

ct

ct IT-magazine voor de liefhebber

5
2024Samsung Galaxy S24
Android-smartphone

Rescue-Windows

- ▶ Bouw je eigen noodstelsysteem
- ▶ Los Windows-problemen op
- ▶ Zoek en verwijder malware

GETEST

- Zuinige Intel Core i-14000-processors
- Asus Prime A620M-E-CSM AM5-moederbord
- Logitech MX Brio 4K-webcam
- Radeon Pro W7500/7600 voor workstations
- Synology BeeStation NAS voor instappers
- Intel Xeon E-2400 voor kleine servers



THUISSERVER

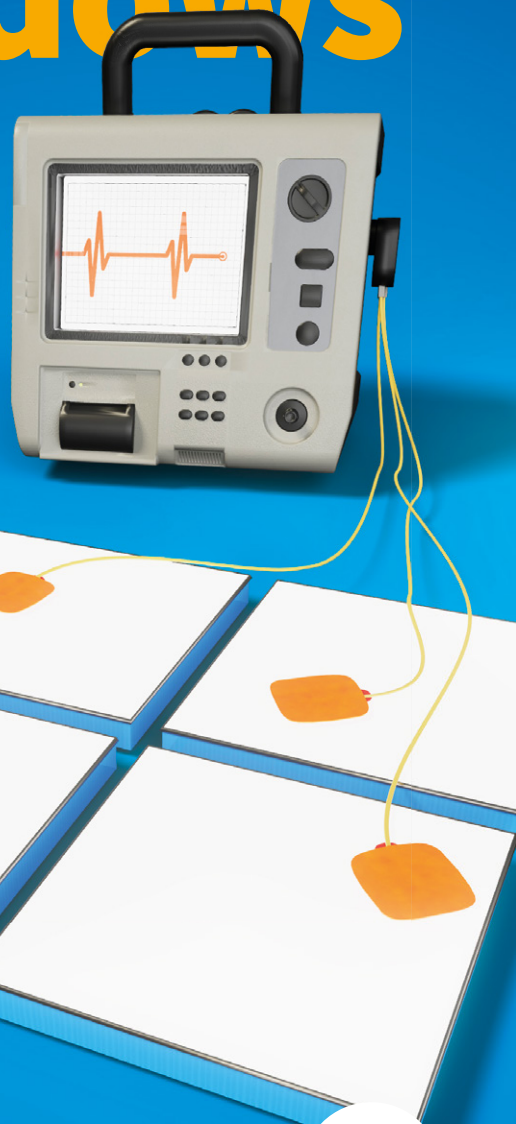
- Hardware-oplossingen
- Bouwvoorstel met AMD

WI-FI 7

- Uitgebreide praktijktest
- De techniek erachter

EN VERDER

- Werkt je smarthome nog zonder cloud?
- Hardware-eisen voor Windows 11
- Er verdwijnen functies uit Windows
- Wat is het Domain Name System?
- Raspberry Pi 5 als desktop-pc
- Cybercriminaliteit industrialiseert



F&L



€8,99 BP8



ASUS Zenbook 14 OLED

New Zen with AI

Thin and light

1.2 kg, 14.9 mm.
Metal body laptop

Intel® Core™ Ultra

Unlock AI experiences,
75 Wh battery, packed
with ports

AI-powered assistant

Do it all fast with
Copilot in Windows 11

3K ASUS Lumina OLED

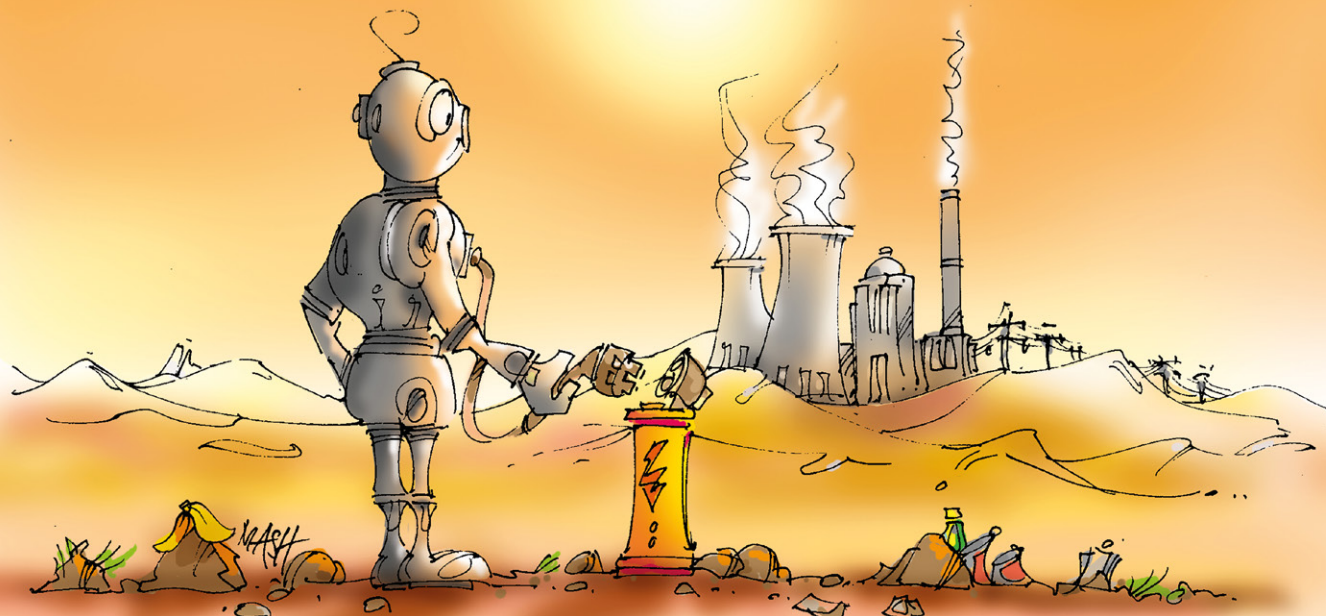
14" 16:10 OLED display
with up to 600-nit
brightness for lifelike colors



Intel® Core™ Ultra – Unlock AI experiences
Intel® Evo™ Edition

Learn more at: <https://www.asus.com/laptops/for-home/zenbook/asus-zenbook-14-oled-ux3405>
Intel, the Intel logo, and Intel Evo are trademarks of Intel Corporation or its subsidiaries.





AI helpt de opwarming niet

In 2023 waren er veel ontwikkelingen op het gebied van generatieve AI. De onderwerpen ChatGPT, DALL-E, Midjourney, Stable Diffusion en een heleboel andere AI-producten overspoelden de markt en kwamen ook in c't regelmatig aan bod. Er kwam een hele stortvloed aan door AI gegenereerde software, teksten en afbeeldingen op ons af.

Perfect is dat allemaal nog niet. Als je goed kijkt, zie je inconsistenties in de output van chatbots en afbeeldingengeneratoren. Alles is bijna realistisch, bijna juist, bijna goed. Maar nog net niet. In de tussentijd was er wel al veel rekenkracht voor nodig om tot die resultaten te komen.

Het wordt lastig om de uiteindelijke doelstelling van 1,5 graad globale opwarming zoals geformuleerd in het klimaatakkoord van Parijs te halen. Op een gemiddelde van 20 jaar mag het niet meer dan 1,5 graad warmer worden dan voordat we het klimaat begonnen op te warmen door fossiele brandstoffen te verbranden. Als we tenminste niet willen dat het weer en het klimaat wereldwijd nog onaangener worden.

Volgens een onderzoek van McKinsey hebben veel bedrijven nu generatieve AI geïntegreerd in hun processen, maar hebben ze er tot nu toe weinig waarde uit kunnen halen. Bedrijven die hebben geprobeerd menselijke arbeid volledig te vervangen door AI hebben misschien meer kwaad dan goed gedaan – denk aan bepaalde redacties die zichzelf in verlegenheid brengen met hun door AI gegenereerde nieuwsberichten of energiebedrijven met hun chatbot.

Dat wil niet zeggen dat er geen nuttige toepassingen zijn voor AI. Maar ja, of al die massa's foutieve teksten, haperende video's en 'foto's' van mensen met te veel

vingers of tanden daar ook bij horen, valt te betwijfelen. Maar dat kun je nog onder het kopje kinderziektes scharen.

Maar of die het waard zijn om bijvoorbeeld oude kolen centrales in de Verenigd Staten actief te houden om de benodigde rekenkracht te leveren? Volgens bepaalde schattingen zou de energiehonger van AI binnenkort die van een heel land kunnen evenaren.

Heeft het zin om zoveel energie, geld en middelen te investeren in iets wat in veel gevallen niet betrouwbaar is en ook geen substantieel voordeel oplevert? Misschien is het goed om te stoppen met het aanwakkeren en instandhouden van een hype zolang daar fossiele brandstoffen voor verbrand moeten worden.

Maar hoe eerder er een verdienmodel mee opgesteld kan worden, des te beter de toekomstige concurrentiepositie zal zijn. Dat leidt tot een soort AI-wedloop, waar uiteindelijk eigenlijk alleen de grote bedrijven aan mee kunnen doen omdat zij daar genoeg (financiële) middelen voor hebben.

Die 1,5 graad is daarbij geheel uit het oog verloren. Terwijl er tot nu toe in ieder geval geen bewijs is dat een AI-chatbot dat probleem voor ons zal oplossen.

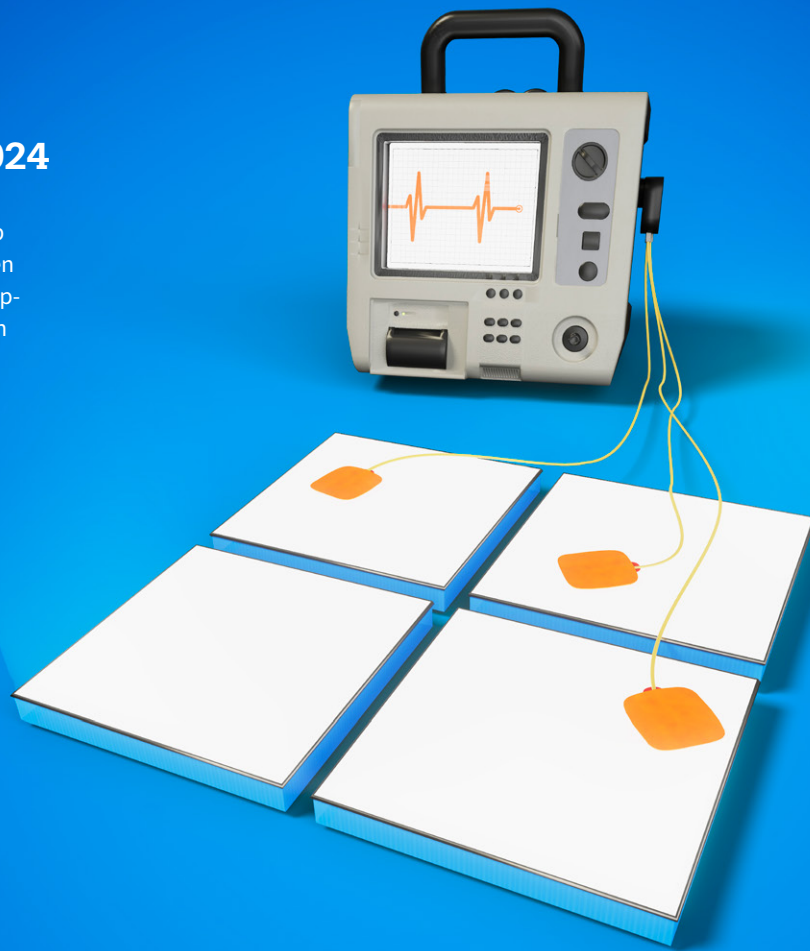
Veel plezier

Noud van Kruysbergen

30

c't-rescue-Windows 2024

Onze kit voor een noodstelsel helpt je om Windows-installaties te beheren. Hij start op vanaf een usb-stick en je kunt hem gebruiken om malware op te sporen, ssd's te klonen, opstartproblemen op te lossen, wachtwoorden opnieuw in te stellen of andere Windows-gegevens te herstellen.



58

Wi-Fi 7

Wi-Fi 7 heeft al een voet tussen de deur gekregen: sommige high-end smartphones en moederborden van pc's kunnen er al mee overweg en sinds het begin van het jaar verschijnen er steeds meer netwerkapparaten met de nieuwste draadloze technologie. We laten zien hoe goed de nieuwkomers het doen en welke verbeteringen Wi-Fi 7 in petto heeft.



72

Thuisserver

Welke hardware je nodig hebt voor een thuisserver hangt sterk af van je wensen. De mogelijkheden variëren van een Raspberry Pi of een NAS tot een pc-systeem. We hebben ook een bouwvoorstel voor een stille en zuinige thuisserver samengesteld.



Thema's

c't-rescue-Windows 2024

- 30 Rescuesysteem bouwen
- 36 Tips voor het bouwen van het rescuesysteem
- 38 Tools gebruiken
- 44 Virussen opsporen

Wi-Fi 7

- 58 Wi-Fi 7 geeft wifi een flinke performanceboost
- 60 De eerste Wi-Fi 7-apparaten getest
- 66 Wat Wi-Fi 7 zo bijzonder maakt

Thuisserver

- 72 Thuisserver: een Pi, NAS of zelfbouw?
- 78 Bouwvoorstel voor een stille, zuinige thuisserver

Nieuws

- 6 Algemeen
- 8 Hardware
- 10 Right to repair
- 12 Microsoft bouwt Europees AI-datacenter
- 14 Opensource
- 26 Lifestyle
- 28 Surftips

Software

- 24 GitVote poll-app voor GitHub
- 24 Zint qr-code generator
- 24 Elvish non-POSIX shell
- 27 Apps
- 29 Games: Pacific Drive
- 106 Functies die uit Windows verdwijnen

Hardware

- 16 Asus Prime A620M-E-CSM AM5-moederbord
- 16 Transcend ESD360C portable ssd
- 17 Samsung ViewFinity S27C900P slimme 5K-monitor
- 17 Synology BeeStation: NAS voor beginners
- 20 ECS Liva Z5 Plus mini-pc
- 20 Asus ROG Phone 8 Pro Android-smartphone
- 21 Huawei Eyewear 2 audiobril
- 21 Eizo FlexScan EV3240X 32 inch 4K-monitor
- 22 Logitech MX Brio 4K-webcam
- 22 Sapphire Pulse Radeon RX 7900 GRE grafische kaart
- 23 Samsung Galaxy S24-serie Android-smartphones

- 54 Zuinige Intel Core i-14000 desktop-processors
- 102 Radeon Pro W7600 en W7500 gpu's voor workstations
- 109 Raspberry Pi 5 als desktop-pc
- 144 Intel Xeon E-2400 voor kleine servers

Achtergrond

- 48 Wat smarthome-sytemen nog kunnen zonder internet en cloud
- 96 De industrialisering van cybercriminaliteit
- 114 Denkconcepten bij neurale AI-netwerken
- 118 Bescherm je werk tegen namaken door AI
- 122 Richtlijnen voor zakelijk gebruik van AI
- 126 Inzicht in het Domain Name System
- 132 Kernel-ontwikkelaars drukken open grafische stuurprogramma's door

Praktijk

- 84 Rare en verwarrende systeemeisen voor Windows 11
- 90 Systeemeisen voor Windows 11 bij tweedehands pc's
- 138 FAQ: de optimale pc
- 140 Tips en trucs

Vaste rubrieken

- 3 Voorwoord
- 4 Inhoud
- 145 Colofon
- 146 Volgend nummer



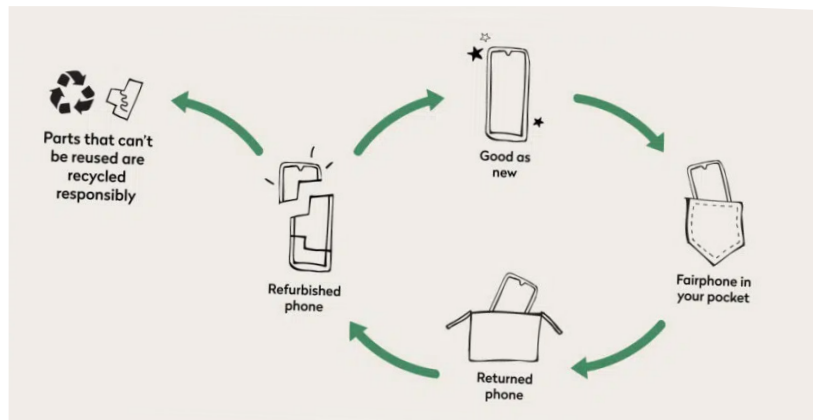
- 21 Eizo FlexScan EV3240X 32 inch 4K-monitor
- 22 Logitech MX Brio 4K-webcam
- 66 Wat Wi-Fi 7 zo bijzonder maakt
- 102 Radeon Pro W7600 en W7500 gpu's voor workstations
- 122 Richtlijnen voor zakelijk gebruik van AI
- 126 Inzicht in het Domain Name System
- 132 Kernel-ontwikkelaars drukken open grafische stuurprogramma's door
- 144 Intel Xeon E-2400 voor kleine servers

Abonnement afsluiten?

