
	Farbe	Schwarzanteil	Farbe	Schwarzanteil
	◀ besser	◀ besser	◀ besser	◀ besser
Brother MFC-J497DW	22	7,7	16,9	5,2
Canon Pixma TS5350	21,7	10,8	14,3	6,8
Epson WorkForce Pro WF-4820DWF	15,3	5,6	11	4
HP Envy Pro 6420	21,4	9,7	16,5	6,8
HP DeskJet Plus 4120	21,4	9,7	18,7	8,9

Leistungsaufnahme

	Aus [Watt]	Sparmodus [Watt]	Bereitschaft [Watt]	Drucken [Watt]
	◀ besser	◀ besser	◀ besser	◀ besser
Brother MFC-J497DW	0,2	1	3	14,3
Canon Pixma TS5350	0,3	1,4	3,5	19
Epson WorkForce Pro WF-4820DWF	0,2	1,1	6,7	20,2
HP Envy Pro 6420	0,1	1,8	3,9	14,2
HP DeskJet Plus 4120	0,1	1,1	2,2	8,3

Geräuschentwicklung

	Drucken [sone]	Leise-Druck [sone]	Scannen (ADF) [sone]	Leise-Scannen [sone]
	◀ besser	◀ besser	◀ besser	◀ besser
Brother MFC-J497DW	7,2	4	5,5	5,2
Canon Pixma TS5350	2,8	2,7	3,3[1]	3[1]
Epson WorkForce Pro WF-4820DWF	10,8	6,4	7,7	3,1
HP Envy Pro 6420	11,4	3,1	3,2	3,3
HP DeskJet Plus 4120	11,1	4	3,9	4

[1] nur Flachbett-Scanner

Kopierzeiten

[Minuten:Sekunden]	SW 10 Kopien	Farbe 10 Kopien	10 ADF-Kopien	A4-Foto
	◀ besser	◀ besser	◀ besser	◀ besser
Brother MFC-J497DW	1:11	3:00	4:19	3:31
Canon Pixma TS5350	0:58	1:29	–	4:09
Epson WorkForce Pro WF-4820DWF	0:28	0:43	1:32	1:46
HP Envy Pro 6420	1:00	2:35	3:26	2:44
HP DeskJet Plus 4120	1:17	2:36	3:35	4:34

Druckleistung (ISO-Seite Farbe)

[Seiten / Minute]	Entwurf	Normal	Normal Leisemodus	Hohe Qualität
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶
Brother MFC-J497DW	13,3	10	4,9	1,7
Canon Pixma TS5350	10,7	9,5	3,7	1
Epson WorkForce Pro WF-4820DWF	16,2	15,4	7,8	1,6
HP Envy Pro 6420	12	7,3	5,3	3,5
HP DeskJet Plus 4120	11,8	8	2,8	3,2

MFC-J497DW, Canon Pixma TS5350, Epson WorkForce Pro WF-4820DWF und die HP-Modelle Envy Pro 6420 und DeskJet Plus 4120. Im Test richteten wir unser Augenmerk besonders auf die Homeoffice-Tauglichkeit, aber auch auf die Qualität beim Fotodruck.

Einkaufshilfe

Wer dringend einen Drucker zum Arbeiten braucht, hat oft nicht viel Wahlfreiheit und muss nehmen, was kurzfristig lieferbar ist. Wer einfach den billigsten Drucker kauft, ärgert sich womöglich über vermurkste Bedienung, fehlende Funktionen oder Tintenpatronen, die nach 50 Seiten leer sind und deren Kosten schon nach dem zweiten Ersetzen den Kaufpreis des Druckers übersteigen. Es lohnt sich deshalb, vor dem Kauf folgende Fragen zu beantworten: Wie oft und wie viel drucke ich? Brauche ich wirklich randlosen Fotodruck? Muss ich oft viele Einzelseiten scannen oder kopieren oder Umschläge und verschiedene Papierformate bedrucken?

Druckt man nur selten und wenige Seiten pro Jahr, lohnt ein Laserdrucker. Der trocknet auch nach monatelanger Standzeit nicht ein, ist aber schnell zur Stelle, wenn er gebraucht wird. Einfache Modelle ohne Scanner gibt es oft zum Schnäppchenpreis. Farb-Laserdrucker brauchen aber viel Platz und bei einigen preisgünstigen Modellen kostet ein Set Originalkartuschen mehr als ein Neugerät. Daher sollte man vor dem Kauf checken, für wie viel Seiten der mitgelieferte Toner reicht: Bei weniger als tausend Seiten zahlen Sie schnell drauf.

Wer wenig, aber regelmäßig druckt (einige Seiten pro Monat) oder ein höheres Druckaufkommen hat, fährt mit einem Tintendrucker meist günstiger. Tinte ist fast immer billiger als Toner – es sei denn, die Hersteller bestücken ihre Drucker mit Patronen, die nur Tinte in homöopathischen Dosen enthalten. Spätestens die – hoffentlich angebotenen – XL-Patronen sollten für mindestens 500 Seiten reichen. Drucker mit nachfüllbaren Tintentanks beeindrucken zwar mit sensationell niedrigen Tintenkosten, haben aber hohe Kaufpreise und lohnen nur für Vieldrucker mit einem Aufkommen von deutlich über 1000 Seiten pro Jahr.

Wenn es nur darum geht, ein paar Unterlagen oder Prospekte zu drucken und hin und wieder eine Bescheinigung zu kopieren, reicht ein 3-in-1-Multifunktionsgerät ohne Fax und Vorlageneinzug aus. Muss man dagegen pro Tag größere Mengen Post digitalisieren, lohnt der Kauf eines teureren Büro-Mufus mit duplexfähigem Vorlageneinzug oder

gleich ein separater Dokumentenscanner, der einmal eingerichtet viel Zeit sparen kann. Besser ausgestattete Drucker haben außerdem mehrere Papierfächer oder einen zusätzlichen Einzelblatteinzug für Sonderformate, Fotopapier oder Umschläge.

Ausstattung

Bis auf den Canon Pixma, der als 3-in-1-Gerät nur einen Flachbettscanner besitzt und damit zu den typischen Heim-Mufus zählt, haben alle Testkandidaten auf der Scannerklappe einen einfachen Vorlageneinzug (Automatic Document Feeder, ADF), der allerdings nur die Vorderseiten der Vorlagen automatisch scannt. Dafür eignet sich der Pixma mit zwei Papierfächern auch beispielsweise zum bequemen Beschriften von Umschlägen. Bei allen anderen muss man das Normalpapier aus dem einzigen Fach räumen, bevor man Fotopapier bedrucken oder Umschläge beschriften kann.

Kommen doch mal größere Druckaufträge vor, lohnt ein Gerät mit größerem Papiervorrat. Die für Büro-Arbeitsplatzdrucker geforderten 250 Blatt Normalpapier nimmt nur das Fach des Epson WorkForce auf. Auch die Papierablage sollte groß genug sein. Im Test haben wir uns zwar schon auf einen 50-Blatt-Auftrag beschränkt – für professionellere Geräte sind es 100 oder sogar 200 Blatt –, doch selbst die konnten die Ablagen der HP-Modelle nicht aufnehmen: Nach rund 30 Blatt landeten die ersten Drucke auf dem Boden.

Bei den billigen Druckern sparen die Hersteller auch gerne an der Bedienung. Nur der Epson WorkForce lässt sich bequem über ein großformatiges Touchdisplay bedienen. Brother und Canon haben ihre Modelle immerhin noch mit kleinen Displays und einem Steuerkreuz ausgestattet, worüber sie sich noch recht intuitiv steuern lassen. HP schießt in puncto Sparwut den Vogel ab: Der billige DeskJet zeigt Tintenstand, WLAN-Funktion und die einstellige Kopienzahl auf einem monochromen Winz-LCD mit festen Symbolen an; Menüführung Fehlanzeige. Der Envy Pro hat gar kein Display; Funktionszustände meldet eine pulsierende Lichtleiste über der Ausgabe. Einrichtung und Einstellungen lagert HP in eine App und das Web-Frontend aus.

Alle Drucker im Test lassen sich via WLAN und der WPS-Funktion (Wi-Fi Protected Setup) ins heimische Netz integrieren. Bis auf den HP DeskJet verbinden sich alle mit Routern, die den WPA-Mixed-Mode (WPA2 + WPA3) aktiviert haben, auch wenn nur der Epson-Drucker WPA3 kennt. Der Epson WorkForce





Brother MFC-J497DW

Brothers kompaktes Fax-Bürogerät hat nur ein 100-Blatt-Papierfach. An die Bedienung über das ankippbare Frontpanel mit kleinem Farbdisplay und Steuerkreuz gewöhnt man sich schnell. Der Scannerdeckel hat in den Scharnieren zwei Zentimeter Spiel, was Buchscans erleichtert. Die WLAN-Kopplung bereitet keine Probleme. Danach ist das Web-Frontend über den Browser erreichbar, das Passwort steht auf dem Typenschild. Doch bietet es wenig Nützliches. Die Softwarebeigaben machen da mit dem Scanner-Tool „ControlCenter4“ und PaperPort 14SE schon mehr her.

Beim gut lesbaren Schnelldruck arbeitet der J497DW noch flott, die Normalqualität ist für die meisten Druckaufgaben völlig ausreichend. Aktiviert man den Tintensparmodus, wird der Drucker langsamer: Text bleibt gut lesbar, Farbflächen werden aber nur umrandet – ein guter Kompromiss. Die Qualitätsstufen „Hoch“ und „Beste“ brauchen sehr viel Zeit. Der Leisedruckmodus wird im Display angezeigt. Beim beidseitigen Druck bremst der Duplexer den Drucker merklich aus.

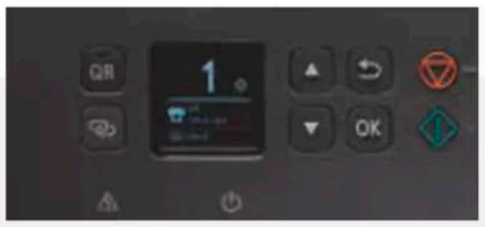
Grafiken bringt der J497DW sauber zu Papier. Zum Beschriften von Umschlägen muss man diese mit der Umschlagklappe nach links in das Papierfach legen, ein Hinweis dazu fehlt im Fach. Fotos druckt das Brother-Gerät auch auf Normalpapier randlos. Auf Fotopapier lieferte es im Test bis auf wenig Details in dunklen Bildbereichen eine ordentliche Qualität ab.

Beim Kopieren tippt man die Anzahl bequem über die Zehnertastatur ein. Für Farb- und ADF-Kopien braucht der J497DW deutlich mehr Zeit als für Schwarz-Weiß-Kopien. Grafik kopierte er detailreich, nur das c’t-Blau geriet uns zu blass. Schwarz-Weiß-Kopien von Text auf Farbpapier gelingen mit „Hintergrund entfernen“ und verminderter Dichte sehr gut. Beim Bearbeiten mit dem Textmarker 30 Sekunden nach Druck verschmierte die Tinte nicht. Kopien von Fotos zeigten einen Grünstich und kaum Details in dunklen Bereichen.

Das Twain-Modul bietet viele Filter für Dokumentenscans, Fotos gefielen mit Blaugrünstich nicht so gut. Scans von Grafiken gaben feine Details gut wieder. Mit seiner guten Texterkennung lieferte der J497DW fehlerarme durchsuchbare PDFs ab. Beim Faxversand erhält man Sendeberichte mit Bild der ersten Seite.

- **gute Bürofunktionen**
- **brauchbarer Fotodruck**
- **nur ein Papierfach**
- **hohe Tintenkosten**





Canon Pixma TS5350

Der kleine Pixma TS5350 braucht nur wenig Stellfläche. Außer dem vorderen 100-Blatt-Papierfach hat er einen hinteren Einzug für Fotopapier oder weitere 100 Blatt Normalpapier. Die Klappe des Flachbettscanners lässt sich in den Scharnieren um 1,5 Zentimeter anheben. Die Bedienung über das kleine monochrome Display und acht Tasten ist etwas gewöhnungsbedürftig. Drückt man die aufleuchtende QR-Taste, erscheint ein QR-Code, der auf das Online-Handbuch verweist.

Der Pixma lässt sich dank WPS-Funktion schnell ins Netzwerk integrieren. Die Seriennummer dient auch als Passwort für das Web-Frontend. Dort findet man einige Wartungs- und Gerätefunktionen sowie Netzwerk- und Cloud-Optionen. Die Registrierung beim Canon IJ Cloud Printing Center klappt, die Cloud-Funktionen kann man am Gerät aber nicht aufrufen. Drucken von Mobilgeräten funktionierte problemlos.

Ein schneller Drucker ist der TS5350 nicht, aber in den Qualitäten Entwurf und Standard schafft er rund 10 sehr gut lesbare Seiten pro Minute, erst bei hoher Qualität wird er lahm. Eine Anzeige für aktivierten Leisedruck fehlt. Für Duplexdruck braucht der Pixma mehr Zeit. Zum Beschriften von Umschlägen oder für Fotopapier ist der hintere Einzug praktisch. Das Normalpapier kann im vorderen Fach bleiben. Fotos hatten im Test einen leichten Rotstich, was besonders bei Gesichtern auffiel.

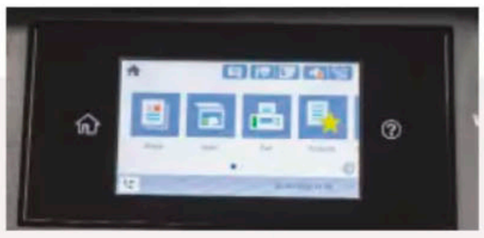
Beim Kopieren kann man die Anzahl nur schrittweise einstellen. Text kopierte er mit leicht dickeren Buchstaben, aber vergleichsweise sauber. Auf der Grafikkopie störten fleckige Grauflächen, Kopien von Fotos gibt es nur mit Rand.

Schwarz-Weiß-Kopien von Text auf Farbhintergrund bleiben lesbar, aber mit streifigen Grauhintergründen. Bearbeitet man Text 30 Sekunden nach Druck mit dem Textmarker, bleibt er lesbar, die Tinte verschmiert jedoch leicht.

Zum Scannen am PC gibt es als Twain-Treiber das klassische ScanGear-Tool mit vielen Optionen und manuellem Weißabgleich. Fotoscans zeigten einen leichten Blaustich und wenig Details in dunklen Bildbereichen. Grafik scannte der TS5350 detailreich, dunkelrote Schrift wurde aber schwarz. Die Texterkennung im Scan Utility machte viele Fehler, kleine Tabellenschrift wurde nur zum Teil erkannt.

- **Zwei Papierzuführungen**
- **gute Druckqualität**
- **Platzsparer**
- **nur Flachbettscanner**





Epson WorkForce Pro WF-4820DWF

Der recht hohe WF-4820DWF macht einen robusten Eindruck. Das einzige Papierfach bietet Platz für 250 Blatt Normalpapier. Die Scannerklappe hat kaum Spiel in den Scharnieren, was Buchscans erschwert. Ein Blickfang ist das ankippbare Bedienpanel mit dem großen und hellen Touchscreen. Der WorkForce verfügt über Buchsen für Ethernet und einen USB-Speicherstick.

Die mitgelieferten Patronen enthalten die pigmentierte DuraBrite-Tinte und haben mit 300 Seiten eine höhere Reichweite als die XL-Patronen der HP-Modelle im Test. Das Web-Frontend bietet Funktionen fürs Netzwerk und Einstellungen des SMTP-Clients zum Versenden von Scans per E-Mail. Eine gute Sicherheitslösung: Beim ersten Aufruf muss man ein Passwort setzen.

Wer in der Cloud arbeitet, findet mit Epson Connect einen praktischen Dienst, auch das Drucken vom Smartphone klappt problemlos. Der WorkForce druckt in der blassen, aber lesbaren Entwurfs- und in der guten Standardqualität recht flott. Erst in der Einstellung „Stark“ wird er langsam. Der schnelle Duplexer bremst den Drucker nicht aus. Im Test lieferte der WF-4820DWF eine gute Qualität. DL-Umschläge beschriftete er erst korrekt, nachdem wir im Treiber „Ränder minimieren“ aktiviert hatten. Fotos druckt das Epson-Gerät auch auf Normalpapier randlos, auf Fotopapier zeigten die Drucke viele Details, Farben gerieten sehr dezent und etwas zu hell. Ein typischer Epson-Fehler: Auf 10×15-Papier fielen farbige Streifen auf.

Kopien fertigt der WF-4820DWF in Schwarz-Weiß um 50 Prozent schneller an als in Farbe. Der langsame Vorlageneinzug bremst den Drucker deutlich aus, kommt aber mit geknickten Vorlagen gut klar. Beim Bearbeiten mit dem Textmarker verwischte die Tinte bereits 30 Sekunden nach Druck nicht mehr. Auf Schwarz-Weiß-Kopien von Text auf Farbpapier blieb nur bei rotem Papier ein Grauhintergrund. Fotos kopierte der Epson-Drucker nicht randlos und mit Blaustich.

Auch die sonst guten Fotoscans wirkten bläulich. Im Scanprogramm und Twain-Modul Epson Scan2 kann man die Farbe aber anpassen. Eine Texterkennung liefert Epson nicht mit. Der Fax-Sendebericht enthält entweder die verkleinerte erste Faxseite oder deren erstes Viertel in groß. Eingehende Faxe können auch auf USB-Stick gespeichert werden.

- **großer Touchscreen**
- **gute Büroausstattung**
- **nur ein Papierfach**
- **10×15-Fotos mit Streifen**



HP Envy Pro 6420

Der flache HP Envy Pro braucht mehr Standfläche als der große Epson WorkForce. Das einzige Papierfach fasst 100 Blatt. Ein Display gibt es nicht, sondern nur wenige Sensortasten. Eine Lichtleiste wechselt im Knight-Rider-Stil die Farbe und zeigt so Betriebszustände an – aber welche?

Laut Anleitungskarte reicht es zum Installieren, den Drucker einzuschalten und die HP-Smart-App zu starten. Dass man eine winzige WLAN-Taste auf der Rückseite drücken muss, verrät erst ein weiteres Heftchen. Die App fordert zum Einrichten eines Cloud-Kontos auf und ist ohne dieses kaum nutzbar. Dass man den Drucker durch gleichzeitiges Drücken der WLAN- und der auch auf der Rückseite untergebrachten Power-Taste per WPS auch ohne App-Hilfe ins Netzwerk bekommt, steht erst im nicht mitgelieferten PDF-Handbuch.

Das Web-Frontend ist die einzige Stelle, an der man Einstellungen wie Papierformate vornehmen kann; auch die App ruft sie dafür im Browser auf. Außer Netzwerk- und Servicefunktionen gibt es eine Scanfunktion per Browser (Webscan).

In der gut lesbaren Entwurfsqualität druckt der Envy Pro noch zügig, im Standarddruck schafft er keine acht Seiten pro Minute. Dafür liefert er Drucke in der besten Stufe am schnellsten ab. Die Lupe zeigte allerdings ausgefranste Buchstaben. Auch Grafik druckte der Envy unsauber. Gut: Zum Umschlagbeschriften wird die korrekte Lage im Papierfach angezeigt. Fotos bringt der Envy anders als der HP DeskJet randlos zu Fotopapier, doch wirkten sie aufgehellt und Dunkles vermatschte in einem milchigen detaillosen Schwarz.

Zum Kopieren muss man für neun Kopien (Maximum) neunmal auf die Sensortaste tippen. Optionen wie Druckdichte (Helligkeit) oder Qualität gibt es nicht. Obwohl der Drucker duplexfähig ist, kann man keine zwei Seiten auf ein Druckblatt kopieren. Kopien von Fotos waren im Test matschig und streifig. Gleiches galt für unsere Grafikseite: unsauber, rote Grauflächen, Stufen in feinen Linien. Die Tinte sollte man etwas trocknen lassen, sonst verschmiert sie beim Drüberwischen.

Will man die HP-Smart-App mit Account-Zwang zum Scannen nicht nutzen, bleibt der einfache WIA-Treiber von Windows. Fotoscans sind HP-typisch überschärft und sehr detailarm.

- günstiges Tinten-Abo
- unintuitive Bedienung
- kaum Einstelloptionen
- sehr geringe Tintenreichweite





HP DeskJet Plus 4120

Der klapprige HP DeskJet wirkt billig und braucht viel Stellfläche. Der Papiereinzug hinten fasst lediglich 60 Blatt. Auf der Scannerklappe ohne Spiel in den Scharnieren sitzt ein einfacher Vorlageneinzug. Man bedient den 4120 über eine kleine Leiste mit sechs Folientasten und einem winzigen Mono-LCD, das außer einer einstelligen Ziffernanzeige nur feste Symbole für WLAN und Tintenstand enthält.

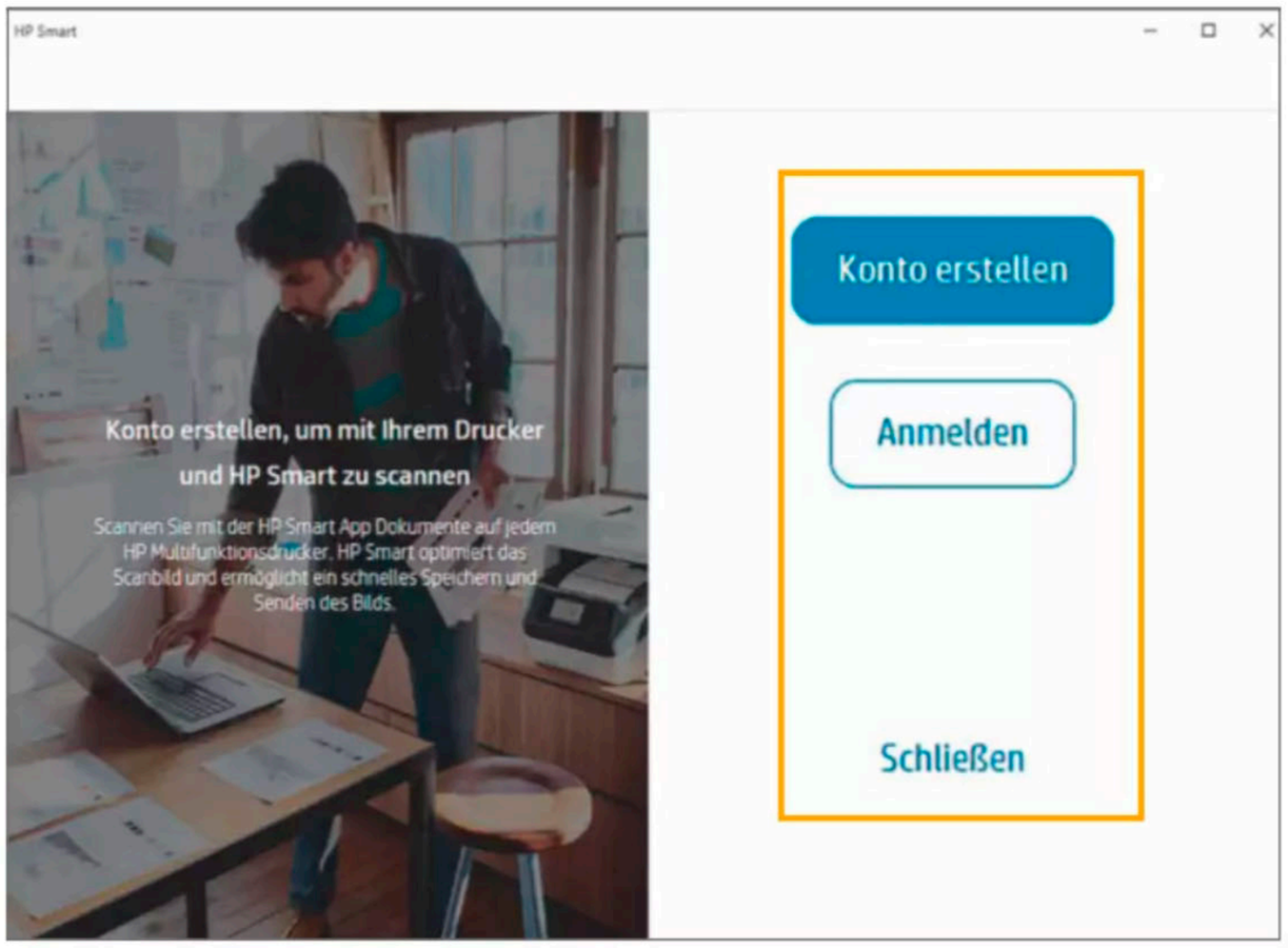
Wie beim Envy Pro 6420 verweist HP zum Einrichten ausschließlich auf seine Smart-App und unterschlägt die WPS-Funktion (mindestens fünf Sekunden auf die WLAN-Taste drücken). Windows installiert automatisch denselben Einfach-Treiber, den auch HP bereitstellt, sowie die Smart-App. Auch beim DeskJet ist das Web-Frontend die einzige Stelle für Einstellungen.

Der DeskJet kann weder randlos noch automatisch beidseitig drucken, liegt aber geschwindigkeitsmäßig mit dem Envy auf einer Höhe. Aktiviert man den Leise-Modus im Frontend, druckt er anders als der Envy aber sehr lahm. Von der Druckqualität ist der DeskJet bei Text vergleichbar, bei Grafik noch schlechter als der Envy. Fotos haben auch auf Fotopapier einen breiten, ungleichmäßigen Rand. Dunkle Bildbereiche wurden nur milchig schwarz wiedergegeben, dazu kamen Transportspuren. Sonderpapierformate, etwa für Umschläge, kennt der Drucker nicht. DL-Umschläge wurden aber korrekt bedruckt, als wir im Office-Programm das Querformat einstellten.

Zum Erhöhen der Kopienzahl drückt man mehrfach auf die Kopiertaste, worauf sich die Ziffer im Display auf maximal „6“ erhöht. Geknickte Vorlagen im Einzug zog der DeskJet teils leicht schräg ein. Kopien unserer Grafikseite sahen abgesehen von viel zu hellen Grauflächen sogar besser aus als die Kopien des Envy. Gleiches gilt für Fotos (für Fotopapier sollte man die Einstellungen im Web-Frontend prüfen).

Will man zum Scannen kein HP-Konto eröffnen, bleibt der WIA-Treiber. Scans von Fotos waren überschärft, inklusive Kantenartefakte, und detailarm; die Schärfungsartefakte fielen auch auf Scans unserer Grafikvorlage auf. Schräglinien zeigten feine Wellen. Liegt ein Blatt auf dem Flachbettscanner, wechselt die Scanzeile mit viel Gerumpel im 3-Sekunden-Takt zwischen Flachbett und ADF-Scanfenster.

- günstiges Tinten-Abo
- sehr geringe Tintenreichweite
- kein Duplexdruck
- kein Randlosdruck



Die App HP Smart verlangt zum Scannen zwangsweise ein HP-Konto und verarbeitet Scans in der Cloud.

hat zusätzlich eine Ethernet-Buchse. Eine Sonderstellung nehmen die beiden HP-Geräte ein, denn die Einrichtungsanleitung verschweigt, wie WPS aktiviert wird. Stattdessen soll man die App HP Smart benutzen, die alle Netzwerkdaten vom PC oder vom Smartphone sammelt und damit den Drucker einrichtet. Spätestens, wenn man die App-Anfrage zum Datensammeln nicht ablehnt, könnten die Daten auf einem HP-Server landen – für die Heimarbeit im Netz des Arbeitgebers ein Unding.

Mit Tinte bezahlt

Auch in diesem Test bestätigt sich die alte Faustformel: je billiger der Drucker, desto höher die Druckkosten – mit einer Ausnahme. Den Canon Pixma TS5350 bekommt man für unter 100 Euro, mit XL-Patronen kostet eine ISO-Farbseite (nach ISO/IEC 24711/12) 14,3 Cent. Nur der Epson WorkForce druckt mit seinen gut befüllten XL-Patronen (deren Reichweite beträgt satte 1100 ISO-Seiten) noch deutlich günstiger: 11 Cent pro ISO-Farbseite, der Anteil der Schwarztinte beträgt nur 4 Cent.

Am teuersten druckt der HP DeskJet Plus mit satten 18,65 Cent pro ISO-Farbseite (Schwarzanteil 8,9 Cent). Die Kosten gelten schon für die XL-Patronen! Die Reichweite der bei den HP-Modellen mitgelieferten HP-305-Normalpatronen ist geradezu lächerlich gering; sie hielten nicht einmal unseren Testparcours ohne den tintenintensiven 50-Seiten-Test durch. Letzterer enthält einen bunten Mix aus Vorlagen wie Anschreiben, Geschäftsgrafiken, aber auch Magazinseiten mit Bildern und Prospektseiten. Dieser Test leerte die zusätzlich beschafften XL-Patronen (200 Farbseiten) um mehr als die Hälfte. Für den HP Envy Pro gibt es immerhin die XXL-Patrone HP 307 mit einer Reichweite von 400 Seiten – allerdings nur für Schwarz. Zum Vergleich: Die mitgelieferte Schwarz-Normalpatrone des Epson WorkForce Pro hält 350 ISO-Seiten.