Kijk voor actuele aanbiedingen op www.ct.nl/abo

Fairphone stopt met phone-as-a-service

Het medio 2022 geïntroduceerde Fairphone Easy-programma waarmee je via een maandelijks bedrag min of meer een Fairphone 4 met reparatieservice kreeg, wordt stopgezet. Het programma was alleen in Ne-



derland beschikbaar, en bij een succes zou het worden uitgerold naar andere landen. De smartphone moest dan wel worden gebruikt met een hoesje en screenprotector. Bij een defect kreeg je dan binnen 48 uur een vervangende smartphone. Ook werd de huurprijs per maand lager voor elk jaar dat de smartphone vrij van schade bleef.

Fairphone kon dit handig gebruiken om de defecte Fairphones weer te kunnen recycelen of refurbished door te kunnen verkopen. Er was voldoende positieve feedback op het abonnement, maar het aantal abonnees groeide niet snel genoeg om het programma door te laten lopen, waardoor (voorlopig) de stekker er uit is getrokken. Een van de redenen was dat gebruikers graag snel wilden upgraden, maar de Fairphone 5 werd niet snel (genoeg) na introductie aan het abonnement toegevoegd. Ook is er toch meer behoefte aan het kopen van een smartphone dan huren.

Goedkeuring digitale wallet als ID

De invoering van een digitaal identificatiebewijs voor Europese burgers heeft goedkeuring gekregen vanuit het Europees Parlement. We zijn er nog niet helemaal: het voorstel moet nog wel door de Europese raad van ministers worden goedgekeurd voordat er begonnen kan worden met het ontwikkelen van de software.

Eerder al is er informatie naar buiten gebracht over de standaarden die gebruikt moeten worden voor het ontwikkelen van het digitale identiteits-

bewijs. Het Europese online identiteitsbewijs gaat officieel de European Unique Identifier heten.

Er is de angst dat de digitale wallet een verplichting gaat worden en kan worden misbruikt, maar in de wettekst die is aangenomen staat onder andere opgenomen dat de wallet altijd en alleen op vrijwillige basis is. De wallet gaat ook opensource worden. Met een digitaal identificatiebewijs kun je je via een app op je smartphone bij diverse overheden snel en gemakkelijk identificeren.

Nieuwe abonnementen-structuur voor Tidal

Muziekstreamingsdienst Tidal gooit z'n abonnementsstructuur om. Alle individuele Tidal streaming-opties inclusief alle premium audioformaten worden samengevoegd tot één enkel abonnement. Hiermee krijgen Tidal-abonnees toegang tot meer dan 110 miljoen nummers in HiRes 24bit-audio, met een sample rate van 192 kHz plus FLAC- en Dolby Atmos-tracks voor 10,99 per maand. De optionele DJ Extension (110

miljoen lossless tracks via DJ-partners) wordt een extra betaalde add-on voor 9 euro. HiFi Plus-abonnees (individueel) die de DJ-integraties al actief gebruiken (afgelopen negentig dagen) blijven toegang krijgen tot de uitbreiding met een totale abonnementsprijs van 19,99 per maand.

De HiFi Plus Family en HiFi Family-abonnementsvormen worden gecombineerd tot Tidal Family. Het is op het moment van schrijven nog niet bekend of dit abonnement ook toegang gaat krijgen tot HiRes-audio en/of FLAC- en Dolby Atmos-tracks. Het nieuwe Family-abonnement gaat een prijs van 16,99 krijgen. Abonnees worden automatisch omgezet naar de nieuwe abonnementsvormen.

Concurrent muziekstreamingsdienst Spotify laat je ook 10,99 betalen voor een maandelijks abonent, maar daar zit geen HiRes-audio bij inbegrepen. Enkele jaren geleden gaf Spotify wel aan met Spotify HiFi te gaan komen, maar tot nu toe hebben we die abonnementsvorm nog niet zien opduiken, en het is onbekend of dat op korte termijn alsnog daadwerkelijk gaat gebeuren. Apple Music biedt wel lossless audio, al vanaf het studentenabonnement van 5,99 per maand. Als je Amazon Prime-abonnee bent kun je voor 10,99 per maand Amazon Music Unlimited gebruiken wat ook toegang biedt tot HiRes-audio, Deezer biedt FLAC-tracks voor elk betaald abonnement, wat verkrijgbaar is vanaf 11,99.

Geen HiFi- en HiFi Plus-abonnementen meer: ze worden vervangen door een enkel individueel abonnement voor 10,99 (met eventueel betaalde DJ Extension), en één Family-variant voor 16,99.

TIDAL HiFi	TIDAL HiFi Plus
<ul style="list-style-type: none"> Great sound quality 16-bit, 44.1 kbps 100M+ songs & Ad-free Offline listening <p>TIDAL Connect on your track and share your list curated playlists.</p> <p>Individual</p> <p>A single account with 2 exper</p> <p>€ 13,99</p>	<ul style="list-style-type: none"> Extraordinary sound quality Up to 24-bit, 192 kHz Formats available include HiRes FLAC, Dolby Atmos, Sony 360 Reality Audio, FLAC, Master Quality Authenticated (MQA) 100M+ songs & 650K+ videos Ad-free Offline listening, unlimited skips <p>TIDAL Connect on your supported devices, track and share your listening habits, expert curated playlists.</p> <p>Individual Family Plan</p> <p>A single account with access to the full TIDAL experience.</p> <p>€ 25,99 / month</p>



HPE ProLiant Gen 11 servers

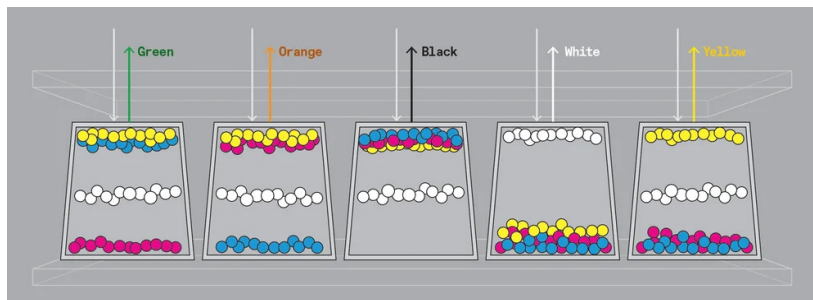
- ✓ Verhoog veiligheid en verminder bedreigingen voor gegevens
- ✓ Geef een boost aan wendbaarheid en innovatie
- ✓ Verlaag de kosten en bereik de duurzaamheidsdoelstellingen

Meer weten en op de hoogte blijven?
Scan de QR-code



Mogelijk kleuren-Kindles in 2025

Er zijn geruchten dat Amazon met kleurenmodellen van zijn Kindle e-reader op de proppen komt. Het zou om modellen gaan met een schermdiagonaal van 6 inch en van 10 inch.



Afbeelding James Provost

Advanced Color ePaper (ACeP) gebruikt vier types pigmentdeeltjes, variërend in formaat en lading. Door verschillende spanningen worden ze naar verschillende posities 'getrokken' in een trapeze-vorm om de gewenste kleuren te maken.

De schermen zouden gebruik maken van ACeP oftewel Advance Color ePaper van E-Ink. Deze technologie maakt gebruik van vier types pigmentdeeltjes, zonder dat hier kleurenfilters worden ingezet (zie afbeelding). Hiermee wordt ook een hoger contrast mogelijk.

De stap zou waarschijnlijk wel betekenen dat de Kindles aanmerkelijk prijziger worden. Amazon zou de kleurenversies van hun e-readers in de loop van volgend jaar op de markt willen brengen.

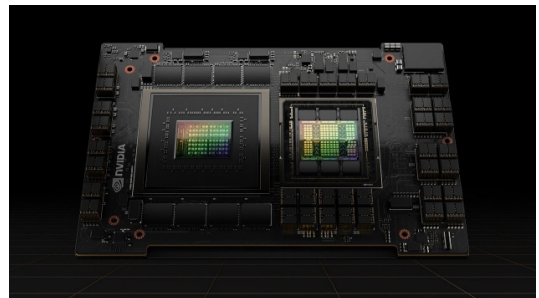
Naast Amazon zouden ook andere e-reader-fabrikanten zoals Kobo en reMarkable nieuwe modellen aan het ontwikkelen zijn met ACeP-displays. Naar verluidt zouden de bedrijven dit jaar nog een start maken met de ontwikkeling van hun nieuwe modellen met de E-Ink-techniek.

Nvidia B200-gpu: AI-gpu voor datacenters

De COO van Dell, Jeffrey W. Clarke, heeft gemeld dat Nvidia aan een B200-gpu aan het werken is, een AI-videokaart voor datacenters die volgend jaar op de markt moet verschijnen. Nvidia heeft op het moment van schrijven de grafische kaart nog niet officieel aangekondigd. De B200 wordt de verbeterde versie van de B100, de datacenter-gpu gebaseerd op Blackwell-architectuur.

De B100 moet ook nog verschijnen en wordt voor het derde kwartaal van dit jaar verwacht. De B200 krijgt een verwacht verbruik van ongeveer 1000 watt, wat uiteraard de nodige specifieke koeling vereist. Ter vergelijking: de H100-datacenter-gpu van Nvidia verbruikt 700 watt. Dell heeft aangegeven bezig te

zijn met specifieke vloeistofkoelingssystemen om de nieuwe Nvidia datacenter-gpu's van hun klanten die veel rekenkracht gebruiken te kunnen koelen. Verdere details werden daarover niet bekendgemaakt.



Gem12 Pro mini-pc met Ryzen 7 en ingebouwd scherm

Tianbao (ook bekend als Aoostar op de internationale pc-markt) komt in China met een nieuwe mini-pc gericht op gaming. De Gem12 Pro beschikt over een AMD Ryzen 7 8845HS die maximaal 5,1 GHz aantikt (de standaard kloksnelheid is 3,8 GHz). Opvallend is dat deze mini-pc een klein ingebouwd scherm heeft

waarmee allerlei systeem-informatie kan worden getoond, zoals de snelheid van de cpu, gpu en RAM of de diverse temperaturen van de onderdelen, maar ook een afbeelding naar keuze.

De Ryzen 7 8845HS met 8 cores en 16 threads valt in de mini-pc te combineren met maximaal 32 GB DDR5 RAM en 1 TB aan NVMe-opslag. Samen met de Radeon 780M iGPU valt hiermee een leuk potje te gamen op 720p of 1080p. De mini-pc heeft ook een andere verrassing: een heuse OCuLink-poort om gemakkelijk een externe gpu-behuizing aan te sluiten. Verder ontbreekt het ook niet aan gangbare aansluitingen en extra's, zoals USB4, USB-C (onbekend type) vier stuks USB 3.2 Gen2, DisplayPort, twee netwerkpoorten en HDMI 2.1, en zelfs een vingerafdrukscanner. De koeling wordt geregeld via een vapor chamber om 75 W aan warmte weg te kunnen sluisen.

Je kunt verder kiezen voor een Ryzen 9 6900HX of Ryzen 7 7840HS. Voor alle versies geldt dat je ze ook als barebone kunt aanschaffen. Ze zijn voornamelijk alleen in China te krijgen, waarbij de prijzen voor een mini-pc met de 8845HS (als barebone) starten bij ongeveer 380 dollar, maar daar komen dan nog extra kosten voor het verzenden en invoeren bij.



Afbeelding JD.com

Sennheiser Momentum True Wireless 4

Sennheiser is bij zijn wireless in-ears Momentum True Wireless alweer bij versie 4 aanbeland. Deze oortjes zijn gebouwd op het Qualcomm S5 Sound Gen 2-platform met Snapdragon Sound en ondersteuning voor aptX Lossless en aptX Adaptive Audio. Bluetooth LE Audio met LC3 en Auracast worden binnenkort mogelijk gemaakt via een firmware-update.

Je krijgt wederom adaptieve ANC en de nieuwe telg heeft een accuduur tot wel 30 uur gekregen (7,5 uur non-stop luisterplezier) bij gebruik van Bluetooth 5.4. Dankzij een ruime selectie aan meegeleverde zachte siliconen tips en vinnen blijven ze lang comfortabel in je oren zitten. Ze zijn ook prima voor het voeren van telefoongesprekken dankzij zes microfoons die zich ook bezighouden met de ANC, en met de transparantie-opties pas je zelf aan waar je geluidsfocus moet komen te liggen.

De oplaadcase heeft een USB-C-poort, draadloos laden gebeurt via Qi. Met slechts 8 minuten laden via

Qi kun je weer een uur luisteren. Het geluid is uiteraard altijd nog aan te passen aan jouw smaak via de uitgebreide app. De nieuwe Momentum True Wireless 4 is beschikbaar in drie kleuren: grafiet, zwart koper en metallisch zilver. De adviesprijs is 300 euro.



Nieuwe HDR 4K-laserprojectors van Optoma

Optoma komt met twee nieuwe 4K en HDR laserprojectors: de ZU707T en de ZU607T. Ze bieden respectievelijk 7000 en 6500 lumen en moeten 30.000 uur op volledige helderheid zonder onderhoud kunnen projecteren. De projectors bieden 1,6x zoom (handmatig) en een projectieoppervlak van 31,5 tot 301,8 inch.



Het optische deel is stofbestendig met een IP6X-rating voor zo min mogelijk onderhoud en een maximale levensduur. Naast HDR10-content kan ook Hybrid Log Gamma (HLG) HDR-content worden getoond.

Beide witte behuizingen bevatten ingebouwde 15W-speakers. Via HDBaseT is het mogelijk om ongecomprimeerde full hd-content, audio, netwerk en bediening tot maximaal 100 meter zonder signaalverlies over een enkele netwerkkabel door te geven. Dit scheelt weer een boel kabels. Voor die bediening is ook RS232 of Telnet een optie, het AMX-protocol, RoomView of Extron IPLink, en ook de MHL-techniek is inzetbaar om mobiele apparaten te koppelen. Met de usb-poort kun je externe apparaten voeden (5V/1,5A).

QNAP TBS-H574TX Thunderbolt NVMe SSD NAS

De TBS-H574TX is een NAS (of zoals QNAP het noemt een NASbook) die puur en alleen ssd-opslag gebruikt en onder andere een razendsnelle Thunderbolt 4-verbinding biedt. Hij is bedoeld voor video-productie (realtime video transcoding) maar ook semi-professionele thuisgebruikers kunnen ermee uit de voeten, met bijvoorbeeld supersnelle bewerking van RAW-bestanden.

De NASbook wordt van rekenkracht voorzien door een 13^e generatie Intel-processor. Je krijgt de keuze uit een i3-1320PE met 8 cores met maximaal 4,5 GHz aan snelheid en 12 GB RAM, of een i5-1340PE met 12 cores, die ook tot maximaal 4,5 GHz gaat, maar 16 GB RAM heeft meegekregen. De NAS heeft 5 GB aan onboard flashstorage. Het geheugen van de H574TX is overigens niet uitbreidbaar. Het QuTS hero besturingssysteem van QNAP is gebaseerd op ZFS en biedt alles wat je verwacht voor zowel performance als dataveiligheid, met opties als SBM multichannel, ondersteuning voor AES-128-GMAC (SMB signing acceleration) en uiteraard uitgebreid gebruikersbeheer en meer.

Dankzij het gebruik van maximaal vijf M.2- of E1.S-ssd's (PCIe 3.0 x2) die hot-swappable zijn is de NAS niet alleen zeer snel, maar ook stiller (geen ratelende disks) en ook zeer compact. Er is nog wel genoeg ruimte om de ssd's te voorzien van koellichamen.

Hij biedt twee Thunderbolt 4-poorten, een 10Gbit/s- en een 2,5Gbit/s-netwerkpoot, één type A USB 2.0-poort, twee stuks type A USB 3.2 Gen 2 (10 Gbit/s) poorten en HDMI (1.4b). Er zijn knoppen voor USB copy en om te resetten, en leds voor de status, USB copy en elk van de 5 ssd's. De koeling wordt geregeld door een tweetal 40mm-fans en een 75mm-fan voor de cpu. Gemiddeld moet de TBS-H574TX zo'n 46 W verbruiken. We zagen de i5-variant voor ongeveer 1800 euro in winkels opduiken, de i3-versie kost enkele tienties minder.



FIX IT

Recht op reparatie moet smartphones en andere apparaten duurzamer maken

Het recht op reparatie moet consumenten meer rechten geven tegenover fabrikanten. Die moeten voortaan reserveonderdelen bieden, ook na de garantietermijn. De regeling geldt echter slechts voor een beperkte groep producten. De reparatiebranche reageert verdeeld.

Robin Brand en Marco den Teuling

Het recht op reparatie is bedoeld om witgoed en elektronische producten zoals smartphones en tablets duurzamer te maken. Onderhandelaars van het Europees Parlement en de EU-lidstaten zijn dit onlangs overeengekomen. Met dit initiatief corrigeert de EU ook een omis-sie in de ecodesign-vereisten voor smartphones en tablets. Het recht op reparatie moet het makkelijker maken om producten te laten repareren. Volgens cijfers van de EU veroorzaken voortijdig afgedankte goederen jaarlijks 35 miljoen ton afval. Het recht op reparatie heeft alleen betrekking op productgroepen waarvoor de EU ook regels voor ecologisch ontwerp heeft geformuleerd: smartphones en tablets, wasmachines, wasdrogers, vaatwassers, koelkasten, beeldschermen, lasapparatuur, servers en stofzuigers. Dat fietsen niet op de lijst terecht zijn gekomen, zoals gewenst door het EU-parlement, was te wijten aan weerstand van de lidstaten.

De nieuwe consumentenwet zal niet alleen van toepassing zijn op detailhandelaars, maar zal klanten ook verhaal bieden tegen fabrikanten. Als een defect wordt gerepareerd tijdens de wettelijke garantieperiode, wordt deze met een jaar verlengd. Als je bij een reparatie kiest voor een vervangend apparaat, krijg je een extra wettelijke garantieperiode van twee jaar.

CLAIMS NA DE GARANTIEPERIODE

Na de garantieperiode kunnen consumenten de reparatie eisen van defecten in alle apparaten waarop de ecodesignregels van toepassing zijn. Bovendien moeten fabrikanten informatie verstrekken over de ge-

schatte kosten van de meest voorkomende reparaties en reserveonderdelen beschikbaar stellen tegen een 'redelijke prijs'. Deze verordening is van toepassing op de volledige levensduur van de apparaten, die de EU definieert in de respectieve ecodesignregels. Koelkasten en wasmachines moeten bijvoorbeeld tien jaar lang gerepareerd kunnen worden, terwijl fabrikanten voor smartphones en tablets tot zeven jaar na het einde van de verkoop reserveonderdelen moeten leveren.

De ecodesignregels verboden fabrikanten niet om reparaties via software te blokkeren. Apple maakt het bijvoorbeeld moeilijk voor onafhankelijke reparateurs om reparaties uit te voeren via zogenaamde 'parts pairing'. Het recht op reparatie corrigeert dit en verbiedt fabrikanten expliciet om reparaties 'contractueel, technisch of via software-instellingen te bemoeilijken'. In de toekomst zal de EU lidstaten verplichten om reparaties te promoten, bijvoorbeeld met reparatievouchers, een reparatiefonds of lokale initiatieven. Werkplaatsen zullen hun diensten kunnen aan-

bieden via een Europees reparatieplatform. Vooral kleine en middelgrote ondernemingen moeten hiervan kunnen profiteren.

KRITIEK EN APPLAUS

Bij de onderhandelingen sprak de lobbygroep van fabrikanten, Digitaleurope, zich uit tegen het idee van een vrije markt voor reserveonderdelen, met onderdelen van derden. De lobbygroep zegt zich zorgen te maken over de veiligheid als reserveonderdelen niet van de fabrikant zelf komen. Digitaleurope wil de toepassing van het recht op reparatie ook blijven koppelen aan het feit dat er al regels voor ecologisch ontwerp bestaan voor een productgroep. Daardoor kan het recht op reparatie voor nieuwe productgroepen jaren vertraging oplopen.

Over het algemeen hebben organisaties op het gebied van milieu en het recht op reparatie, maar ook reparatiebedrijven en refurbishers positief gereageerd op de EU-besluiten. Veel potentieel problematische producten zoals laptops, speelgoed of kleine huishoudelijke apparaten blijven echter ongereguleerd. De Nederlandse smartphonefabrikant Fairphone sprak zich ook positief uit over het recht op reparatie, hoewel het bedrijf graag een bredere toegang tot reparatie-informatie en reserveonderdelen had gezien.

De exacte wettekst was bij het ter perse gaan nog niet gepubliceerd. Dit gebeurt pas nadat de onderhandelaars een akkoord hebben bereikt. Het Parlement en de EU-lidstaten moeten het compromis goedkeuren. In de meeste gevallen is dit slechts een formaliteit. Meer informatie vind je op de site van het Europees Parlement via de link bovenaan de pagina.



www.ct.nl/softlink/2405010

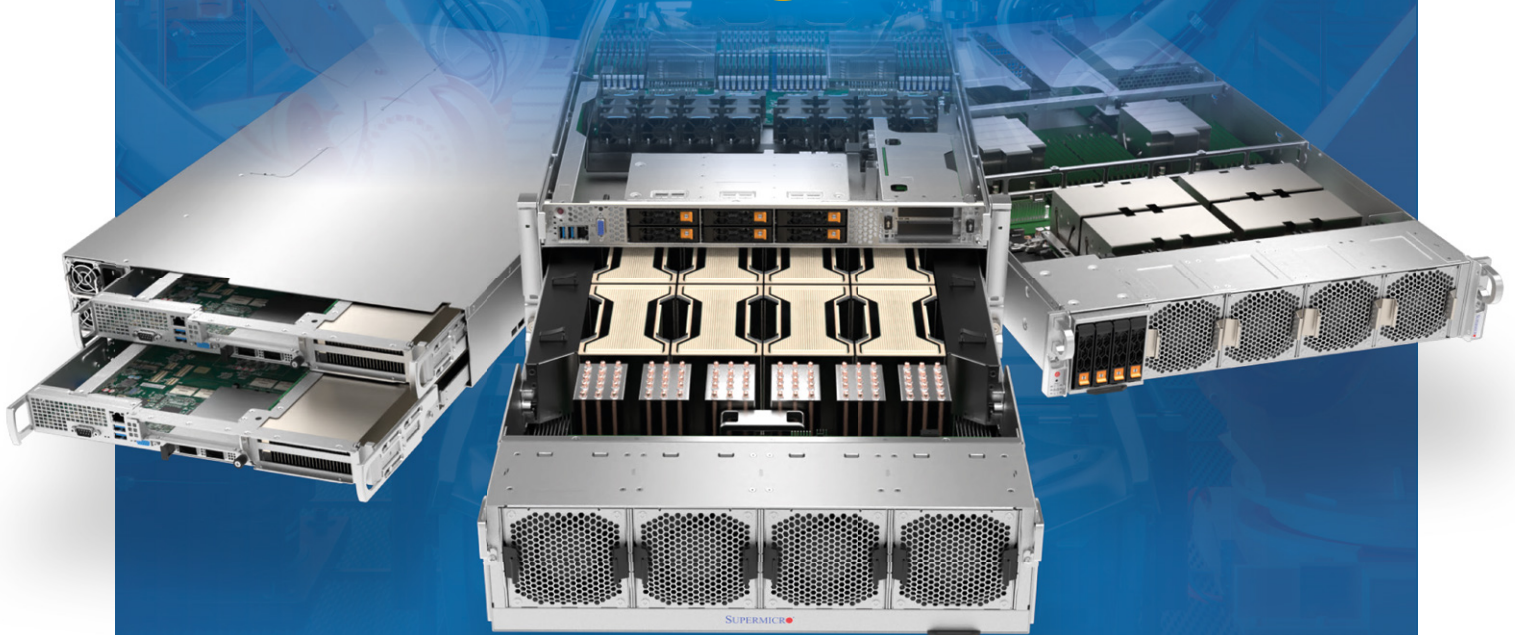


Afbeelding iFixit

De EU wil repareren aantrekkelijker maken en onder meer softwarematige blokkades verbieden.

SUPERMICRO

AI Building Blocks



Construct Your Optimized AI Solutions
from the Largest NVIDIA-Certified Systems™ Portfolio

SMBE Belgium

+32 495 533 245
www.smbe.be
sales@smbe.be

TWP Computer

+31 20 638 9057
www.twp.nl
info@twp.nl

Server Storage Solution

+32 9 261 5310
www.s3s.be
sales@s3s.be

NCS International

+31 544 47 0000
www.ncs.nl
info@ncs.nl

ServerDirect BV

+31(0) 85-3018585
www.ServerDirect.nl
sales@serverdirect.nl



Learn More at www.supermicro.com

© Supermicro and Supermicro logo are trademarks of Super Micro Computer, Inc. in the U.S. and/or other countries.

EUROPEES AI-REKENCENTRUM

Microsoft bouwt Europees datacenter voor AI

In het Rijnlandse bruinkoolgebied bouwt Microsoft een gigantisch Azure-datacenter, voornamelijk bedoeld voor AI. Microsoft hoopt op Europese klanten en belooft groene stroom te gebruiken.

Christof Windeck en Marco den Teuling

Generatieve AI zoals ChatGPT vereist enorm veel rekencapaciteit, die niet alleen duur is maar ook nog eens beperkt beschikbaar. Microsoft kondigde onlangs de bouw aan van een nieuw rekencentrum in Duitsland dat deel uitmaakt van een investering van 3,2 miljard euro. Daarin zullen vooral servers in gaan draaien voor het trainen en toepassen (inferencing) van grote AI-(taal-)modellen.

Het datacenter komt op een 18 hectare groot terrein in het Duitse Rijnland, in de buurt van Bedburg en Bergheim, een streek waar ook veel bruinkoolwinning plaatsvindt.

Microsoft zou echter voor de locatie gekozen hebben vanwege de duurzame energievoorziening, want er zijn in dat gebied niet alleen bruinkoolcentrales maar ook grote windparken en zonneparken plus (niet onbelangrijk) een goed elektriciteitsnet te vinden.

Microsoft heeft op een andere locatie in Duitsland al voor 323 MW duurzame capaciteit geregeld via een Power Purchase Agreement met Shell Energy Europe. Die zal worden geleverd door het energiepark Witznitz, het grootste Duitse zonnepark.

AI-REKENKRACHT

Microsoft wil nog dit jaar gaan bouwen om te profiteren van de AI-hausse. Het bedrijf heeft niet alleen veel geïnvesteerd in OpenAI (het bedrijf achter ChatGPT), maar is ook een van de grootste afnemers van AI-versnellers van Nvidia.

Dit geeft Microsoft een goede kans om deze momenteel felbegeerde en schaarse hardware eerder te kunnen verhuren dan anderen. Microsoft heeft echter ook een eigen AI-rekenversneller ontwikkeld, Maia 100, die concurreert met die van Google (TPU) en Amazon (Trainium/Inferentia). Een enkele trainingsrun van een zeer groot ge-

neratief AI-model kan enkele weken duren en enkele miljoenen euro's aan cloudhuur opslokken. De capaciteit voor het trainen van grote modellen is schaars omdat ze meestal draaien op rekenversnellers van Nvidia, waar meer vraag naar is dan Nvidia kan leveren.

In deze race om rekencapaciteit maken kleinere partijen helaas weinig kans. Er zijn gelukkig ook nog strategieën om generatieve AI uit te voeren met aanzienlijk minder rekenkracht, zoals bij het Europese bedrijf Aleph Alpha met zijn Luminous-model. In tegenstelling tot voor de Amerikaanse markt zijn voor AI in Europa veel verschillende talen ook belangrijk. Lokale ontwikkelaars en aanbieders van AI-diensten kunnen snel en flexibel capaciteit boeken in Azure-datacenters, mits ze de huur kunnen financieren.

Microsoft Azure heeft al verschillende grote datacenters in Europa staan. Zo staat de grootste bij Dublin in Ierland en is er nog een te vinden bij Amsterdam. Naast het nieuwe rekencentrum in Duitsland breidt Microsoft ook uit in het Verenigd Koninkrijk (voor 2,5 miljard pond) en in Spanje (1,95 miljard euro). Microsoft steekt er dus kapitalen in. Dit verkleint de kansen van kleinere lokale concurrenten.

Het is echter de vraag of die lokale concurrenten snel genoeg kapitaal kunnen verzamelen om genoeg van de dure AI-servers aan te schaffen.

DUURZAAM EN EUROPEES?

Microsoft ontvangt geen subsidies van de Duitse overheid voor zijn vestiging in het Rijnland en benadrukt dit ook heel duidelijk. Voor de regio is het een project dat in elk geval duurzamer is dan de lokale bruinkoolwinning.

Max Schulze van de Sustainable Digital Infrastructure Alliance (SDIA) hekelt echter

het feit dat Microsoft nog niets heeft gepubliceerd over het hergebruik van de enorme hoeveelheid afvalwarmte die bij al dat rekenwerk vrijkomt.

Hij verwacht ook dat het grootste deel van de investering naar server-hardware zal vloeien en dus verdwijnt in de zakken van grote Amerikaanse bedrijven zoals AMD, Dell, Intel, HPE en Nvidia en Taiwanese leveranciers zoals Quanta QCT en Supermicro.

Rond (geplande) grote datacenters rijzen steeds vaker kwesties. Zo bleek eerder dat het bestaande Microsoft-datacenter in Noord-Holland vier keer zo veel water gebruikte als werd aangegeven door Microsoft zelf. Dit water wordt gebruikt als aanvulling op de luchtkoeling, juist op warme zomerdagen als water schaarser is.

Een nieuw datacenter van Microsoft in de Wieringermeerpolder stuitte op veel weerstand, onder meer omdat procedures niet goed gevolgd zouden zijn. De bouw van een datacenter van Meta (moederbedrijf van Facebook) in Zeewolde werd uiteindelijk na protesten geannuleerd.