Die überhöhten Patronenpreise haben bei HP noch einen anderen Grund: Der Käufer soll ein Instant-Ink-Abo abschließen. Wer sich ein HP-Modell zulegt, kann mit dem Druckseiten-Abo tatsächlich viel Geld sparen. Für das Wenigdrucker-Angebot von 15 Seiten pro Monat kassiert HP einen Euro im Monat. Dafür kann man das Kontingent auf maximal



Tinten-Multifunktionsdrucker

Gerät	MFC-J497DW	Pixma TS5350
Hersteller	Brother, www.brother.de	Canon, www.canon.de
Druckverfahren / Tinten	Piezo, 4 Patronen	Bubblejet / 2 Kombipatronen
max. Auflösung (Fotodruck)[1]	6000 dpi × 1200 dpi	4800 dpi × 1200 dpi
Papiergewichte[1]	64 g/m² … 260 g/m²	64 g/m² … 300 g/m²
Papierzufuhr	100-Blatt-Kassette	100-Blatt-Kassette, 100-Blatt-Einzug hinten
Papierablage[1]	50 Blatt	50 Blatt
automatischer Duplexdruck	✓	✓
randloser Fotodruck	✓	✓
Scannen, Kopieren und Faxen		
Scannertyp / Farbtiefe Farbe, Graustufen[1]	CIS / 24 Bit, 8 Bit	CIS / 24 Bit, 8 Bit
Auflösung physikalisch[1]	2400 dpi × 1200 dpi (ADF 1200 dpi × 600 dpi)	2400 dpi × 1200 dpi
Vorlageneinzug / Duplex	✓ (20 Blatt) / –	– / –
Twain- / WIA-Modul	✓ / ✓	✓ / ✓
Fax / qualifizierter Sendebericht	✓ / ✓	– / –
Netzwerk- / Cloud-Funktionen		
Scan to E-Mail / FTP / SMB-Freigabe	Cloud-Dienst / – / –	– / – / –
Druck-App	Brother iPrint&Scan	Canon Print (Android, iOS)
AirPrint / Android Print / Mopria	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Cloud-Dienst des Herstellers	Brother Web Connect	IJ Cloud Printing Center
Sonstiges		
Schnittstellen	USB 2.0, WLAN (IEEE802.11n 2,4 GHz), Wi-Fi Direct	USB 2.0, WLAN (IEEE802.11n 2,4 GHz), Wi-Fi Direct
Betriebsabmessungen (B × T × H)	41 cm × 47 cm × 23 cm	40 cm × 65 cm × 15 cm
Gewicht	8,3 kg	6,3 kg
Display	4,5-cm-Farbdisplay	3,7-cm-OLED-Display monochrom
Treiber für Windows	ab Windows 7, ab Server 2008	ab Windows 7 SP1
Treiber für Mac / Sonstige	macOS ab 10.9 / Linux	macOS ab 10.11.6 / Linux (generische Treiber)
Software (Windows)	iPrint&Scan, ControlCenter4, Scanner Utility, BookScan&Whiteboard Utility, Nuance PaperPort 14SE	Canon Quick Utility (NetzwerkTools, Scan Utility, Kurzwahl-Editor, Toolbox), Easy-WebPrint EX
Speicherkarten / USB-Host	– / –	– / –
Besonderheiten	–	zwei Papierzuführungen, Papierbreiten-Erkennung
Tintenpatronen		
Schwarz (Reichweite[1])	LC3211BK (200 S.), XL: LC3213BK (400 S.)	PG-560 (180 S.), PG-560XL (400 S.)
Farbe (Reichweite[1])	LC3211C,M,Y (je 200 S.), XL: LC3213C,M,Y (je 400 S.)	CL-561 (180 S.), CL-561XL (300 S.)
mitgelieferte Tinte	LC3211 Starter mit je 200 S.	PG-560 (180 S.), CL-561 (180 S.)
Tintenkosten pro ISO-Farbseite (XL-Patrone)	16,9 Cent, Schwarzanteil 5,25 Cent	14,3 Cent, Schwarzanteil 6,8 Cent
Tinten-Abo-Angebot	–	–
Messergebnisse und Bewertungen		
Druckzeiten	10 Blatt Duplex (Normal): 2 : 59, 50 Seiten gemischt: 14 : 12, Foto A4 (beste): 10 : 33	10 Blatt Duplex (Normal): 2 : 39, 50 Seiten gemischt: 15 : 57, Foto A4 (beste): 5 : 44
Scanzeiten	Vorschau: 8 s, Foto 600 dpi: 40 s, Text 300 dpi: 13 s	Vorschau: 8 s, Foto 600 dpi: 60 s, Text 300 dpi: 21 s
Scheinleistungsaufnahme Drucken	34,5 VA	53 VA
Bedienung / Netzwerkfunktionen	⊕ / ⊕	○ / ⊕
Text- / Grafikdruck	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕⊕
Fotodruck (Foto- / Normalpapier / SW)	○ / ⊕ / ○	⊕ / ⊕ / ○
Kopierqualität Text / Grafik / Foto	⊕ / ⊕ / ○	⊕ / ○ / ○
Scanqualität Foto / Grafik / OCR	○ / ⊕ / ⊕	⊕ / ⊕ / ⊖⊖
Lichtbeständigkeit Normal- / Fotopapier	○ / ⊕⊕	○ / ⊕
Herstellergarantie	3 Jahre	1 Jahr (2 Jahre im Online-Shop)
Gerätepreis (UVP / Straße)	159 € / 155 €	102 € / 85 €

[1] Herstellerangabe ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe

	WorkForce Pro WF-4820DWF	HP Envy Pro 6420	HP DeskJet Plus 4120
	Epson, www.epson.de	HP, www.hp.com/de	HP, www.hp.com/de
	Piezo / 4 Patronen	Bubblejet / 2 Kombipatronen	Bubblejet / 2 Kombipatronen
	4800 dpi × 2400 dpi	4800 dpi × 1200 dpi	4800 dpi × 1200 dpi
	64 g/m² … 300 g/m²	60 g/m² … 300 g/m²	60 g/m² … 300 g/m²
	250-Blatt-Kassette	100-Blatt-Kassette	60-Blatt-Einzug hinten
	80 Blatt	25 Blatt	25 Blatt
	✓	✓	–
	✓	✓	–
	CIS / 24 Bit, 8 Bit	CIS / 24 Bit, 8 Bit	CIS / 24 Bit, 8 Bit
	2400 dpi × 1200 dpi (ADF 1200 dpi × 1200 dpi)	1200 dpi × 1200 dpi	1200 dpi × 1200 dpi
	35 Blatt / –	35 Blatt / –	35 Blatt / –
	✓ / ✓	– / ✓	– / ✓
	✓ / ✓	–	–
	✓ / ✓ / ✓	Cloud-Dienst / – / –	Cloud-Dienst / – / –
	Epson iPrint (Android, iOS)	HP Smart (Android, iOS, Windows)	HP Smart (Android, iOS, Windows)
	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
	Epson Connect	HP Smart (HP Connected)	HP Smart (HP Connected)
	USB 2.0, Ethernet, WLAN (IEEE802.11n 2,4 und 5 GHz), WPA3, Wi-Fi Direct	USB 2.0, WLAN (IEEE802.11n 2,4 und 5 GHz), Wi-Fi Direct	USB 2.0, WLAN (IEEE802.11n 2,4 und 5 GHz), Wi-Fi Direct
	42 cm × 50,5 cm × 33 cm	44 cm × 54 cm × 20 cm	43 cm × 59 cm × 26 cm
	10,2 kg	6,2 kg	4,8 kg
	10,9-cm-Farbdisplay	–	monochromes Display mit festen Symbolen
	ab Windows XP SP3, ab Server 2003	ab Windows 7	ab Windows 7
	macOS ab 10.11 / Linux (generische Treiber)	macOS ab 10.12 / Linux (HPLIP)	macOS ab 10.12 / Linux (HPLIP)
	Epson Scan 2, Scan Utility, Event Manager, Easy Photo Print, Tools	HP Smart	HP Smart
	– / ✓	– / –	– / –
	wechselbarer Tintenauffangbehälter (24 €)	Faxversand via Cloud-Dienst	Faxversand via Cloud-Dienst
	405 BK (350 S.), 405XL BK (1100 S.)	HP 305 BK (120 S.), HP 305XL BK (240 S.), HP 307XL (400 S.)	HP 305 BK (120 S.), HP 305XL BK (240 S.)
	405 C,M,Y (je 300 S.), 405XL C,M,Y (je 1100 S.)	HP 305 Color (100 S.), HP 305 XL Color (200 S.)	HP 305 Color (100 S.), HP 305 XL Color (200 S.)
	405 Starter (350 / 300 S.)	HP 305 (120 / 100 S.)	HP 305 (120 / 100 S.)
	11 Cent, Schwarzanteil 4 Cent	16,55 Cent, Schwarzanteil 6,8 Cent	18,65 Cent, Schwarzanteil8,9 Cent
	–	Instant Ink	Instant Ink
	10 Blatt Duplex (Normal): 0 : 52, 50 Seiten gemischt: 7 : 14, Foto A4 (beste): 6 : 09	10 Blatt Duplex (Normal): 1 : 48, 50 Seiten gemischt: 16 : 10, Foto A4 (beste): 6 : 03	10 Blatt Duplex (Normal): –, 50 Seiten gemischt: 21 : 57, Foto A4 (beste): 5 : 13
	Vorschau: 9 s, Foto 600 dpi: 69 s, Text 300 dpi: 11 s	Vorschau: 6 s, Foto 600 dpi: 75 s, Text 300 dpi: 18 s	Vorschau: 6 s, Foto 600 dpi: 81 s, Text 300 dpi: 18 s
	46 VA	37 VA	23 VA
	⊕⊕ / ⊕⊕	⊖⊖ / ⊕	⊖ / ⊕
	⊕ / ⊕	○ / ○	○ / ⊖
	⊕ / ⊕ / ○	⊖ / ○ / ⊕	⊖⊖ / ⊖ / ○
	⊕ / ⊕ / ⊕	○ / ⊖⊖ / ⊖⊖	○ / ○ / ○
	○ / ⊕ / –	○ / ○ / –	○ / ○ / –
	⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
	1 Jahr (3 Jahre nach Registr.)	1 Jahr	1 Jahr
	190 € / 160 €	117 € / 110 €	89 € / 80 €

45 Seiten ansparen. Nutzt man die 15 Seiten aus, kostet eine Druckseite 6,7 Cent – egal, wie viel Tinte verbraucht wurde. Auch die bei Reinigungsvorgängen verbrauchte Tinte geht praktischerweise auf das Konto von HP. Wer mehr Seiten pro Monat braucht, kann Abo-Stufen für 50 Seiten (3Euro) bis 700 Seiten (25 Euro) buchen.

Auch Epson bietet ein ähnliches Tinten-Abo namens ReadyPrint an (ab 30 Seiten im Monat für 2 Euro), aber leider nur für wenige Modelle; der WorkForce Pro WF-4820 gehört nicht dazu. Wer regelmäßig mehr als 100 Seiten im Monat druckt, sollte besser über einen Drucker mit nachfüllbarem Tintentank nachdenken [1]. Scheut man die hohen Anschaffungskosten, ist eventuell Epsons All-Inclusive-Leasing „ReadyPrint EcoTank“ eine Alternative: Je nach Multifunktionsdrucker zahlt man einmalig 80 bis 130 Euro und einen monatlichen Obolus je nach Seitenzahl. Dafür bekommt man Drucker und Tinte gestellt. Für 15 Euro im Monat gibt es sogar eine Flatrate. Braucht man keine Farbe, stellt Epson auch Drucker nur mit Schwarztinte; die Flatrate kostet dann 11 Euro.

Druckzwerge in der Cloud

Vier unserer Testdrucker eignen sich nicht für höhere Druckaufkommen: Sie haben nur kleine Papierfächer und eine geringe Tintenreichweite, drucken eher gemächlich, brauchen aber auch nur wenig Platz. Besonders die Geräte von Brother und Canon nehmen nur wenig Stellfläche ein – ideal für beengte Büroecken. Nur der Epson WorkForce spielt beim Drucken, aber auch bei den Geräteabmessungen schon in der nächsthöheren Liga.

Wenn die Multifunktionsgeräte nicht gerade über ein USB-Kabel an einem PC hängen, sind sie über das Heimnetzwerk von mehreren Rechnern, aber auch von Tablets und Smartphones aus nutzbar. Alle Testkandidaten nehmen von iOS-Geräten Druckaufträge per AirPrint entgegen. Von Android-Smartphones aus funktioniert der Druck über das Plug-in der Mopria (Mobile Printing Alliance) und den herstellereigenen Plug-ins und Apps. Letztere empfangen auch Scans von den Mufus, der Brother MFC-J497DW verschickt sogar von der App gesendete PDFs als Fax. Auch der Epson WorkForce hat ein eingebautes Faxmodem.

Die HP-Modelle DeskJet Plus 4120 und Envy Pro 6420 verlagern die meisten Funktionen in die Cloud: Statt eines Faxmodems verweisen sie auf einen Cloud-Dienst, über den man Faxe versenden kann. Apropos Cloud: Google hat den Druckdienst Cloud Print zum Jahresende 2020 abgeschaltet. Bis auf den Epson WorkForce, der offensichtlich ein halbwegs aktuelles Web-Frontend hat, bieten aber alle Testgeräte noch eine Registrierung an. Die Cloud-Dienste der Hersteller wären eine Alternative, im Fall von Canon funktionieren sie mit dem von uns getesteten Modell aber nicht: Dem Canon TS5350 fehlt im Gerätemenü die Funktion, auf einen Cloudspeicher zuzugreifen. Beim Brother MFC-J497 kann man Cloudspeicher immerhin als Scanziel auswählen.

Epson stellt seinen Dienst Epson Connect bereit, über den man seinem Drucker Drucksachen per Mail senden und auf Cloudspeicher wie Dropbox, Google Drive oder OneDrive zugreifen kann. HP will seinen Dienst HP Smart – früher bekannt unter HP Connected, davor als HP ePrint – offenbar mit der gleichnamigen App verschmelzen und als Standard-Bedienoberfläche etablieren. Was bei einem reinen Familiendrucker ganz praktisch sein kann, dürfte für das Homeoffice nicht taugen: Fragen Sie bitte vorher ihren Chef, ob er es in Ordnung findet, wenn Geschäftsbriefe über die HP Cloud laufen.

Fazit

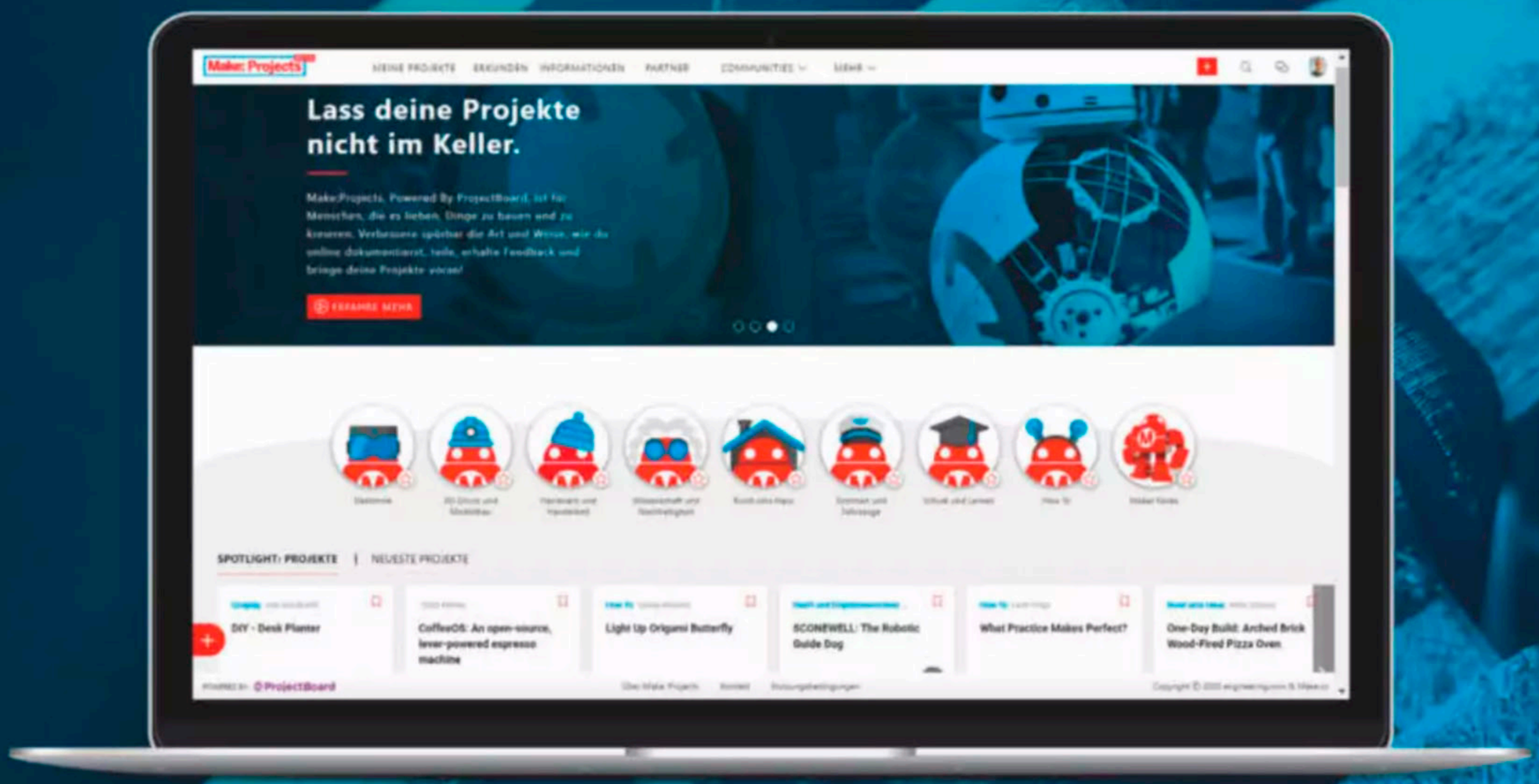
Wer einen zuverlässigen Multifunktionsdrucker fürs Homeoffice mit moderaten Tintenkosten sucht, ist mit dem Epson WorkForce Pro WF-4820 gut beraten. Alternativ empfehlen sich Canons Maxify-Modelle, doch waren sie im Dezember kaum zu haben. Sie drucken ebenfalls mit gut befüllten Patronen vergleichsweise günstig. Für den sonst ordentlich ausgestatteten Brother MFC-J497DW gilt das nicht. Das Gerät eignet sich eher für Heimarbeiter mit geringem Druckaufkommen.

Der Canon Pixma TS5350 ist ein guter und günstiger Familiendrucker, der auch mal im Homeoffice eingesetzt werden kann. Von den HP-Modellen DeskJet Plus 4120 und besonders vom Envy Pro 6420 sollte man die Finger lassen, auch wenn sie gerade günstig angeboten werden. Die miserable Ausstattung, die lächerliche Reichweite und die Bedienerführung dürften schnell für Frust sorgen. Wenn man das attraktive Instant-Ink-Angebot nutzen möchte, lohnt eher ein Blick auf ältere und besser ausgestattete HP-Modelle mit Touchscreen-Bedienung, für die man ebenfalls ein Tinten-Abo abschließen kann. Oder man greift zu einem Modell des Mitbewerbs, bei dem man noch wählen kann, ob man seine Daten in der Cloud verarbeiten lassen will oder nicht. (rop) c't

Literatur

[1] Rudolf Opitz, **Bitte voll machen**, Multifunktionsdrucker mit nachfüllbaren Tintentanks, c't 25/2019, S. 106

Make: Projects



Zusammen mehr machen –
Teile deine Ideen, hol dir Inspiration, revolutioniere deine Projekte

... all das gemeinsam auf Make Projects!

www.makeprojects.com/de

Kaufberatung Netzwerkspeicher

Die im Homeoffice erzeugten Daten speichert man zur Sicherheit mindestens zweifach. Dazu bieten sich vor allem Netzwerkspeicher an, auf denen auch Familienmitglieder ihre Daten zentral sichern können. Zum Transport nutzt man dann entweder flotte USB-Sticks oder große Mobilfestplatten.

Von **Christof Windeck**



Bild: Andreas Martini

Kaufberatung für günstige NAS	120
NAS-Gehäuse zum Selbstbestücken	126
NAS sicher betreiben	134
Mobilfestplatten mit 4 TByte	142
Flotte USB-Sticks mit 128 GByte	146
Security-Checkliste Backups	154

Die Abkürzung NAS steht für Network Attached Storage, also Massenspeicher mit Netzanbindung, manchmal auch lapidar Netzwerkfestplatten genannt. Die zu Preisen ab rund 100 Euro verkauften NAS-Boxen zum Selbstbestücken mit Festplatten können aber viel mehr als Daten speichern und diesen Dienst für alle Geräte im lokalen Netz bereitstellen. Denn ihre vom jeweiligen Hersteller gepflegte Firmware – gemeint ist damit fast immer ein maßgeschneidertes Betriebssystem mit Linux-Kern – hat eine Fülle eingebauter Funktionen und lässt sich mit Plug-ins komfortabel erweitern. Dann arbeiten NAS-Boxen etwa auch als Medienserver für Fotos, Videos und Musik, dienen als lokales Backup-Ziel und holen Cloud-Funktionen ins eigene Heim. So muss man vertrauliche Daten nicht mehr in die Hände mehr oder weniger vertrauenswürdiger Cloud-Dienstleister geben.

Das Angebot an NAS-Boxen ist riesig, allein von den Marktführern Synology und Qnap findet man über 100 Geräte im Handel. Wir konzentrieren uns in dieser Kaufberatung auf günstige Netzwerkspeicher mit zwei Laufwerksschächten (Drive Bays), auch 2-Bay-NAS genannt. Sie bieten ausreichend Kapazität fürs typische Homeoffice und auf Wunsch Schutz vor Festplattenausfällen. Viele sind leise und sparsam, stören also nicht bei der Arbeit (siehe Test auf S. 126). Wer mehr Platz braucht, aber keine weiteren Funktionen, findet die Technik der günstigen Geräte auch in NAS für bis zu vier Platten.

NAS oder nicht?

Ein zentraler Netzwerkspeicher lässt sich auch ohne NAS-Box einrichten, beispielsweise mit einem Raspberry Pi oder mit den NAS-Funktionen eines ohnehin vorhandenen (WLAN-)Routers. Beide Ansätze bringen aber erhebliche Einschränkungen. So eignet sich ein Raspi-NAS nur für Menschen mit ausreichendem Wissen zu Linux und Hardware. Ein Router-NAS bietet nur einen Bruchteil der Funktionen typischer NAS-Boxen und meist viel weniger Performance. Vor allem aber muss man beim Router-NAS eine externe USB-Platte anschließen, was Bedienungsfehler begünstigt: Zieht man versehentlich das USB-Kabel ab, während noch jemand via Netzwerk auf die Platte schreibt, droht Datenverlust. Diese Ansätze taugen also nur für simple Anwendungen, beispielsweise



NAS-Boxen lassen sich leicht mit Festplatten bestücken, meistens braucht man kein Werkzeug dazu.

um Kopien von andernorts sicher gespeicherten Mediendateien für den Netzwerkzugriff bereitzustellen.

Auch fast jeder PC lässt sich zum NAS umfunktionieren, etwa indem man unter Windows oder Linux Dateifreigaben einrichtet oder NAS-Software wie TrueNAS oder OpenMediaVault installiert. Mancher ältere PC schluckt aber bei Dauerbetrieb unnötig viel Strom oder rauscht laut, mit einem neu gekauften Mini-PC wiederum wird das NAS teurer als eine fertige Box. Tipps für Heimserver-Hardware liefern mehrere c't-Artikel [1, 2, 3, 4].

Die Alternativen demonstrieren mit ihren Nachteilen die Vorzüge fertiger NAS-Boxen: Letztere schützen Festplatten mechanisch und kühlen sie leise mit einem temperaturgesteuerten Lüfter. In die NAS-Hardware der etablierten Marken fließt jahrelange Erfahrung ein, zudem pflegen die Hersteller Kompatibilitätslisten für Festplatten, was das Risiko von Pannen senkt. Man bekommt ein Komplettgerät aus der Serienfertigung inklusive Support, Dokumentation sowie mit vorhersagbarer Leistungsaufnahme. Vor allem aber erleichtern die über mehrere Generationen optimierten NAS-Firmwares die Einrichtung eines Netzwerkspeichers enorm und mindern das Risiko fataler Bedienungsfehler. Die großen Hersteller liefern auch recht zuverlässig Updates, die Sicherheitslücken schließen – allerdings gilt das nicht für jedes nachträglich installierte Plug-in.

Zur sicheren und zuverlässigen NAS-Konfiguration sind jedoch einige Grundkenntnisse nötig, vor allem sollte man sich mit den Konzepten der Nutzerverwaltung und von Zugriffsberechtigungen beschäftigen. Ausführliche Hinweise zur sicheren NAS-Konfiguration finden Sie auf Seite 134.

NAS-Funktionen

Jeder NAS-Hersteller pflegt sein eigenes Firmware-Ökosystem, auf das der Artikel ab Seite 126 näher eingeht. Die grundsätzlichen Funktionen gleichen sich, weil es letztlich um sogenannte File-Server geht. In der NAS-Box sitzt dazu ein sparsamer Prozessor, auf dem ein angepasstes Linux läuft. Letzteres bindet die Festplatten-, USB- sowie Netzwerkschnittstellen ein, verwaltet den Speicherplatz der eingebauten Datenträger sowie die Rechte der Nutzer, die darauf Zugriff haben sollen.

Ein NAS arbeitet normalerweise ohne Bildschirm, Tastatur und Maus, man konfiguriert es per Browser über seine Web-Oberfläche. Dort richtet man üblicherweise sogenannte Dateifreigaben (Shares) ein, auf die anschließend bestimmte Nutzer(-gruppen)



Für den Einsatz im Homeoffice braucht ein NAS nicht mehr Anschlüsse als Gigabit-Ethernet und USB 3.0 (rechts); ein zweiter Ethernet-Port ist ebenso verzichtbar wie eine eSATA-Buchse (links, rot) zur Erweiterung.

Zugriff haben – und andere nicht (Datenschutz). Jedes NAS ermöglicht Datenzugriff über das Windows-Freigabenprotokoll Server Message Block (SMB), früher auch Common Internet File System (CIFS) genannt. Windows-Rechner können eine SMB-Freigabe als Backup-Ziel nutzen, das ist mit die wichtigste Funktion fürs Homeoffice. Mit SMB kann praktisch jeder aktuelle PC umgehen, egal ob mit Windows, Linux oder Apples macOS; auch für Smartphones und Tablets mit Android oder iOS gibt es passende Apps.

Alle NAS unterstützen noch weitere Netzwerkprotokolle, etwa um Apple-Rechner mit der Backup-Funktion Time Machine anzubinden oder für WebDAV-Freigaben. Üblich sind auch Medienserver-Funktionen: Die stellen Video-, Musik- und Bilddateien so im Netz bereit, dass sie etwa Smart-TVs mit UPnP-Funktionen abspielen können.

Mit Plug-ins aus dem Online-Store des jeweiligen NAS-Anbieters lassen sich viele weitere Server-Funktionen nachrüsten, etwa smarte Backup-Dienste oder Cloud-Ersatzfunktionen wie NextCloud. Letztere sind allerdings für die meisten Nutzer nur sinnvoll, wenn sie auch außerhalb des eigenen Netzwerks funktionieren, also von unterwegs – und hier wird es kompliziert: Wer sein NAS etwa per Portweiterleitung und DynDNS-Dienst aus dem Internet erreichbar macht, reißt dabei leicht Sicherheitslücken auf. Für einen heimischen Cloud-Ersatz setzt man besser auf eine VPN-Verbindung ins Heimnetz [5, 6, 7].

RAID

Festplatten sind mittlerweile mit bis zu 18 TByte Kapazität erhältlich, was für die allermeisten Heimbüros genügt. Man kann im 2-Bay-NAS auch eine einzelne Platte betreiben: Das spart Geld und Strom und reicht oft aus, wenn man wirklich regelmäßige Backups pflegt. Weil Festplatten wie jede andere Hardware jederzeit ausfallen können, ist es aber schlauer, eine zweite Platte im NAS für einen redundanten Verbund aus zwei Laufwerken einzusetzen, ein sogenanntes RAID 1. Dabei schreibt das NAS alle Daten gleichzeitig auf beide Laufwerke; fällt eines aus, gehen keine Daten verloren. Dennoch ersetzt ein RAID kein Backup, weil es weder vor versehentlichem Löschen schützt noch vor Verschlüsselungstrojanern oder dem Ausfall der NAS-Hardware. Ein NAS ist zwar ein gutes Backup-Ziel für PCs, aber es sollte stets mindestens eine weitere Kopie auf einem anderen Speichermedium geben, das nicht ständig am Netz hängt und möglichst nicht am gleichen Ort lagert – also auf einer USB-Platte oder verschlüsselt in der Cloud [8]. Manche NAS erledigen Letzteres per Plug-in automatisch.

Geradezu leichtsinnig ist es, zwei NAS-Platten zu einem zwar schnelleren und größeren, aber auch fehleranfälligeren RAID-0-Verbund zu koppeln – dann vernichtet ein einzelner Plattendefekt *sämtliche* Daten, weil sie streifenweise auf beide Platten verteilt sind (Stripeset). Auch beim sogenannten JBOD, das den addierten Platz beider Platten zu einem einzigen logischen Volume zusammenfasst, drohen Probleme. Wird der Platz knapp, rüstet man besser eine größere Disk nach.

Speed

Aktuelle 100-Euro-NAS haben Gigabit-Ethernet-(GE-)Buchsen, die bis zu 115 Megabyte Daten pro Sekunde übertragen. Eine einzelne moderne Platte schafft in ihren schnellsten Zonen noch mehr und genügt also, um große Dateien so schnell wie möglich zu kopieren. Wenn das NAS 100 MByte/s schafft, dauert der Transfer einer Backup-Datei oder eines DVD-Images mit jeweils 4 GByte Umfang weniger als 50 Sekunden. Beim Zugriff auf viele kleine Dateien sinkt die Transferrate enorm – das lässt sich aber nur bis zu einem gewissen Grad optimieren und selbst das ist teuer, weil man ein NAS mit viel RAM und SSD-Bestückung braucht. Das lohnt sich für Kleinbüros ebenso selten wie ein schnellerer Ethernet-Anschluss mit 2,5-Gigabit/s-Ethernet (2,5Base-T) oder gar 10GE: Um das auszureizen, braucht man auch einen schnellen Switch sowie die passenden Anschlüsse am PC.

Wenn Sie Ihr NAS vor allem per WLAN nutzen, dann können Sie die volle Transferrate selbst mit Wi-Fi 6 nur dann ausschöpfen, wenn sich das Notebook nahe beim WLAN-Router befindet. Die WLAN-Transferrate sinkt mit wachsender Entfernung rasch. Anders gesagt: Wenn das Notebook meist eine schwache WLAN-Verbindung hat, brauchen Sie kein schnelles NAS. Müssen Sie sehr häufig große Dateien übertragen, dann nehmen Sie besser ein Ethernetkabel. Für Notebooks ohne Ethernet gibt es USB-GE-Adapter ab etwa 15 Euro; sie brauchen einen USB-3.0-Port, USB 2.0 ist zu lahm.

Obwohl die meisten NAS-Prozessörchen AES-Beschleuniger zum Verschlüsseln von Daten beim Schreiben auf die Platten haben, kann die Transferrate deutlich sinken. Sie müssen selbst abwägen, wie stark das stört. Wer Kundendaten auf dem NAS ablegen möchte, sollte die Verschlüsselung mindestens für eine dafür reservierte Freigabe aktivieren – zu



Alle drei Festplattenhersteller verkaufen Laufwerke speziell für kleine NAS; achten Sie auf ein Modell mit konventioneller Aufzeichnung, also ohne SMR-Technik wie bei dieser WD Red.

leicht geraten Daten in falsche Hände, etwa wenn man das Gerät zur Reparatur einschickt.

Fürs Backup auf eine externe Festplatte sollte das NAS eine USB-3.0-Buchse haben (auch als USB 3.2 Gen 1 bezeichnet); das ist selbst bei günstigen Geräten inzwischen der Fall.

NAS-Festplatten

Wie viel Speicherplatz ein NAS haben soll, lässt sich nicht pauschal beantworten, weil es dabei auf Ihre individuellen Wünsche ankommt. Als Backup-Ziel fürs Homeoffice braucht man aber zunächst nicht viel mehr als die doppelte bis dreifache Kapazität der SSDs und Platten der eigenen Computer. Kaufen Sie keine extrem überdimensionierten Laufwerke, nicht bloß weil sie teuer sind, sondern auch weil sie nicht ewig leben. Sinnvoller ist es, nach drei bis vier Jahren einen Umzug auf größere und dann auch frische Platten einzuplanen. Die alten kann man dann als zusätzliches Backup einlagern.