Ook Google (in het Groningse Winschoten) en andere partijen willen steeds meer datacenters bouwen in Europa. De enorme vraag naar rekencapaciteit door de AI-hausse stuwt deze groei. Het stuit echter ook vaak op zorgen over de impact op het landschap, elektriciteitsverbruik, watergebruik en wat er met de restwarmte gebeurt. Datacenters klagen juist over nieuwe Europese regelgeving die sinds oktober 2023 van kracht is en uitgebreide rapportages vereist. **ct**

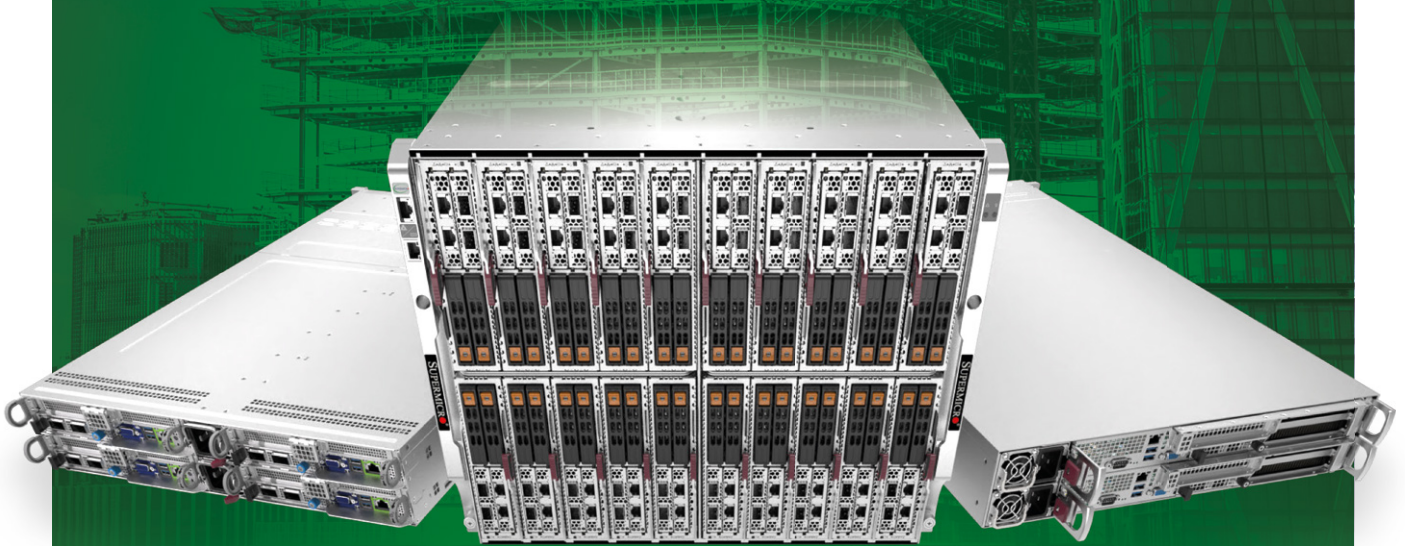


Microsoft heeft bij het zonnepark Witznitz al voor 323 megawatt groene stroom ingekocht.

SUPERMICRO

HIGH PERFORMANCE

Building Blocks



Construct Your Optimized IT Solutions
from World Record Performance HPC Systems

SMBE Belgium

+32 495 533 245
www.smbe.be
sales@smbe.be

TWP Computer

+31 20 638 9057
www.twp.nl
info@twp.nl

Server Storage Solution

+32 9 261 5310
www.s3s.be
sales@s3s.be

NCS International

+31 544 47 0000
www.ncs.nl
info@ncs.nl

ServerDirect BV

+31(0) 85-3018585
www.ServerDirect.nl
sales@serverdirect.nl

SUPERMICR

Learn More at www.supermicro.com

© Supermicro and Supermicro logo are trademarks of Super Micro Computer, Inc. in the U.S. and/or other countries.



www.ct.nl/softlink/2405014

Unraid as a Service

Lime Technology, het bedrijf achter de NAS-distributie Unraid, volgt de trend en heeft aangekondigd over te stappen op een abonnementsmodel. In een blogbericht vatten de ontwikkelaars de veranderingen in het bedrijfsmodel samen, nadat er al wat informatie in de community was terechtgekomen. Het bedrijf heeft echter nog geen concrete prijsdetails gegeven. Op het moment van schrijven adverteerde het bedrijf op zijn website nog steeds met de slogan 'Buy

Once, Use for Life' en werden nog verschillende licenties aangeboden die het aantal harde schijven beperken. In de toekomst zal 'Starter' de 'Basic' licentie vervangen, waarmee je maximaal vier harde schijven kunt aansluiten. Met 'Unleashed' kun je zoveel harde schijven aansluiten als je wilt en dat zou ongeveer evenveel moeten kosten als de vorige 'Plus'-licentie.

Het knelpunt bij die licenties is dat je maar één jaar lang updates krijgt. Daarna moet je een (abonnements)prijs betalen die het bedrijf 'optioneel' noemt. Als je wilt, kun je de software blijven gebruiken zonder updates. Wij raden dit af, want wie wil er software draaien voor een NAS waarvan de beveiligingslekken niet meer gedicht zijn?

De overstap naar het abonnementsmodel heeft geen gevolgen voor kopers van eerdere licenties. Zij blijven permanente updates ontvangen zonder extra kosten.

Buy Once, Use for Life.
No subscription. No hidden fees.

Tier	Price	Storage Devices
Basic	\$59	Up to 6 attached storage devices
Plus	\$89	Up to 12 attached storage devices
Pro	\$129	Unlimited attached storage devices

Each tier includes a 'BUY NOW' button and a 'Not ready to buy? Try free for 30 days' link.

Traefik v3 sneller dankzij WebAssembly

Iedereen die veel met applicaties in containers werkt, stuit vroeg of laat op de reverse proxy Traefik, die automatisch TLS-certificaten van Let's Encrypt verkrijgt en vernieuwt. In Kubernetes-clusters zorgt Traefik ervoor dat verzoeken worden doorgegeven aan de juiste container. Bij Traefik v2 werd de reverse proxy al veel flexibeler dankzij zogenaamde middlewares, kleine hulpprogramma's die een verzoek aanpassen tussen het eerste contact met Traefik ('EntryPoint') en de bestemming ('Service'). Tot nu toe moest iedereen die een functie in de Traefik middlewares miste, vertrouwen op de Go-interpretor Yaegi om Traefik nieuwe trucjes te leren. Nu hebben de ontwikkelaars een eerste versie van Traefik v3 gepubliceerd. Daarin kunnen gebruikers voor het eerst plug-ins en mid-

dleware uitbreiden met HTTP-Wasm (WebAssembly). Daardoor kunnen ontwikkelaars behalve in Go, ook programmeren in Rust of C om Traefik aan te passen aan hun behoeften. Dit maakt Traefik toekomstbestendig en maakt het makkelijker voor ontwikkelaars om sneller te reageren op nieuwe eisen in de cloud. De Kubernetes Gateway API is nu de standaard voor het routeren van verzoeken naar een Kubernetes-cluster en HTTP/3-functies in Traefik 3 zouden klaar moeten zijn voor productie.

De ontwikkelaars hebben ook OpenTelemetry geïntegreerd om metrics en logs vast te leggen. Om de overstap zo probleemloos mogelijk te maken voor gebruikers zijn gedetailleerde instructies online gepubliceerd (zie de link op deze pagina).

Linux desktop verwerft meer marktaandeel

Volgens recente data van Statcounter, een dienst die websiteverkeer analyseert, had Linux in februari 2024 een aandeel van 4 procent bij desktop-besturings-systemen (4,03% zelfs). Dat lijkt misschien niet veel, maar het is een flinke stijging ten opzichte van eerdere cijfers.

Pas meer dan 30 jaar na de eerste versie van de Linux-kernel in 1991, noteerde Statcounter een marktaandeel van 3 procent, namelijk in juli 2023. Dat nu in minder dan een jaar tijd het aandeel van 3 naar 4 procent is gegroeid is dus een hele prestatie.

Op de desktop weet Linux dankzij vorderingen op het gebied van gebruikersvriendelijkheid en design steeds meer gebruikers te trekken. De veiligheid, stabiliteit en opensource-kenmerken maken het bovendien een populaire keuze voor ontwikkelaars en IT-professionals. Dankzij ontwikkelingen zoals Proton en de Steam Deck is tot slot ook gamen op Linux tegenwoordig geen probleem meer (zie ook c't 3/2024, p. 94-105). We zijn benieuwd of het aandeel

nog verder gaat stijgen, misschien zal het einde van de ondersteuning voor Windows 10 en hoge systeem-eisen voor Windows 11 nog meer gebruikers richting de Linux-desktop sturen.



Save the date

ct

LIVE

28 september 2024

Voor meer informatie:
www.ct.nl/ct-live-2024

Asus Prime A620M-E-CSM

AMD Ryzen-processors zijn krachtig en efficiënt als ze belast worden, maar AM5-systemen verbruiken wel veel energie in idle. Het Asus Prime A620M-E-CSM moederbord voor kantoor-pc's verbruikt met een Ryzen 8000G-cpu iets minder energie dan we tot nu toe gezien hebben.

Christof Windeck

Om ervoor te zorgen dat je pc zo min mogelijk energie verbruikt in energiebesparende fasen, moet je moederbord dit goed ondersteunen. Dit is waar het huidige AMD AM5-platform zwak is: de AM5-moederborden die we hebben getest verbruiken minstens 30 watt in idle, terwijl sommige LGA1700-borden slechts 13 watt aantikken (zie c't 3/2023, p. 42).

Samenvallend met de lancering van de Ryzen 8000G-serie groeit de selectie van potentieel zuinige AM5-moederborden. Bij de Asus Prime A620M-E-CSM staat de afkorting CSM voor Corporate Stable Model: Asus is van plan het moederbord langer te leveren en het is vooral bedoeld voor kantoorcomputers in bedrijven.

Met een PS/2-aansluiting, een VGA-uitgang en een header voor een slotbracket met COM-poort is het Asus Prime A620M-E-CSM moederbord ook geschikt voor retro-werkplekken. USB 3.2 Gen 2 met 10 Gbit/s ontbreekt echter, wat niet up-to-date is voor een moederbord dat 115 euro kost.

Met twee DIMM-slots voor DDR5 RAM is tot 96 GB RAM mogelijk met 48GB-modules. Error Correction Code (ECC) kan niet worden gebruikt, hoewel de Ryzen 8000G-serie dit over het algemeen wel kan. Om een moederbord zuinig te laten werken in idle, moeten de ontwikkelaars enerzijds functies en extra chips weglaten en anderzijds het BIOS zorgvuldig programmeren. Dit geldt minder voor de door de gebruiker aanpas-

bare opties en meer voor de 'onzichtbare' standaardinstellingen.

De diepe besparingsmodi C3 en PCI Express Active State Power Management (PCIe ASPM) en SATA Link Power Management zijn bijzonder belangrijk. Als PCIe- en SATA-controllers actief blijven tijdens werkpauzes, kan de geheugencontroller in de cpu namelijk niet uitschakelen, heeft hij een hoger voltage nodig en verbruikt hij meer energie dan nodig. Het RAM overklok-systeem EXPO is funest voor een zuinige werking: dit verhoogt veel bedrijfsspanningen.

De Asus Prime A620M-E-CSM met de Ryzen 5 8600G bereikte 23 watt in idle onder Windows 11. Met een andere ATX-voeding zou het zelfs moeten lukken om een paar watt meer te bezuinigen, net onder de 20 watt zou mogelijk moeten zijn. Op het gebied van prestaties laat de A620M-E-CSM geen zwakke punten zien.

De usb-snelheden zijn oké voor de 15 jaar oude USB 3.0-technologie. Vervelend is wel dat de snelheid van de 1 Gbit/s-netwerkchip 28% onder de gebruikelijke waarden van rond de 950 Mbit/s liggen bij verzenden. Dit kwam niet voor in combinatie met een Ryzen 5 7600, maar hiermee was het energieverbruik in idle dan wel weer 34 watt.

- ▲ **prima voor (retro) kantoor-pc's**
- ▲ **relatief zuinig met Ryzen 8000G**
- ▼ **LAN-performance niet optimaal**

socket / max TDP / chipset

AM5 / 120 W / AMD A620

formfactor / RAM

Micro-ATX / 2 × DDR5-UDIMM, max 96 GB

PCIe-slots

PCIe 4.0 x16, 2 × PCIe 3.0 x1

opslag

M.2 (PCIe 4.0 x4), 4 × SATA 6G

LAN / audio

Realtek RTL811H (1 Gbit/s) / Realtek ALC897

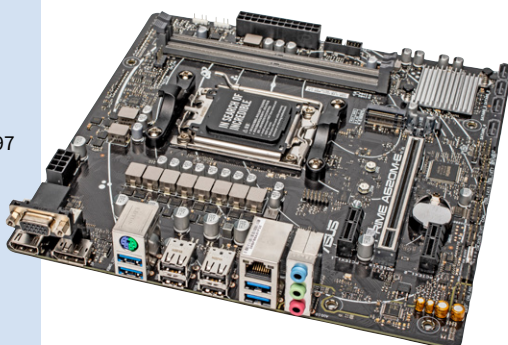
externe aansluitingen

HDMI 2.1, DP 1.4, VGA, RJ45, 4 × USB-A 5 Gbit/s, 4 × USB 2.0, PS/2, 3 × audiojack

interne aansluitingen

FP-audio, SPDIF, 2 × USB 2.0, 19p USB 3.2 Gen 1, COM, TPM, 3 × RGB, 3 × fan (4-pins)

€ 115



Transcend ESD360C Portable SSD

De Transcend ESD360C is een snelle compacte externe ssd. Handig: encryptie en een back-upfunctie die je triggert met één druk op de knop.

Alieke van Sommeren

De ESD360C ziet er uit als een wat dik uitgevallen creditcard en weegt maar 41 gram. De boven- en onderkant ogen wat goedkoop door het glimmende gladde plastic, maar de behuizing die grotendeels is bedekt met een subtiel textuurlaagje is wel stevig en geeft geen millimeter toe. Je krijgt een USB-C kabel en een USB-C naar USB-A kabel meegeleverd.

Naast de USB-C poort zit een kleine knop. Hiermee stel je via de gratis Transcend Elite-software een back-upactie in die je met slechts één druk op de knop direct laat uitvoeren. Via software regel je ook meerdere losse back-up-acties, encryptie en afscherming met een wachtwoord, het herstellen van data en meer.

De USB-C poort is een snelle 20Gbit/s-versie (USB 3.2 Gen 2x2). Bij metingen met CrystallDiskMark haalde de ssd een theoretische 2100 MB/s bij het schrijven en net geen 1880 MB/s bij het lezen.

Bij kopieer-acties binnen Windows tikten we maximaal 1,5 GB/s aan, een waarde die we ook zagen als we de c't-NAS-bench op de ssd loslieten. De ssd is te krijgen met 1, 2 of 4 TB aan opslagruimte.

- ▲ **snel**
- ▲ **zeer compact**
- ▶ **plastic uitstraling**

type aansluiting

USB-C (USB 3.2 Gen 2x2, 20Gbit/s)

meegeleverd

USB-C kabel, USB-C naar A-kabel

afmetingen / gewicht

77 × 55,7 × 9,6 mm / 41 gram

€ 190 (2 TB)



Samsung ViewFinity S9 S90PC

Op de ViewFinity S9 met 218 dpi is geen pixelstructuur te zien. Samsung positioneert hem als een alternatief voor het Apple Studio Display.

Ulrike Kuhlmann

De ViewFinity 9 biedt 5120 × 2880 pixels. De aansluitingen verwacht je eerder in een laptop: drie USB-C downstreams tussen Thunderbolt 4 en Mini-DisplayPort. Samsung wil de S9 aantrekkelijk maken als alternatief voor het Studio Display van Apple. USB-C via Thunderbolt werkt ook, dus hij is bruikbaar voor Windows-apparaten.

Laden via TB4 of USB-C gaat met maximaal 90 watt. Het scherm biedt rijke kleuren en een stabiele kijkhoek. De sRGB-preset dekt die kleurruimte netjes af, in DCI-P3 is het rood een tikje te sterk, groen mist een beetje verzadiging. De maximale helderheid is 615 cd/m²: omdat de monitor ook HDR-video kan weergeven, heeft hij de reserve voor highlights nodig. De ViewFinity heeft een 4K-webcam die je magnetisch bevestigt. Het beeld leek te donker en niet bijzonder scherp.

Het menu roep je op door lang op de Home-knop van de afstandsbediening te drukken. De joystick op de monitor of de SmartThings afstandsbediening-app zijn ook te gebruiken. Als je wilt kun je de slimme functies negeren en de monitor zo configureren dat hij opstart met de laatste bron.

- ▲ mooi gedetailleerd beeld
- ▲ veel slimme add-ons
- ▼ webcam van matige kwaliteit

diagonaal / resolutie

27 inch / 5120 × 2880 (218 dpi)

panel / refreshrate

IPS (mat) / 60 Hz

aansluitingen

TB4, Mini-DisplayPort, 3 × USB-C (randapp.)

meegeleverd

TB4-kabel, adapter, webcam

€ 1400

Synology BeeStation

De BeeStation van Synology is een NAS voor beginners die niet meteen overweldigd willen worden door allerlei opties en mogelijkheden, maar alleen een centraal opslagpunt in hun netwerk willen hebben. En voor dat doel is de BeeStation een prima (licht configureerbaar) apparaat.

Noud van Kruysbergen

Als je alleen een centrale opslag nodig hebt en niet afhankelijk wilt zijn van een cloud, kunnen de vele opties die een normale Synology-NAS biedt een drempel zijn. De oplossing: de BeeStation met één schijf van 4 TB, een netwerkpoort en een USB-A- en USB-C-poort. Het is een kwestie van de adapter aansluiten en hem aanzetten. De meest simpele oplossing voor het verder installeren is het scannen van de qr-code onderop. Je kunt ook met een ander apparaat in hetzelfde netwerk naar <https://portal.bee.synology.com/setup> gaan. Je gaat dan naar de Synology-site, waar je moet inloggen met een account. De wizard vraagt je om het apparaat aan te sluiten op het netwerk en aan te zetten. Het serienummer wordt automatisch herkend en gekoppeld aan je account, wat vanuit het oogpunt van cloudonafhankelijkheid jammer is. Maar je ontkomt er niet aan als je vanuit andere locaties bij je bestanden wilt kunnen. Het uitwisselen van bestanden gebeurt versleuteld, maar daar inzage in krijgen of iets aan instellen kan niet.

Druk de powerknop vier seconden in tot je een piepje hoort en het voorbereiden begint. Daarna kun je op je telefoon de apps BeePhotos en BeeFiles installeren om foto's en andere bestanden van je smartphone naar de BeeStation te kopiëren. Die apps zijn ook in de webinterface beschikbaar en er is ook een BeeStation-desktop-app waarmee je een map op je computer kunt aanmaken die synchroniseert met je BeeStation. Het BSM-besturingssysteem is een zwaar uitgekleden versie van het DSM van de Synology NAS-apparaten. Mogelijkheden om extra apps te installeren zijn er

niet. Om de NAS voor anderen toegankelijk te maken, moet je ze als gebruiker toevoegen (maximaal acht). Zij moeten de uitnodiging accepteren en een Synology-account aanmaken.

Je kunt via de instellingen een back-up maken naar de Synology C2-cloud of naar een externe schijf aan de BeeStation. Daar kun je een back-up ook weer vanaf herstellen. Verder zijn de mogelijkheden bewust weer minimaal. Bij de 'Geavanceerde instellingen' staan bij 'Lokale ondersteuning' twee instellingen uitgeschakeld die relevant zijn: het Lokaal account en de SMB Service. Met de eerste krijg je met maximaal één lokaal account toegang via het interne ip-adres van je BeeStation (zonder een Synology-account). Door de SMB Service aan te zetten kun je met een filemanager op andere computers binnen je netwerk door de bestanden bladeren of koppelen als netwerkstation via \\BeeStation of smb://BeeStation met de inloggegevens van het lokale account. Door SMB in te schakelen kun je bijvoorbeeld via een streamingclient foto's en films bekijken die op de NAS staan.

Met een NAS-benchmark kwamen we bij grote bestanden uit op 89 MB/s lezen en 86 MB/s schrijven. Bij kleinere bestanden ging het langzamer: 10 MB/s lezen, 15 MB/s schrijven. Een DS923+ met vier schijven en een ssd-cache kwam uit op 112/112 MB/s en 20/41 MB/s.

- ▲ NAS zonder verdere functies
- ▲ makkelijke te configureren
- ▼ maar één schijf

cpu / RAM / opslag

Realtek RTD1619B / 1 GB DDR4 / 4 TB

aansluitingen

1 × USB-A 3.2 Gen 1, 1 × USB-C 3.2 Gen 1,

1 × gigabit-ethernet, voeding

meegeleverd

voeding, netwerkkabel, Quick Start Guide

afmetingen / gewicht

14,8 × 6,3 × 19,6 cm / 820 gram

€ 250





Hou je IT-kennis breed en up-to-date

Hardware-reviews • Tech-achtergronden • Praktijk-workshops
Artificiële Intelligentie • Windows en Linux • Security • en meer

Met een c't abonnement krijg je:

- Inzicht in IT-ontwikkelingen, achtergronden en onderliggende technieken
- IT-informatie vanuit verrassende invalshoeken om je kennis te verbreden
- Praktijkartikelen en uitgebreide hard- en softwaretests door onze IT-kenners

Ontvang
10x c't magazine
van ~~€89,90~~ voor

€60,-

Abonneer je nu via www.ct.nl/abo

of bel naar +31 (0)24 2027 825



GAAT HET RECHT OP REPARATIE WERKEN? www.ct.nl

Rescue-Windows

- ▶ Bouw je eigen noodstelsysteem
- ▶ Los Windows-problemen op
- ▶ Zoek en verwijder malware

GETEST

- Zuinige Intel Core i-14000-processors
- Asus Prime A620M-E-CSM AM5-moederbord
- Logitech MX Brio 4K-webcam
- Radeon Pro W7500/7600 voor workstations
- Synology BeeStation NAS voor instappers
- Intel Xeon E-2400 voor kleine servers

THUISSERVER

- Hardware-oplossingen
- Bouwvoorstel met AMD

WI-FI 7

- Uitgebreide praktijktest
- De techniek erachter

EN VERDER

- Werkt je smarthome nog zonder cloud?
- Hardware-eisen voor Windows 11
- Er verdwijnen functies uit Windows
- Wat is het Domain Name System?
- Raspberry Pi 5 als desktop-pc
- Cybercriminaliteit industrialiseert

Rescue-Windows-problemen oplossen met je eigen noodstelsysteem • De optimale thuisserver • Wi-Fi 7 techniek en test • Smarthome zonder cloud

Maak een screenshot van een hele webpagina
 maken en daarbij de hele (lange) webpagina vastleggen? Zo doe je dat in browsers.

Beveiligingslekken in verschillende processors
 worden gepubliceerd om beveiligingslekken in cpu's en firmware aan te geven door deze lekken de mogelijkheid om met hoge rechten te werken.

Is het veilig in deze 'duurdere' VPN nou echt?
 actief als commerciële VPN-dienst, waardoor het een van de beste is. Maar hoe presteert die en is NordVPN als een van de beste?

Softlink

bijv. 1809012

HACKEN MET EEN RASPBERRY PI

ct 03/2024

Blijf op de hoogte!

Schrijf je in voor de c't nieuwsbrief en ontvang elke week het laatste IT-nieuws, de handigste tips en speciale aanbiedingen.

E-mailadres:

**c't app:
 digitaal lezen
 & opslaan
 pdf's**



ECS Liva Z5 Plus

Met twee 2,5Gbit/s-netwerkpoorten, USB4 en vier monitoraansluitingen is de Liva Z5 Plus mini-pc voorzien van aansluitingen die niet onderdoen voor die van een desktop-pc. Maar is de kleine computer ook snel en stil genoeg voor op je bureau?

Christian Hirsch

Na de verkoop van Intels NUC-divisie aan Asus zien andere fabrikanten kansen op de markt voor mini-pc's. ECS mikt op zakelijk gebruik met dit model met een metalen behuizing. Alleen het deksel is plastic, vanwege de interne wifi-antennes. Met vier display-uitgangen is de Liva Z5 Plus geschikt voor een multimonitor-setup, voor servertaken zijn de twee 2,5Gbits-netwerkpoorten en Wi-Fi 6E interessant.

De mini-pc is uitgerust met Intel Core i-cpu's van de 13e generatie, in ons testmodel een Core i5-1335U met twee P- en acht E-kernen voor in totaal 12 threads (inclusief hyperthreading op de P-kernen). Intel specificeert hiervoor een Processor Base Power (PBP) van 15 watt en 28 seconden turboverster van 55 watt. ECS heeft echter respectievelijk 20 en 39 watt ingesteld.

Dankzij de twee P-kernen die met tot 4,6 GHz werken en een snelle PCIe 4.0-sdd starten programma's vlot. Daarmee is de mini-pc geschikt voor gangbaar kantoorwerk. De acht E-kernen bieden voldoende multi-threadingprestaties voor incidentele beeldbewerking. De mini-pc verbruikt in idle met 13 watt meer dan andere mini-pc's (5-8 watt) en piekt bij volledige belasting van cpu en geïntegreerde gpu zelfs op 57 watt. Daarna zakt het verbruik terug naar 34 watt. In idle is met 0,5 sone witte ruis hoorbaar, bij belasting verdubbelt het geluidsniveau. Een ventilator-regeling in de BIOS-setup ontbreekt.

De prestaties van de geïntegreerde Iris Xe-graphics zijn zelfs voor casual gamen onvoldoende, de cpu wordt wel ontlast bij het afspelen van moderne videocodecs als AV1, H.265 en VP9. Via twee HDMI-poorten

en DisplayPort achterop en USB-C voorop kunnen tot vier 4K-schermen met 60 Hz worden aangestuurd. De USB-C-aansluiting biedt USB4 met 40 Gbit/s, met een externe ssd haalden we leessnelheden van 3,7 GB/s. Ook de optionele USB 3.2 Gen 2x2-modus met 20 Gbit/s wordt ondersteund. Daardoor haal je met geschikte randapparatuur 2 GB/s in plaats van het snelheidsniveau eronder van 1 GB/s. De twee LAN-poorten halen elk bijna 300 MB/s en de Intel AX211-wifi (in het M.2-2230-slot) haalt op korte afstand op 5 en 6 GHz een uitstekende 1,7 respectievelijk 1,6 Gbit/s. Op 20 meter afstand zijn de prestaties echter veel minder, met 114 en 180 Mbit/s. De mini-pc uit ons bouwvoorstel (c't 4/2024) haalt daar het viervoudige. Booten naar Windows vanaf de M.2-sdd ging voor een mini-pc traag met 22 seconden.

Als barebone zonder RAM en ssd kost de ECS Liva Z5 Plus circa 680 euro. Ook de geteste versie met 16 GB RAM en 256GB-ssd is met 760 euro relatief prijzig. De mini-pc is met de vele aansluitingen geschikt als kantoor-pc met meerdere monitoren of als compacte server. Bij het energieverbruik en het geluidsniveau valt echter nog het een en ander te verbeteren. Andere mini-pc's zoals de Intel NUC 13 Pro Desk Edition doen dat beter.

- ▲ goede prestaties
- ▲ veel aansluitingen
- ▼ geluid en energieverbruik

aansluitingen, intern

2 × DDR4 SO-DIMM, 1 × M.2-2280 (PCIe 4.0 x4), 1 × M.2-2230

verbruik stand-by / idle / piek

0,8 / 13 / 57 W

afmetingen

14,8 × 3,8 × 12 cm

€ 683 (barebone) /
€ 760 (testconfiguratie)



Asus ROG Phone 8 Pro

Asus' nieuwste gaming-telefoon is niet alleen geschikt voor gamers. Op veel punten streeft hij andere toptoestellen voorbij, op andere blijft hij achter.

Robin Brand

De ROG Phone 8 Pro oogt als een normale smartphone. De led-matrix achterop valt pas op als hij oplicht, de schermranden zijn dunner en de schouderknoppen zitten in de zijrand als aanraakgevoelige oppervlakken. Bij het Pro-model is de extra module inbegrepen die je in de tweede USB-C-poort kunt pluggen voor onder meer koeling. Het effect daarvan was niet merkbaar, maar ook zonder houdt de Rog Phone veel langer zijn maximale prestaties vast dan de Galaxy S24 Ultra. De SoC presteert vergelijkbaar met die in de Ultra en is in zowel in cpu- als gpu-benchmarks sneller dan Apples A17 Pro. Het scherm is zelfs nog helderder dan dat van de Ultra (zie p. 23), maar heeft nu een cameragaatje.

De camera's zijn flink verbeterd, maar blijven zelfs overdag al iets achter bij andere topmodellen. De Phone 8 is waterdicht (IP68), maar heeft nog wel een hoofdtelefoonaansluiting. Qua accuduur streeft de Rog Phone 8 andere topsmartphones voorbij, met onder meer 21,8 uur bij 3d-gamen. Helaas blijft Asus met vier jaar updatebelofte achter bij Google en Samsung, wat voor een smartphone van 1200 euro teleurstelt.

- ▲ erg goede accuduur
- ▲ uitstekende prestaties en scherm
- ▼ relatief kort softwareondersteuning

software / updates tot

Android 14 / januari 2028

cpu / gpu

Qualcomm Snapdragon 8 Gen3 / Adreno 750

accuduur bij 200 cd/m²

25,5 u lokale hd-video / 21,8 u 3d-gamen

vanaf € 1179



Huawei Eyewear 2

De Eyewear 2 is ontworpen om headset te spelen voor je (mobiele) apparaten. Hij is beter geschikt voor gesprekken en podcasts dan muziek luisteren.

Steffen Herget

De Eyewear 2 speelt koptelefoon of headset, en heeft geen camera of display. Hij is verkrijgbaar in twee stijlen: een delicaat montuur van flexibel titanium aan de voorkant, of een browline-versie met zwart kunststof montuur. Hij heeft een IP54-rating. De bril zit comfortabel, ook bij langdurig dragen.

Je moet niet te veel verwachten van het geluid, vooral niet qua volume en bas. Hij is wel prima voor alles met stemgeluid (podcasts, gesprekken e.d.). In een drukke omgeving zijn de nadelen vergelijkbaar met die van open koptelefoons.

We haalden iets minder dan twaalf uur accuduur bij een volume van ongeveer 75 procent. Laden gebeurt via een lader met USB-C die splitst in twee magnetische houders voor aan het montuur. De accu heeft ongeveer een uur nodig om van nul tot honderd op te laden. De Huawei AI Life-app is nodig voor het volledig instellen en updaten. Op Android moet je hem installeren via sideloading omdat de Play Store hem niet meer vermeldt sinds het Amerikaanse embargo tegen Huawei. De bediening gebeurt door aanraking aan de buitenkant van de slapen. De Eyewear 2 ondersteunt een verbinding met twee apparaten tegelijk en schakelt automatisch tussen de twee.

- ▲ geschikt voor alles met stemgeluid
- ▲ fijne bediening en prima accuduur
- ▼ niet geschikt voor muziek

afmetingen / gewicht / IP-rating

37 × 144 × 165 mm / 39 g / IP54

audio / connectiviteit

2 speakers, 4 microfoons / Bluetooth 5.3

compatibiliteit

Android vanaf 5.0, iOS vanaf 12.0

€ 300

Eizo FlexScan EV3240X

De Eizo FlexScan EV3240X is een veelzijdige 31,5 inch 4K-monitor die zich niet specifiek richt op professionele grafische vormgevers of fotografen, maar eerder bedoeld is voor gebruik op kantoor of je thuiswerkplek. De kleurweergave is uitstekend en ook over de connectiviteit valt niets te klagen.