Zwar lassen sich grundsätzlich fast alle Platten im NAS verwenden; in die meisten passen sogar die sparsameren und leiseren 2,5-Zoll-Laufwerke für Notebooks. Es ist aber ratsam, sich an die Kompatibilitätslisten des NAS-Herstellers zu halten und davon Platten auszuwählen, die speziell für den NAS-Betrieb ausgelegt sind. Alle drei verbliebenen Festplattenhersteller Seagate, Toshiba und Western Digital (WD) bieten für kleine NAS spezielle Laufwerksfamilien an. Deren Eigenschaften (und Preise) liegen zwischen jenen für Desktop-PCs und jenen für große NAS und „Enterprise“-Server. Anders als Desktop-Typen sind die NAS-Versionen für Dauerbetrieb ausgelegt, vertragen Vibrationen durch andere Platten im gleichen System besser und arbeiten relativ sparsam. Sie drehen aber langsamer als die schnelleren Typen für größere Server, kompensieren Vibrationen nicht aktiv und sind für geringere jährliche Datentransfermengen ausgelegt. Letzteres dürfte im Homeoffice aber nicht ausschlaggebend sein.

Eine bekannte Plattenbaureihe für kleine NAS ist die WD Red, die mittlerweile WD Red Plus heißt. Allerdings verärgerte WD Mitte 2020 einige Käufer mit verwirrenden Datenangaben: So lieferte man stillschweigend WD-Red-Platten mit der Aufzeichnungstechnik Shingled Magnetic Recording (SMR), die in manchen Konstellationen zu Problemen führen kann. Besser für kleine NAS ist Conventional Magnetic Recording (CMR) – und genau diese Technik steckt in der WD Red Plus. Außerdem verkaufte WD Platten der „5400-Touren-Klasse“, deren Magnetscheiben tatsächlich 7200-mal pro Minute rotieren und dafür etwas mehr Strom schlucken.

Die zur WD Red Plus vergleichbare Toshiba-Baureihe heißt schlicht „NAS Drive“, Seagate empfiehlt die Serie „Ironwolf“. 4-TByte-Modell der genannten

Literatur

[1] Carsten Spille, **Speicher-Quader**, Flexibler Heimserver mit ECC-RAM, c’t 18/2020, S. 112

[2] Carsten Spille, **FAQ: Heimserver-Variationen**, c’t 23/2020, S. 178

[3] Christof Windeck, **Netz-Zentrale**, Tipps zur Server-Auswahl für kleine Netze, c’t 18/2020, S. 106

[4] Ernst Ahlers, **Wandelbarer Speicher**, TerraMaster F2-221: NAS oder Mikroserver nach Wunsch, c’t 8/2019, S. 80

[5] Urs Mansmann, **Tunnel durchs Internet**, Mobile Geräte mit VPN sicher ins Netz bringen,c’t 3/2016, S. 126

[6] Peter Siering, **Schutz ausrollen**, Den eigenen VPN-Server mit WireGuard bauen, c’t 15/2019, S. 166

[7] Andrijan Möcker, **Schwesterkiste**, Fritzbox 4040 mit OpenWrt betreiben, c’t 10/2019, S. 28

[8] Holger Bleich, **Auf Eis gelegt**, Daten langfristig in der Cloud sichern, c’t 22/2020, S. 72

[9] Rudolf Opitz, **Blackout-Versicherung**, Günstige USVs für den Büro-PC, c’t 3/2018, S. 110

Plattenfamilien kosten ab 110 Euro, 2- und 3-TByte-Modelle sind nur wenig billiger und lohnen sich deshalb nicht mehr. Bei NAS-Platten mit 6 und 8 TByte zahlt man ähnlich viel pro Terabyte wie bei den 4-TByte-Typen, ab 10 TByte wird es teurer. Platten ab 8 TByte gibt es auch mit Heliumfüllung, die bei gleicher Kapazität und Drehzahl etwas sparsamer arbeiten.

Ein NAS lässt man üblicherweise ständig laufen, die meisten schalten ihre Platten nach einiger Zeit ohne Zugriffe automatisch ab. Einfache NAS nehmen im Leerlauf mit stehenden Platten rund 5 bis 15 Watt Leistung auf. Bei einem Strompreis von 30 Cent pro Kilowattstunde summiert sich das auf 13 bis 40 Euro jährlich. Bei Zugriffen braucht der NAS-Prozessor mehr Strom und jede Platte zwischen 4 und 8 Watt, folglich stehen in diesem Beispiel zwischen 13 und 31 Watt an. Weil ein NAS im Homeoffice selten mehr als je vier Stunden an 230 Werktagen im Jahr Daten überträgt, kommen dafür bloß 4 bis 9 Euro hinzu, in der Summe ergeben sich also 17 bis 48 Euro. Würden die Platten ständig drehen, wären es stattdessen zwischen 34 und 103 Euro.

Guter Standort

Festplatten vertragen Stöße und Hitze schlecht. Auch Staub, Schmutz, Feuchtigkeit (Keller, Küche) sowie Vibrationen anderer Geräte (Drucker) können NAS-Probleme verursachen. Im Homeoffice sollte ein NAS zudem außerhalb der Reichweite von Kindern und Haustieren stehen. Wenn es im Stromnetz an Ihrem Wohnort öfters zu Störungen kommt, schützt eine unterbrechungssichere Stromversorgung (USV) vor Hardware-Defekten und daraus resultierendem Datenverlust [9].

Denken Sie an regelmäßige Backups und den Datenschutz, vor allem wenn Sie Daten von Kunden und Kollegen verarbeiten (DSGVO). Dabei hilft Verschlüsselung. (ciw) c't

secIT by Heise SPECIAL

Jetzt Kombi-Rabatt sichern und über 30% sparen!

Die Online-Konferenzen zur secIT by Heise

IT-Security im Fokus

Vertiefen Sie in einer spannenden Keynote sowie in 3 interaktiven Vorträgen Ihr Wissen rund um IT-Security. Jedes secIT Special präsentiert Ihnen ein exklusives Thema.

20. Mai 2021
IR, SOC und SIEM

16. September 2021
Cybersicherheit für KMU

9. Dezember 2021
Hacking for Security

JETZT ANMELDEN: https://konferenzen.heise.de/secit-special

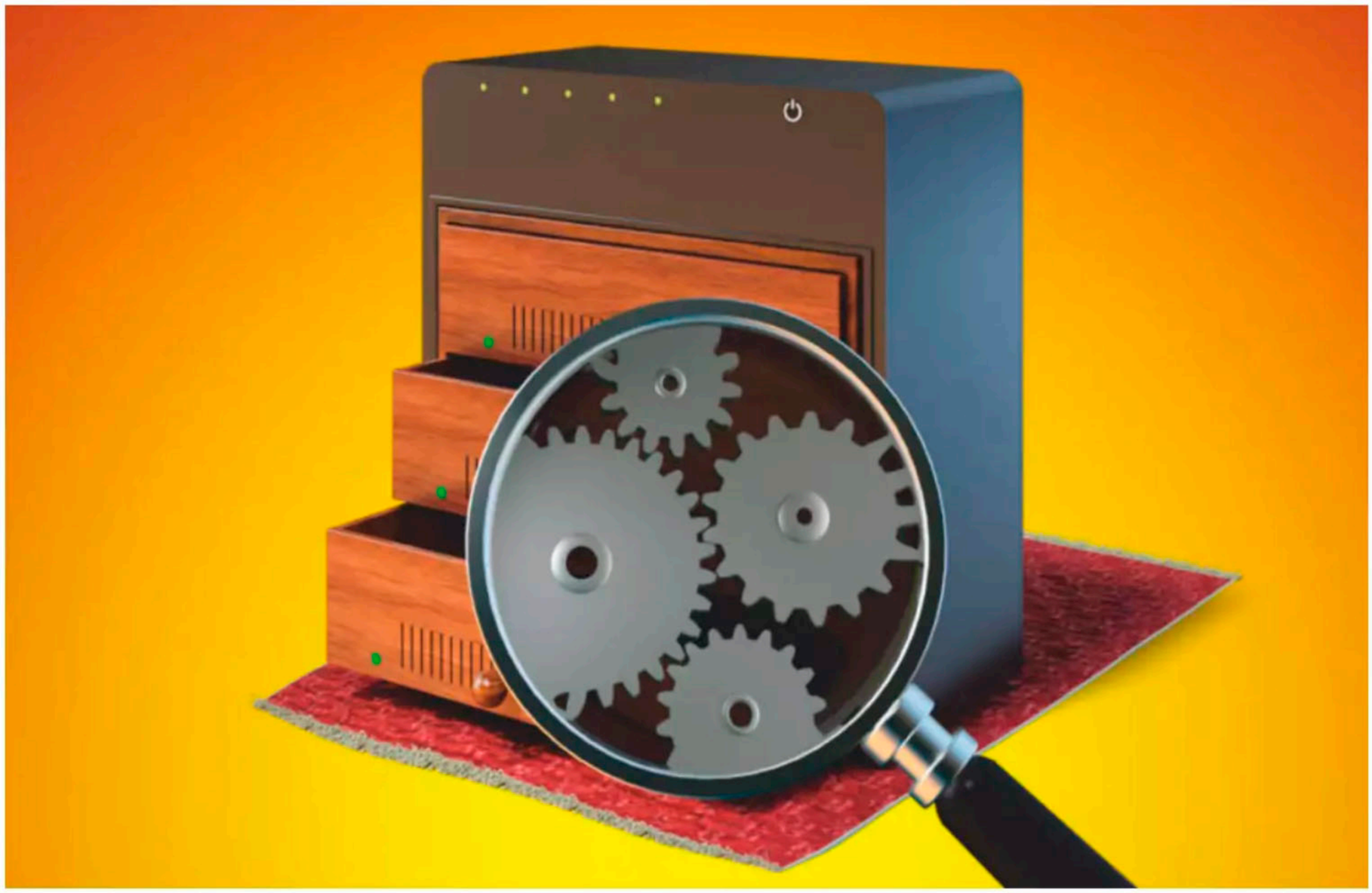


Bild: Andreas Martini

NAS-Gehäuse zum Selbstbestücken

Ein Netzwerkspeicher für Familie, WG oder Kleinfirma muss kein Vermögen kosten: Ein Terabyte RAID-gesicherten Speicherplatz kann man schon für weniger als 300 Euro ins LAN stellen, wovon etwa die Hälfte aufs NAS-Leergehäuse entfällt. Vier Exemplare dieser Klasse traten im c't-Labor gegen ein doppelt so teures Modell an.

Von **Ernst Ahlers**

Der Datenspeicher im LAN ist nicht nur für zentral gelagerte Dateien und PC-Backups nützlich: Er kann auch als Medienserver Musik und Videos ans Smart-TV liefern. Will man sich von Google lösen, dient das NAS mit Software-Erweiterungen (Apps aus den Hersteller-Repositorys) auf Wunsch auch als aus dem Internet erreichbarer Cloud-Server für Kontakte, Termine und Notizen. Die zentrale Sicherung von Fotos und Videos von Familien-Smartphones per App fällt als Dreingabe ab.

Vier günstige NAS-Leergehäuse mit zwei Massenspeicherplätzen zum Selbsteinbauen von Festplatten oder SSDs haben wir uns ins Labor geholt: Netgear ReadyNAS 212, QNAP TS-230, Synology DS220j und



Das zum Vergleich mitgetestete, teurere Asustor AS5202T hat den anderen Geräten einen HDMI-Videoausgang voraus. Seine beiden LAN-Ports arbeiten mit maximal 2,5 GBit/s (NBase-T) statt 1 GBit/s.

Western Digital (WD) My Cloud EX2 Ultra. Ein Asustor AS5202T für rund 340 Euro gibt den Ausblick, welchen Mehrwert eine etwas größere Investition erkauft.

Die Leergehäuse bestückten wir jeweils mit zwei NAS-Festplatten Seagate ST4000VN008 zu je 4 Terabyte. Bei dieser Kapazität bekommt man zurzeit den meisten Speicherplatz fürs Geld. In der RAID-1-Zusammenstellung (Spiegelung, sichert gegen Festplattendefekt) ergibt sich eine Nettokapazität von ebenfalls 4 Terabyte. Die Geräte unterstützen zwar auch Konfigurationen für die doppelte Speichergröße, aber die sollten Sie meiden.

Beim Einrichten per Browser folgten wir den Vorgaben der Software-Assistenten, so es welche gab, und maximierten gegebenenfalls den bereitgestellten Speicherplatz. Manche Geräte bieten nämlich die Möglichkeit, Kapazität für Snapshots zu reservieren. Die schützen zwar vor Datenverlust durch Fehlbedienungen oder Verschlüsselungstrojanerbefall, indem man ältere Dateiversionen „zurückholen“ kann. Aber dabei geht ein großer Teil der NAS-Kapazität für Schattenkopien drauf, was nicht jeder investieren will. Ein regelmäßiges Offline-Backup auf ans NAS gesteckte USB-Massenspeicher erfüllt den Zweck meist genauso gut.

Praktische Aspekte

USB-Buchsen an der Frontseite gibt es in diesem Testfeld nur bei Asustor, Netgear und QNAP. Wer die eben erwähnte Backup-Platte anschließen will, muss bei Synology und WD das Gerät im Betrieb eventuell drehen oder verschieben. Beides birgt eine Headcrash-Gefahr für die laufenden Festplatten. Eine halbmeterlange USB-3.0-Verlängerung für ein paar Euro, deren Buchse man nach vorn legt, ermöglicht einen risikoarmen Anschluss des Backup-Mediums.

Bei den günstigen Geräten ist das RAM nicht erweiterbar. Zumindest beim TS-230 wäre das aber

SMB-Durchsatz eines Clients über Gigabit-Ethernet

Dateigruppe	1000 × 256 KByte		100 × 2 MByte		10 × 400 MByte	
	schreiben besser ▶	lesen besser ▶	schreiben besser ▶	lesen besser ▶	schreiben besser ▶	lesen besser ▶
Unverschlüsselt						
Asustor AS5202T (EXT4)	22	12	84	37	153	169
Asustor AS5202T (BTRFS)	19	11	77	44	163	180
Netgear ReadyNAS 212	5	12	65	35	68	109
QNAP TS-230	4	6	45	34	106	107
Synology DS220j	5	10	45	36	106	111
WD My Cloud EX2 Ultra	6	9	64	30	84	95
Verschlüsselt						
Asustor AS5202T (EXT4)	15	14	55	33	131	165
Asustor AS5202T (BTRFS)	16	12	61	40	96	181
Netgear ReadyNAS 212	5	7	39	31	61	76
QNAP TS-230	4	6	44	32	99	105
Synology DS220j	5	10	46	36	08	109
WD My Cloud EX2 Ultra	10	10	47	30	75	82

alle Werte in MByte/s, gemessen mit c't-NAS-Bench aus/auf RAM-Disk, Windows-10-PC mit Core i3-6300 und 10GE-NIC Asus XG-C100C



Asustor AS5202T

Das AS5202T spielt preislich in einer anderen Liga als das restliche Testfeld. Das merkt man an der Hardware-Ausstattung: Ein x86-Prozessor nebst Docker-Unterstützung bahnt den Weg zu einer riesigen Auswahl von Funktionserweiterungen abseits des Herstellerangebots. Das RAM ist passend dazu vergrößerbar, die NBase-T-LAN-Ports liefern mehr als die doppelte Datenrate und per HDMI-Ausgang taugt das Gerät auch als Filmabspieler.

Bei der Software kommt Asustor immer näher an die NAS-Giganten QNAP und Synology heran, doch bei Details hakelt es: Im Test legten sich die Festplatten nicht zuverlässig schlafen. Lässt man sie der unmittelbaren steten Verfügbarkeit halber ohnehin durchlaufen, ist das aber einerlei.

- **schnelle LAN-Ports**
- **RAM erweiterbar**
- **Idle-Timeout unzuverlässig**



Netgear ReadyNAS 212

Netgear ist mit der ReadyNAS-Serie schon lange im Markt. Das merkt man am vergleichsweise großen Add-on-Angebot im Hersteller-Repository (apps.readynas.com). In Sachen Energiebedarf ist das RN212 nicht auf aktuellem Stand. Es bringt zwei LAN-Ports für Durchsatzsteigerung per Link Aggregation mit, worauf das restliche LAN eingerichtet sein muss.

Vom Aufbau her wirkt das ReadyNAS mit seinem Blechgehäuse und den stabilen Festplatten-Trays solider als die anderen, in Kunststoff gekleideten Geräte. Bei der Performance hält es gut mit, kommt aber nicht an das Niveau des Spitzenfeldes heran.

- **breites Add-on-Angebot**
- **guter Durchsatz**
- **energiehungrig**

sinnvoll, falls man etwa per Docker-Add-on Serverfunktionen nachrüsten möchte, die es im Hersteller-Repository nicht gibt. Wer mit dieser Absicht zum AS5202T greift, der sollte gleich dessen RAM aufs Maximum von 8 GByte erweitern. Dann können auch mehrere schwergewichtige Container gleichzeitig laufen, die einige Hundert MByte belegen, wie etwa Nextcloud und seine Office-Erweiterung Collabora.

Angeschlossen

Viele einfache NAS haben nur einen Gigabit-Ethernet-Port, Netgears ReadyNAS 212 hingegen zwei. Per Link Aggregation lässt sich damit der Durchsatz steigern, aber nur, wenn zwei PCs gleichzeitig aufs NAS zugreifen und der LAN-Switch die Funktion unterstützt. Das dürfte in den meisten kleinen Netzen entbehrlich sein.

Das AS5202T hat ebenfalls zwei LAN-Buchsen, die als Multigigabit-Ethernet-Ports (NBase-T) sogar bis zu 2,5 GBit/s entsprechend 2500 MBit/s transportieren. Von der Verdoppelung profitiert aber nur, wer auch das restliche Netzwerk aufrüstet, also einen NBase-T-fähigen Switch und passende LAN-Adapter für die PCs anschafft [1].

Für den Heimeinsatz interessanter dürfte der HDMI-Videoausgang des AS5202T sein: Durch Ins-



QNAP TS-230

Mehr kann man für den vergleichsweise kleinen Preis kaum verlangen: Das TS-230 ist leise, energieeffizient, performant und per Add-ons um viele Funktionen flexibel erweiterbar, mit Docker auch herstellerunabhängig. Wäre das RAM noch erweiterbar und würde das Gerät Verschlüsselung auf Freigabeebene anbieten, hätten NAS-Bastler eine perfekte Grundlage.

Wie beim Konkurrenten rechts gibt es ein breites Software-Angebot für Clients (PCs, Mobilgeräte), doch wer für Zugriffe aus dem Internet nicht auf QNAPs Dyndns-Dienst setzen will, schaut in die Röhre. Immerhin ist ab Werk schon ein DLNA-Server fürs Streaming lokal gespeicherter Medien an Bord.

- **sehr leise und performant**
- **breites Add-on-Angebot**
- **Verschlüsselung nur pro Volume**



Synology DS220j

Synology hat bei seinem DS220j an jeder Ecke aufs Sparen geachtet: Die Festplatten muss man – etwas umständlich, aber nur selten nötig – in eine Halterung einbauen und der Hauptspeicher ist mit 0,5 GByte (512 MByte) der kleinste im Test. Doch das hinderte das NAS nicht daran, eine sehr gute Leistung auch beim Zugriff auf verschlüsselte Freigaben abzuliefern.

Der Lüfter war deutlicher wahrnehmbar als beim Konkurrenten links (0,4 Sone bei ruhenden Platten), dürfte so aber die Hardware kühler halten, was die Zuverlässigkeit fördert. Softwareseitig bleiben keine Wünsche offen, es gibt Add-ons zum Nachrüsten vieler Funktionen und Software für zahlreiche Client-Betriebssysteme.

- **flott trotz kleinem RAM**
- **große Software-Palette**
- **keine Docker-Unterstützung**

tallieren des Software-Add-ons Asustor Portal wird das NAS zum Medienabspieler, der Videos bis zur 4K-Auflösung an Bildschirme ausliefert. Mit weiteren Plug-ins kann man auch Video-on-Demand-Filme von Amazon Prime Video, Disney+ und Netflix abspielen. Zum bequemen Bedienen der dann auf dem TV-Gerät angezeigten grafischen Oberfläche braucht es noch eine USB-Tastatur/Maus-Kombi. Solch eine Funktion bietet QNAP bei seinen teureren NAS-Modellen ebenfalls an.

Den Funktionsumfang werteten wir ausgehend von „Zufriedenstellend“, für das ein Grundstock essenzieller Funktionen gegeben sein musste (Windows-Dateifreigaben per SMB/CIFS, SMART-Überwachung der Massenspeichergesundheit, Admin-Alarmierung bei Problemen mindestens per E-Mail, Unterstützung externer USB-Massenspeicher für Backups et cetera). Die Note verbessert sich, wenn die Geräte auch die flexiblere Verschlüsselung auf Freigabeebene bieten oder der Hersteller ein Synchronisationstool auch für andere Betriebssysteme als Windows bereitstellt.

Steht die besonders nützliche Docker-Erweiterung zur Verfügung, die das NAS zum universellen Server macht, klettert die Note nochmals. Einen Abzug hätte es gegeben, wenn die Verschlüsselung der gespeicherten Daten weder auf Volume-Ebene noch per einzelner Freigabe möglich ist. Diese Verschlüs-

selung schützt vertrauliche Daten, wenn das NAS oder seine Festplatten etwa bei einem Einbruch abhandenkommen.

Ausgemessen

Was die NAS-Gehäuse mit der von uns gewählten Festplattenbestückung zu leisten vermögen, haben wir mit dem c't-NAS-Benchmark ermittelt [2]. Typischerweise stellt sich der höchste Durchsatz beim Zugriff auf große Dateien ein, im Test 10 × 400 MByte. Den Transfer vieler kleiner Dateien – 1000 × 256 KByte – bremsen die Latenzen in den PC- und NAS-Betriebssystemen.

Die Probanden konnten die maximale Datenrate ihrer Gigabit-Ethernet-Ports (1000 MBit/s entsprechend rund 115 MByte/s auf Anwendungsebene) bei großen Dateien erfreulicherweise weitgehend ausschöpfen (siehe Balkendiagramm auf Seite 127). Mit seinen extraschnellen Ports vermochte das teurere AS5202T sich indes ein gutes Stück nach oben abzusetzen. Welches der beim Einrichten wählbaren Dateisysteme (EXT4 oder BTRFS) man nimmt, machte dabei keinen spürbaren Unterschied. Mal hatte das eine, mal das andere die Nase vorn.

Für „sehr guten" Durchsatz musste ein Prüfling mindestens gerundete 100 MByte/s beim Schreiben und Lesen großer Dateien schaffen. Eine gute Note resultierte, wenn er die Grenze bei einer Datenrichtung knackte. Für ein „Zufriedenstellend" mussten es mindestens 80 MByte/s in eine Richtung sein. Eine schlechte Note hätte es gegeben, wenn dieser Wert in beiden Richtungen unterschritten worden wäre. Ver- oder entschlüsselt der NAS-Prozessor die Daten, dann sinkt dabei die Datenrate mehr oder weniger stark und damit bei manchen Geräten auch die Note.

Flotterer Massenspeicher

SATA-SSDs statt Festplatten im NAS können bei schneller LAN-Anbindung und sequenziellem Zugriff auf große Dateien sehr hohe Durchsätze bis in die Region von 1000 MByte/s ermöglichen [3]. In günstigen Netzwerkspeichern bringen sie jedoch selten einen Vorteil, was wir stichpunktartig bei den Geräten von QNAP und Synology überprüften. Einzig das Lesen mittelgroßer Dateien (100 × 2 MByte) lief mit rund 50 Prozent Gewinn so viel schneller, dass man es in der Praxis auch spürt.

Bei großen Dateien konnten die Probanden ihre Gigabit-Ports schon mit Festplatten voll auslasten. Das AS5202T hingegen vermochte mit seinen 2,5 GBit/s flotten Multigig-Ports und SSD-Einsatz auch große Dateien schneller anzunehmen und auszuliefern: Beim Lesen kletterte der Durchsatz von rund 170 MByte/s auf etwas über 270 MByte/s. Beim Schreiben legte das Asustor-NAS mit SSDs aber nur beim Zugriff auf eine unverschlüsselte Freigabe merklich zu (202 statt 153 MByte/s).

Zufällig schneller

Geht es um zufällige Schreib- und Lesezugriffe über eine Windows-Freigabe auf eine auf dem NAS liegende Datei, beispielsweise eine von mehreren



WD My Cloud EX2 Ultra

Western Digital (WD) verkauft seine My-Cloud-NAS normalerweise mit Festplatten aus eigener Herstellung. Die als Leergehäuse beschaffte My Cloud EX2 Ultra lief im Test problemlos mit Seagate-Platten und erfüllt die grundlegenden Anforderungen an ein NAS, doch in Sachen Erweiterbarkeit sieht es mager aus.

Das Einrichten der Online-Anbindung hat WD dafür besonders einsteigertauglich gestaltet: Wenn sich das Gerät nicht selbst per UPnP-Automatik eine Router-Freigabe einrichten kann, erreicht man es nach Registrierung alternativ über einen Herstellerserver, der als Proxy agiert. Den innen versteckten, manchmal anlaufenden Lüfter wünschen wir uns etwas leiser.

- **einfaches Setup**
- **wenig erweiterbar**
- **sporadisch sirrender Lüfter**

Preisschwankungen

Bei der Akquise der Testgeräte im Herbst 2020 war Netgears ReadyNAS 212 noch für rund 190 Euro zu haben. Anschließend verschlechterte sich die Erhältlichkeit, sodass der Preis im Februar 2021 je nach Anbieter auf 250 bis 330 Euro geklettert war. Bis zum Erscheinen dieser Ausgabe könnte sich die Situation entspannt haben, sodass wir das Gerät im Testfeld belassen haben.

Nutzern verwendete Datenbank, dann kann eine SSD-Bestückung aber auch bei den günstigen Geräten einen deutlichen Schub bringen. Das überprüften wir mit dem Diskspd-Benchmark von Microsoft (ct.de/w7aj).

Bei 4 KByte Blockgröße und einem Schreib-/Lese-Mix von 20 zu 80 Prozent leistete das TS-230 mit Festplattenbestückung 140 Schreib- und 570 Lesevorgänge pro Sekunde (IOPS). Mit SSDs verzwölffachte sich das auf 1730 und 6920 IOPS. Beim DS220j mit seinem viel kleineren RAM (0,5 statt 2 GByte) fiel die SSD-Steigerung mit dem Faktor 44 noch weit höher aus: von 30/120 auf 1330/5300 IOPS.

Diese Werte darf man aber nur als Tendenz ansehen. Obwohl wir die mit zufälligen Daten gefüllte Testdatei mit 12 GByte so groß wählten, dass sie nur zu einem kleinen Teil in den RAM-Puffer der NAS passte, ergaben wiederholte Messungen bei einzelnen Prüflingen stark streuende Ergebnisse. Weil die Resultate so nicht zum Vergleich taugen, haben wir die IOPS-Leistung aus der Ergebnistabelle weggelassen.

Brummkreisel

Wer sich einen Netzwerkspeicher ins Wohnzimmer, Homeoffice oder Büro stellt, kriegt das Laufgeräusch der installierten Festplatten zu Gehör. Dazu kommt



2-Bay-NAS-Leergehäuse - Technische Daten und Testergebnisse

Modell	AS5202T	ReadyNAS 212	TS-230	DS220j	My Cloud EX2 Ultra
Hersteller/Marke	**Asustor, www.asustor.com**	**Netgear, www.netgear.de**	**QNAP, www.qnap.com**	**Synology, www.synology.com**	**WD, shop.westerndigital.com**
getestete Firmware / Linux-Kernel	**3.5.3.RBH1 / 4.14.x**	**6.10.3 / 4.4.190**	**4.5.1.1495 / 4.2.8**	**DSM 6.2.3-25426 Up. 2 / 4.4.59+**	**5.06.115 / 4.14.22**
Hardware					
Prozessor / Takt (Burst)	Celeron J4005 / 2 × 2,0 GHz (max. 2,7 GHz)	ARM Cortex-A15 / 4 × 1,4 GHz (k. A.)	ARM Cortex-A53 / 4 × 1,4 GHz (k. A.)	ARM Cortex-A53 / 4 × 1,4 GHz (k. A.)	ARM v7 / 2 × 1,3 GHz (k. A.)
RAM / erweiterbar bis auf	2 GByte / 8 GByte	2 GByte / –	2 GByte / –	0,5 GByte / –	1 GByte / –
Massenspeicher-Montage / werkzeuglos	Tray / ✓	Tray / ✓	Tray / ✓	Halterung / –	Schacht / ✓
Gigabit-LAN-Ports / Multigig-Ports (max. Datenrate)	– / 2 (2,5 GBit/s)	2 / –	1 / –	1 / –	1 / –
USB-Ports (Typ A)	3 × 5 GBit/s	3 × 5 GBit/s	2 × 5 GBit/s, 1 × 480 MBit/s	2 × 5 GBit/s	2 × 5 GBit/s
weitere Anschlüsse	HDMI 2.0a, IR-Empfänger für Fernbedienung	eSATA	–	–	–
Bedienelemente	Ein, Copy, Reset	Ein, Backup, Reset	Ein, Copy, Reset	Ein, Reset	Reset
Anzeigen	9 Leuchten	9 Leuchten	7 Leuchten	5 Leuchten	5 Leuchten
Maße (B × H × T)	17 cm × 11 cm × 22 cm	10 cm × 14,5 cm × 23 cm	9 cm × 19 cm × 15,5 cm	10 cm × 16,5 cm × 22,5 cm	10 cm × 17 cm × 15,5 cm
Sharing-Funktionen					
max. SMB-Version / Samba-Server-Version	3.11 / 4.4.3 (Mai 2016)	3.11 / 4.8.0 (März 2018)	3.11 / 4.10.18 (Sep. 2020)	3.11 / 4.4.16 (Sep. 2017)	3.11 / 4.9.5 (März 2019)
Webdav(s) / FTP(S) / NFS	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	(✓)[1] / ✓ / ✓	– / (nur FTP) / ✓
AppleShare (AFP) / TimeMachine	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Rsync / abschaltbar / iSCSI-Target	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / –	(✓)[1] / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	– / – / ✓
Printserver / Protokoll	✓ / IPP, Remote-USB	– / –	✓ / IPP	✓ / IPP, LPR, Apple Wireless Printing	– / –
Medienserver	(DLNA, iTunes)[1]	DLNA, iTunes	DLNA, weitere[1]	(DLNA, iTunes)[1]	(DLNA, iTunes)[1]
weitere vorinstallierte Server-Dienste	Web, TFTP, SFTP, Reverse Proxy	–	Web, LDAP, SQL, Syslog, Radius, TFTP	Reverse Proxy, TFTP	–
Nutzer-Auth. gegen Active Directory / LDAP	✓ / ✓	✓ / –	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / –
Active-Directory-Server (Domaincontroller)	–	–	✓	–	–
Wartung und Logging					
SSH / Root-Shell möglich	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
SNMP-Versionen / Traps	1,2c,3 / ✓	1,2c,3 / ✓	1,2c,3 / ✓	1,2c,3 / –	1,2c,3 / ✓
Logging: Syslog-Client / Alarme	✓ / E-Mail, SMS, App-Push	– / E-Mail	✓ / E-Mail, SMS, IM, App-Push	(✓) [1] / E-Mail, SMS, App-Push	– / E-Mail, SMS
NTP-Client / beliebige Quelle / Sommerzeit / Server	✓ / ✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / –
Port-Forwards per UPnP / Dyndns (Anzahl Dienste)	✓ / ✓ (11)	– / –	✓ / –	✓ / ✓ (19)	✓ / ✓ (2)
herstellereigener Dyndns-Dienst / mit IPv6-Auflösung	✓ / –	– / –	✓ / ✓	✓ / ✓	– / –
Massenspeicher					
Idle-Timeout / SMART-Wächter / Test per Zeitplan	✓ (5–60 min) / ✓ / ✓	✓ (5–45 min) / ✓ / ✓	✓ (5–60 min) / ✓ / ✓	✓ (10–300 min) / ✓ / ✓	✓ (5–30 min) / ✓ / –
internes Dateisystem vorgeschlagen / alternativ	EXT4 / BTRFS	BTRFS / –	EXT4 / –	EXT4 / –	EXT4 / –
externe Dateisysteme (USB-Massenspeicher)	EXT4, EXT3, NTFS, FAT32, HFS+	EXT4, EXT3, NTFS, FAT32, HFS+	EXT4, EXT3, NTFS, FAT32, HFS+, exFAT[2]	EXT4, EXT3, NTFS, FAT32, HFS+, exFAT[2]	EXT4, EXT3, NTFS, FAT32, HFS+
Verschlüsselung pro Freigabe / Volume	✓ / –	– / ✓	– / ✓	✓ / –	– / ✓
Extras					
Betrieb nach Zeitplan / Wake on LAN	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Fernzugriff per App für Android / iOS	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Sync-Tool für Clients / Betriebssysteme	Asustor EZ Sync / Windows	ReadyCloud / Windows, macOS, Android, iOS	QSync / Windows, macOS, Linux, Android, iOS	Synology Drive / Windows, macOS, Linux, Android, iOS	– / –
Sicherung/Mirroring übers Netz mit	rsync, FTP, Cloud[1]	rsync, Cloud[1]	QSync-Add-on[1]	rsync, Synology Drive Share-Sync[1], Cloud[1]	rsync, Cloud[1]

2-Bay-NAS-Leergehäuse - Technische Daten und Testergebnisse

Modell	AS5202T	ReadyNAS 212	TS-230	DS220j	My Cloud EX2 Ultra
Hersteller/Marke	**Asustor, www.asustor.com**	**Netgear, www.netgear.de**	**QNAP, www.qnap.com**	**Synology, www.synology.com**	**WD, shop.westerndigital.com**
getestete Firmware / Linux-Kernel	**3.5.3.RBH1 / 4.14.x**	**6.10.3 / 4.4.190**	**4.5.1.1495 / 4.2.8**	**DSM 6.2.3-25426 Up. 2 / 4.4.59+**	**5.06.115 / 4.14.22**
Extras					
USV-Kopplung per USB / SNMP / NUT / NUT-Server	✓ / ✓ / – / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / – / ✓ / ✓
Container/VM-Unterstützung	✓ (Docker/LXC, VirtualBox)[1]	–	✓ (Docker/LXC)[1]	–	–
Messwerte (mit 2 × ST4000VN008, RAID 1, Schreiben / Lesen)					
SMB-Durchsatz große Dateien unverschlüsselt	153 / 169 MByte/s	68 / 109 MByte/s	106 / 107 MByte/s	106 / 111 MByte/s	84 / 95 MByte/s
verschlüsselt	131 / 165 MByte/s	61 / 76 MByte/s	99 / 105 MByte/s	108 / 109 MByte/s	75 / 82 MByte/s
Geräuschentwicklung Idle / Platten aus	0,3–0,5 Sone / k. A.[3]	0,5 / < 0,1 Sone	0,4 / < 0,1 Sone	0,6 / 0,4 Sone	0,4 / < 0,1 Sone
Leistungsaufnahme Idle / Platten aus	ca. 14 Watt (30 VA) / k. A.[3]	18,1 Watt (33 VA) / 10,1 Watt (22 VA)	11,6 Watt (26 VA) / 4,2 Watt (14 VA)	12,7 Watt (28 VA) / 3,7 Watt (11 VA)	12,3 Watt (27 VA) / 5,2 Watt (14 VA)
Bewertung					
Funktionsumfang	⊕⊕	⊕	⊕⊕	⊕	○
Durchsatz große Dateien (verschlüsselt)	⊕⊕ (⊕⊕)	⊕ (○)	⊕⊕ (⊕⊕)	⊕⊕ (⊕⊕)	⊕ (○)
Geräusch	⊕	⊕	⊕⊕	⊕	(⊕⊕)[4]
Energieeffizienz	⊕	○	⊕	⊕	⊕
Preis (ohne Platten)	340 €	330 €	168 €	166 €	135 €

⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe
[1] nachrüstbar aus Hersteller-App-Store [2] exFAT per gebührenpflichtiger Lizenz [3] Im Idle immer wieder Seek-Geräusche, Platten gingen im Test nie lang genug schlafen [4] Lüfter läuft gelegentlich an, siehe Text

Literatur

[1] Andrijan Möcker, **Bitautobahn**, Hardware fürs Multigigabit-LAN, c't 16/2020, S. 56

[2] Ernst Ahlers, **FAQ NAS/Netzwerkspeicher**, c't 21/2019, S. 170

[3] Ernst Ahlers, **Presto-NAS**, Schnelle Netzwerkspeicher: Vier NAS für 10-Gigabit-Ethernet, c't 25/2020, S. 124

NAS-Benchmark-Tools

ct.de/w7aj

bei den meisten NAS das leichte Surren eines langsam drehenden Lüfters, doch unsere Prüflinge blieben dabei so leise, dass es bei einem halben Meter Messabstand für eine gute (0,5 bis unter 1,0 Sone) oder sehr gute Geräuschnote reichte (unter 0,5 Sone). Wenn das Gerät die Festplatten schlafen legt, weil längere Zeit keine Zugriffe geschehen (einstellbarer Idle Timeout), dann wird es leiser, meistens deutlich.

Beim Asustor AS5202T müssen wir diesen Idle-Wert schuldig bleiben, weil die Platten im Test nie längere Zeit aus blieben, sondern auch ohne äußere Zugriffe nach einigen Sekunden bis einer halben Minute von selbst wieder anliefen. Außerdem traten im Idle-Zustand ebenfalls ohne äußeren Grund zeitlich unregelmäßig Kopfbewegungen mit einhergehendem Seek-Geräusch (leises Klackern) auf, sodass wir dort nur einen Bereich angeben können.

Fazit

Grobe Patzer leistete sich keiner der getesteten Prüflinge. Das preisgünstigste NAS-Gehäuse im Test, WDs My Cloud EX2 Ultra, erfüllt grundlegende Ansprüche. Wegen seines sporadisch sirrenden und damit akustisch auffälligen Lüfters stellt man das Gerät aber lieber abseits von Wohn- und Arbeitsbereichen auf.

Das ReadyNAS 212 von Netgear ist schon etwas besser ausgestattet und hinterließ einen soliden Eindruck, ist aber vergleichsweise teuer und dürfte wegen seiner überdurchschnittlichen Idle-Leistungsaufnahme höhere Stromkosten zeitigen als der Rest.

Um die NAS-Krone streiten wie üblich QNAP und Synology. In Sachen Performance und Energieeffizienz schenken sich TS-230 und DS220j nichts. Doch das QNAP-Modell lockt mit viermal so großem Hauptspeicher und Docker-Unterstützung; es ist auch ein Quäntchen leiser, aber nicht mal teurer als der Synology-Konkurrent.

Was mit mehr Kapitaleinsatz möglich ist, demonstriert das AS5202T: höherer Durchsatz dank Multigigabit-Ethernet, Mediaplayer-Option per HDMI-Ausgang, RAM-Aufrüstbarkeit für große Docker-Container. Wenn Asustor noch an den Details feilt, könnte das Gerät Ihr nächstes NAS werden. (ea) c't



Bild: Andreas Martini

NAS sicher betreiben

Ein rätselhafter Fall: Statt seiner Daten fand unser Leser Gunther J. nur noch ein Erpresserschreiben auf seinem NAS. Er ahnte noch nicht, dass sich der Netzwerkspeicher sein eigenes Datengrab geschaufelt hatte. So kam es dazu – und so schützen Sie sich.

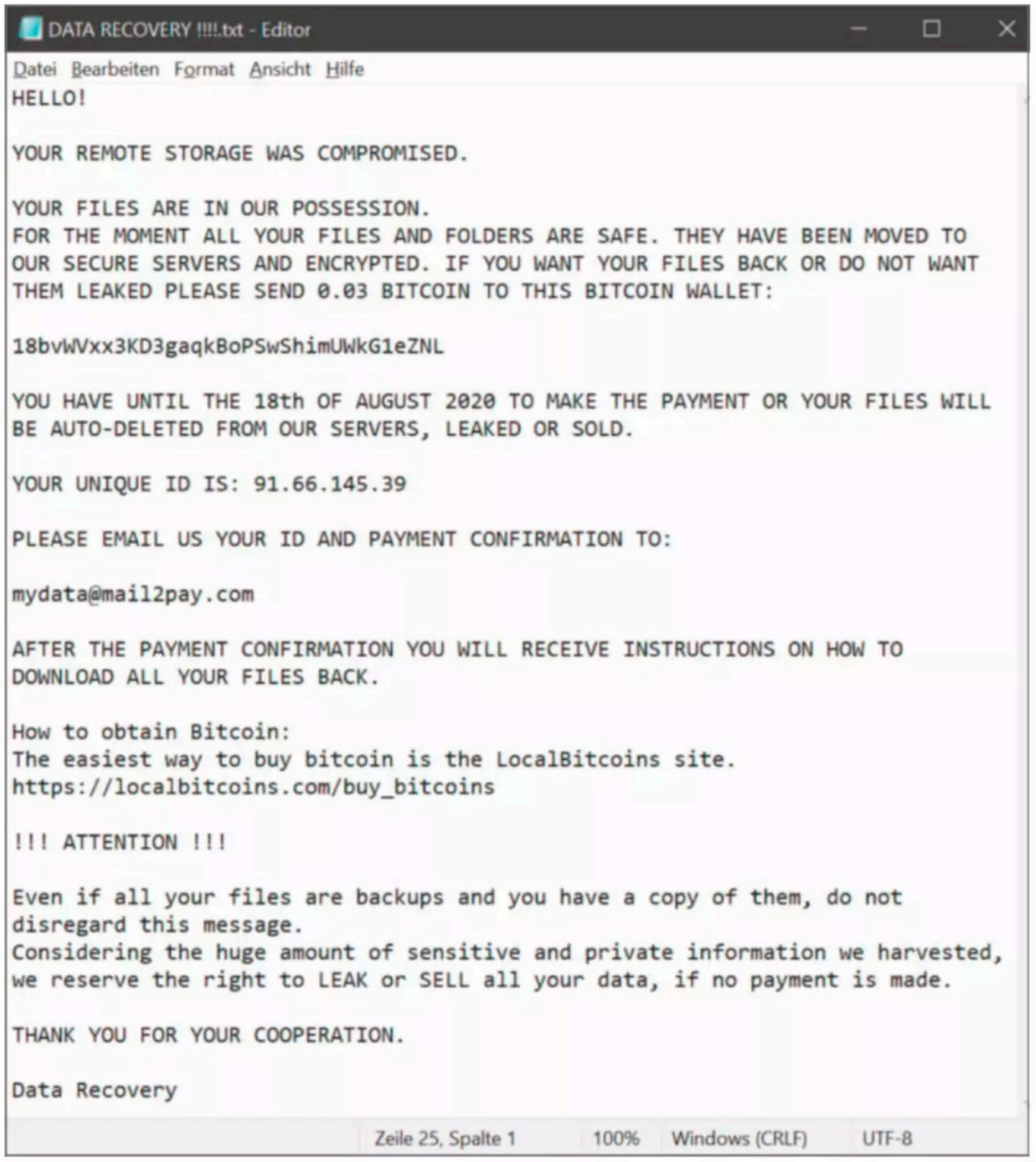
Von **Ronald Eikenberg**

Als c't-Leser Gunther J. seine Urlaubsfotos durchstöbern wollte, erlebte er eine unangenehme Überraschung: Alle Dateien auf dem ansonsten zuverlässigen NAS waren gelöscht. Stattdessen entdeckte er eine Datei namens „DATA RECOVERY !!!!.txt“, die wie folgt beginnt: „YOUR REMOTE STORAGE WAS COMPROMISED. YOUR FILES ARE IN OUR POSSESSION.“ J. war offenbar Opfer einer Cyber-Gang geworden, die sich an seinen Urlaubsfotos zu schaffen gemacht hatte.

Die Täter behaupteten, die Dateien seien in Sicherheit, verschlüsselt auf einem Server. Um die Urlaubsfotos aus der digitalen Geiselhaft zu befreien, solle J. 0,03 Bitcoin an die Adresse 18bvWVxx3KD3gaqkBoPSwShimUWkG1eZNL überweisen, umgerechnet rund 400 Euro. Doch da gab es zwei Probleme: Zum einen war die Frist der Erpressergruppe, die sich selbst ironischerweise „Data Recovery“ nennt, längst abgelaufen – J. hatte die Misere erst nach zwei Monaten entdeckt. Zum anderen ist es immer eine schlechte Idee, mit Erpressern zu verhandeln.

Gemeinsam mit seiner Frau suchte Gunther J. nach einem Weg, die Urlaubsfotos zu retten. Dann hatte sie eine Idee, die kurz darauf auch in die Tat umgesetzt wurde: Die beiden riefen in der c't-Redaktion an. Bei uns melden sich häufig Opfer von Cyber-Erpressern, doch dieser Fall machte uns besonders

Das ist alles, was die Cyber-Erpresser auf dem NAS hinterließen: einen Erpresserbrief, in dem sie 0,03 Bitcoin (etwa 400 Euro) Lösegeld fordern.



neugierig. Denn es war völlig rätselhaft, wie die Täter auf das NAS zugreifen konnten. Es war schnell klar, dass der Anrufer sein Heimnetz mit Bedacht aufgebaut und konfiguriert hatte.

Meist gelingen solche Angriffe, weil ein NAS unzureichend abgesichert und über eine Port-Weiterleitung im Router von außen zugänglich gemacht wurde. Doch das war anscheinend nicht der Fall, J. griff nur von zu Hause auf seinen Netzwerkspeicher mit den Urlaubsfotos zu und hatte auch keine Port-Weiterleitung eingerichtet. Theoretisch kann die Attacke auch von einem infizierten Rechner im lokalen Netz ausgegangen sein, doch auch diese These schien unwahrscheinlich: J. hatte sämtliche Rechner bereits vor seinem Anruf mit Desinfec't auf Virenbefall untersucht – keine Funde, alles war sauber.

Dennoch war es den Cyber-Erpressern offensichtlich gelungen, auf sein NAS zuzugreifen und die Urlaubsfotos zu löschen. J. erzählte, dass er vor dem Vorfall seine Fritzbox, an der das NAS hing, durch den Standard-Router seines Providers Vodafone ersetzt hatte, ein Gerät des Typs CBN CH6640E. Zwar machte dieses Modell schon in der Vergangenheit durch haarsträubende Sicherheitslücken Schlagzeilen. Vodafone hat die Probleme jedoch längst mit einem automatisch verteilten Firmware-Update gelöst. Wir baten J., uns weitere Informationen zu mailen, und gaben ihm den Tipp, die beiden NAS-Fest-

platten in einen Rechner einzubauen und sie dort mit dem in Desinfec't enthaltenen Datenrettungs-Tool photorec zu untersuchen – in der Hoffnung, dass sich die Urlaubsfotos doch noch wiederherstellen lassen.

Erpresserbrief statt Urlaubsfotos

Gunther J. schickte uns unter anderem das Erpresserschreiben, das er auf seinem NAS entdeckt hatte. Zu der darin angegebenen Bitcoin-Adresse lieferte Google interessante Details: Sein NAS ist offenbar einer größeren Angriffswelle zum Opfer gefallen, die auf bestimmte NAS-Modelle des Herstellers LenovoEMC (früher Iomega) abzielt. Tatsächlich hat unser Leser ein solches NAS im Einsatz, nämlich ein Iomega StorCenter ix2-200. Über blockchain.com fanden wir heraus, dass auf der Bitcoin-Adresse der Täter immerhin gut 0.13 BTC eingegangen waren, umgerechnet über 1700 Euro. Weitere Recherchen ergaben, dass die Angreifer vermutlich eine Sicherheitslücke in der Iomega-Firmware ausnutzten. Durch ein ungeschütztes API ist es möglich, ohne Authentifizierung auf das Dateisystem des NAS zuzugreifen (CVE-2019-6160). Im August 2019 hatte Lenovo auf seiner Website vor diesem akuten Sicherheitsproblem gewarnt und ein Firmware-Update zur Verfügung gestellt. Das war unserem Leser offenbar entgangen. Eine Rückfrage ergab, dass die von ihm eingesetzte Firmware älter war.

Doch der Fall war noch längst nicht gelöst, denn auch ein ungeschütztes API ist erstmal nicht für Angreifer aus dem Internet erreichbar – und eine Port-Weiterleitung im Router hatte J. ja nicht eingerichtet. Den letzten Teil des Rätsels löste unser Leser selbst: Er entdeckte, dass in dem Vodafone-Router sehr wohl eine Weiterleitung aufs NAS eingerichtet war. Aber wer hatte die angelegt, wenn nicht J.? Der Übeltäter war das verwundbare Iomega-NAS selbst: Gut versteckt auf Seite 92 des Handbuchs findet sich der folgende Hinweis: „Router-Port-Weiterleitung: Einige Router haben eine UPnP-Option. Bei einem UPnP-Router kann die Software des Iomega-Geräts bei Aktivierung automatisch die richtigen Weiterleitungs-Ports konfigurieren."

J. hatte vergessen, nach einem Werksreset des Routers die UPnP-Funktion abzuschalten. Das NAS hat dies bemerkt, selbstständig ein Port-Forwarding anlegt – und sich damit sein eigenes Datengrab geschaufelt. Die Täter hatten noch am Tag des Router-Resets zugeschlagen. Doch auch diese Geschichte hat ein Happy End: Nachdem der Datenretter photorec durchgelaufen war, konnte unser Leser wieder auf seine Urlaubsfotos zugreifen. Einzig die Sortierung der zahlreichen Dateien war durcheinander geraten, doch das war schnell behoben.

Jetzt sind Sie dran!

Der Fall demonstriert, wie schwierig es ist, Geräte im lokalen Netz vor Hackern zu schützen – selbst wenn man die Gefahren kennt. Damit es Ihnen nicht ähnlich ergeht, fassen wir die wichtigsten Handgriffe zum Absichern eines NAS am Beispiel eines Synology-Geräts in diesem Artikel zusammen. Die Tipps gelten sinngemäß für alle anderen Marken. So können Sie Ihre Daten nicht nur vor Cyber-Angriffen schützen, sondern auch vor anderen Arten des Datenverlustes.

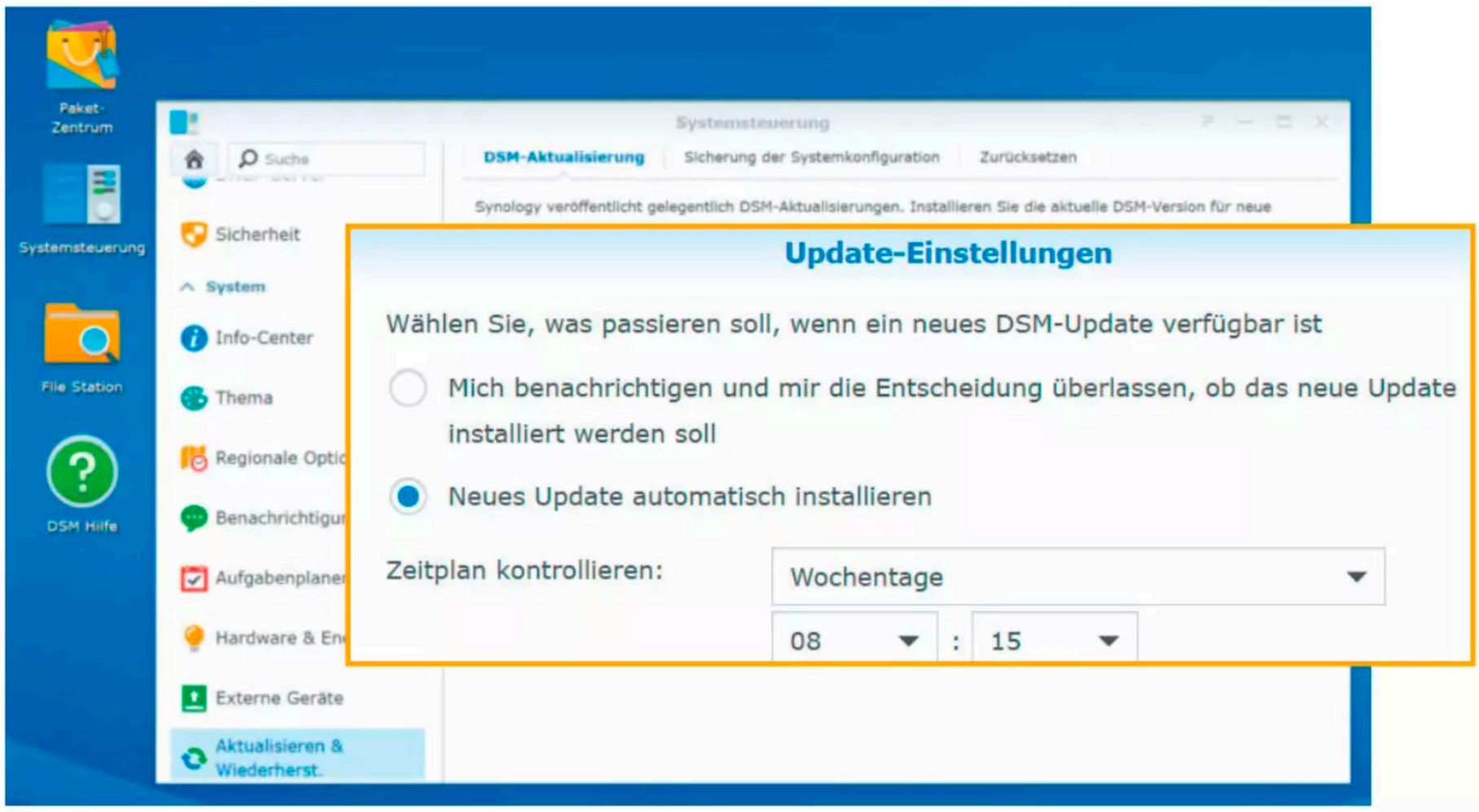
Firmware-Updates

Um ein NAS sicher zu betreiben, muss sein Besitzer die Firmware aktuell halten. Firmware-Updates schließen häufig Sicherheitslücken, durch die Angreifer auf Ihre Daten zugreifen können. Im Idealfall kümmert sich das NAS selbsttätig darum: Es installiert verfügbare Updates automatisch oder informiert den Nutzer zumindest, damit dieser die Installation anstoßen kann. Wenn Ihr NAS einen Auto-Update-Mechanismus hat, schalten Sie ihn ein. Falls das NAS Sie über Updates benachrichtigen kann, etwa per Push-Nachricht oder Mail, aktivieren Sie auch diese Funktion.

Öffnen Sie die Konfigurationsoberfläche im Browser und loggen Sie sich ein. Anschließend klicken Sie auf „Systemsteuerung/Aktualisieren & Wiederherst.", um zu erfahren, ob die installierte Firmware (Synology spricht von DSM, Disk Station Manager) auf dem aktuellen Stand ist. Falls nicht, können Sie die Aktualisierung direkt anstoßen. Anschließend klicken Sie auf den Button „Update-Einstellungen", um die automatische Update-Installation einzuschalten. Aktivieren Sie hier die Einstellung „Neues Update automatisch installieren". Sie können dort außerdem den Zeitplan für die Installation verändern, um zu verhindern, dass Ihr NAS werktags während der Arbeit im Homeoffice ausfällt, weil es Updates einspielt. Übernehmen Sie die neue Einstellung anschließend mit „OK".

Um auf dem Laufenden zu bleiben, sollten Sie in der Systemsteuerung des NAS unter „Benachrichtigung" einstellen, dass Sie Ihr NAS über Firmware-Updates und weitere sicherheitsrelevante Ereignisse

Firmware-Updates sorgen für Sicherheit. Im Idealfall kümmert sich das NAS automatisch darum.



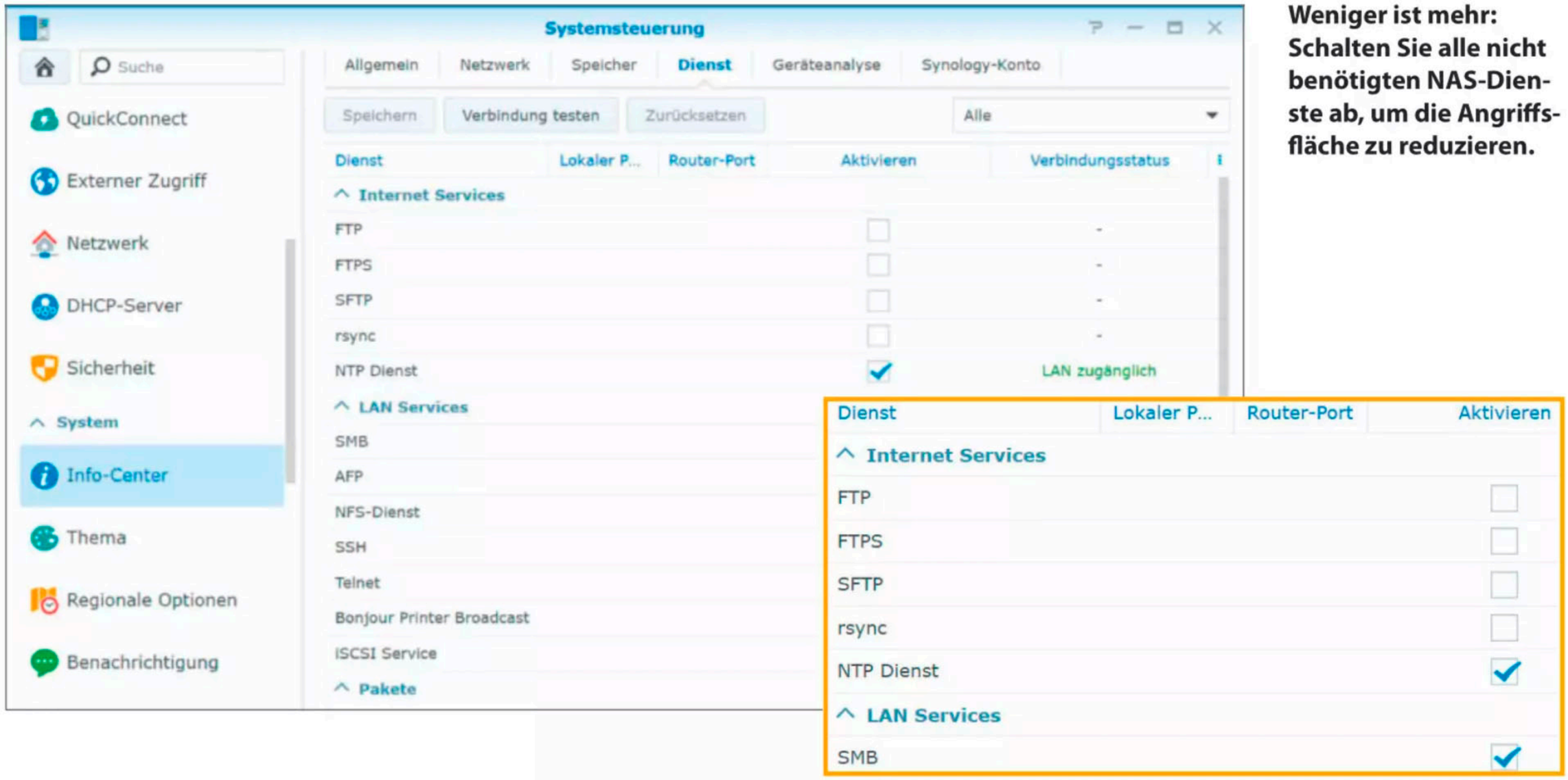
per Mail oder Push-Benachrichtigung informiert. Für die Mailbenachrichtigung können Sie entweder unter „E-Mail“ einen eigenen Mail-Account eines beliebigen Anbieters hinterlegen oder Sie nutzen den Maildienst von Synology, den Sie unter „Push-Dienst“ finden. Unter „Erweitert“ legen Sie fest, über welche Ereignisse Sie das NAS informieren soll. Ereignisse zur Aktualisierung der Firmware finden Sie unter „System“, weitere Berichte kann Ihnen der „Sicherheitsberater“ schicken, etwa wenn das System ein Schadprogramm auf dem NAS entdeckt hat.

Wenn Sie bei Ihrem NAS weder Auto-Updates noch Update-Benachrichtigungen einstellen können, dann setzen Sie sich am besten einen wiederkehrenden Kalendereintrag, der Sie daran erinnert, regelmäßig auf der Hersteller-Website nach Firmware-Updates zu schauen; zum Beispiel alle vier Wochen, mindestens aber alle drei Monate. Überprüfen Sie, ob der NAS-Hersteller Ihr Modell überhaupt noch mit Firmware-Updates versorgt. Falls Sie hierzu keine Informationen auf der Herstellerseite finden, können Sie per Mail beim Hersteller nachfragen. Liegt das letzte Update bereits mehrere Jahre zurück, dann hat der Hersteller den Support höchstwahrscheinlich eingestellt. In diesem Fall sollten Sie darüber nachdenken, auf ein modernes Gerät umzusteigen. Wenn dies nicht infrage kommt, dann stellen Sie zumindest sicher, dass Ihr NAS unter keinen Umständen aus dem Internet erreichbar ist (siehe „Router konfigurieren“).

Dienste einstellen

Ein NAS ist inzwischen viel mehr als ein Datenlager im LAN: Die Hersteller statten die Geräte mit allerlei Zusatzfunktionen aus, die teilweise bereits im Auslieferungszustand aktiv sind. Solche Funktionen reichen vom Medien- bis hin zum Mailserver. Allerdings bieten sie Angreifern mit jedem aktiven Dienst eine weitere Angriffsmöglichkeit. Halten Sie die Angriffsfläche so klein wie möglich, indem Sie alle nicht benötigten Dienste deaktivieren. Nutzen Sie Ihr NAS am besten nur als Netzwerkspeicher, alle weiteren Dienste sind auf einem anderen System, etwa einem Raspberry Pi, besser aufgehoben.

Bei den Synology-NAS finden Sie eine Übersicht über die laufenden Dienste in der Systemsteuerung unter „Info-Center/Dienst“. Dort können Sie bei nicht länger benötigten Diensten das Häkchen bei „Aktivieren“ entfernen. Klicken Sie anschließend auf „Speichern“, um die Änderungen zu übernehmen. Schauen Sie im Paket-Zentrum unter „Installiert“ nach nicht verwendeten Apps und deinstallieren Sie diese.



Weniger ist mehr: Schalten Sie alle nicht benötigten NAS-Dienste ab, um die Angriffsfläche zu reduzieren.