Elwin Hodžić

De Eizo FlexScan EV3240X beschikt over een mat 31,5 inch IPS-paneel met een 4K-resolutie (3840 × 2160) en een verversingssnelheid van 60Hz. Hiermee heb je prettig veel werkoppervlak tot je beschikking: je hoeft daardoor minder te scrollen of van venster te wisselen.

Het Eizo FlexScan-scherm heeft bezels van ongeveer 1 tot 1,5 cm breed. Je kunt de hoogte van het scherm aanpassen tot maximaal 19,5 cm, het scherm tot 35° naar achteren kantelen en het naar de portretstand roteren. Dit kan door de aandacht die Eizo heeft besteed aan de stevige monitorvoet. Het monitormenu bedien je via de elektrostatische knoppen aan de onderrand van het scherm. Hierdoor oogt het scherm ook wat strakker dan met mechanische knoppen aan de voorkant.

Wat betreft de kleurweergave is er niets aan te merken op het scherm, zoals we van Eizo gewend zijn. Het dekt 100 procent van de sRGB-kleurruimte af. We waren zelfs verrast over de goede zwartweergave van deze monitor, ondanks dat hij geen oled-paneel heeft.

Verder kun je met slechts één USB-C-kabel een laptop aansluiten voor een volledige (thuis)werkplek, inclusief randapparatuur zoals een muis en toetsenbord. Je laadt dan meteen je laptop op met maximaal 94 watt. Aan de zijkant van de monitor zit nog een extra USB-C-poort, waarmee je bijvoorbeeld je smartphone kunt opladen. Deze poort biedt maximaal 15 watt om te laden. Je laptop of pc is ook aan te sluiten op een van de twee HDMI-ingangen of een DisplayPort-ingang. Daarnaast heeft de monitor drie USB-A-poorten voor het aansluiten van randapparatuur, elk met een maxi-

male snelheid van 5 Gbit/s. Daarnaast is er een extra USB-B-ingang beschikbaar waarmee je de monitor als KVM-switch kunt gebruiken en gemakkelijk en snel kunt schakelen tussen twee aangesloten apparaten. Het scherm biedt ook Picture-by-Picture en Picture-in-Picture-ondersteuning om meerdere signaalbronnen tegelijk weer te laten geven.

De monitor beschikt over een gigabit-netwerkaansluiting, twee 3,5 mm-aansluitingen voor zowel een hoofdtelefoon als een lijn-uitgang voor externe speakers, en twee luidsprekers met een vermogen van in totaal 4 watt (2 × 2 watt). Je mag echter niet al te veel te verwachten van deze luidsprekers, zoals bij de meeste monitors. Ook in dit geval wordt het gebruik van een koptelefoon of een apart setje speakers sterk aanbevolen.

Met een goede kleurweergave, lekker veel werkruimte, 94 watt PD en een uitgebreide reeks aansluitmogelijkheden is de EV3240X een prima keuze als docking-monitor voor jouw (thuis)werkplek. Het prijskaartje is wel behoorlijk stevig, met een prijs van ongeveer 1270 euro op het moment van schrijven. Daarvoor krijg je een nette vijf jaar garantie op het scherm (of 30.000 bedrijfsuren, welke het eerste wordt behaald).

- ▲ kleurweergave
- ▲ connectiviteit
- ▼ prijzig

diagonaal / resolutie

3840 × 2160 (4K)

verversingssnelheid / beeldverhouding

60 Hz / 16:9

aansluitingen

DisplayPort, 2 × HDMI, USB 3.2 type-C (Gen1, 5 Gbit/s, DP Alt, 94W PD), 3 × USB 3.2 type-A (Gen1, 5 Gbit/s), USB 3.2 type-C (Gen1, 5 Gbit/s, 15W PD), 1-Gbit/s LAN, 2 × 3.5 mm stereo jack

€ 1270



Logitech MX Brio

De Logitech MX Brio is gericht op meer dan één doelgroep: zowel fanatieke vergaders als streamers. Hij biedt een scherp en kleurrijk 4K-beeld met 30 fps en prima verstaanbaarheid via twee ruisonderdrukkende microfoons. Er is ook een handige optie om snel het beeld te focussen op objecten op je bureau.

Alieke van Sommeren

De Logitech MX Brio webcam voelt gewichtig en stevig aan: geen plastic maar een degelijk blok metaal. De camera zit via een magnetische bevestiging op een houder bevestigd, maar als je hem liever op een statief zet kan dat met de geïntegreerde schroefdraad in het stukje waarmee je de camera aan de houder koppelt.

De houder heeft een herbruikbare microsuction-pad, waardoor de camera helemaal nergens heen gaat als hij eenmaal goed gepositioneerd op je scherm is gearkeerd.

De camera heeft een USB-C poort en dus geen vaste kabel. De 1,5 meter lange kabel is dik maar soepel. De grote lens voorop de camera is niet te missen, en de ribbels aan de lensrand zorgen voor een goede grip om de privacy-modus aan te zetten: een fysiek klepje wat binnenin de lensbehuizing de lens afsluit voor nieuwsgierige buitenstaanders. Een duidelijke, langwerpige witte led geeft aan dat de camera aan staat.

Het deel van de bevestiging waar de camera magnetisch op rust is ook makkelijk naar voren te kantelen. De MX Brio-camera heeft weer de handige Logitech webcam-functie Show Mode (in te schakelen via de software) om bijvoorbeeld een notitie of object wat je voor je neus op je bureau hebt liggen in beeld te brengen. De software draait het beeld automatisch voor je om zodat de toeschouwers niet naar ondersteboven-beeld kijken.

De MX Brio is bewust ontworpen voor zo goed mogelijk beeld in ruimtes waar de lichtomstandigheden niet ideaal zijn: niet

iedereen heeft thuis studio-verlichting of ringlights in gebruik. De camera weet goed te compenseren voor deze niet optimale omstandigheden dankzij AI en HDR. Ook de kleuren blijven natuurlijk in plaats van vervassen. En als je iemand bent die van hot naar her beweegt, schakel je via software de functie RightSight in om je gezicht netjes midden in beeld te houden.

Voor het audio-deel van de camera worden twee dual beamforming microfoons ingezet, die je prima verstaanbaar maken. Ze bieden geen ANC, maar onderdrukken wel ruis, wederom met wat hulp van AI.

De MX Brio werkt samen met Windows (10 of later), macOS (vanaf versie 10.5), Linux en ChromeOS. De software van Logitech is alleen beschikbaar voor Windows en macOS. Je kunt meerdere software-tools gebruiken: Logi Options+ of Logi Tune voor je videovergaderingen en Logitech G-Hub voor streaming. Hiermee valt alles nog naar eigen smaak te tweaken: van ISO tot witbalans en tint.

Als je liever voor wat meer frames per seconde gaat, is het beeld terug te schroeven naar 1080P met 60 fps. De MX Brio is verkrijgbaar in twee kleuren: staalgrijs met een zwarte lensrand en grijze kabel, en zilvergrijs met een witte lensrand en witte kabel.

- ▲ **prima beeld en verstaanbaarheid**
- ▲ **handige Show Mode**
- ▼ **prijzig**



resolutie / sensor

4K (30 fps) / 8,5 MP

microfoon(s)

2 × beamforming met ruisonderdrukking

afmetingen camera en houder / gewicht

44 × 98 × 36 mm, 20 × 38 × 45 mm / 176 gr

aansluiting

USB-C (USB 3.0, verwijderbare kabel, 1,5 m)

€ 230



Sapphire Pulse RX 7900 GRE

De Radeon RX 7900 GRE is sneller dan de RX 7800 XT en dit model van Sapphire is bovendien erg stil. Zijn er ook minpunten?

Carsten Spille

De GRE-kaarten zijn afgeslankte uitvoeringen van de RX7900. Zo zijn er minder shaders en maar 16 GB videogeheugen in plaats van 20. Sapphires RX 7900 GRE was over al onze tests samen ongeveer 7 procent langzamer dan de RX 7900 XTX, maar 10 procent sneller dan de RX 7800 XT. Vergeleken met een GeForce RTX 4070 is hij circa 10 procent sneller, maar bij intensieve raytracing zo'n 20 procent trager. De prestaties voldoen om de meeste games in WQHD (2560 × 1440) met maximale details te spelen, zelfs met meer dan 100 frames per seconde.

De drie 90mm-fans op Sapphires uitvoering zijn in idle inactief en blijven zelfs bij maximale belasting erg stil met 0,2 sone. Bij erg hoge fps-waarden, bijvoorbeeld in spelmenu's, piepten de spoelen echter hoorbaar. Het verbruik bij maximale belasting was 285 watt, met korte pieken tot 330 watt. In idle met een enkel 4K-scherm op 60 Hz verbruikt de kaart 12 watt, bij 120 Hz is dat al 37 watt.

Deze RX 7900 GRE is een goede en stille kaart voor gamers die in WQHD-resolutie vloeiend willen gamen en bereid zijn bij raytracing soms een detailniveau lager te kiezen.

- ▲ **stil**
- ▲ **goede prestaties**
- ▼ **bij volle belasting piepende spoelen**

gpu / geheugen

Navi 31 / 16 GB GDDR6

shaders / TMU's / ROP's

5120 / 320 / 160

afmetingen / gewicht

322 × 130 × 54 mm / 1118 g

€ 625

Samsung Galaxy S24-serie

Een nieuw jaar, een nieuwe Galaxy-serie. Bij de S24 is alles weer een stukje beter dan bij de voorganger S23, en uiteraard is AI eraan toegevoegd. We hebben het nieuwe topmodel van Samsung getest. Is het de moeite waard om over te stappen voor de AI-functies of voor andere verbeteringen die de toestellen te bieden hebben?

Steffen Herget en Marco den Teuling

Uiterlijk is er weinig veranderd aan de S-modellen ten opzichte van de vorige generatie. De randen van de S24 en S24+ zijn echter niet afgerond zoals bij de voorgangers. De schermen zijn net ietsje groter en bij de afmetingen zijn er tienden van millimeters verschil: een hoesje van de vorige serie past er bij het gewone en plus-model misschien nog wel omheen. De Ultra heeft nu een volkomen vlak scherm, waar het vorige nog ietsje afgeronde randen had

Wat bij de schermen vooral opvalt is de toegenomen helderheid. Samsung geeft een piekhelderheid op van 2600 cd/m², vergeleken met 1750 voor de voorgangers. Zelfs in felle zon buiten is het scherm uitstekend afleesbaar. Het +-model biedt nu een hogere resolutie van 3088 × 1440 (zelfde als de Ultra), maar het verschil met de ongewijzigde resolutie van 2340 × 1080 van de S24 is bij dit formaat nauwelijks zichtbaar. Standaard staan alle modellen ingesteld op die lagere resolutie. De iets snellere vingerafdrukscanner zit bij allemaal onder het scherm verwerkt en de selfiecamera in een punch hole midden boven. De schermen van de S24 en S24+ gaan voortaan ook tot minimaal 1 Hz net als de Ultra, wat de accu-duur ten goede komt als er vaak statisch beeld is.

Wat betreft de camera's is er qua hardware weinig veranderd, alleen bij de Ultra zijn de zoommogelijkheden iets gewijzigd. Het grootste verschil zit in hoe de software foto's verwerkt. Kleuren zijn iets minder verzadigd en natuurlijker dan bij de S23 en je ziet bijvoorbeeld in nachtopnames iets meer detail. De toevoeging van AI-tools heeft meer invloed. Hiermee kun je objecten in een foto verplaatsen of weghalen, delen van de foto door generatieve AI laten opvullen, de wolken en lucht vervangen, reflecties in ruiten weghalen of andere beeldverbeteringen toepassen. Je kunt ook achteraf een gewone foto wijzigen in een portret met onscherpe achtergrond. Deze AI-tools draaien in de cloud en vergen wat geduld omdat de gegevens heen en weer moeten. De software voorziet dergelijke bewerkte foto's van een klein watermerk

en een opmerking in de EXIF-gegevens. Video's kun je met AI bijvoorbeeld in timelapses omzetten, waarbij de AI tussenframes berekent voor een verassend goed resultaat. Vertragen kan maar tot ¼ van de snelheid, maar het flikkeren van kunstlicht zoals in veel normale timelapses ontbreekt.

AI is sowieso met 'Galaxy AI' een nieuw speerpunt, al komt dit ook naar oudere modellen. Je kunt suggesties krijgen, samenvattingen genereren en meer, maar vertalen is beperkt bruikbaar want Nederlands zit (nog) niet bij de beschikbare talen. Ook de Tolk-functie is hierdoor minder bruikbaar. Voor de AI-functies is een Samsung-account vereist en mogelijk worden ze 2025 (alleen) betaald beschikbaar.

Qua prestaties is de S24-serie weer sneller dan de voorgangers. Indrukwekkend is dat de Snapdragon 8 Gen 3 'For Galaxy' in de Ultra op grafisch gebied zelfs sterker is dan Apples A17. Samsungs eigen Exynos 2400 in het S en S+-model is met name grafisch iets minder sterk, maar ook iets zuiniger. Qua software levert Samsung behalve Galaxy AI ook tal van eigen apps mee. Veel daarvan zijn alternatieven voor de verplichte Google-apps, van een app voor e-mail, contacten, sms of Samsungs eigen app-store tot de eigen Samsung-brow-

ser. Het grootste deel is te verwijderen. Samsungs schil over Android biedt verder verschillende extra functies, zoals een 'Eenvoudige stand' en multi-window opties. Net als Google biedt nu ook Samsung zeven jaar lang updates voor de nieuwe topmodellen. De met Android 14 verschenen S24-serie zou dus nog tot begin 2031 updates krijgen, en daarmee waarschijnlijk Android 21.

De S24-serie is weer duurder dan de voorgangers maar laat ook nauwelijks iets te wensen over: meer dan genoeg snelheid, een van de beste schermen, een veelzijdige camera en uitgebreide softwaremogelijkheden. Heb je de vorige serie, dan zijn de verschillen klein, maar wie het budget eraan wil spenderen haalt hiermee een beter toestel in huis. De lange software-ondersteuning relativeert de prijs enigszins.

- ▲ uitstekend scherm
- ▲ lange softwareondersteuning
- ▼ prijzig

display
dynamic amoled, 1-120 Hz, 2400 nits
software
Android 14, One UI 6.1, Galaxy AI
aansluiting
USB-C 3.2, OTG, DP
vanaf € 900 (S24, 128 GB)



GitVote

Als je software ontwikkelt in een team, zijn er vroeg of laat verschillende meningen. De GitVote-app helpt teams om beslissingen te maken.

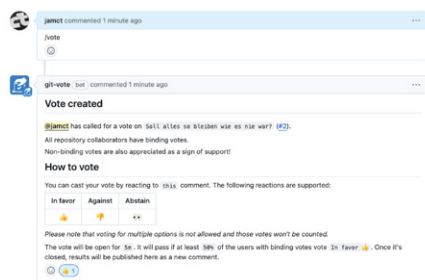
Jan Mahn

Moet een functie direct worden geïmplementeerd of uitgesteld? Hoe moet hij heten? In veel teams gaat het er vaak democratisch aan toe. In GitHub vergemakkelijkt GitVote het stemproces.

GitVote is van CNCF, een dochteronderneming van de Linux Foundation. Het is een GitHub-app die gekoppeld kan worden aan een of meer repository's. Installatie is heel eenvoudig: onder github.com/apps/git-vote staat een installatieknop. Als geregistreerde GitHub-gebruiker kun je de repository's selecteren waarin je de app wilt gebruiken. Daar heb je een bestand genaamd `.gitvote.yml` nodig om zaken te configureren, zoals wanneer er een meerderheid wordt bereikt, wie er mag stemmen en hoe lang een verkiezing duurt. Met de kant-en-klare GitHub-app wordt informatie verwerkt op CNCF-servers. Als je dit niet wilt, kun je GitVote ook zelf hosten.