Sehen Sie davon ab, NAS-Dienste direkt aus dem Internet erreichbar zu machen. Wenn Sie Ihr NAS aus der Ferne erreichen können, dann können das auch Hacker. Falls Sie von unterwegs auf Ihre Dateien zugreifen möchten, dann nutzen Sie besser einen VPN-Tunnel ins Heimnetz. Als VPN-Server können Sie zum Beispiel viele Router (Fritzbox, Speedport & Co.) oder einen Raspberry Pi einsetzen. Wenn möglich, sollten Sie das flinke und stabile WireGuard-Protokoll (siehe ct.de/wwz5) nutzen.

UPnP abdrehen

Deaktivieren Sie im NAS die UPnP-Funktion zur Konfiguration des Routers, sofern vorhanden. Mit der Funktion könnte der Netzwerkspeicher selbstständig Port-Weiterleitungen im Router einrichten, was schwerwiegende Folgen haben kann (siehe Fall oben). Bei Synologys DSM steckt UPnP in der Systemsteuerung unter „Externen Zugriff / Routerkonfiguration“. Falls aktiv, schalten Sie diese Komfortfunktion aus.

Deaktivieren Sie UPnP auch im Router, damit auch keine anderen Geräte im lokalen Netz ohne Ihr Zutun Port-Weiterleitungen anlegen (siehe „Router konfigurieren“). Um sicherzustellen, dass Ihr NAS tatsächlich nicht aus dem Internet ansprechbar ist, können Sie den Netzwerkcheck von heise Security nutzen (siehe ct.de/wwz5). Dieser kostenlose Dienst überprüft, welche Ports bei Ihrem Anschluss über das Internet erreichbar sind. Im Idealfall sind es keine. Wenn es welche gibt, sollten Sie im Netz recherchieren, was es damit auf sich hat, damit Sie geeignete Maßnahmen treffen können (etwa, indem Sie die Weiterleitung der Ports im Router abschalten). Häufig ist der Port 5060 von außen erreichbar, dafür gibt es jedoch oft einen guten Grund: Router wie die Fritzbox öffnen ihn für eingehende VoIP-Telefonate. Lassen Sie ihn also in Ruhe. Der SMB-Port 445 für Windows-Dateifreigaben hingegen hat im Internet nichts verloren.

Sichere Passwörter

Sie haben es sicher schon oft gehört, dennoch muss es erwähnt werden: Nutzen Sie sichere Passwörter. Sicher bedeutet: individuell und möglichst lang. Ein sicheres Passwort funktioniert nur bei einem Dienst, wählen Sie also für jeden Zweck ein anderes. Geht es um lokale Verschlüsselung, zum

Beispiel um die Festplatten Ihres NAS zu verschlüsseln, dann können Sie durch den Einsatz möglichst langer Kennwörter dafür sorgen, dass sich Angreifer möglichst lange die Zähne daran ausbeißen. Durch den Hersteller voreingestellte Kennwörter sollten Sie stets ändern.

Für weiteren Schutz sorgt die sogenannte Zwei-Faktor-Authentifizierung (2FA), die Sie bei einigen Diensten aktivieren können. Dann ist zum Einloggen nicht nur das Passwort nötig, sondern auch ein zweiter Faktor, etwa in Form eines USB-Sicherheitsschlüssels oder eines einmalig gültigen Codes, den eine Authenticator-App generiert. 2FA schützt effektiv vor Angriffen, weil ein Hacker, der das Passwort erbeutet hat, in aller Regel keinen Zugriff auf den zweiten Faktor hat. Bei Synology-NAS schalten Sie 2FA über die Systemsteuerung und „Benutzer/Erweitert/2-Stufen Verifizierung“ für Admins oder alle Nutzer scharf.

Wenn es eine Nutzerverwaltung mit unterschiedlichen Zugriffsrechten gibt, machen Sie davon Gebrauch. Jeder Nutzer sollte so wenig Rechte wie möglich haben: Sinnvoll sind etwa ein Admin-Account zur Konfiguration des Geräts und weitere Konten ohne Admin-Rechte, die jeweils nur auf genau die Daten und Funktionen zugreifen dürfen, die sie etwas angehen.

Seien Sie Ihr eigener Gast und versetzen Sie sich in die Lage eines Besuchers, der zum Beispiel über das WLAN auf das Internet zugreifen darf. Probieren Sie, als Gast auf das NAS zuzugreifen, um herauszufinden, welche Bereiche für jeden einsehbar sind. Unter Umständen möchten Sie zwar gewisse Bereiche für Gäste öffnen, aber etwa Ihre Urlaubsfotos und Dokumente privat halten.

Router konfigurieren

Sie müssen sich nicht nur um Ihr NAS kümmern, sondern auch um Ihren Router. Er ist die einzige Barriere zwischen Angreifern aus dem Internet und Ihrem Netzwerkspeicher. Die meisten der Empfehlungen aus diesem Artikel lassen sich auch auf den Router übertragen: Nutzen Sie sichere, individuelle Passwörter. Das WLAN-Passwort (WPA-Passphrase) darf nicht zugleich die Konfigurationsoberfläche (Webinterface) entsperren und so weiter. Voreingestellte Standardpasswörter sollten Sie auch beim Router ändern. Als WLAN-Verschlüsselung sollte mindestens WPA2 eingestellt sein, besser ist das aktuelle WPA3-Verfahren [1], das jedoch noch nicht von allen Geräten unterstützt wird. Bei der Fritzbox sorgt die Einstellung „WPA2 + WPA3“ dafür, dass beide Verschlüsselungsverfahren parallel aktiv sind.

Auch die Sicherheit Ihres Routers steht und fällt mit der Aktualität der Firmware. Prüfen Sie wie beim NAS also regelmäßig, ob die aktuelle Firmware installiert ist, und aktivieren Sie Mechanismen, die

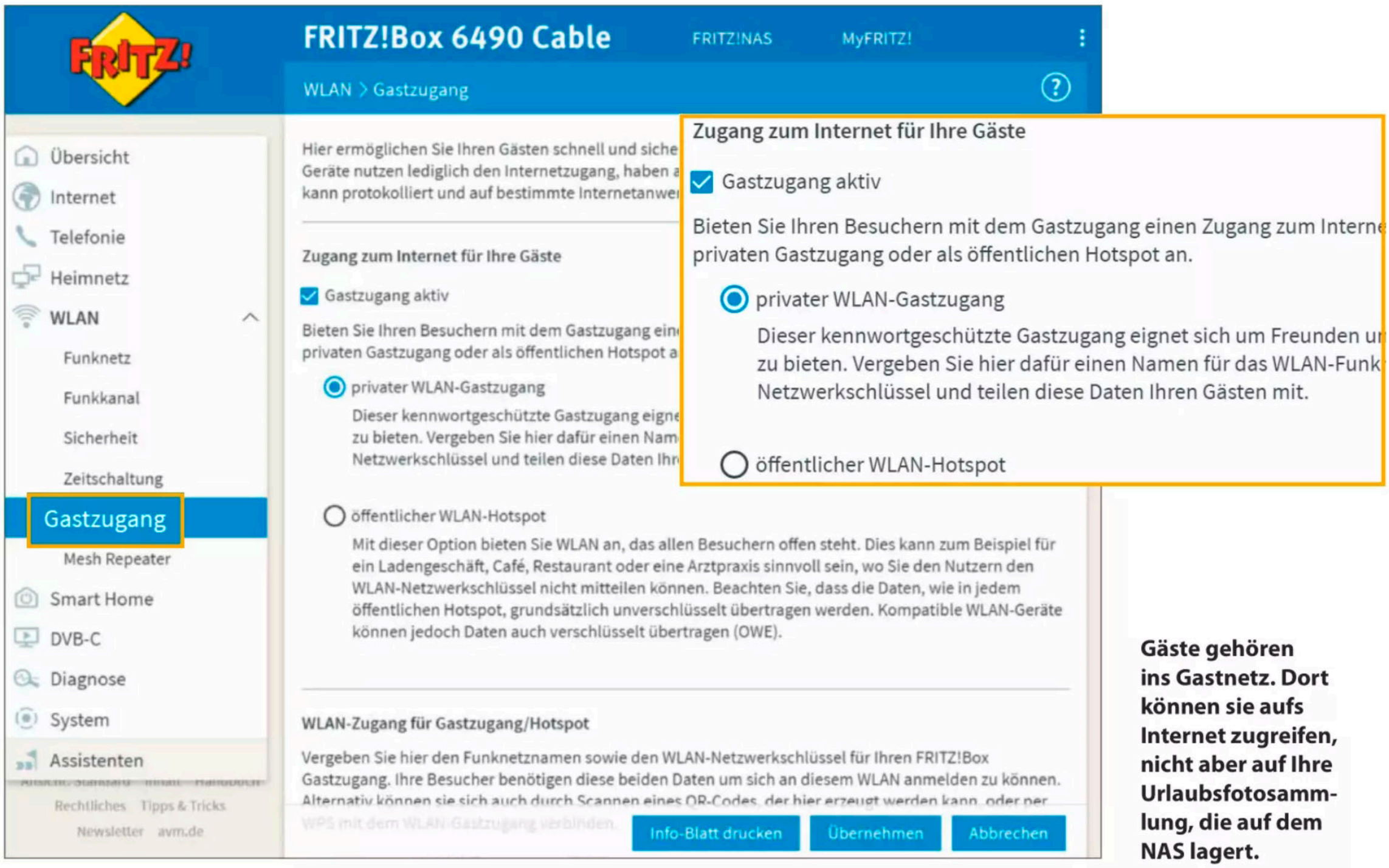


Räumen Sie bei den Portfreigaben gründlich auf. Insbesondere der hier gezeigte SMB-Port 445 sollte unter keinen Umständen in der Liste auftauchen.

neue Updates automatisch einstellen oder zumindest eine Benachrichtigung auslösen, wenn es etwas Neues gibt. Bei den verbreiteten Fritzboxen aktivieren Sie die automatischen Updates wie folgt: Öffnen Sie das Webinterface des Routers im Browser (http://fritz.box) und klicken Sie nach dem Einloggen auf „System/Update/Auto-Update“. Wählen Sie die Option „Stufe III: Über neue FRITZ!OS-Versionen informieren und neue Versionen automatisch installieren (Empfohlen)“. Unter „Zeitraum für Updates“ können Sie eine Tageszeit für die automatische Update-Installation vorgeben. Vergessen Sie nicht, die Änderungen mit einem Klick auf „Übernehmen“ zu speichern.

Öffnen Sie abschließend die Unterseite „FRITZ!OS-Version“ und klicken Sie dort auf „Neues FRITZ!OS suchen“, um verfügbare Updates sofort zu finden und zu installieren. Falls Sie Ihre Fritzbox vom Provider gemietet haben, dann kann es sein, dass sich dieser um die Aktualität der Firmware kümmert und Sie die Installation nicht beeinflussen können. Dies ist auch bei Mietroutern anderer Hersteller häufig der Fall.

Räumen Sie bei den Portfreigaben gründlich auf. Insbesondere der hier gezeigte SMB-Port 445 sollte unter keinen Umständen in der Liste auftauchen. Kontrollieren Sie im Webinterface des Routers, welche Port-Weiterleitungen eingerichtet sind, und entfernen Sie alle nicht verwendeten. Bei der Fritzbox finden Sie die Weiterleitungen unter „Internet/Freigaben“. Deaktivieren Sie zudem die Konfigurierbarkeit des Routers über UPnP. Bei der Fritzbox klicken Sie hierzu auf den Button „Deaktivieren“, der sich unter dem Text „Sie können die Einstellung Selbstständige Portfreigabe für alle Geräte deaktivieren, die bisher keine Portfreigabe angefordert haben“ befindet. Suchen Sie unter „Heimnetz / Netzwerk“ zudem nach Geräten, bei denen unter Eigen-



Gäste gehören ins Gastnetz. Dort können sie aufs Internet zugreifen, nicht aber auf Ihre Urlaubsfotosammlung, die auf dem NAS lagert.

schaften „selbst. Portfreigabe erlaubt“ angezeigt wird. Klicken Sie dort auf den Stift, um den Eintrag zu ändern, und deaktivieren Sie „Selbstständige Portfreigaben für dieses Gerät erlauben“.

Spannen Sie, wenn möglich, ein Gastnetz für Ihre Besucher auf, das keine Zugriffe auf das Heimnetz erlaubt (bei der Fritzbox unter „WLAN/Gastzugang“). So verhindern Sie, dass sich Ihre Gäste auf dem NAS umsehen. In dieses Netz können Sie auch Geräte sperren, denen Sie nicht vertrauen – zum Beispiel neue Smart-Home-Geräte, die Sie erstmal ausprobieren und beobachten möchten. Falls Sie Gästen das WLAN-Passwort fürs interne Netz ausgehändigt haben, ändern Sie es nach einer Weile, um unerwünschte Zugriffe aufs Heimnetz zu unterbinden.

NAS ≠ Backup

Ein NAS ist ohne Frage als Backup-Speicher prädestiniert, allerdings sollten Sie sich nicht allein darauf verlassen. Wie der Fall unseres Lesers zeigt, ist auch das NAS nicht vor Datenverlust gefeit. Für den Daten-GAU müssen nicht mal Hacker im Spiel sein, auch NAS-Festplatten und -SSDs werden irgendwann durch einen Hardwaredefekt ausfallen. Sie sollten daher auch den NAS-Inhalt per Backup sichern und dieses regelmäßig aktualisieren – zumindest dann, wenn die Daten unersetzlich sind. Worauf Sie dieses Backup speichern, ist fast egal. Der Datenträger sollte allerdings möglichst langlebig [2] und nicht dauerhaft mit Computer oder NAS verbunden sein.

Viele Krypto-Trojaner nehmen nämlich nicht nur die Dateien des infizierten Systems in Geiselhaft, sondern befallen auch externe Datenträger und Netzwerkfreigaben. Geeignet ist zum Beispiel eine externe USB-Platte, die nur während des Backups mit dem System verbunden ist. Auch ein verschlüsseltes Backup in die Cloud [3] kann sinnvoll sein: Bei vielen Cloud-Speichern können Sie frühere Versionen Ihrer Dateien wiederherstellen, etwa nachdem ein Krypto-Trojaner zugeschlagen hat. Bewährt hat sich die 3-2-1-Regel: Bewahren Sie drei Kopien Ihrer Daten (das Original zählt mit) auf zwei unterschiedlichen Datenträgertypen auf, eine davon außer Haus. Dann sind Sie selbst dann noch auf der sicheren Seite, wenn das Haus abbrennt – zumindest, was Ihre Daten betrifft.

Security-Checkup

Machen Sie regelmäßig ein Security-Check-up, um sicherzustellen, dass Ihr NAS weiterhin geschützt ist. Manchmal sorgen Konfigurationsänderungen dafür, dass ein Sicherheitsleck entsteht. Oder man probiert eine neue Funktion aus, ohne sich über die Konsequenzen bewusst zu sein. Auch Firmware-Updates können unerwartete Änderungen an der Konfiguration oder neue Funktionen mitbringen, welche die Sicherheit gefährden. Daher ist es nicht damit getan, NAS und Router genau ein Mal sicher einzurichten.

Hilfreich beim Absichern von NAS, Router, Smartphone & Co. sind auch unsere Security-Checklisten auf Seite 154 und 168, die wir zusammen mit weiteren Checklisten auch online unter **ct.de/check2021** veröffentlicht haben. Die wichtigsten Punkte finden Sie dort in einem kostenlosen PDF-Booklet zusammengefasst. Wenn sie diese einfach abarbeiten, ist ihr digitaler Fuhrpark vor den häufigsten Cyberangriffen geschützt. (rei) c't

Literatur

[1] Dr. Alfred Arnold und Ernst Ahlers, **Extrasicher funken**, WPA3 schützt das WLAN, nicht nur an Fritzboxen, c't 22/2020, S. 26

[2] Lutz Labs, **Stabile Magnetpartikelchen**, Langzeitarchivierung mit Festplatten, c't 22/2020, S. 64

[3] Holger Bleich, **Auf Eis gelegt**, Daten langfristig in der Cloud sichern, c't 22/2020, S. 72

Netzwerkcheck, Security-Checklisten und weitere Infos

ct.de/wwz5

Datenschutzrecht leicht gemacht!

c't DSGVO 2021 – Neuauflage!

Auch als einzelnes Heft erhältlich.

shop.heise.de/ct-dsgvo21

Heft + PDF für nur 29,90 € ›

Heft + PDF mit über 20 % Rabatt



NEUE 3. Auflage

heise shop

shop.heise.de/ct-dsgvo21

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



Mobilfestplatten mit 4 TByte

Schaut man auf Geschwindigkeit oder Robustheit, nimmt man lieber SSDs als Festplatten auf die Reise mit. Beim Preis pro Terabyte gewinnen immer noch die drehenden Magnetscheiben. Wir haben drei 4-TByte-Festplatten um 100 Euro getestet.

Von **Lutz Labs**

Wenn es darum geht, große Datenmengen zu speichern, dann kommen häufig noch Festplatten zum Einsatz – sie sind einfach viel billiger als SSDs: Während eine externe 4-TByte-SSD deutlich mehr als 400 Euro kostet, geht eine gleich große externe Festplatte schon für weniger als 100 Euro über den Ladentisch.

Gerade einmal drei Hersteller von Festplatten gibt es noch: Seagate, Toshiba und Western Digital (WD). Alle haben sowohl 3,5-Zoll-Laufwerke für Desktop-PCs und Server im Programm als auch 2,5-Zoll-Festplatten für den Mobilbetrieb. Diese überstehen eine etwas härtere Behandlung und arbeiten viel sparsamer; für den Betrieb reicht die Stromversorgung über eine USB-Buchse. Damit sind sie für den Mobileinsatz einfach praktischer, weil man weder ein Netzteil mitschleppen noch nach einer Steckdose dafür suchen muss.

Es gibt jedoch auch Nachteile. Klassische 2,5-Zoll-Festplatten sind maximal 9,5 Millimeter hoch – da passen nur zwei Scheiben hinein, die Kapazität ist damit auf rund 2 TByte limitiert. Bis zu 5 TByte Speicherplatz gibt es in Laufwerken mit einer Bauhöhe von 15 Millimetern, doch die passen nicht mehr in die üblichen Schächte von Desktop-Gehäusen oder NAS-Systemen hinein, nur in spezielle USB-Gehäuse. Ein weiterer Nachteil ist die gegenüber 3,5-Zoll-Platten langsamere Gangart: Bei knapp 150 MByte/s ist Schluss, 3,5-Zoll-Laufwerke schaffen bis zu 260 MByte/s.

Wir haben für diesen Artikel drei Modelle ausgewählt: Seagate Backup Plus Slim Portable, Toshiba Canvio Advance und WD My Passport, zwecks besserer Vergleichbarkeit jeweils mit 4 TByte Speicherkapazität. Dabei handelt es sich um die günstigsten Modelle der jeweiligen Hersteller. Zwar haben auch

einige andere Hersteller Mobilfestplatten im Angebot, doch wir haben diese aus zwei Gründen außen vor gelassen: Zum einen steckt sowieso jeweils eine Festplatte von Seagate, Toshiba oder Western Digital drin, die in einem anderen USB-Gehäuse kaum schneller sein dürfte, und zum zweiten sind die Modelle der anderen Hersteller meistens deutlich teurer als unsere Testmuster. Der Griff zu einer Mobilfestplatte eines anderen Herstellers kann aber durchaus sinnvoll sein, etwa weil diese im Design zu den vorhandenen Geräten passt oder in einem besonders robusten Gehäuse daherkommt.



SATA-Platte ohne SATA-Anschluss: Toshiba integriert den USB-Anschluss gleich auf der Festplatten-Platine.

Alternative Selbstbau

Eine weitere Alternative ist der Selbstbau: USB-Gehäuse und 2,5-Zoll-Festplatte kaufen, Gehäuse auf, Festplatte rein, fertig. USB-Gehäuse für die dickeren Mobilfestplatten gibt es bereits für unter 20 Euro.

Bei der Suche nach einer passenden Festplatte steht aber praktisch nur ein Modell zur Auswahl: die Seagate Barracuda Compute mit 4 TByte zum stolzen Preis von mindestens 110 Euro. Zusammen mit dem Gehäuse liegt man damit deutlich über dem der Festplatten aus diesem Test. Die in unseren Testgeräten eingebauten Festplatten von Toshiba und Western Digital sind im Einzelhandel nicht erhältlich.

Western Digital baut bereits seit Jahren Spezialversionen seiner 2,5-Zoll-Laufwerke in externe Platten ein, die unter eigenem Namen verkauft werden: USB-Wandler und -Buchse sind auf der Platine der Festplatte integriert. Toshiba geht den gleichen Weg; die Gehäuse von My Passport und Canvio Advance sind daher gleich lang. Seagate nutzt einen auf den SATA-Anschluss aufgesteckten USB-Wandler, das Gehäuse der Backup Plus Slim Portable ist deswegen rund 6 Millimeter länger.

Western Digital hat für die Integration des USB-Anschlusses bereits einige Kritik einstecken müssen. Probleme bereitet dies vor allem dadurch, dass bei einem Defekt des USB-Wandlers kein Zugriff mehr auf die Daten möglich ist – bei einem externen Wandler könnte man die Platte einfach an ein SATA-Kabel stecken oder in ein neues USB-Gehäuse einbauen.

Externe Festplatten

Modell	Backup Plus Slim Portable	Canvio Advance	My Passport
Hersteller	Seagate, www.seagate.de	Toshiba, www.toshiba-storage.com	WD, www.wdc.com
Bezeichnung	STHP4000401	HDTC940	WDBPKJ0040BBL
Kapazität laut Hersteller[1]	4 TByte	4 TByte	4 TByte
von Windows erkannte Kapazität	3726 GByte	3726 GByte	3726 GByte
internes Laufwerk	ST4000LM024-2AN17V	Toshiba MQ04UBB400	WD40NDZW-11MR8S0
Maße, Gewicht	115 mm × 80 mm × 21 mm, 241 g	109 mm × 78 mm × 19 mm, 203 g	107 mm × 75 mm × 19 mm, 210 g
SSD-Anschluss / Kabel	USB B 3.0 / USB A	USB B 3.0 / USB A	USB B 3.0 / USB A
Formatierung bei Auslieferung	exFAT	NTFS	NTFS
Garantie	2 Jahre	2 Jahre	3 Jahre
Preis pro Gigabyte	2,8 Cent	2,8 Cent	2,9 Cent
Straßenpreis	90 €	100 €	95 €
weitere erhältliche Kapazitäten	5 TByte (90 €)	2 TByte (65 €)	5 TByte (95 €)

[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.



Seagate Backup Plus Slim Portable

Die Seagate-Platte in diesem Test hat nicht nur den längsten Namen, sondern auch das längste Gehäuse. Der aufgesteckte USB-SATA-Wandler braucht im Inneren einfach etwas mehr Platz. Die Platte dreht mit 5526 Umdrehungen pro Minute etwas schneller als andere; damit sind auch die Übertragungsraten etwas höher.

Auf der Festplatte befindet sich lediglich eine Software zur Produktregistrierung, deren Start im Test fehlschlug. Auf seiner Website stellt Seagate eine Reihe von Tools bereit, die meisten sogar in Versionen für macOS und Windows. Die Seatools, eine umfangreiche Diagnose-Software, gibt es jedoch nur für Windows.

- **schnell bei großen Dateien**
- **Software für macOS und Windows**
- **hohe Leistungsaufnahme**



Toshiba Canvio Advance

Seit einiger Zeit ist Toshiba ein reiner Festplatten-Hersteller, SSDs unter diesem Namen gibt es nicht mehr: Toshiba Memory, ehemals eine Tochterfirma von Toshiba, hat sich in Kioxia umbenannt, alle neuen SSDs und Speicherkarten erscheinen unter diesem Namen.

Toshibas Canvio Advance dreht mit 5400 Umdrehungen pro Minute, der klassischen Drehzahl für Mobilfestplatten, mit dazu passenden Übertragungsleistungen. Backup- und Sicherheitssoftware gibt es online, aber nur für Windows. Die Kratzer auf dem Gehäuse im Foto oben sind echt: Wenige Tage Nutzung haben bereits ihre Spuren hinterlassen.

- **geringe Leistungsaufnahme**
- **flott bei großen Dateien**
- **Software nur für Windows**



WD My Passport

Die Benchmark-Ergebnisse der WD My Passport unterscheiden sich etwas von denen der anderen Laufwerke: Für die Drehzahl sind die Raten sequenzieller Transfers zu niedrig. Anders sieht es bei Zugriffen auf zufällige Adressen aus; hier ist die My Passport durch die vergleichsweise kurzen Zugriffszeiten den anderen Festplatten aus diesem Test voraus.

Wie die Backup Plus Slim Portable nutzt die My Passport das Aufzeichnungsverfahren SMR. Unseren Messungen zufolge nutzt WD größere Puffer, die SMR-typischen Nachteile beim Wiederbeschreiben dürften damit eine noch geringere Rolle spielen als bei der Backup Plus Slim Portable.

- **geringe Leistungsaufnahme**
- **lange Garantiefrist**
- **langsam bei großen Dateien**

Wie häufig der USB-Wandler wirklich der Grund für einen Gerätedefekt ist, ist unbekannt; Backups sind ohnehin Pflicht.

SMR-Aufzeichnung

Den größten Kapazitätsgewinn erreichen die Hersteller bei den 2,5-Zoll-Festplatten durch den Einbau weiterer Scheiben, aber es gibt noch andere Möglichkeiten. Seagate und WD nutzen Shingled Magnetic Recording (SMR). Bei der SMR-Aufzeichnung werden die einzelnen Spuren wie Schindeln teils überlappend geschrieben. Beim erstmaligen Beschreiben eines Laufwerks ist das kein Problem. Erst, wenn der Benutzer ein paar Daten gelöscht hat und dadurch Löcher entstehen, kann das erneute Beschreiben langsamer werden. In der Praxis merkt man bei Backup-Laufwerken nur selten einen Nachteil.

Mit SMR erreichen die Hersteller einen Kapazitätsgewinn von rund 20 Prozent. Weitere kapazitätssteigernde Techniken wie Heliumfüllung oder energieunterstützte Aufzeichnungsverfahren (EAMR, Energy Assisted Magnetic Recording) kommen bislang bei den 2,5-Zoll-Laufwerken noch nicht zum Einsatz.

Geschwindigkeitsfragen

Die Kenndaten der drei Festplatten sind recht ähnlich: Sie enthalten acht Köpfe und vier Scheiben (Platter), die mit 5400 (Toshiba und WD) beziehungsweise 5526 (Seagate) Umdrehungen pro Minute

rotieren. Damit sollten die drei Modelle alle in etwa gleich schnell Daten übertragen.

Externe Festplatten dieser Größe werden wohl vor allem für die Sicherung großer Datenmengen eingesetzt, etwa für Foto- oder Videosammlungen. Daher ist die Geschwindigkeit beim Kopieren großer Dateien wichtiger als die für den Zugriff auf zufällige Adressen, die beispielsweise für die Startgeschwindigkeit von Anwendungen eine Rolle spielt.

Die Laufwerke von Seagate und Toshiba erreichen dann auch fast gleiche Benchmark-Ergebnisse: IOmeter und H2benchw bescheinigen den beiden beim sequenziellen Lesen und Schreiben auf den äußeren Spuren Werte zwischen 140 und 150 MByte/s, H2benchw misst auf den inneren Spuren Werte um 60 MByte/s – die Backup Plus Slim Portable ist durch die leicht höhere Drehzahl jeweils einen Tick schneller als die Canvio Advance.

Die My Passport hingegen erreicht auf den äußeren Spuren nur rund 110 MByte/s, innen sind es gar nur 50. Dieser Rückstand ist auch beim Lesen und Schreiben von MP3- und Videodateien spürbar. Anders sieht es jedoch mit kleinen Dateien aus: Beim Schreiben von Textdateien mit wenigen KByte Größe liegt die My Passport mit 8,8 MByte/s vorn, die Canvio Advance mit 3,2 MByte/s im Mittelfeld und die Backup Plus Slim Portable mit mageren 0,6 MByte/s ganz weit hinten.

Licht und Lärm

SSDs sind lautlos, Festplatten hingegen nicht. Dennoch sind unsere drei Testgeräte in einem Abstand von einem Meter nicht wahrnehmbar. Selbst wenn man den Abstand auf nur 25 Zentimeter verringert, muss man schon genau hinhören. Die Backup Plus Slim Portable lag in diesem Abstand mit 0,2 Sone im Betrieb dabei noch einmal deutlich unter Canvio Advance und My Passport, die mit 0,4 bis 0,5 Sone eher Aufmerksamkeit erzeugen. Gestört hat uns das im ansonsten recht leisen Büro dennoch nicht.

Auch optisch erregen die Laufwerke nur wenig Aufmerksamkeit. Die LEDs von Backup Plus Slim Portable und Canvio Advance liegen auf der Oberseite, nur die der letzteren aber kann man gut erkennen. Die My Passport hat zwar auch eine Zustands-LED, die aber an der Anschlussseite sitzt und zudem recht schwach leuchtet.

Leistungsaufnahme

USB 3.0 liefert maximal 4,5 Watt an angeschlossene Geräte – das nutzt die Backup Plus Slim Portable fast aus: Knapp 4 Watt genehmigte sie sich beim Lesen und Schreiben. Die My Passport kam auf etwa 3,5 Watt, die Canvio Advance begnügte sich mit 3 Watt. An alten USB-2.0-Anschlüssen, die lediglich 2,5 Watt bereitstellen, liefen die Platten jedoch ebenfalls.

Canvio Advance und My Passport legten sich nach einigen Minuten Untätigkeit schlafen und nahmen dann nicht einmal mehr 0,5 Watt auf. Die Backup Plus Slim Portable hingegen kannte keinen Schlafmodus; ihre geringste Leistungsaufnahme betrug 1,4 Watt im Leerlauf. Deshalb erwärmt sich die Backup Plus Slim Portable auch im Leerlauf recht stark, während die beiden anderen Laufwerke nur handwarm werden.

Fazit

Für Backups von Projekten und der Mediensammlung oder den Datentransport sind alle drei Modelle gut geeignet. Sie sind zwar langsamer als externe SSDs, dafür aber auch wesentlich billiger.

Große Dateien sichert man am schnellsten mit den Modellen von Seagate oder Toshiba, kleine mit dem von WD. Notebook-Nutzer sollten die Backup Plus Slim Portable meiden, da sie den Akku unnötig belastet. (ll) c't

4-TByte-Festplatten – Messergebnisse

	sequenzielle Transferraten beim Lesen von 128-KByte-Blöcken[1] [MByte/s] min. / mittel / max	sequenzielle Transferraten beim Schreiben von 128-KByte-Blöcken[1] [MByte/s] min. / mittel / max.	Zugriffszeiten[1] Schreiben / Lesen [ms]	Leistungsaufnahme idle / Schreiben / Lesen [W]
	besser ▶	besser ▶	◀ besser	◀ besser
Seagate Backup Plus Slim Portable (4000 GByte)	62/104/147	61/103/144	0,7/19,5	1,4/3,8/4
Toshiba Canvio Advance (4000 GByte)	56/103/144	56/100/142	8,3/18,2	0,4/3,3/2,9
WD My Passport (4000 GByte)	51/84/113	50/83/112	1,1/17	0,5/3,6/3,4

[1] gemessen mit H2benchw



Flotte USB-Sticks mit 128 GByte

USB-Sticks passen prima in Hosen- und Jackentaschen und sind allzeit bereit, um Daten von A nach B zu transportieren. Doch wer Wert auf Geschwindigkeit legt, sollte bei der Auswahl ein bisschen genauer hinschauen.

Von **Lutz Labs**

Externe SSDs erreichen mittlerweile Datenraten von bis zu 2 GByte/s. Wer jedoch nur selten einen mobilen Speicher braucht und mit geringerer Geschwindigkeit leben kann, bekommt diesen für einen Bruchteil des Preises der flotten SSDs: Zwischen 15 und 30 Euro kosten die zehn aktuellen USB-Sticks mit jeweils 128 GByte in diesem Test – kleinere Modelle lohnen sich kaum noch.

Der Handel hält auch eine ganze Reihe billigerer Sticks bereit, doch diese haben einen entscheidenden Nachteil: Sie sind vor allem beim Schreiben sehr langsam. Für diesen Test haben wir nur Sticks ausgewählt, die sich den Angaben zufolge mit mindestens 60 MByte/s beschreiben lassen – aber ob dieses Herstellerversprechen dann in der Praxis auch erfüllt wird, ist eine ganz andere Frage.

In der Redaktion fanden sich die folgenden USB-Sticks ein: Arcanite AK58, Delock Superspeed USB Stick, Kingston DataTraveler 80, Kingston DataTraveler Kyson, Lexar Jumpdrive S80, Patriot Supersonic Rage Elite, Samsung Bar Plus, Samsung Duo Plus, Samsung Fit Plus und Transcend JetFlash 920. Acht der zehn Sticks haben den alten Anschluss vom Typ USB-A, nur DataTraveler 80 und Duo Plus den modernen C-Stecker. Samsung legt dem Duo Plus noch einen Adapter bei und trickst sich so einen Stick mit zwei Anschlüssen hin.

In der Tasche tragen die Sticks allesamt kaum auf: Der längste ist knapp über sechs Zentimeter lang, der schwerste wiegt gerade einmal 12 Gramm – und dieser wirkt in seinem Metallgehäuse schon sehr wertig. Die kleinsten schauen gerade mal ein paar Millimeter aus dem USB-Port heraus, auf dem Schreibtisch findet man sie kaum wieder. Unauffällige Gesellen, möchte man meinen – aber nur, bis man ein paar Dateien darauf kopiert.

Internes

USB-Sticks sind Massenware, kaum ein Hersteller veröffentlicht noch aussagekräftige Datenblätter. So ist nicht einmal klar, welchen Speicher die Hersteller nutzen – aber man kann davon ausgehen, dass es sich in allen Fällen um TLC-Speicher (Triple Level Cell mit 3 Bit pro Zelle) in 3D-Bauweise handelt. Hinweise darauf finden sich nur selten, etwa bei Transcend oder sehr indirekt bei Delock: Dieser Hersteller verspricht maximal 3000 Schreibzyklen, ein typischer Wert für eine einzelne TLC-Flash-Speicherzelle.

Der Hersteller der eingebauten Speicherchips ist in den meisten Fällen ebenfalls unbekannt. Lediglich bei den Sticks von Samsung und Kingston lässt sich das Rätsel recht einfach auflösen: Samsung dürfte Speicher aus der eigenen Produktion einbauen, Kingston solchen von Kioxia – Kingston hält einen Anteil an Kioxia.

Unbekannt bleibt auch der Controller. Immerhin ist der Anschluss in allen Fällen gleich: Alle Hersteller nennen USB 3.1 oder, wie es aktuell offiziell heißt, USB 3.2 Gen 1; also USB mit 5 GBit/s. Eine Geschwindigkeit von mehr als 450 MByte/s ist also auch beim Lesen nicht zu erwarten.

Einen SLC-Cache zur Beschleunigung von Schreibzugriffen hat nach unseren Messungen nur der JetFlash 920: Dieser startet sehr schnell, die ersten 6 GByte nimmt er mit mehr als 250 MByte/s entgegen. Die nächsten rund 24 GByte aber schreibt der Stick nur mit wenig mehr als 20 MByte/s, der Controller muss in dieser Zeit wohl erst einmal die Daten aus dem SLC-Cache in die deutlich langsameren TLC-Zellen verschieben. Für die nächsten rund 40 GByte steigt die Geschwindigkeit dann wieder auf etwa 75 MByte/s – das dürfte der realen Geschwindigkeit des Flash-Speichers entsprechen. Zum Ende hin sackt sie immer wieder kurz ab, jetzt dürfte der Controller drosseln, um eine Überhitzung zu verhindern.

Eine Drosselung tritt auch bei anderen Sticks auf, aber anders: Beispielsweise schwankt die Schreibrate beim Supersonic Rage Elite im Sekundentakt zwischen 10 und 180 MByte/s, im Durchschnitt erreicht der Stick eine Schreibrate von 60 MByte/s. Ein ähnliches Verhalten konnten wir beim Superspeed USB Stick und beim Jumpdrive S80 feststellen. Bei

USB-Sticks mit 128 GByte Speicherkapazität

	seq. Transferraten schreiben / lesen[1] [MByte/s]	Schreiben Text / MP3 / Video[2] [MByte/s]	Lesen Text / MP3 / Video[2] [MByte/s]	Leistungsaufnahme[3] [W]
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	◀ besser
Arcanite AK58	344/389	1,3/68/76	14,8/367/391	0,2/0,8/0,8
Delock Superspeed USB Stick	88/141	0,3/27/37	11/116/177	0,5/0,8/0,9
Kingston DataTraveler 80	166/266	1,3/45/48	14,8/245/259	0,2/0,6/0,6
Kingston DataTraveler Kyson	87/228	0,2/15/48	10,1/188/194	0,2/0,7/0,6
Lexar Jumpdrive S80	75/115	3.11.16	15,9/164/220	0,2/0,8/1,1
Patriot Supersonic Rage Elite	338/386	1,2/59/81	9,4/366/388	0,2/0,8/0,8
Samsung Bar Plus	64/246	3,1/57/60	14,7/295/371	0,4/0,8/1,2
Samsung Duo Plus	64/160	3,6/59/61	14,8/297/369	0,2/0,7/1,1
Samsung Fit Plus	64/162	3,7/59/61	15/295/369	0,4/0,8/1,2
Transcend JetFlash 920	197/416	7/176/281	13,4/317/390	0,4/1/1,1

[1] gemessen mit WinSat, höchster Wert aus insgesamt 15 Messungen mit verschiedenen Blockgrößen [2] Kopie von/zu einer schnellen PCIe-SSD [3] idle/schreiben/lesen



Arcanite AK58

Der USB-Stick des in Deutschland bisher wenig bekannten japanischen Unternehmens Arcanite kratzt beim Lesen fast an der USB-Grenze von rund 450 MByte/s. Beim Schreiben ist er anfangs ebenfalls sehr flott, im Diagramm von H2benchw aber zeigt sich, dass die Schreibgeschwindigkeit über die gesamte Kapazität permanent zwischen 280 und 30 MByte/s schwankt.

In der Praxis gehört der AK58 jedoch zu den flotteren Sticks: Beim Schreiben von größeren Dateien erreicht er immerhin eine Geschwindigkeit von rund 70 MByte/s.

schnell beim Lesen
flott beim Schreiben
teuer
Preis: ca. 30 Euro



Delock Superspeed USB Stick

Der Delock Superspeed USB Stick ist einer der kleinsten im Test. Er ragt gerade mal ein paar Millimeter aus dem USB-Port heraus und kann damit auch im Notebook steckenbleiben, ohne dass er groß auffällt. Bei längeren Schreiboperationen wird er recht heiß; über das kleine Metallgehäuse lässt sich die Wärme nur schlecht abführen.

Beim Lesen reiht sich der Superspeed-Stick unter den langsameren ein, auch das Schreiben von kleinen Dateien gehört nicht zu seinen Spezialitäten: Gerade einmal 300 KByte/s schafft er beim Praxistest mit vielen Textdateien.

sehr klein
langsam beim Schreiben
starke Erwärmung
Preis: ca. 27 Euro

lang laufenden Benchmarks und erst recht in der Praxis pendelt sich die Schreibrate irgendwo dazwischen ein. Das seltsame Schreibverhalten stört im Alltag wohl nur selten.

Bauformen und Schutz

Der kürzeste Stick in diesem Test ist nur 22 Millimeter lang, der längste 62. Ein Stick kann über eine größere Oberfläche die beim Betrieb entstehende Wärme schneller an die Umgebung abgeben und damit eine zu starke Erhitzung der Bauteile im Inneren verzögern. Kleine Sticks können auch schnell sein – nur eben nicht so lange.

Ob der Stecker eines USB-Sticks unbedingt vor Berührung geschützt werden muss, ist Geschmackssache. Einige Hersteller liefern eine Kappe mit, andere nicht. Solche Kappen gehen nach unserer Erfahrung nach kurzer Zeit eh verloren, sodass ein Stick ohne Kappe verschmerzbar ist. Jumpdrive S80 und Supersonic Rage Elite schützen den Anschluss über die Slider-Bauform: Dabei schiebt man den Stick in einer Hülle hin und her; in der einen Position ist der Anschluss verdeckt, in der anderen nicht.

Wichtiger ist manchen Anwendern, dass sie Aktivitäten des USB-Sticks – also vor allem das Schreiben darauf – über eine Leuchtdiode erkennen können. Das dient vor allem als Schutz vor vorzeitigem Ent-



Kingston DataTraveler 80

Der Kingston DataTraveler 80 gehört zu den eher seltenen Sticks mit USB-C-Anschluss. Damit passt er an moderne Rechner, bei Desktop-PCs aber sitzt die USB-C-Buchse meistens noch an der Rückseite des Gehäuses – eher unkomfortabel. Vom Notebook würden wir den Stick nach der Benutzung immer abziehen, da die kleine USB-C-Buchse noch schneller Schaden nehmen kann als die alte A-Buchse, wenn man mit dem Stick irgendwo aneckt.

Beim Lesen und Schreiben reiht sich der DataTraveler 80 im Mittelfeld ein. Positiv ist vor allem die recht geringe Leistungsaufnahme.

- **geringe Aufnahmeleistung**
- **moderner USB-C-Anschluss**
- **schreibt recht langsam**

Preis: ca. 24 Euro



Kingston DataTraveler Kyson

Kingstons zweiter Stick kommt mit einem konventionellen USB-A-Stecker, das Gehäuse besteht aus der Verlängerung des Steckers. Eine Schreibgeschwindigkeit von 60 MByte/s erreicht auch der Kyson nur bei wenigen Tests.

Bei zwei Tests kam der Stick nicht mit dem gewählten Zugriffsmuster zurecht: IOmeter meldete 0 IOPS beim Schreiben mit 4 KByte großen Dateien auf zufällige Adressen, H2bench konnte beim Schreiben keine Zugriffsgeschwindigkeit ermitteln – wir haben diesen Test dann nach einer Stunde abgebrochen. Solche Auffälligkeiten traten schon bei früheren Tests auf, negative Rückmeldungen aus der Praxis aber haben wir nie erhalten.

- **geringe Aufnahmeleistung**
- **günstig**
- **teils unstimmige Messwerte**

Preis: ca. 18 Euro

fernen aus der USB-Buchse: Ist der PC mit dem Schreiben noch nicht fertig, kann es zu Datenverlust kommen. Dagegen hilft jedoch ebenfalls, einen Stick vor dem Ausstecken immer erst über die Windows-Taskleiste abzumelden. Eine Aktivitäts-LED gibt es nur beim Supersonic Rage Elite, der JetFlash 920 leuchtet permanent schwach blau.

Dateisysteme

Das Dateisystem FAT32 wird in diesem Jahr 25 Jahre alt. Es ist nicht nur unter Windows, sondern auch unter Linux und macOS nutzbar und damit für den Datenaustausch zwischen diesen Plattformen geeignet. Auch viele Multimediageräte verwenden FAT32, etwa Mediaplayer und Fernseher. Einziges Manko ist in der Praxis, dass eine einzelne Datei nicht größer als 4 GByte sein darf.

10 Jahre jünger ist exFAT, ein von Microsoft speziell für Flash-Speicher entwickeltes Dateisystem. Lange Zeit konnte dies unter Linux nur über Umwege benutzt werden, doch vor zwei Jahren hat Microsoft die Nutzung unter Linux freigegeben. Seitdem könnte exFAT erste Wahl sein – es sei denn, man nimmt den Stick doch gelegentlich mal mit, um an einem fremden Fernseher Fotos zu präsentieren. Bei einigen Sticks haben die Hersteller übrigens nicht den gesamten Speicherplatz benutzt, sondern einen



Lexar Jumpdrive S80

Lexars Jumpdrive S80 erreicht seine höchste Schreibgeschwindigkeit bei kleinen Blockgrößen, Video- und Musikdateien schreibt er sehr langsam: Gerade einmal noch 11 MByte/s schafft er bei unserer Musiksammlung, bei Videos steigt die Geschwindigkeit immerhin auf 16 MByte/s. Beim Schreiben von Textdaten liegt der USB-Stick im Mittelfeld, beim Lesen aber ganz vorn.

Beim Lesen gehört der Jumpdrive S80 trotz geringer Geschwindigkeit mit mehr als 1 Watt Aufnahmeleistung zu den leistungshungrigsten Sticks in diesem Test. Im Leerlauf hingegen sind es nur 0,2 Watt.

günstig
schreibt sehr langsam
hohe Leistungsaufnahme
Preis: ca. 16 Euro



Patriot Supersonic Rage Elite

Bei den synthetischen Benchmarks schneidet Patriots Supersonic Rage Elite sehr gut ab: Mehr als 300 MByte/s beim Schreiben erreicht kaum ein anderer Stick in diesem Test. Doch beim Test mit H2benchw sinkt die Schreibgeschwindigkeit immer wieder auf nur zweistellige Werte.

Das reicht jedoch immer noch für hohe Geschwindigkeiten in einigen Praxismessungen: Videos schreibt der Stick mit 80 MByte/s, der zweithöchste Wert in diesem Vergleich. Mit kleinen Dateien kommt der Controller hingegen nicht so gut klar, er nimmt sie nur mit 1,2 MByte/s entgegen.

liest sehr schnell
geringe Aufnahmeleistung
schwankende Schreibgeschwindigkeit
Preis: ca. 26 Euro

kleinen Rest von wenigen hundert MByte übrig gelassen – warum auch immer. Wer den Stick also eh neu formatiert, schaut am besten in der Datenträgerverwaltung nach und löscht alle Partitionen, um danach eine neue und etwas größere anzulegen.

Welches Dateisystem man nutzt, ist also eine Frage der persönlichen Umgebung – man sollte sich der Limitationen jedoch bewusst sein. Auch die Hersteller sind sich beim besten Dateisystem uneins: Die USB-Sticks von Delock, Kingston, Lexar, Patriot und Transcend kamen FAT32-formatiert bei uns an, die anderen mit exFAT. Im Test haben wir exFAT benutzt, weil eines unserer Testprogramme eine 8 GByte große Datei auf dem Datenträger anlegt.

Leistungsaufnahme

Ob ein Stick 0,2 oder 0,5 Watt verbrät, fällt an einem Desktop-PC kaum auf. Nutzt man den Stick jedoch als Speichererweiterung für ein mager ausgestattetes Notebook, kann die Leistungsaufnahme durchaus eine Rolle spielen. Da sich die sparsamsten Notebooks im Leerlauf mit etwas mehr als 2 Watt zufriedengeben, verringert ein dauerhaft eingesteckter Stick schon mit 0,2 Watt deren Laufzeit um 10 Prozent.

Längere und größere USB-Sticks sind für Notebooks unpraktisch: Irgendwann wird man damit irgendwo anecken und den Stick verbiegen oder gar



Samsung Bar Plus

Von Samsung sind gleich drei USB-Sticks in diesem Test vertreten. In einigen Disziplinen erreichen sie ähnliche Werte, aber eben nicht in allen. Der Bar Plus liest bei den Benchmarks etwas schneller als die beiden anderen, in der Praxis aber nehmen sie sich nicht viel.

Die ungewöhnliche geschwungene Form des Bar Plus ist sowohl positiv als auch negativ: Der dicke Knubbel lässt sich gut fassen, sodass man den Stick auch gut aus einer USB-Buchse entfernen kann. Er verdeckt jedoch benachbarte Buchsen; in unserem Test-Szenario betraf das den über der schnellen USB-Buchse liegenden Netzwerkanschluss.

liest schnell
verdeckt benachbarte USB-Buchsen
hohe Leistungsaufnahme
Preis: ca. 22 Euro



Samsung Duo Plus

Samsungs Universalstick Duo Plus ist eigentlich ein einfacher USB-Stick mit USB-C-Anschluss. Für den Anschluss an alte USB-A-Buchsen braucht man einen Adapter, dessen Aufbewahrung Samsung recht pfiffig gelöst hat: Er kommt in den hinten offenen Stick hinein. Zum Transport muss man ihn immer dort einstecken, denn die Kappe passt nur auf den C-Stecker.

Für den Transport großer Datenmengen ist der Duo Plus gut geeignet: H2testw bescheinigt dem Stick beim Auslesen eine Geschwindigkeit von 315 MByte/s über die gesamte Kapazität. Das schaffen sonst nur der Bar Plus und Transcends JetFlash 920.

praktischer USB-A-Adapter
hohe Leistungsaufnahme
teuer
Preis: ca. 27 Euro

die USB-Buchse beschädigen. Kleine Sticks eignen sich besser; aus diesem Test kommen vor allem der Superspeed USB Stick und der Fit Plus infrage. Im Leerlauf benötigen diese allerdings 0,5 beziehungsweise 0,4 Watt – und liegen damit am oberen Ende unseres Testfeldes; die sparsamsten Geräte benötigen nur 0,2 Watt.

Im Betrieb liegt die Aufnahmeleistung der Sticks zwischen 0,6 und 1,1 Watt. Eine Auswirkung auf die Laufzeit eines Notebooks haben diese Werte kaum; die meiste Zeit verharren Speichergeräte im Standby.

In früheren Tests passierte es gelegentlich, dass ein eingesteckter USB-Stick den Windows-Start verhinderte – obwohl das USB-Laufwerk gar nicht als Startlaufwerk infrage kam. Das passierte bei den Kandidaten aus diesem Test nicht, sie können also alle am Rechner stecken bleiben.

Messparcours

USB-Sticks dürften in den meisten Fällen als Datenspeicher dienen, seltener jedoch zum Start eines Betriebssystems. Daher liegt unser Augenmerk in diesem Test mehr auf den Geschwindigkeiten bei sequenziellen Zugriffen, die etwa dem Kopieren von Musik- oder Videodateien auf den Stick entsprechen.



Samsung Fit Plus

Samsungs Kleinster, der Fit Plus, ist der langsamste der Dreierbande – zumindest, wenn man nicht nur eine Datei liest. Die Schreibgeschwindigkeit von maximal 60 MByte/s hält der Stick auch lange Zeit durch, aber beim Lesen mit H2testw sinkt die Geschwindigkeit über die gesamte Kapazität auf immer noch gute 220 MByte/s.

Kleine Dateien liest und schreibt der Fit Plus, genau wie die beiden anderen Samsung-Sticks, sehr schnell; beim Schreiben ist nur der Transcend-Stick schneller. Auch eine negative Eigenschaft teilt er sich mit seinen Kollegen aus dem gleichen Haus: Seine Leistungsaufnahme ist zu hoch.

- **liest schnell**
- **sehr klein**
- **hohe Leistungsaufnahme**

Preis: ca. 22 Euro



Transcend JetFlash 920

Transcend hat beim JetFlash 920 vieles richtig gemacht: Der Stick schneidet nicht nur in den Benchmark-Tests sehr gut ab, sondern auch bei den Praxismessungen. Mit 280 MByte/s beim Schreiben von Videos liegt er einsam an der Spitze, ebenso mit 7 MByte/s beim Schreiben großer Textmengen. Schreibt man den gesamten Stick mit H2testw voll, sinkt die Datenrate auf 85 MByte/s – ebenfalls sehr gut.

Die Leistungsaufnahme beim Lesen ist mit 1,1 Watt ebenfalls sehr hoch; in diesem Fall passt sie jedoch zur Übertragungsgeschwindigkeit.

- **liest und schreibt schnell**
- **hält hohe Geschwindigkeiten**
- **hohe Leistungsaufnahme**

Preis: ca. 29 Euro

Beim Schreiben sollen alle Sticks 60 MByte/s erreichen, versprechen die Hersteller. Wir haben mit verschiedenen Benchmark-Programmen nachgemessen, aber auch eine Reihe von Praxistests durchgeführt. Zu den Benchmark-Programmen gehören das Windows-Bewertungs-Tool WinSat, IOmeter und unsere eigenen Testprogramme H2benchw und H2testw. Mit H2benchw ermitteln wir, ob die Hersteller zur Schreibbeschleunigung einen SLC-Cache verwenden, mit H2testw simulieren wir das komplette Beschreiben des Sticks mit vielen großen Dateien.

Die Controller der USB-Sticks sind für unterschiedliche Zugriffsmuster optimiert; das sieht man recht gut bei Messungen mit verschiedenen Blockgrößen. Da man darauf in der Praxis keinen Einfluss hat, können die Ergebnisse der synthetischen Benchmarks nur ein Anhaltswert für die tatsächliche Leistung sein; die Praxiswerte beim Kopieren unterschiedlicher Dateien sind für die Auswahl des für die eigenen Bedürfnisse besten Sticks besser geeignet. In den Benchmarks erreichen alle Sticks die versprochene Schreibgeschwindigkeit von 60 MByte/s – aber eben nicht in allen Fällen.

Bei den Praxis-Benchmarks kopieren wir eine Reihe von Video-, MP3- und Textdateien auf den Stick und wieder auf eine schnelle PCIe-SSD zurück. Vor allem bei den kleinen Textdateien ist das Ergebnis erschreckend: Einige Sticks erreichen nur wenige

USB-Sticks mit 128 GByte Speicherkapazität

Modell	AK58	Superspeed USB Stick	DataTraveler 80	DataTraveler Kyson	Jumpdrive S80	Supersonic Rage Elite	Bar Plus	Duo Plus	Fit Plus	JetFlash 920
Hersteller	Arcanite, www.arcanite.jp	Delock, www.delock.de	Kingston, www.kingston.com	Kingston, www.kingston.com	Lexar, www.lexar.com	Patriot, www.patriotmemory.com	Samsung, www.samsung.de	Samsung, www.samsung.de	Samsung, www.samsung.de	Transcend, www.transcend.de
Bezeichnung	AK58128G	54072	DT80/128GB	DTKN/128GB	LJDS080128G-BNBNG	PEF128GS-RE3USB	MUF-128BE4/APC	MUF-128DB/APC	MUF-128AB/APC	TS128GJF920
von Windows erkannte Kapazität[1]	115,8 GByte	115,23 GByte	115,41 GByte	115,59 GByte	116,06 GByte	115,8 GByte	119,51 GByte	119,51 GByte	119,51 GByte	115,22 GByte
Dateisystem im Auslieferungszustand	exFAT	FAT32	FAT32	FAT32	FAT32	FAT32	exFAT	FAT32	exFAT	FAT32
Maße, Gewicht (ohne Kappe, Slider ausgefahren)	57 mm × 18 mm × 9 mm, 6 g	22 mm × 12 mm × 5 mm, 3 g	42 mm × 15 mm × 7 mm, 4 g	39 mm × 13 mm × 5 mm, 4 g	57 mm × 21 mm × 11 mm, 9 g	53 mm × 21 mm × 10 mm, 8 g	40 mm × 16 mm × 12 mm, 12 g	58 mm × 18 mm × 7 mm, 8 g	23 mm × 19 mm × 7 mm, 3 g	62 mm × 20 mm × 8 mm, 10 g
Straßenpreis	30 €	27 €	24 €	18€	16 €	26 €	22€	27 €	22 €	29 €

[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.

Download der Testprogramme

ct.de/wyk4

hundert Kilobyte pro Sekunde; die Sicherung eines umfangreichen Programmierprojektes dauert damit Minuten statt nur einiger Sekunden.

Fazit

Für die gelegentliche Sicherung von ein paar Dateien sind alle Sticks geeignet – bei manchen wartet man dann eben etwas länger. Wer jedoch häufiger Daten durch die Gegend trägt, wählt besser einen Stick, der eine hohe Schreibgeschwindigkeit auch lange durchhält. Der JetFlash 920 ist in diesem Vergleich der schnellste, gefolgt von den Samsung-Sticks und dem Supersonic Rage Elite. Der AK58 ist ebenfalls noch recht flott, hält diese Geschwindigkeit aber nicht lange durch.

Notebookbesitzer müssen sich überlegen, ob der Stick die Akkulaufzeit reduzieren darf – dann kommen die kleinsten Sticks infrage; der Fit Plus ist dabei nicht nur schneller, sondern auch günstiger als der Superspeed USB Stick. Insgesamt geht man beim Stick-Kauf zwar kein großes finanzielles Risiko ein, mit der richtigen Wahl spart man sich jedoch Ärger über lahme Kopiervorgänge. (ll) c't





Bild: Andreas Martini

Security-Checkliste Backups

Egal, wie lästig es sein mag: Das regelmäßige Anfertigen von Backups Ihrer Daten ist unverzichtbar. Doch ist Ihr Backup auch zuverlässig?

Von **Axel Vahldiek**

☑ Los jetzt!

Damit Sie im Ernstfall keine Daten verlieren, brauchen Sie ein Backup davon. Auf welche Art Sie das erstellen, ist an sich erst mal egal, denn jedes Backup ist besser als kein Backup. Wichtig ist stattdessen, dass Sie es auch wirklich machen. Der richtige Termin dafür ist immer der Gleiche: jetzt!

Sichern Sie zuerst die wichtigsten Daten. Starten Sie mit Daten, die nur als Unikat vorliegen, beispielsweise Diplomarbeit, Steuerunterlagen und anderen Arbeitsergebnissen. Denken Sie auch an Originale von Fotos, Videos und Korrespondenz. Orientieren Sie sich für die anderen Daten daran, wie aufwendig die Wiederbeschaffung oder erneute Bearbeitung sein wird.

☑ Feuerfest

Wenn in Ihrer Wohnung Feuer ausbricht, verbrennt eine neben dem PC liegende USB-Platte gleich mit. Keller und Dachboden mögen naheliegend sein, aber das Löschwasser läuft in den Keller und das Feuer kommt überall hin. Kurzum: Das Backup muss raus aus dem Haus.

☑ Schutz vor „Hoppla!“

Schutz vor Datenverlusten durch Fehlbedienungen und Hardwareausfälle bietet so ziemlich jede Kopie, die getrennt vom Original abgelegt ist. Für kleine Datenmengen mag schon ein USB-Laufwerk oder eine DVD als Speichermedium reichen. Für Laien oft einfacher ist das Ausdrucken auf Papier. Diese Art von Backup ist sogar langlebig: Ein 50 Jahre altes Foto mag vergilbt sein, das Motiv ist aber immer noch erkennbar. Zum Vergleich: Versuchen Sie mal, etwas von einer nur halb so alten selbstgebrannten CD auszulesen.

☑ Trojanersicher

Verschlüsselungstrojaner greifen heutzutage so ziemlich alles an, was sie erreichen können. Fehlende Zugriffsrechte versuchen sie sich zu verschaffen. Daher ist ein Backup nur dann zuverlässig, wenn Sie es technisch getrennt vom Original aufbewahren. Es darf vom Quellrechner aus auf keinem (!) Weg erreichbar sein. Ein USB-Laufwerk, welches nach dem Sichern abgestöpselt wird, ist technisch getrennt – doch Obacht: Wenn Sie es für die nächste Sicherung wieder anstöpseln, ist es eben wieder nicht mehr getrennt. Dagegen hilft nur, mehrere Sicherungsmedien im Wechsel oder Einmalmedien wie DVD-Rohlinge zu verwenden.

☑ Diebstahlsicher

Wenn ein Dieb Zugriff auf das Backupmedium erlangt, kann er die Daten darauf lesen. Lagern Sie es also am besten in einem feuerfesten Tresor. Alternativ hilft das Verschlüsseln des Backups – dann bekommt der Dieb mangels Schlüssel nur Datenmüll zu sehen. Stellen Sie durch Ausprobieren sicher, dass Sie das Backup im Ernstfall wieder entschlüsseln können.

☑ Wiederherstellen

Solange Sie Ihr Backup nicht testweise wiederhergestellt haben, darf es nicht als zuverlässig gelten. Verwenden Sie zum Wiederherstellen unbedingt einen anderen PC – wenn der alte verbrannt oder geklaut ist, stehen Sie vor genau der gleichen Situation.

☑ Wiederholen

Backups veralten, weil die seitdem hinzugekommen Daten naturgemäß nicht enthalten sind. Sichern Sie Ihre Daten also regelmäßig.

Noch besser ist es, wenn Sie den Vorgang so weitgehend automatisieren, dass er ohne aktive Mithilfe abläuft. Achten Sie dann aber unbedingt darauf, dass Fehlschläge erkannt werden und Sie davon erfahren.

☑ Ruhiger schlafen

Ihr Backup erfüllt alle Anforderungen? Herzlichen Glückwunsch! Noch besser wird es, wenn Sie gleich noch eine weitere Kopie davon erstellen und noch ganz woanders lagern. Dann können weder Bedienfehler noch ein Brand oder ein Diebstahl großen Schaden anrichten. Vielleicht ist das Backup dann nicht immer ganz auf dem aktuellen Stand, aber die wichtigsten Daten sind auf jeden Fall in Sicherheit. (axv) c't

Sichere Kommunikation

Kommunikations-Apps sind seit dem Corona-Ausbruch als Ersatz für persönliche Treffen mit Familie, Freunden und Kollegen eingesprungen. Mit der richtigen App können Lauscher nicht mithören, und die Verschlüsselung des gesamten heimischen Datenverkehrs sorgt für noch mehr Sicherheit.