Je start een stemming door `/vote` in de beschrijvingstekst te plaatsen. Stemmers kunnen stemmen met een emoji. Zodra de ingestelde tijd is verstreken, rapporteert GitVote de uitslag van de stemming. De app kan op verzoek ook tussentijdse resultaten berekenen. Je kunt ook stemmen via pull requests met het commando `/vote`.

- ▲ eenvoudig in gebruik
- ▲ vereenvoudigt team-beslissingen
- ▼ stuurt info naar CNCF-servers



producent, URL
CNCF, github.com/cncf/gitvote
licentie
Apache License 2.0
gratis



Zint

De opensourcetool Zint kan 145 verschillende QR- en barcodes offline genereren – handig via een GUI of de opdrachtregel.

Wilhelm Drehling

Met Zint maak je offline codes zonder dat je informatie ergens op het internet terecht komt. De software kun je via een grafische interface of de opdrachtregel gebruiken op Windows, macOS en Linux (zie de link). Windows Defender herkent de software niet, maar je kunt het met een gerust hart uitvoeren. Zint genereert geen inkomsten en wil Microsoft daarom geen 664 dollar per jaar betalen voor de digitale handtekening.

In de interface kun je de gewenste code selecteren onder 'Symbology'. Voer de gewenste inhoud bij 'Data to encode' in en boven in het venster wordt de code direct aangemaakt. Voor URL's moet je de regel met 'https://' laten beginnen. Verdere instellingen vind je in de tabbladen bij 'Symbology'.

Onder Linux en macOS is de opdrachtregel de snelste manier om codes te maken. Afhankelijk van het beoogde gebruik kun je de commando's ook in scripts gebruiken die automatisch codes genereren. Zo genereert het commando `zint -b 58 -o code.svg -d "Hallo c't-lezers"` een QR code. Het getal achter `-b` staat voor het type code, `-o` voor de naam van het bestand en `-d` voor de te coderen inhoud. Gedetailleerde documentatie en een tabel met alle codes vind je via de link.

- ▲ offline gebruik
- ▲ tekst en links mogelijk
- ▼ logo integratie niet mogelijk

systeemeisen
Linux, macOS,
Windows
gratis



www.ct.nl/softlink/2405024

Elvish

De Elvish-shell houdt zich niet aan de traditionele standaarden. Dit betekent dat je mooier kunt scripten, maar je verliest wel compatibiliteit.

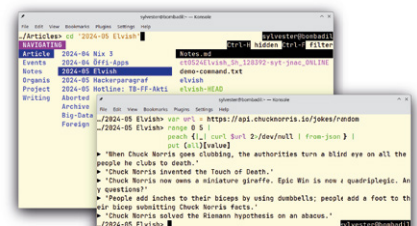
Sylvester Tremmel

Elvish houdt zich niet aan de POSIX-standaard, maar biedt wel een zeer moderne scriptomgeving. De pluspunten hiervan zijn onder andere getypte waarden, functies als 'first-class members' die in variabelen kunnen worden doorgegeven, en vooral pipelines, die zowel klassieke binaire gegevens als dezelfde getypte waarden transporteren.

Door tekenreeksen, getallen, etc. door zo'n pipeline te sturen als individuele, logisch gescheiden waarden, vermijdt Elvish het typische shell-eigen en foutgevoelige gepruts met spaties, regelafbrekingen, null-bytes, enzovoort. Desondanks doet de syntaxis denken aan conventionele shell-scripts, zodat je je er snel thuis voelt.

Naast een uitgebreide standaardbibliotheek biedt Elvish veel interessante functies voor het dagelijkse werk met de shell, zoals een pakketbeheerder en een ingebouwde bestandsbrowser. Elvish is nog in een vrij vroeg stadium van ontwikkeling. Het is raadzaam om de zeer goede documentatie zorgvuldig te lezen. Als je gewend bent aan de commandoregel zou je geen grote problemen moeten tegenkomen. Elvish is echter niet voor shell-nieuwkomers.

- ▲ moderne scriptomgeving
- ▲ geen historische ballast
- ▶ niet conform de POSIX-standaard



systeemeisen
Linux, macOS, BSD, Windows
gratis

Foscam T5EP, 3K QHD POE buiten beveiligingscamera



Spotlight



Weerbestendig ontwerp
voor buitengebruik



Mens/voertuig
detectie



Ondersteuning Amazon
Alexa en Google Home



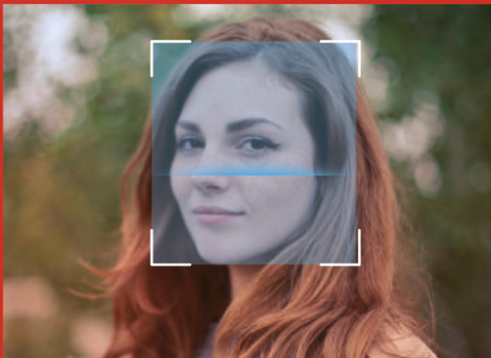
Tweeweg audio
voor communicatie



Nachtzicht



Voordelen Foscam:



Slimme detectie



Hoge kwaliteit



Gratis Foscam app

Foscam familie

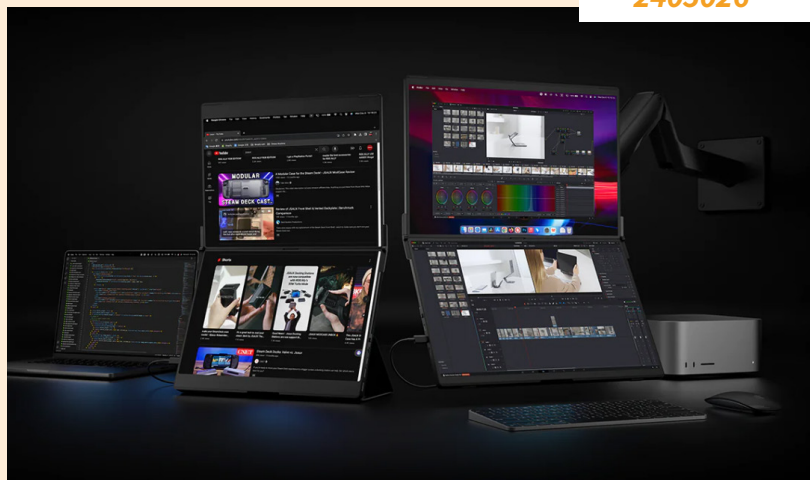




BIJKLAPSCHEM

▷ kck.st/3vZuFq4 • vanaf € 350

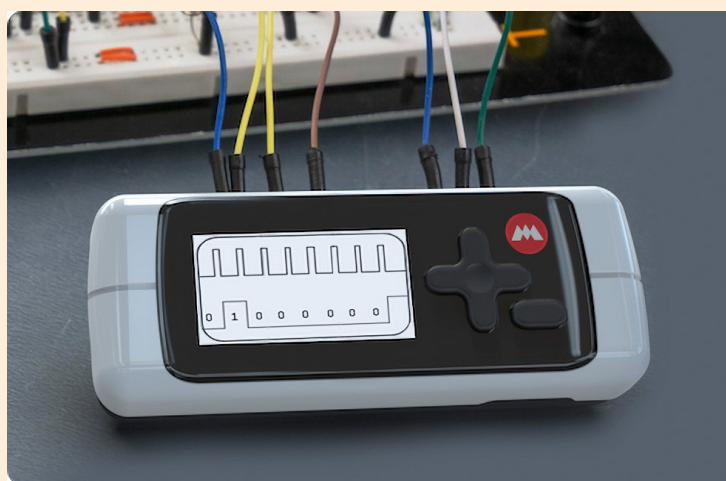
De FlipGo is een draagbaar dualscreen (13,5 of 16 inch met of zonder touchscreen) dat je aansluit via USB-C en opvouwt om makkelijk mee te nemen. Hij biedt een ingebouwde hub, waarbij je USB type A-poorten, USB-C poorten en een mini-HDMI poort krijgt. De versie van 13,5 inch heeft een resolutie van 2256 bij 1504 pixels (3:2 beeldverhouding), de grotere variant biedt 2560 bij 1600 pixels (16:10 beeldverhouding). Verdere verschillen zijn 400 vs 500 nits, 1500:1 vs 1200:1 contrastverhouding en 1,1 vs 1,6 kilo. Beide formaten IPS-dualscreens bieden een refreshrate van 60 Hz en voldoen 100 procent aan de sRGB-kleurenrange. Met een magnetische VESA-adaptor (apart verkrijgbaar) wissel je snel van verticale naar horizontale stand. De FlipGo is compatibel met Windows, macOS en Linux.



www.ct.nl/softlink/2405026

TECHMULTITOOL

▷ kck.st/4940IXZ • vanaf € 110



Je hebt vast wel wat gehoord en gelezen over de Flipper Zero, de krachtige hacking-gadget voor hack- en pentesting en meer. Deze M1 wordt ook aangeprezen als een multitool voor techliefhebbers en hackers. Het kleine doosje bevat een ARM Cortex M33, een lcd van 1,5 inch, vijfpuntsdruktoets en aparte exit-toets, IR-ontvanger, GPIO-pinnen, nfc- en rfid-lezer, microSD-slot (maximaal 256 GB), wifi (2,4GHz, 802.11 b/g/n), bluetooth, sub-1GHz-antenne en USB-C poort. De firmware is opensource en de software werkt met macOS, Linux en Windows (Arduino, PlatformIO). De M1 kan bijvoorbeeld een USB slave-apparaat nabootsen, zoals een USB Rubber Ducky, of infrafood-afstandsbedieningen en/of nfc-kaartgegevens kopiëren. De gebruikersinterface is gebruiksvriendelijk zodat zowel beginners als experts ermee uit de voeten kunnen en zonder veel moeite complexe commando-reeksen kunnen instellen. Met de GPIO-pinnen kun je hem uitbreiden met bijvoorbeeld sensors en andere modules.

(AUTOMAGISCHE) MOBIELE BACKUP

▷ kck.st/49xHB4L • vanaf € 50

De PhotoCube PD+ is een slimme, compacte, veilige en makkelijke manier om je belangrijke data op je smartphone en tablet veilig te stellen. Het is simpel gezegd een slimme usb-stick (USB 3.2 Gen 1, 5 Gbit/s). Je plukt het kleine blokje voorzien van een microSD-kaart (max 2 TB groot) in de USB-C poort van je apparaat en de back-up kan beginnen. En dat is niet alles: hij laadt ook meteen je apparaat op, dus je hebt altijd een kleine powerbank bij de hand. Als je hem tussen je adapter en kabel stopt (hij is ontworpen om de andere usb-poorten niet te blokkeren), is het een set-it-and-forget-it back-up, en zo werkt hij ook met je oudere smartphone zonder USB-C, bijvoorbeeld via een Lightning naar USB-C kabel. Hij ondersteunt maximaal 60 W PD. Al met al een handige offline back-up die braaf verdergaat waar je de vorige keer gebleven was.





COPILOOT

▷ Android / iOS
(gratis)

Microsoft Copilot voor iOS- en Android-apparaten verpakt de vertrouwde Bing-chat van de webbrowser in een app. De interface is overzichtelijk en gebruiksvriendelijk. Gesprekken met ChatGPT werken ook zonder account en registratie, maar zijn dan beperkt tot vijf vragen en antwoorden per onderwerp (thread) per dag. Met een gratis Microsoft-account wordt je limiet uitgebreid tot 30. Chatgeschiedenissen worden momenteel niet opgeslagen, maar individuele antwoorden kunnen naar het klembord worden gekopieerd.

Naast de standaard GPT-3.5 kan GPT-4 ook worden geselecteerd: dit schuifje krijg je meteen voor je neus als je de app opent. Deze instelling wordt echter niet opgeslagen; je moet het schuifje elke keer opnieuw omzetten als je de app opstart. Naast tekstchats kun je met de Designer afbeeldingen maken en zitten een vakantieplanner, kook-assistent en fitnessstrainer als direct te kiezen opties in het menu. Al met al een handige broekzakformaat uitvoering van Microsoft Copilot.

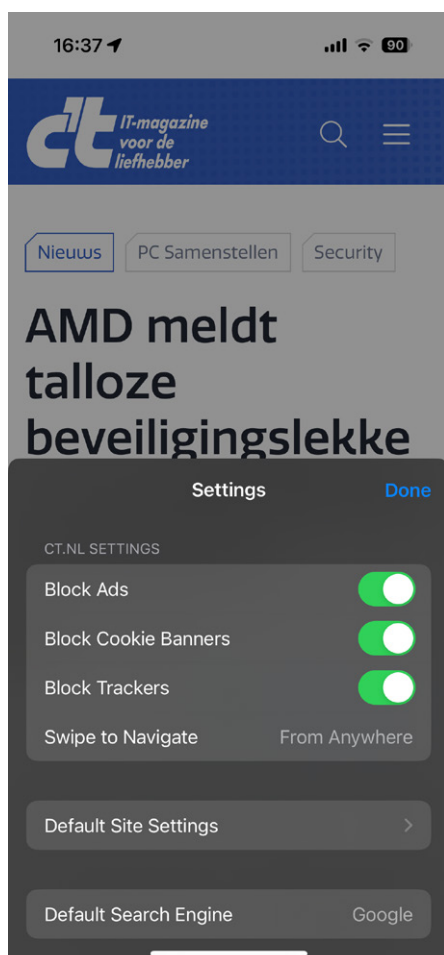


PRAATHULP

▷ Android / iOS
(gratis)

Een van de mooie bijkomstigheden van alle moderne technieken, is het gebruik ervan voor als je (tijdelijk) niet in staat bent te communiceren zoals je gewend bent. Met **Tekst naar spraak – Talkie** krijg je (onder andere) dat wat de appnaam al aangeeft: je tikt tekst in, die dan vervolgens door een dames of herenstem wordt uitgesproken. Als alternatief kan de getikte tekst ook schermvullend of als lichtkrant worden weergegeven. Ook zit er spraakherkenning ingebouwd, voor als je gehoor (tijdelijk) minder werkt. De app is bewust zo eenvoudig mogelijk gehouden.

Voor termen en zinnen die je vaker gebruikt, kun je gekleurde tegels aanmaken (eventueel gesorteerd in submappen), die je alleen nog maar hoeft aan te tikken in het soundboard-onderdeel, of naar keuze direct in het beginscherm kan worden gezet als een snelkoppeling. Wel is het aantal aan te maken tegels met een gratis account beperkt tot 8 stuks, en het maximum aantal mappen ligt op 1. Met de Pro-versie krijg je een onbeperkt aantal tegels en mappen, en stemmen die natuurlijker klinken.

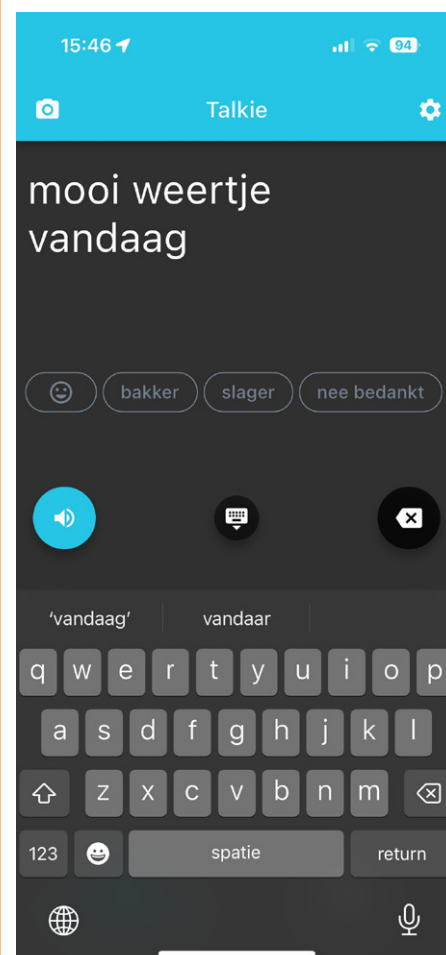


SNELSURFEND

▷ iOS (gratis)

Voor macOS is de Arc-browser al een tijdje beschikbaar, Windows staat op de planning als platform. Deze snelle browser is nu ook onder iOS bruikbaar in zijn eerste vorm onder de naam **Arc Search**, en biedt meer dan alleen een snelle browser. Hij bevat een altijd actieve adblocker en automatisch archiverende tabs, die instelbaar tussen 1 en 30 dagen na gebruik in je archief worden geparkeerd om de boel overzichtelijk te houden. De optie Browser for me gebruikt AI om samenvattingen van sites te maken op basis van je zoekopdracht. Bij gebruik van deze optie wordt de inhoud van je zoekopdracht naar OpenAI geseind, net als de inhoud van de command bar.