Von **Ronald Eikenberg**

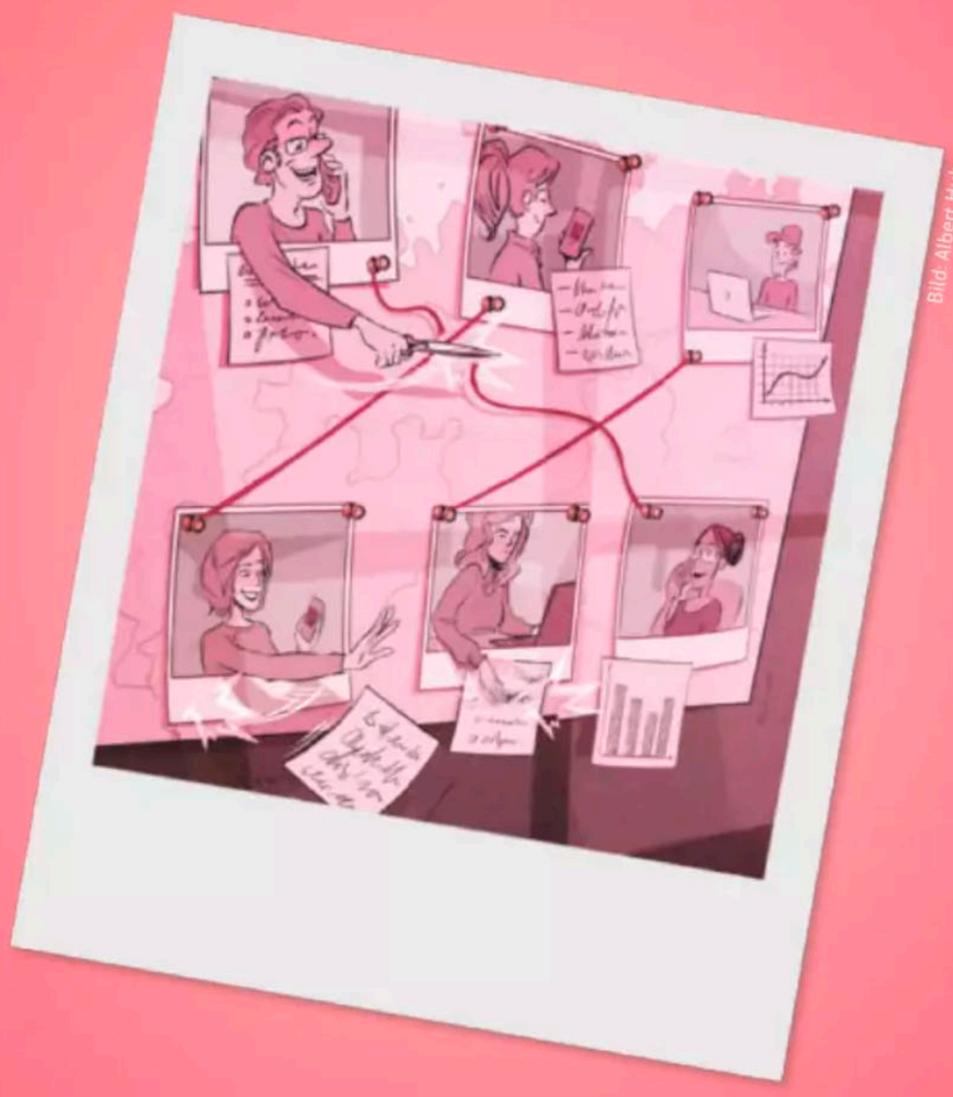


Bild: Albert Hulm

Verschlüsselter Datenverkehr	156
Instant-VPN	160
Minimalistische Firewall	161
Netz per Stromleitung	162
Mesh-WLAN mit drei Knoten	163
Mesh mit Wi-Fi 6	164
USB zu LAN, aber flott	166
Security-Checkliste WLAN-Router	168

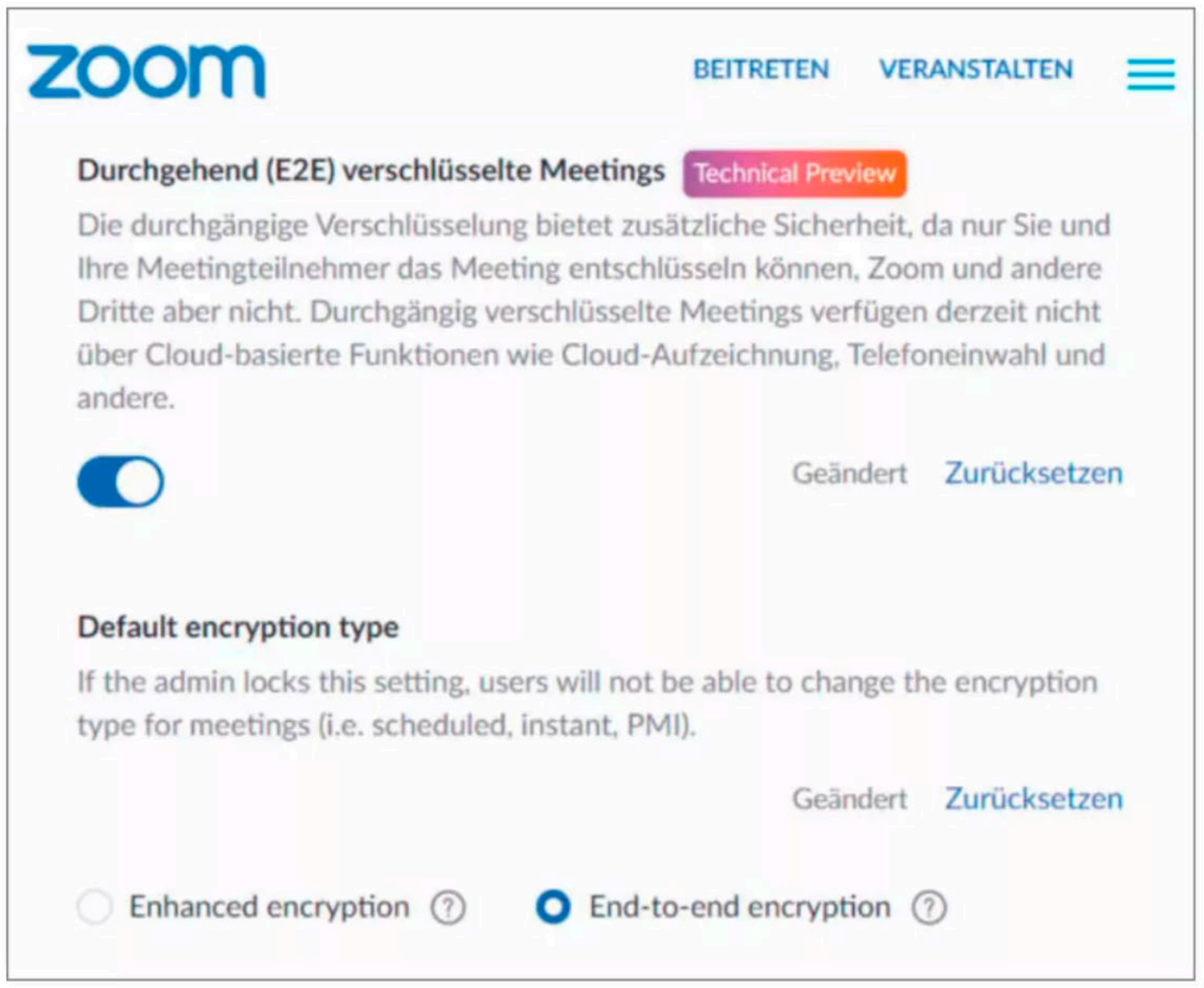
Wenn man Familie, Freunde und Kollegen nicht persönlich treffen kann, dann bleibt man zumindest per Ton und Bild in Kontakt – der modernen Technik sei Dank. Doch diese Kommunikationswege bergen Tücken, denn anders als beim Vieraugengespräch vor Ort ist die Vertraulichkeit oft nicht gegeben. Schlimmstenfalls kann jeder die Gespräche belauschen, der den Datenverkehr abzwacken kann.

Denn auch modernere Kommunikationsmittel wie Microsoft Teams oder Telegram sind nicht automatisch sicher. Dabei kommt zwar eine Transportverschlüsselung zum Einsatz, diese sorgt aber nur dafür, dass die Gespräche jeweils zwischen Gesprächsteilnehmer und Anbieter verschlüsselt sind. Wenn der Anbieter wollte – oder im Falle einer behördlichen Anordnung muss – kann er die Telefonate und Videogespräche seiner Nutzer also problemlos aufzeichnen.

Die gute Nachricht ist, dass Sie sich leicht schützen können, indem Sie vorhandene Verschlüsselungsfunktionen aktivieren oder einen anderen Dienst nutzen. Denn bei vielen Anbietern ist eine gute, nachvollziehbare Verschlüsselung längst Standard. Im Idealfall kommt eine Ende-zu-Ende-Verschlüsselung (E2E) zum Einsatz, die gewährleistet, dass nur die Gesprächsteilnehmer den Anruf entschlüsseln können. Damit kommunizieren Sie annähernd so sicher, als würden sie sich im gleichen Raum wie Ihr Gesprächspartner befinden.

Eine der meistverbreiteten Apps ist ohne Zweifel **WhatsApp** [1]. Es ist also naheliegend, die Chat-App auch für Telefonate und Videochats zu verwenden. In puncto Verschlüsselung spricht auch nichts dagegen: WhatsApp nutzt das Secure Real-Time Transport Protocol (SRTP) für die Audio- und Videokommunikation. Die Gespräche sind E2E-verschlüsselt und lassen sich nach derzeitigem Stand nicht belauschen. Im einfachsten Fall rufen Sie besser über WhatsApp an als vollkommen unverschlüsselt über Festnetz oder Handy-Telefonat. Das funktioniert sogar in Gruppen mit bis zu 8 Teilnehmern.

Doch die Sache hat auch zwei Haken: Die Anruf-Funktion funktioniert derzeit nur am Smartphone oder Tablet, noch nicht am Rechner. Und dann ist da auch noch der Megakonzern Facebook, der sich WhatsApp vor einiger Zeit einverleibt hat und sein Geld bekanntlich mit den Daten seiner Nutzer verdient. Die Versuchung, sich zumindest an den Metadaten der Nutzer zu bedienen und zum Beispiel das Telefonbuch auszuwerten, ist groß. Und falls eines Tages eine Krypto-Backdoor angeordnet werden



Zoom bietet auch Nutzern der Gratis-Version eine Ende-zu-Ende-Verschlüsselung für Videomeetings. Die Funktion befindet sich noch im Teststadium, lässt sich aber bereits nutzen.

sollte, dann wäre WhatsApp vermutlich der erste Dienst, der sie umsetzen muss.

Sicheres Signal

Wer Wert auf Datenschutz legt, greift daher zu **Signal**. Die App funktioniert wie WhatsApp und nutzt die gleiche Verschlüsselung, versucht aber möglichst wenig Metadaten anfallen zu lassen und ist Open Source. Wer möchte, kann also eigenhändig im Quellcode nach Backdoors suchen. Auch über Signal kann man in Ton und Bild telefonieren, das klappt auch am Rechner. Vor Kurzem wurden die Videocalls für Gruppen mit bis zu fünf Teilnehmern freigeschaltet.

Viele weitere Chat-Apps eignen sich inzwischen ebenfalls für verschlüsselte Anrufe, darunter etwa **Threema** und **Wire**. Während man bei Threema aktuell nur mit einer Person gleichzeitig sprechen kann, unterstützt Wire bereits Gruppenanrufe mit bis zu 25 Teilnehmern. Bei Videocalls liegt das Limit bei 12 Teilnehmern. Grundsätzlich gilt: Wählen Sie am besten den Messenger, den die meisten Ihrer Kontakte bereits einsetzen. Apple-Nutzer können über **FaceTime** durchgängig Ende-zu-Ende-verschlüsselt kommunizieren, erreichen darüber allerdings ausschließlich andere Apple-Nutzer. Das Limit liegt hier bei 32 Teilnehmern.

Googles Pendant heißt **Google Duo** und setzt ebenfalls auf E2E, das Limit liegt ebenfalls bei 32 Personen. Passende Apps gibt es für Android und iOS, am Rechner kann man auf die Web-App per Browser zurückgreifen. Google macht auf seiner Website kein Geheimnis daraus, dass Metadaten wie Telefonnummern und Geräte-IDs der Gesprächsteilnehmer „ungefähr einen Monat lang sicher auf Google-Servern“ gespeichert werden, „um Fehler zu beheben und Funktionen zu verbessern“.

Berufsgeheimnis

Im beruflichen Umfeld muss eine Videochat-Lösung für virtuelle Meetings gruppentauglich und am Rechner nutzbar sein. **Microsoft Teams** ist zwar komfortabel und dockt nahtlos an andere Microsoft-Produkte an. Doch dieser Komfort hat einen hohen Preis: Teams beherrscht aktuell keine E2E-Verschlüsselung. Vertrauliche Gespräche, die vormals in Konferenzräumen von Angesicht zu Angesicht geführt wurden, lassen sich somit prinzipiell belauschen, wenn man Zugriff auf die Microsoft-Server erlangt. **Skype**-Anrufe sind nur dann E2E-verschlüsselt, wenn man explizit einen „privaten Anruf“ startet. Das klappt allerdings noch nicht mit der Web-Version des Tools.

Die Videokonferenz-Plattform **Zoom** ist schon einen großen Schritt weiter und beherrscht E2E-verschlüsselte Videokonferenzen mit bis zu 200 Teilnehmern (siehe Whitepaper unter ct.de/wufc). Derzeit befindet sich die E2E-Verschlüsselung von Zoom noch im Testbetrieb, sie kann aber bereits von jedem Gastgeber aktiviert werden. Klicken Sie hierzu auf der Zoom-Website nach dem Einloggen auf „Mein Account/Einstellungen“ und schalten Sie die Option „Durchgehend (E2E) verschlüsselte Meetings“ ein. Zudem sollten Sie darunter den „Default encryption type“ auf „End-to-end encryption“ stellen, damit Ihre Meetings bestmöglich geschützt sind. Verwechseln Sie die Funktion jedoch nicht mit der „Enhanced encryption“: Diese ist weniger sicher, da hier auch Zoom die Schlüssel für die E2E-Verschlüsselung kennt.

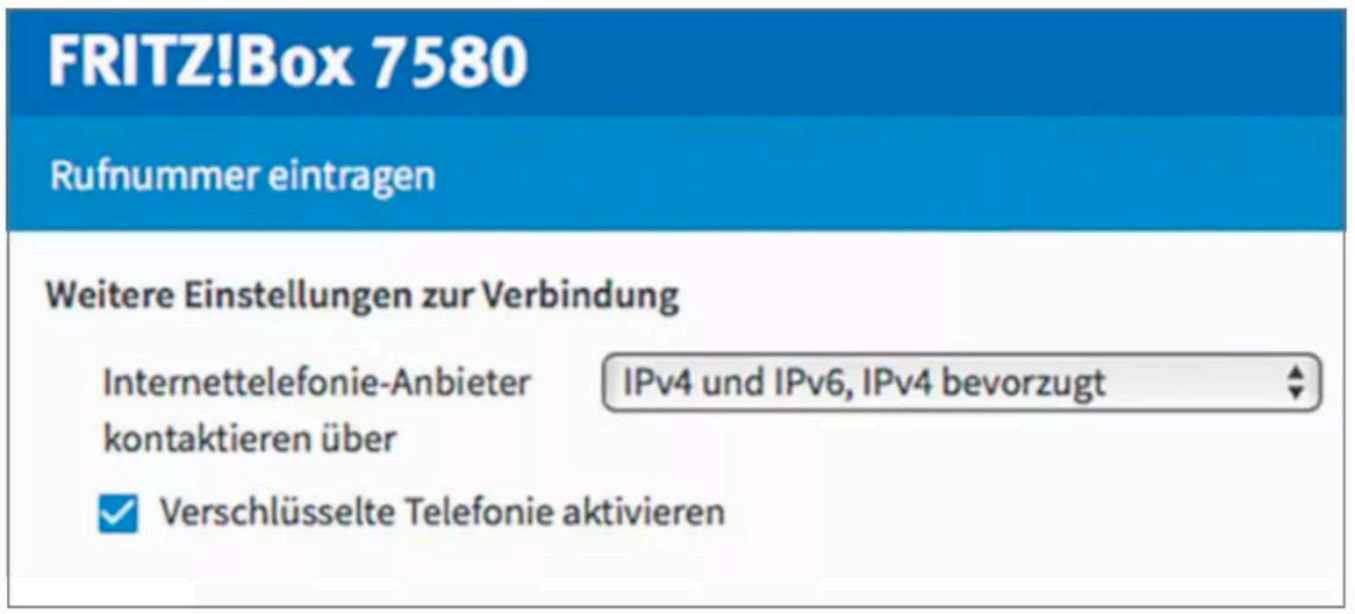
Innerhalb eines Meetings erkennen Sie die E2E, indem Sie auf den grünen Schutzschild oben links klicken. Steht dort „Verschlüsselung: Durchgehend“, dann haben Sie alles richtig gemacht. Darunter können Sie mit „Verifizieren“ einen Sicherheitscode anzeigen, dieser muss bei allen Gesprächsteilnehmern identisch sein. Eine E2E-Verschlüsselung gibt es auch für andere professionelle Videokonferenz-Programme wie **Cisco WebEx**. Erkundigen Sie sich am besten direkt beim Anbieter nach dem aktuellen Stand der Dinge.

Im Idealfall nutzen Sie für vertrauliche Kommunikation keine fremde Infrastruktur, sondern betreiben den Server im eigenen Haus. Das hat den Vorteil, dass sie alles unter Ihrer Kontrolle haben, einschließlich der Metadaten. Die Gespräche verlassen das Firmennetz bestenfalls erst gar nicht und die Mitarbeiter im Homeoffice werden verschlüsselt über VPN angebunden. Gute Fortschritte macht die quelloffene Videokonferenz-Lösung **Jitsi**. Sie können den Server selbst betreiben, passende Clients gibt es für iOS und Android und als Web-Version. Das Entwicklerteam ist gerade dabei, eine E2E-Verschlüsselung zu implementieren. Sie können die Funktion schon jetzt ausprobieren. Wer eine Nextcloud betreibt, der kann mit **Nextcloud Talk** ebenfalls Ende-zu-Ende-verschlüsselt in Echtzeit kommunizieren.

Festnetz verschlüsselt

Wie eingangs erwähnt, ist auch die Festnetztelefonie problematisch: Die meist per VoIP übertragenen Gespräche sind vollkommen unverschlüsselt. Wer die

Fritzboxen können Festnetzgespräche (VoIP) seit Kurzem verschlüsselt übertragen. Sie müssen die Option nur noch einschalten.



Literatur

[1] Dr. Hans-Peter Schüler, **Spurlos verschlüsselt**, Instant Messages ohne Datenlecks, c't 3/2021, S. 56

[2] Alexander Traud, **Chiffriert fernsprechen**, FritzOS 7.20: Verschlüsselt telefonieren, Grenzen der Methode kennen, c't 22/2020, S. 18

Apps & Hintergrundinfos

ct.de/wufc

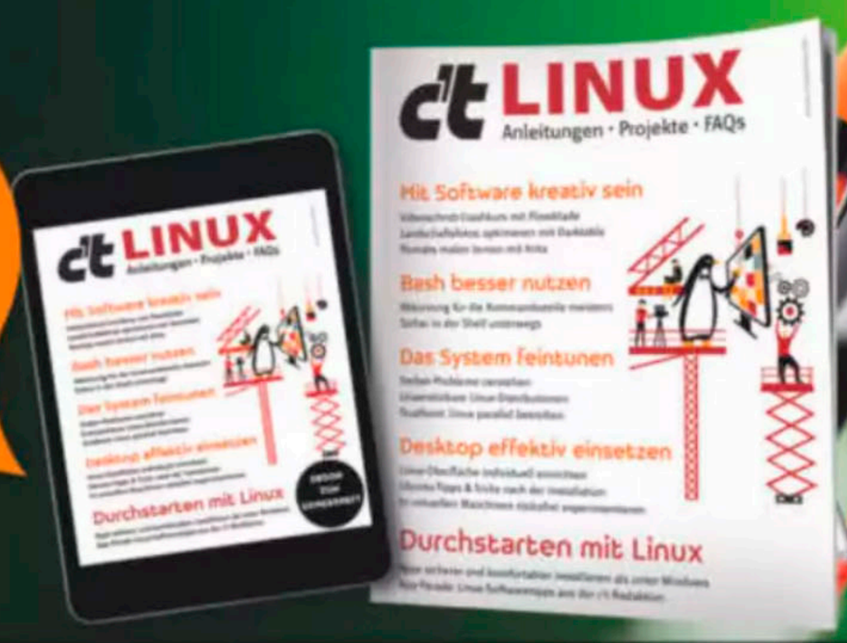
Daten auf dem Transportweg zum Ziel abgreift, kann die Gespräche problemlos mithören und manipulieren. Eine E2E-Verschlüsselung ist zwar nicht ohne Weiteres umsetzbar, jedoch ist zumindest eine Transportverschlüsselung zum VoIP-Anbieter drin: Bei den **AVM-Fritzboxen** können Sie seit FritzOS-Version 7.20 die verschlüsselte Telefonie aktivieren. Spielt Ihr VoIP-Anbieter mit, dann werden die Gespräche verschlüsselt zu ihm übertragen – und im Idealfall auch von dort aus weiter verschlüsselt zum Gesprächspartner. Hierbei kommt SIP-over-TLS (SDES-sRTP) zum Einsatz. Eine ausführliche Anleitung mit weiteren Details finden Sie in c't 22/2020 [2].

Fazit

Ganz gleich, ob es um die Alltagskommunikation mit Familie und Freunden oder virtuelle Meetings im Homeoffice geht: Mit der Wahl des richtigen Kanals können Sie schon jetzt in allen Fällen komfortabel und verschlüsselt kommunizieren – dazu müssen Sie kein Geheimnisträger oder Krypto-Experte sein. Es gibt keinen Grund, es nicht zu tun und auch das Argument „Ich habe doch nichts zu verbergen" zählt schon lange nicht mehr. Gerade in Zeiten, in denen Apps das persönliche Treffen ersetzen, sollten Sie so viel verschlüsseln, wie Sie können. (rei) c't

Durchstarten mit Linux!

Heft + PDF mit 29 % Rabatt



c't LINUX

Linux zu nutzen war nie so einfach wie heute. Darum richtet die c't-Redaktion in diesem Sonderheft den Fokus auf den produktiven Einsatz von Linux. Im Heft gibt's Vorschläge für bewährte Anwendungen, Tipps zum optimalen Einrichten Ihres Desktops und wie Sie das System für Ihre Bedürfnisse anpassen. Also – viel Spaß mit Tux und Co.!

Auch als einzelnes Heft erhältlich.

shop.heise.de/ct-linux21

NEU

Heft + PDF für nur 19,90 € ›

heise shop

shop.heise.de/ct-linux21 ›

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

Instant-VPN

Das Firmennetz ins Homeoffice zu bringen erfordert oft einen Technikerbesuch. Den wollen Huawei und Komsa mit einem Access-Point nebst VPN-Dienst zum Schnäppchenpreis ersparen.

Von **Ernst Ahlers**



Die Idee hinter der Office@Home-Lösung: nicht das VPN auf jedem Endgerät konfigurieren, sondern zentral in der WLAN-Basis (Access-Point, AP). Die schickt der Firmen-Admin dem Mitarbeiter nach Hause, der sie an den heimischen Router und ans Stromnetz anschließt. Über das neu erscheinende WLAN erhalten mehrere Geräte – Notebook, PC, Smartphone – Zugriff auf das Firmennetz. Statt der VPN-Konfiguration ist nur die WLAN-Anmeldung erforderlich.

Die Konfiguration für den IPsec-Tunnel zwischen den Peers im Unternehmen und in der WLAN-Basis hinterlegt der Firmen-Admin auf einem laut Huawei in Deutschland gehosteten, DSGVO-konformen Cloud-Controller (campusservice.cloud). Dort holt sich der AP nicht nur seine VPN-Konfiguration ab, sondern auch sonstige Betriebsparameter, beispielsweise den Funknetznamen und die WLAN-Verschlüsselung (WPA2-PSK oder WPA2-Enterprise, WPA2+3-Mixed und WPA3 folgen in 2021).

Für das Office@Home-Angebot kooperiert Huawei mit dem Distributor Komsa, der den Cloud-Controller betreibt. Als Hardwarebasis dient Huaweis AirEngine 5760-10, ein Wi-Fi-6-fähiger Access-Point. Für ein Jahr Hardware und Dienst werden 139 Euro fällig, drei Jahre gibt es für 149 Euro.

Netzeinbindung

An einer Fritzbox 7590, die an einem Supervectoring-DSL-Anschluss lief, klappte das Einrichten des Office@Home-AP tatsächlich so leicht wie zugesichert. Über den Controller konnten wir auch zusätzliche logische WLAN-Zellen definieren, beispielsweise, um den AP als zweite Basis fürs heimische Funknetz einzusetzen. Das ist beispielsweise dann interessant, wenn der heimische Router ein veraltetes WLAN (Wi-Fi 4) hat oder man die WLAN-Abdeckung der Wohnung mit dem AP im Arbeitszimmer verbessern möchte.

Dabei gibt es aber eine Stolperfalle: In der Werkseinstellung begrenzt der AP den Durchsatz eines Clients bei hohem Verkehrsangebot nach 12 Sekunden auf rund 16 MBit/s. Das soll der gerechteren Bandbreitenverteilung bei vielen gleichzeitig aktiven Clients in Firmen-WLANs dienen. Ein Klick im Controller deaktiviert die Drossel. Für Multicast-IPTV-Streaming (Telekom MagentaTV oder andere) muss man dort das IGMP-Snooping und die Multicast-to-Unicast-Umsetzung einschalten.

Mit einem Wi-Fi-6-fähigen Notebook (ct.de/-4503392) war die Datenrate auf 2,4 GHz über 20 Meter durch Wände sehr gut, im 5-GHz-Band fiel der AP aber auf zufriedenstellendes Wi-Fi-5-Niveau zurück. Nachdem die IPsec-VPN-Verbindung hergestellt

Huawei AirEngine 5760-10

WLAN-Basis	
Hersteller	Huawei, www.huawei.com/de/
WLAN	Wi-Fi 6 (2) = IEEE 802.11ax-574/1200, simultan dualband, DFS
Bedienelemente	Default-Taster, 1 Statusleuchte
Anschlüsse	1 × RJ45 (Gigabit-Ethernet, PoE+), 1 × USB 2.0
getestete Firmware	V200R019C00SPC802
VPN-Durchsatz (DS / US)	39 / 39 MBit/s (via Supervectoring-DSL)
WLAN 2,4 GHz nah / 20 m[1]	167 / 104–157 MBit/s
5 GHz nah / 20 m[1]	574 / 70–113 MBit/s
Leistungsaufnahme[2]	9,1 Watt (18,6 VA)
jährliche Stromkosten[2]	24 €
Preis	139 € (1 Jahr, 3 Jahre: 149 €)

[1] gegen Intel AX200 [2] idle, primär am PoE+-Injektor gemessen, 30 Cent/kWh, gerundet

war, lieferte die Basis gegen einen Endpunkt im Komsa-Netz 39 MBit/s VPN-Durchsatz in beide Richtungen. Das liegt mit dem Vectoring-Upstream (40 MBit/s) auf Augenhöhe.

Fazit

Mit dem Office@Home-AP liefert Huawei tatsächlich ein Instant-VPN: Viel einfacher lässt sich für den Anwender das Einrichten einer sicheren Verbindung aus dem Homeoffice ins Unternehmensnetz kaum gestalten.

Dazu muss das Unternehmen aber Hardware aus chinesischer Herkunft vertrauen, die an einer neuralgischen Stelle im Firmennetz sitzt. Das gilt freilich genauso für andere Anbieter: Beispielsweise Cisco-Switches und -Router wurden auch schon von NSA und CIA gehackt. (ea) c't

Minimalistische Firewall

Der Turris Shield soll höchste Sicherheit für jeden bieten und ist deshalb besonders simpel einzurichten.

Von **Andrijan Möcker**



Der tschechische Domainverwalter CZ.NIC hat den Turris Shield in den Handel gebracht. Das Gerät ist eine Einsteiger-Firewall ohne Modem, die zwischen Router und WLAN-AP gesteckt wird. Basis der Firewall ist der kostenfreie Sentinel-Dienst von CZ.NIC, der Daten über Angriffe und die IP-Adressen der Angreifer sammelt und als Sperrliste auf angeschlossene Systeme verteilt – laut Hersteller circa 50-mal pro Tag – sodass die Firewall die Angriffe erkennen und blockieren kann.

Bis auf einige Netzwerk-, Administrations- und die OpenVPN-Einstellungen lässt sich im Webinterface kaum etwas ändern. Einsteiger können die Sicherheitsfunktionen so nicht kaputt konfigurieren. Der Umfang der Einstellungen wird indes für Fortgeschrittene zu knapp sein; Portfreigaben und DynDNS fehlen beispielsweise.

Ob und wie viele Angriffe das Gerätchen verhindert, bleibt im Dunkeln: eine Logdatei erstellt es nämlich nicht. Der Shield liefert einen NAT-Datendurchsatz von 650 MBit/s im Downstream und 310 MBit/s im Upstream, was für den Preis von 99 Euro angemessen ist. (amo) c't

Turris Shield

Firewall-Router	
Hersteller	CZ.NIC, www.turris.cz
Netzwerk	1 × WAN (Gigabit-Ethernet), 4 × LAN (Gigabit-Ethernet)
Getestete Firmware	5.1.1
Preis	99 €

Netz per Stromleitung

Der Powerline-Adapter Devolo Magic 2 Triple holt das Netz über die Stromleitung heran und gibt es per Ethernet-Kabel weiter.

Von **Ernst Ahlers**



Wenn der Internetrouter im Flur steht, TV-Gerät, Spielkonsole und HiFi-Receiver mit Ethernet-Port aber im Wohnzimmer, dann lockt die Datenübertragung per Stromleitung (Powerline Communications). Denn damit muss man weder Löcher für LAN-Kabel bohren noch aufs störungsträchtige, in dichten Wohnsituationen überlaufene WLAN setzen. Mit Powerline-Adaptern, die einen Switch enthalten, kann man mehrere Geräte gleichzeitig anbinden. Für die 2018 eingeführte G.hn-Powerline-Technik (c't 25/2018, S. 55) hat Devolo den Adapter Magic 2 triple herausgebracht, der den Einsatz eines separaten Switches erspart, wenn man bis zu drei Geräte vernetzen muss.

Das Einrichten einer individuell verschlüsselten Verbindung zur Gegenstelle ist kinderleicht: einstecken, kurz warten, Koppeltaster am Magic-2-Adapter beim Router drücken, noch mal kurz warten, fertig. Per Browser kann man unter anderem die Verbindungsqualität prüfen, die Statusleuchte ausschalten oder die Powerline-Koexistenz mit VDSL2-Internetanschlüssen verbessern. Denn die Systeme teilen sich einen Bereich des Hochfrequenz-Spektrums und wenn Strom- und Telefonleitungen nah beieinander laufen, gibt es bisweilen gegenseitige Störungen.

Der Durchsatz der G.hn-Adapter genügte in der Wohnung an acht von zehn getesteten Steckdosenkombinationen, um Full-HD-Videostreams zu übertragen. Am Rest fiel er unter 10 MBit/s. Weil sich das heimische Stromnetz ständig ändert, wenn man neue Verbraucher einbringt oder andere umsteckt, haben wir die Magic-2-Adapter erneut mit den herkömmlichen dLAN1200+-Adaptern mit der HomePlug-AV2-Technik verglichen. In der Wohnung fiel Magic 2 beim Maximaldurchsatz gegenüber dLAN 1200+ zwar leicht zurück, holte aber bei den schwierigen Verbindungen mehr heraus und erarbeitete sich über alles gemittelt einen Vorsprung von 40 Prozent. In manchen Situationen kann das den Unterschied zwischen einem ruckelfreien Full-HD-Videostream und Daumenkino-artiger Wiedergabe ausmachen.

Die Leistungsaufnahme am Stromnetz war mit 3,4 Watt bei einem angeschlossenen Gerät angemessen niedrig. Darunter kommt man mit einem 1-Port-Adapter und einem separaten Switch auch nicht.

Wer für die Heimvernetzung auf G.hn-Powerline setzt und bis zu drei Geräte per Ethernet-Kabel anbinden möchte, macht mit dem Devolo Magic 2 Triple nichts falsch. (ea) c't

Devolo Magic 2 Triple

Powerline-Adapter	
Hersteller	Devolo, www.devolo.de
Bedienelemente	Koppeltaster, 1 Statusleuchte
Anschlüsse	3 × RJ45 (Gigabit-Ethernet)
Getestete Firmware-Version	7.8.3.24
Mittlerer Durchsatz Wohnung	53 MBit/s
Spannweite	4–159 MBit/s
Beste 5 Steckdosen	86 MBit/s
Schlechteste 5 Steckdosen	20 MBit/s
Leistungsaufnahme Idle / Standby [1]	3,4 / 0,8 Watt (7,3 / 3,1 VA)
Jährliche Stromkosten	9 €
Preis	69 €

[1] Idle: 1 LAN-Port verbunden, kein Traffic, Standby: kein Ethernet-Link

Mesh-WLAN mit drei Knoten

Mit dem Mesh-WLAN-System Nova MW12 von Tenda kann man das Internet flott bis in die letzte Ecke großer Wohnungen bringen. Doch manchmal klemmt es.



Von **Ernst Ahlers**

Die drei dezent gestalteten Nodes im Mesh-Kit MW12 fallen im Bücherregal nicht unangenehm auf. Technisch sind sie guter Standard: Eines ihrer je drei Funkmodule ist für die Verknüpfung untereinander vorgesehen (Backbone); es arbeitet auf einem separaten 5-GHz-Kanal.

Das Einrichten klappte mit der Smartphone-App problemlos, nur die Sommerzeitumschaltung muss man nachträglich aktivieren; Browser-Seiten gibt es nicht. Das System lieferte je nach Funkband einen guten bis sehr guten Durchsatz (siehe Tabelle). Auch über einen Repeater-Node hinweg kann man Internetanschlüsse der 100-MBit/s-Klasse weitgehend ausschöpfen.

Tenda Nova MW12

Mesh-WLAN-System	
Hersteller	Tenda, www.tendacn.de
WLAN (MIMO-Streams)	1 × Wi-Fi 4 (2) und 2 × Wi-Fi 5 (2) alias IEEE-802.11n-300 und 11ac-867, simultan dualband, kein WPA3, WPS, DFS (nur Backbone)
Bedienelemente	Reset, 1 Statusleuchte
Anschlüsse	3 × RJ45 (Gigabit-Ethernet)
getestete Firmware	1.0.0.17
NAT-Perf. PPPoE (DS / US)	833 / 688 MBit/s
NAT IP-zu-IP (DS / US)	918 / 958 MBit/s
WLAN 2,4 GHz nah / 20 m[1]	99 / 82 – 97 MBit/s
5 GHz nah / 20 m[1]	653 / 0 – 187 MBit/s
Backbone-Durchsatz 20 m	173 – 275 MBit/s
Client-Durchsatz 26 m (2,4 / 5 GHz)[1]	100 / 84 MBit/s
Leistungsaufnahme Root / Node	4,8 W (9,3 VA) / 4,6 W (8,9 VA)
jährliche Stromkosten Dreier-System[2]	37 €
Preis (3er-Kit)	220 €

[1] getestet gegen Intel AX200 [2] idle, bei Dauerbetrieb und 30 Cent/kWh

Dabei stellten wir eine leichte Ausrichtungsabhängigkeit fest: In einer von vier geprüften Orientierungen von Mesh-Node und Notebook gab es im 5-GHz-Band über 20 Meter durch Wände keine stabile Verbindung.

Schwerwiegender fanden wir das komplette Fehlen von IPv6, wenn das System im voreingestellten Router-Modus lief: Wer es etwa hinter einer Fritzbox betreibt, schneidet sich damit das moderne Internetprotokoll ab. Auch Multicast-IPTV leitete das System im Router-Modus nicht weiter.

Wer darauf nicht verzichten will, schaltet in der Tenda-App auf den Brückenmodus um. Damit verschwindet zwar das eventuell eingerichtete Gast-WLAN, aber zumindest gibt es IPv6. Multicast-IPTV funktionierte dann aber nur an dem Mesh-Node, der direkt am Router hing.

Beim Roaming, also dem automatischen Wechsel von WLAN-Clients zwischen den Mesh-Nodes gab es immer wieder Aussetzer in Audio- und Videostreams; in der Regel liefen sie von selbst wieder an. Dabei spielen freilich auch der WLAN-Client und das Caching-Verhalten seiner Apps mit.

Will man das Mesh-Kit ohne Router betreiben, muss ein Modem vorhanden sein. Für Telekom-VDSL sollte dieses selbstständig das dort nötige VLAN-Tagging (VID 7) durchführen können, die Firmware kann das nicht. Der gemessene NAT-Durchsatz genügt jedenfalls auch für extraschnelle Anschlüsse.

Mit 220 Euro ist das MW12-Kit fast ein Schnäppchen, aber es fehlen für manche Nutzer essenzielle Dinge wie IPv6 und Multicast-Weiterleitung. Tenda will das per Firmware-Update nachliefern. Wer „einfach nur Internet“ braucht, bekommt schon jetzt eine angemessene Leistung. (ea) c't

Mesh mit Wi-Fi 6

Mesh-WLAN-Systeme sollen mit mehreren Basen auch große Häuser lückenlos mit schnellem Internet versorgen. Mit dem Modell Linksys Velop AX4200 steigt Belkin bei der neuen WLAN-Generation Wi-Fi 6 ein. Die Leistung stimmt, die Firmware noch nicht ganz.



Von **Ernst Ahlers**

Seinen Velop-Mesh-Nodes hat Belkin, Eigner der Marke Linksys, eine runde Hardware-Auswahl spendiert: drei WLAN-Module für den aktuellen Standard Wi-Fi 6, der geschmeidigeren Funkverkehr verspricht (ct.de/-5020413), vier Gigabit-Ethernet-Ports für die Internetanbindung beziehungsweise per Kabel zu verbindende Geräte und einen mit 1,4 GHz getakteten Vierkern-Prozessor. Das Ganze ist ansprechend verpackt und fällt im Bücherregal nicht unangenehm auf.

Das Einrichten des aus zwei Geräten bestehenden Mesh-Kits ist mit der für Android und iOS erhältlichen Smartphone-App „Linksys“ in ein paar Minuten erledigt. Leider aktiviert die App das veraltete WPA2 statt der verbesserten WLAN-Verschlüsselung WPA2+3 (Mixed Mode) und bietet das Gast-WLAN nicht zur Konfiguration an. Beides muss man nachträglich einrichten.

Gut gemacht: Hängt der Velop-Router über ein xDSL-Modem an einem Telekom-VDSL-Anschluss, kann man mit der App das dort für den Internetzugang nötige VLAN-Tagging konfigurieren. Multicast-IPTV (Telekom MagentaTV) funktionierte dann im (W)LAN aber ebensowenig wie IPv6. Lief das Sys-

Linksys Velop AX4200

Mesh-WLAN-System	
Hersteller	Belkin, www.linksys.com/de
WLAN	3 × Wi-Fi 6 (2/2/4 Streams) = IEEE 802.11ax-574/1200/2400, WPA3, WPS, DFS
Bedienelemente	Ein, WPS, Reset, 1 Statusleuchte
Anschlüsse	4 × RJ45 (Gigabit-Ethernet), 1 × USB 3.0
getestete Firmware	1.0.4.203508
NAT-Perf. PPPoE (DS / US)	944 / 908 MBit/s
IP-zu-IP (DS / US)	951 / 951 MBit/s
WLAN 2,4 GHz nah / 20 m[1]	325 / 139–185 MBit/s
5 GHz nah / 20 m[1]	612 / 164–208 MBit/s
Backbone-Durchsatz 20 m	308–426 MBit/s
Client-Durchsatz 26 m 2,4 / 5 GHz[1]	81 / 164 MBit/s
Leistungsaufnahme System[2]	18 Watt / 38 VA (idle)
jährliche Stromkosten[2]	47 €
Preis (2er-Kit)	430 € (UVP)

[1] gegen Intel AX200 [2] idle, bei Dauerbetrieb, 30 ct/kWh, gerundet

tem hingegen im DHCP-Modus hinter einer Fritzbox (Router-Kaskade), funktionierte zwar IPv6, aber Multicast-IPTV nicht. Diese Art Live-TV kam erst durch, als wir auf den Bridge-Modus umschalteten, wodurch der Velop-Router zum IP-transparenten Access-Point wird. Dabei gehen aber Routerfunktionen verloren, unter anderem die Kindersicherung (Internet-Zeitbegrenzung) und QoS-Einstellungen (Anwendungs- oder Gerätepriorisierung).

Der Prozessor hat genug Dampf, um Gigabit-Internet ins Kabel-LAN weiterzuleiten (siehe NAT-Performance in der Tabelle). Da können die Wi-Fi-6-Module nicht ganz mithalten: Ein einzelner Client bekam höchstens rund 600 MBit/s; mehr gibts nur in Summe, wenn Geräte auf verschiedenen Funkbändern ankoppeln.

WLAN-Leistung

Der WLAN-Durchsatz des ersten, als Router arbeitenden Nodes war über 20 Meter durch Wände je nach Funkband gut bis sehr gut. Leiteten zwei Mesh-Nodes Daten über das schnellere 5-GHz-Funkmodul weiter, das für die Verbindung untereinander sorgt (Mesh-Backbone), dann gingen mit etwas Probieren bei der Ausrichtung rund 430 MBit/s über 20 Meter.

Mit einem Repeater-Node am 20-m-Punkt bekam unser nochmal 6 Meter weiter entferntes Testnotebook je nach Funkband rund 80 beziehungsweise 160 MBit/s geliefert. Als wir die Nodes per Ethernet-Kabel verbanden (Repeater wird zum Access-Point), kletterten die Werte deutlich (rund 200 / 300 MBit/s auf 2,4 / 5 GHz).

Der USB-3.0-Port ist zum Bereitstellen von Massenspeicher im Netz per Windows-Freigabe gedacht, wenn das System im Routermodus läuft. Es ist aber genau ein passwortgeschütztes Konto möglich. So taugt die NAS-Funktion nur als gemeinsamer Datentümpel für die Familie oder Arbeitsgruppe.

Mit einer USB-SSD wies der c't-NAS-Benchmark (ct.de/-4534302) knapp über 100 MByte/s beim Zugriff auf große Dateien auf einer NTFS-Partition aus. Mit den anderen ebenfalls unterstützten Formaten FAT32, EXT4 und HFS+ brach unser Benchmark bei mittelgroßen Dateien aber wiederholt mit einem Schreibfehler ab. Linksys geht dem nach.

Fazit

Macken wie die oben beschriebenen hätten wir beim geforderten Preis von 430 Euro fürs Zweier-Kit des Velop AX4200 nicht erwartet. Wer bei einem Mesh-System von Unterstützung für das moderne IPv6-Protokoll und Multicast-IPTV in allen Betriebsarten ausgeht, der muss auf eine Firmware-Nachbesserung hoffen oder das System im Bridge-Modus hinter einem Router betreiben. Wer darauf verzichten kann, darf zugreifen. (ea) c't



USB zu LAN, aber flott

Trendnets TUC-ET5G schickt per NBase-T-Ethernet bis zu 5 GBit/s übers LAN-Kabel. Die Datenrate kommt auch weitgehend im PC an.

Von **Ernst Ahlers**



Für einen USB-Ethernet-Adapter ist der TUC-ET5G ungewöhnlich groß, ungefähr so voluminös wie ein Schokoriegel. Dafür lockt er mit einer besonders hohen Datenrate am LAN-Kabel: Gemäß NBase-T geht er bis 5 GBit/s hoch, versteht aber auch die Zwischenstufe 2,5 GBit/s, und die herkömmlichen Geschwindigkeiten von 1 und 0,1 GBit/s sowieso.

An einem Windows-Rechner, der noch keinen Treiber hat, emuliert der Adapter ein CD-Laufwerk. Davon kann man die Software installieren, anschließend erscheint die neue Netzwerkschnittstelle. Linux (Kubuntu 19.10 mit Kernel 5.5.2) erkannte und aktivierte den auf einen Marvell-Chip AQC111 bauenden Adapter direkt.

Sein Schönheitsfehler: Am USB-C-Port arbeitet der TUC-ET5G maximal mit 5 GBit/s (USB 3.2 Gen 1 alias SuperSpeed). Wegen des USB-Timings mit den dort vorgesehenen Reserven kann er die 5 GBit/s vom LAN-Kabel nicht vollständig umsetzen. Wir maßen einen Maximaldurchsatz von 3,5 GBit/s statt der über NBase-T mit dieser Linkrate zu erwartenden 4,7 GBit/s. Das Einschalten von großen Ethernet-Frames (Jumbo-Packets mit 9 kByte MTU) brachte nur eine minimale Verbesserung (+0,1 GBit/s), lohnt also den Griff zur Maus kaum.

Je nach ausgehandelter Datenrate auf dem LAN-Kabel (kein Link bis 5 GBit/s) zog der TUC-ET5G aus dem USB-Port zwischen 0,8 und 3,2 Watt. Unterschiede zwischen Idle, Senden und Empfangen bei 5 GBit/s waren nicht auszumachen. Zum Vergleich: Ein USB-C-Ethernet-Adapter der 20-Euro-Klasse mit Gigabit-Link brauchte nur 0,5 Watt. Wegen seiner relativ hohen Verlustleistung wird der Trendnet-Adapter recht warm, unter einem Papierstapel sollte man ihn nicht vergraben.

Wer flottes Ethernet am Windows- oder Linux-PC braucht, aber keinen PCI-Express-Slot frei hat, bekommt mit dem TUC-ET5G den zurzeit schnellsten USB-Adapter: 3,5 GBit/s Nettodurchsatz übersetzen sich zu rund 350 MByte/s beim Dateien kopieren. Ein Notebook sollte wegen der hohen Leistungsaufnahme dann aber am Netzteil laufen. (ea) c't

Trendnet TUC-ET5G

USB-NBase-T-Adapter	
Hersteller	Trendnet, www.trendnet.com
Anzeigen	4 LED (Power, USB, Activity, Link)
Anschlüsse	USB-C (3.2 Gen 1), 1 × RJ45 (NBase-T, 0,1/1/2/5 GBit/s)
TCP-Durchsatz unter Windows[1]	3,5 / 3,3 MBit/s (Down- / Upstream)
unter Linux	3,5 / 3,2 MBit/s
Leistungsaufnahme an USB	0,8 / 1,6 / 1,8 / 3,2 Watt (–/1/2/5 GBit/s)
Preis	77 €

[1] iperf3, 1 TCP-Stream, Gegenstelle Asus XG-C100C (AQC107), 3 Patchkabel, 90 m Mischinstallation (CAT5e+CAT6), Standard-MTU 1500 Bytes

betterCode()

Qt 2021

Die Heise-Konferenz zu Qt 6 und seinen Neuerungen

Jetzt Tickets sichern!

23. Juni 2021 ONLINE

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



Bild: Andreas Martini

Security-Checkliste WLAN-Router

Wenn der Einrichtungsassistent Ihres neuen WLAN-Routers sein Werk getan hat, bleibt noch eine Handvoll zu tun, um den Router und das Heimnetz optimal abzusichern. Besonders die WLAN-Verschlüsselung braucht Ihre Aufmerksamkeit, auch wenn Ihr Router schon das neue WPA3 beherrscht.

Von **Dušan Živadinović**

☑ Webinterface abdichten

Fast jeder moderne Router bringt einen Assistenten mit, der einige der wichtigsten Einstellungen abfragt und in einem Rutsch konfiguriert. Je nach Hersteller lassen die Assistenten aber unterschiedliche Lücken. Stellen Sie zunächst sicher, dass das ab Werk eingestellte Konfigurationspasswort geändert wurde. Üblicherweise bringen es die Hersteller mitsamt den WLAN-Einstellungen am Gehäuseboden an, wo es Unbefugte leicht abfotografieren können.

Und wer die Zugangsdaten zu Ihrem Router kennt, kann nach Belieben schalten und walten – WLAN-Passwort und VPN-Zugang missbrauchen, Internet-Zugangsbeschränkungen manipulieren und dergleichen mehr.

Aktivieren Sie nach Möglichkeit das automatische Firmware-Update. So nutzt der Router auch dann die aktuelle Firmware, wenn Sie mal für länger verreist sind.

☑ WLAN-Vorkehrungen

Aktivieren Sie wenn möglich den Schutz für Steuerpakete (PMF). Ändern Sie dann den Funknetznamen sowie den Schlüssel Ihres WLANs (WLAN-Passwort). Das empfiehlt sich auch dann, wenn der Hersteller seine Geräte mit individuellen Einstellungen aus-

liefert, denn diese sind meistens auf dem Router angebracht, sodass sie jeder auslesen und missbrauchen kann, der physischen Zugang zum Router hat – beispielsweise weinselige Partybesucher.

Bei WLAN-Routern, die nur das veraltete WPA2 verwenden, lässt sich die Verschlüsselung per Brute-Force-Attacke knacken. Dafür zeichnen Angreifer den WLAN-Verkehr eine Weile lang auf und nehmen die Daten dann zu einem PC mit viel Rechenleistung mit. Ob das Knacken dann schnell gelingt oder nach Tagen wegen Aussichtslosigkeit abgebrochen wird, hängt von der Länge Ihres WLAN-Passworts ab. Nutzen Sie 20 bis 30 Zeichen, wenn Sie in Ihrem WLAN WPA2 wegen älterer Geräte verwenden müssen. Falls alle Ihre Geräte schon WPA3 beherrschen, schalten Sie WPA2 ab, falls Ihr Router das ermöglicht. Wer Passwörter durchprobieren will, muss bei WPA3 aktiv eine Verbindung zum Router aufbauen. Dabei lässt sich aber jedes Mal nur ein Passwort testen. Brute-Force-Attacken dauern so unrealistisch lange.

☑ Gastnetz einsetzen

Trennen Sie Ihre vertrauenswürdigen Geräte von denen, die Besucher mitbringen, und auch von Smart-Home- und IoT-Geräten, indem Sie diesen Gruppen das Gast-WLAN zuweisen. Setzen Sie auch für das Gastnetz ein langes WPA2-Passwort, und ändern Sie es ab und zu, weil manche Besucher dazu neigen, WLAN-Passwörter weiterzugeben.

Schränken Sie das Gast-WLAN auf bestimmte Dienste ein, beispielsweise Surfen und Mailen, um Ärger wegen unerwünschtem Filesharing vorzubeugen.

☑ Nicht ohne TLS

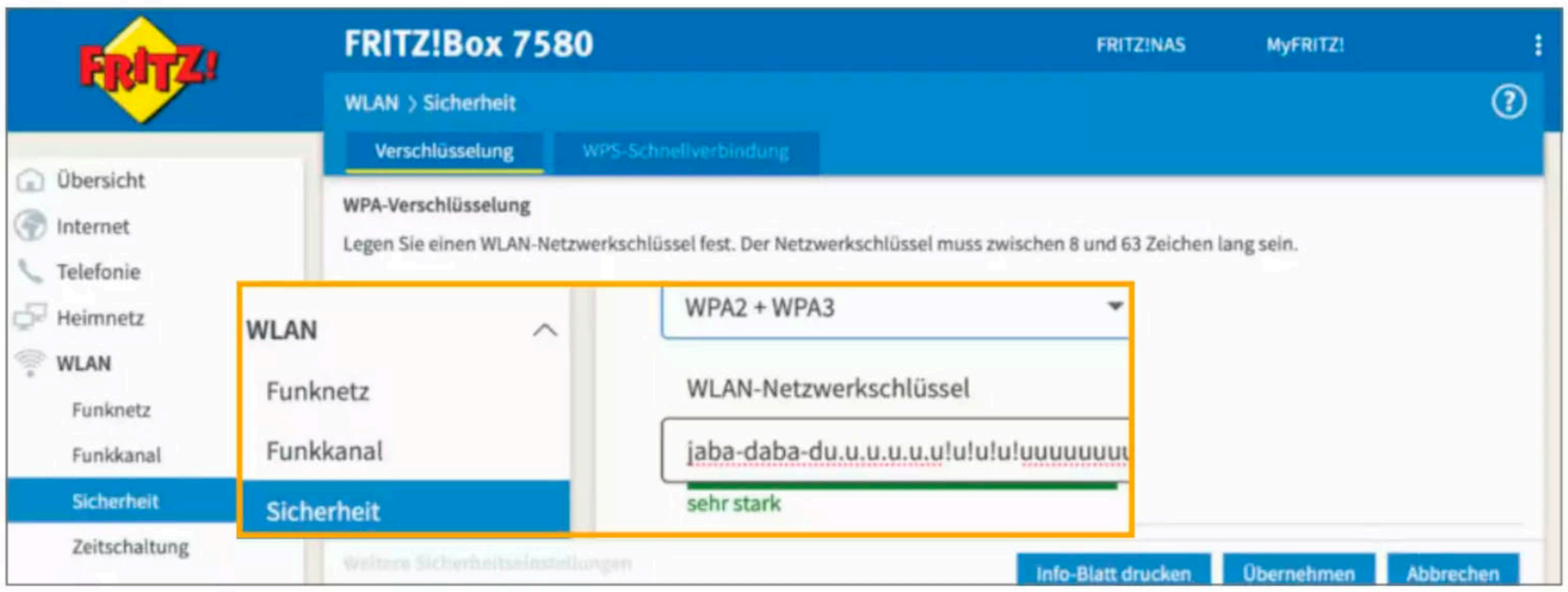
Falls Sie einen aus dem Internet erreichbaren Server betreiben, stellen Sie sicher, dass er nur über TLS-verschlüsselte Protokolle kommuniziert. Weil bei manchen Routern auch deren Webinterface aus dem Internet erreichbar ist, sollte der zugehörige Verkehr ebenfalls verschlüsselt werden (HTTPS). Falls ausschließlich Sie auf den Server von außen zugreifen, dann nutzen Sie besser eine verschlüsselte VPN-Verbindung ins Heimnetz.

☑ WPS nur bedarfsweise

Die WPS-Funktion erleichtert das Koppeln neuer WLAN-Clients enorm, weil man dafür nur die zugehörigen Tasten am Router und Client drücken muss. Schalten Sie diese Funktion aber immer nur bei Bedarf ein. Andernfalls können sich Dritte ohne Ihr Wissen Zugang zu Ihrem Netz verschaffen, wenn sie physischen Zugriff zum Router erhalten.

Manche Hersteller nutzen die UPnP-Funktion, um mittels ihrer Geräte eine Port-Weiterleitung von innen automatisch einzurichten. Das spart zwar Zeit, aber wenn die UPnP-Funktion dauerhaft aktiviert ist, kann auch eingeschleppte Malware UPnP nutzen, um Löcher in die Firewall Ihres Routers zu bohren. Deaktivieren Sie diese Funktion nach Möglichkeit oder beschränken Sie sie auf einzelne Hosts, falls Ihr Router das ermöglicht.

Wenn alle Schritte erledigt sind, exportieren Sie die Router-Konfiguration, damit Sie bei einem Router-Ausfall ohne Neueinrichtung mit einem Ersatzgerät fortfahren können. (dz) c't



Wenn das veraltete WPA2 eingeschaltet bleiben muss, gilt für die Sicherheit des WLAN-Passworts: Länge ist wichtiger als irgendwelche Sonderzeichenregeln.

IMPRESSUM

Redaktion

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-special.de

Leserbriefe und Fragen zum Heft: sonderhefte@ct.de

Die E-Mail-Adressen der Redakteure haben die Form xx@ct.de oder xxx@ct.de. Setzen Sie statt „xx“ oder „xxx“ bitte das Redakteurs-Kürzel ein. Die Kürzel finden Sie am Ende der Artikel und hier im Impressum.

Chefredakteur: Jobst-H. Kehrhahn (keh)
(verantwortlich für den Textteil)

Konzeption: Lutz Labs (ll)

Koordination: Ann-Sophie Eikermann (ase), Angela Meyer (anm)

Redaktion: Ernst Ahlers (ea), Robin Brand (rbr), Ronald Eikenberg (rei), Hartmut Gieselmann (hag), Steffen Herget (sht), Benjamin Kraft (bkr), Ulrike Kuhlmann (uk), Michael Link (mil), Angela Meyer (anm), Andrijan Möcker (amo), Florian Müssig (mue), Rudolf Opitz (rop), Stefan Porteck (spo), Dennis Schirrmacher (des), Carsten Spille (csp), Christof Windeck (ciw), Jörg Wirtgen (jow), Axel Vahldiek (axv)

Assistenz: Susanne Cölle (suc), Tim Rittmeier (tir), Christopher Tränkmann (cht), Martin Triadan (mat)

DTP-Produktion: Lara Bögner, Beatrix Dedek, Madlen Grunert, Lisa Hemmerling, Sarah Hiller, Natalie Hollstein, Kirsten Last, Steffi Martens, Marei Stade, Matthias Timm, Ricardo Ulbricht, Ninett Wagner

Fotografie: Andreas Wodrich, Melissa Ramson

Produktion: Christine Kreye (Ltg.), Melanie Becker, Anna Hager, Kevin Harte, Martin Kreft, Pascal Wissner

Illustration: Thorsten Hübner, Berlin; Albert Hulm, Berlin; Andreas Martini, Wettin

Titel: Steffi Martens, www.flaticon.com, www.freepik.com, www.stock.adobe.com

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 Schräder

Mitglieder der Geschäftsleitung: Beate Gerold, Jörg Mühle

Verlagsleiter: Dr. Alfons Schräder

Anzeigenleitung: Michael Hanke (-167)
(verantwortlich für den Anzeigenteil),
www.heise.de/mediadaten/ct

Anzeigenverkauf: Verlagsbüro ID GmbH & Co. KG,
Tel.: 05 11/61 65 95-0, www.verlagsbuero-id.de

Leiter Vertrieb und Marketing: André Lux (-299)

Service Sonderdrucke: Julia Conrades (-156)

Druck: Firmengruppe APPL Druck GmbH & Co. KG,
Senefelder Str. 3–11, 86650 Wemding

Vertrieb Einzelverkauf:
VU Verlagsunion KG
Meßberg 1
20086 Hamburg
Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 145 1800
E-Mail: info@verlagsunion.de

Einzelpreis: € 14,90; Schweiz CHF 27.90;
Österreich € 16,40; Luxemburg € 17,10

Erstverkaufstag: 27.04.2021

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, vervielfaltigt 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.

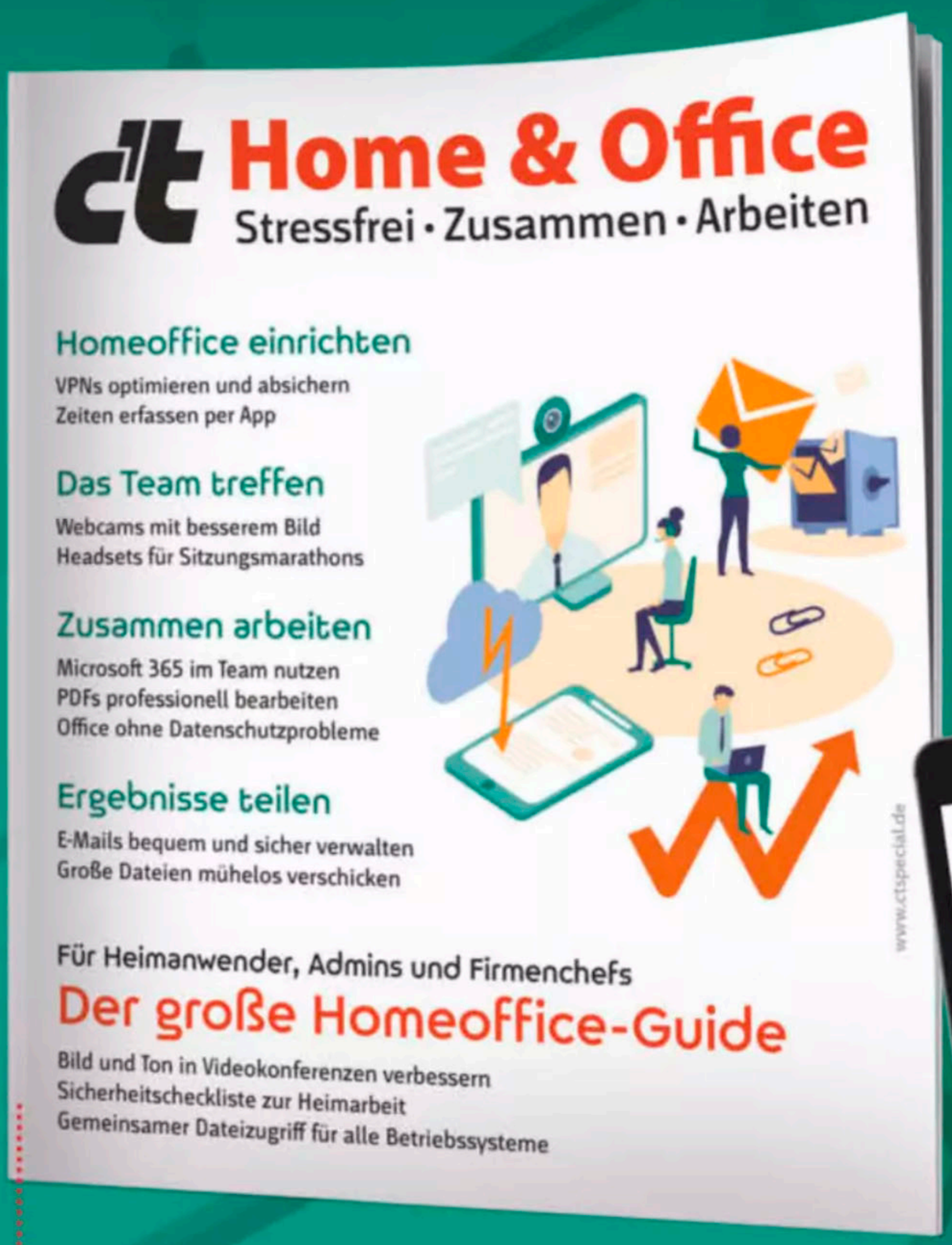
© Copyright 2021 by
Heise Medien GmbH & Co. KG

INSERENTENVERZEICHNIS

AVM Computersysteme Vertriebs GmbH, Berlin 172
Eizo Europe GmbH, Mönchengladbach 15
EXTRA Computer GmbH, Giengen-Sachsenhausen 2
Google Germany GmbH, Hamburg 56, 57
NETGEAR Deutschland GmbH, München 21
Philips GmbH, Hamburg 49
RA-MICRO Software AG, Berlin 19
SySS GmbH, Tübingen 9
Thomas Krenn.com, Freyung 109

Der Praxis-Guide fürs Homeoffice

NEU



Als Heft + PDF mit 29 % Rabatt



c't Home & Office

Wertvolle Praxistipps zum Thema Homeoffice gibt's im c't Sonderheft Home & Office. Wie man Netzwerke einrichtet, Videokonferenzen optimiert und online im Team arbeitet – das sind die neuen Herausforderungen, denen sich Arbeitnehmer, Admins und Chefs stellen müssen. Im Sonderheft gibt es detaillierte Erklärungen von Zusatzdiensten und Funktionen, die hier helfen.

shop.heise.de/ct-ho21

Heft + PDF für nur 19,90 € ›

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

heise shop

shop.heise.de/ct-ho21 ›

FRITZ!

HOME, SPEED HOME OFFICE!



Highspeed für Dein Zuhause

avm.de/fritz