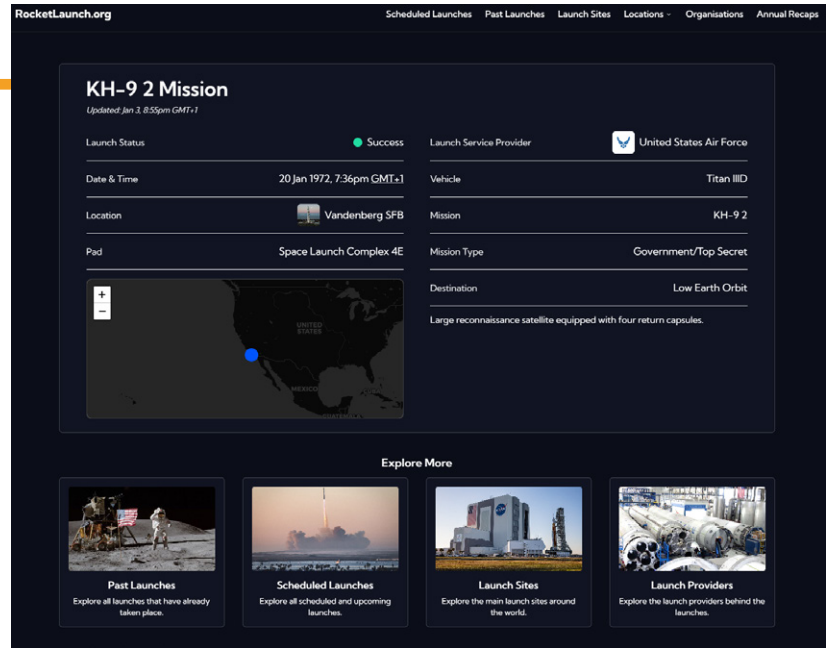
Per website zijn advertenties, cookiebanners en trackers te blokkeren. De selectie aan zoekmachines is ruim en bevat ook minder grote namen als Ecosia (plant bomen bij gebruik), Perplexity (AI-alternatief voor zoekmachines) en de advertentievrije (betaalde) Kagi met een focus op kwaliteit. Een reader-modus met zo min mogelijk afleiding mag ook niet ontbreken.



DE RUIMTELUCHT IN

▷ <https://rocketlaunch.org>

Regelmatig wordt er een metalen tube met raketmotor de ruimte in geschoten: via **rocketlaunch.org** kun je op een overzichtelijke manier zien wat er gepland staat en al is gelanceerd. Alle informatie is aanwezig: wanneer, vanaf welke locatie en welke lanceerpad, de soort raket, wie er lanceert en bij welke missie de lancering behoort. Een eventuele livestream staat er ook keurig bij. Toekomstige lanceringen zijn in je agenda te zetten, of je kunt een mail krijgen wanneer het (bijna) zover is. Van de eerdere lanceringen is gedetailleerde informatie in een te filteren overzicht beschikbaar. De historie gaat helemaal terug tot april 1957. Van elk jaar is ook een samenvattende terugblik te zien, met het aantal lanceringen, hoeveel mensen er de ruimte in zijn geschoten, tot bijzondere mijlpalen.



VEILIGHEID AFVINKEN

▷ <https://digital-defense.io>

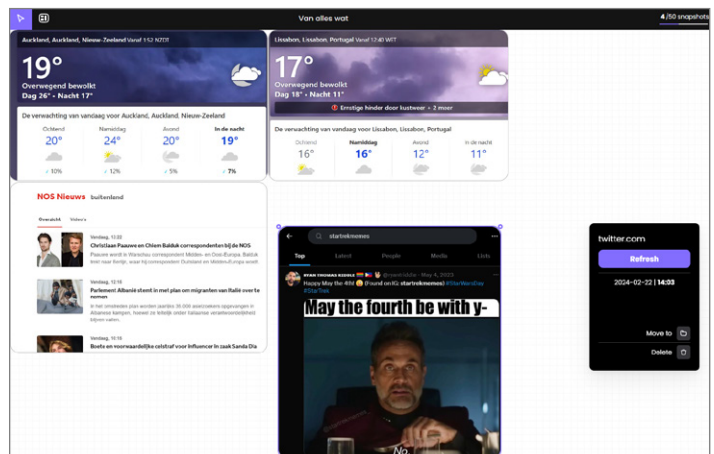
Om je digitale leven veilig(er) te houden en je privacy te waarborgen, moet je tegenwoordig door aardig wat hoepels springen. Met **digital-defense.io** heb je een grote hoeveelheid veiligheidstips op verschillende vlakken tot je beschikking: van e-mail tot sociale media, van netwerken tot je geldzaken. De aanbevelingen zijn geordend per onderdeel met een handige uitgebreide checklist, gerangschikt op of iets een aanrader is, optioneel of meer voor de gevorderde gebruiker. Het beginscherm fungeert ook als dashboard om in een oogopslag te zien hoe ver je bent met al je afschermdende maatregelen, en je stiekem ook te motiveren om zo veel mogelijk af te vinken. Overigens is een onderdeel ook te negeren met een toggle als het niet van toepassing is voor je. Slechts een zeer klein aantal van de aanbevolen maatregelen zijn niet voor Nederlanders of Belgen van toepassing. De site is zeker het doorheen klikken waard om inspiratie op te doen.



PRIVÉ OVERZICHT

▷ <https://kaptr.me>

Met de site **kaptr.me** maak je een persoonlijk dashboard met snapshots van websites of web-apps, die automatisch worden bijgewerkt. Het maakt daarbij niet uit of je wel of niet ingelogd moet zijn op de gesnapshottede sites of apps. Na het aanmaken van een account installeer je de Chrome-extensie en klik je op de knop om een snapshot te maken: voilà, je snapshot belandt op je dashboard. Denk aan een combinatie van je afspraken en dagelijkse taken, het weer en je aantal stappen, tot een collectie huizen waarop je oog is gevallen of een overzicht van al je crypto. Tot maximaal 50 snapshots kun je kwijt met het Pro-abonnement (Pro) dat 7 dagen gratis is te gebruiken. Daarna kost het je 100 dollar per jaar (50 snapshots, 3 boards), of een meer zakelijk gerichte Premium voor 100 snapshots en 10 boards wat je 490 dollar lichter maakt.



PACIFIC DRIVE

▷ Kepler Interactive / Ironwood Studios • vanaf € 30 • Windows, PS5

Bij een titel als **Pacific Drive** denk je waarschijnlijk aan een relaxed roadtripje langs de kust met een surfplank achterop je Volkswagen-busje, maar het is bijna compleet het tegenovergestelde. Het gaat om een survivalgame (beter omschreven: extraction looter), waarbij jij per abuis in een afgeschermd gebied belandt waar eind jaren veertig de Amerikaanse overheid heeft zitten spelen met nieuwe tech. En dat ging uiteraard niet zoals gepland. Rond 1955 kwamen de eerste verhalen van rare fenomenen en verdwijningen, waarna de bevolking werd geëvacueerd en er een muur om het gebied werd gezet. Dertig jaar lang werd er een beetje aange-modderd door de overheid met betrekking tot de rare fenomenen, en uiteindelijk kwam er een ruimere muur omheen en werd het gebied verlaten.

Eind jaren negentig beland jij per abuis binnen de muren van dit gebied. Meteen zie je allerlei vreemde fenomenen: gloeiende spleten in de weg, zwevende stenen, en nog meer onverklaarbare vervormingen van de realiteit. Bij toeval kom je in een oude schuur een afgetrapte stationwagon tegen: via de radio maak je contact met wetenschappers die zijn achtergebleven in het afgeschermd gebied.

Je wordt naar een garage van ene Oppy gestuurd, die met frisse tegenzin instemt om jou te helpen. Al snel leer je dat in het gebied onder andere zogenaamde remnants bestonden: objecten die behekst zijn, en mensen die ermee in aanraking komen raken erdoor geobsedeerd en worden uiteindelijk gek. De wetenschappers willen controleren of je stationwagen een remnant is en een



manier vinden om de link te verbreken waardoor jij de zone weer kunt verlaten. Binnen de zone kun je op je diverse trips niet zomaar weer terug naar je veilige garage: alleen door een exitportal te openen kun je weer meteen terug, maar vanaf het moment dat je een portal opent breekt wel op afstand de verdraaide-realiiteit-hel los en moet je dus maken dat je de strook licht van de portal haalt zonder je stationwagen en/of jezelf in de poeier te rijden.

Om je stationwagen weer op te lappen en beter te bewapenen tegen de verstoorde krachten, moet je onderweg allerlei objecten en fenomenen scannen en uiteraard de nodige ingrediënten verzamelen. Dit doe je onder andere met tools als een slijptol, breekijzer en speciale stofzuiger. Oh ja, vergeet ook zeker je handrem niet aan te trekken. Je verzamelt ook een drietal soorten energie, die samen met de ingrediënten allerlei blauwdrukken bieden voor betere onderdelen. Maar ook je garage uitbreiden met meer opslagruimte is een optie, of handigere tools voor het repareren of verzame-

len van ingrediënten. De game maakt het je standaard niet makkelijk: als een run mislukt, ben je al je verzamelde items kwijt. Bij een zeer lange run op 15 seconden na de veiligheid bereiken en alles kwijt zijn kan erg frustrerend zijn. Wel is via de instellingen het een en ander een tikkie minder frustrerend in te stellen.

Soms is het ook een beetje zoeken hoe alles werkt: we zagen geen achterklep in het bouwmenu, maar daarvoor moet je dus een deur gebruiken. Door je auto-onderdelen te scannen zie je ook welk gereedschap nodig is om de boel weer op te lappen.

De game heeft wel hier en daar last van (visuele) bugs, maar heeft een mooie eigen sci-fi sfeer, met bijzonder goed stemacteerwerk (met de nodige humor), een interessant verhaal en sfeervolle muziek die we graag uit de jukebox en radio lieten schallen.

De game vereist zeker wel gewenning (ook de mix van genres in één game), maar als je eenmaal de smaak te pakken hebt, knutsel, ontdek en rijd je graag de nodige tijd rond in je roestige stationwagen.

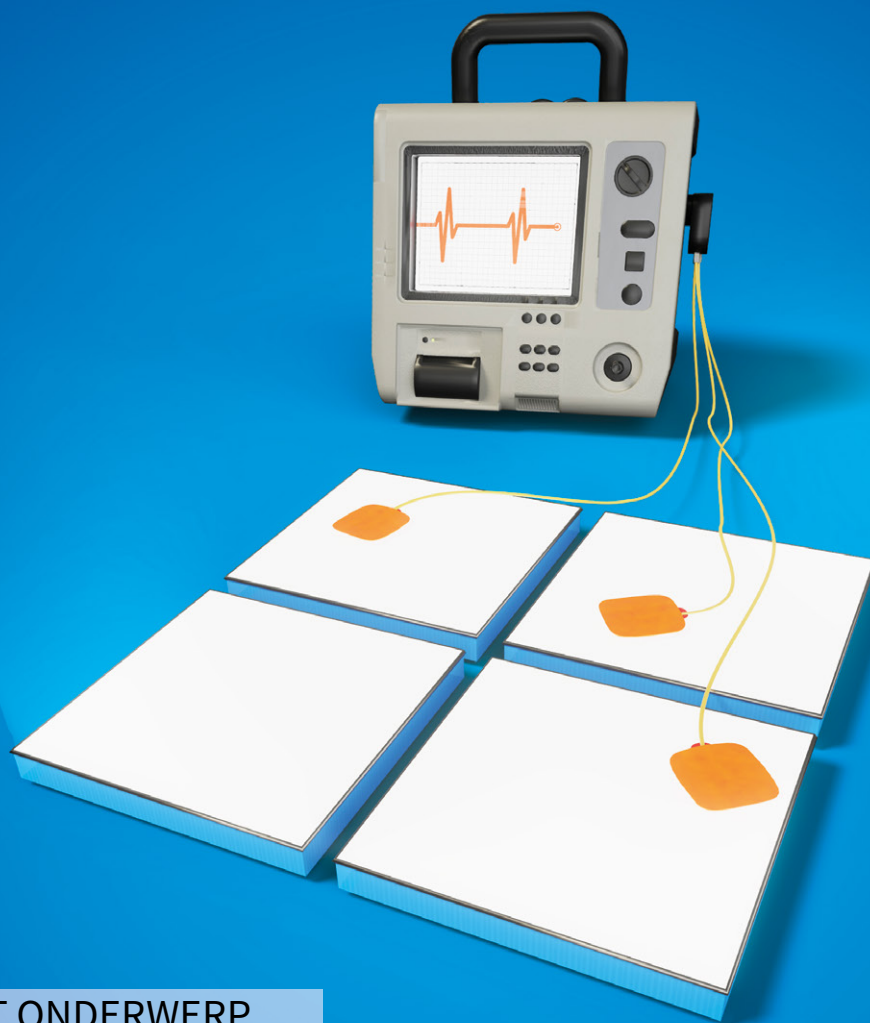


BOUW JE EIGEN NOODSYSTEEM

c't-rescue- Windows 2024

Onze kit voor een noodsysteem helpt je om Windows-installaties van buitenaf te controleren: hij start op vanaf een usb-stick. Je kunt hem gebruiken om malware op te sporen, ssd's te klonen, opstartproblemen op te lossen, wachtwoorden opnieuw in te stellen of andere Windows-gegevens te herstellen.

Stephan Bäcker, Peter Siering en Noud van Kruysbergen



ALLES OVER DIT ONDERWERP

- ▶ **Rescuesysteem bouwen** **30**
- ▷ Tips voor het bouwen 36
- ▷ Tools gebruiken 38
- ▷ Virussen opsporen 44

Het liefst zouden we je ons rescue-Windows als kant-en-klaar systeem leveren, maar het licentiebeleid van Microsoft staat dat in de weg. Maar maak je geen zorgen: zelfs met het bouwpakket kom je er snel – en we hebben dat dit jaar zelfs weer vereenvoudigd. In de volgende paragrafen wordt uitgelegd hoe je het moet gebruiken en aan welke eisen er moet worden voldaan. Aan het eind leer je ook hoe je jezelf kunt helpen als de bouw poging in eerste instantie niet lukt.

GETEST EN GOEDGEKEURD

Het basisprincipe is eenvoudig en al jaren beproefd. Ten eerste heb je het zipbestand `ctrescue2024.zip` nodig met het bouwsjabloon, dat je bij ons kunt downloaden. Anderzijds wil het bouwpakket een set installatiebestanden verwerken, oftewel de originele Windows-bestanden die gewoonlijk worden gebruikt om het besturingssysteem in te stellen (bronbestanden). Microsoft stelt die gratis ter beschikking om te downloaden in de vorm van evaluatieversies. We hebben alle nodige links verzameld bij www.ct.nl/ct-rescuewin.

We raden je sterk aan de ISO-bestanden van de door Microsoft verstrekte evaluatieversies te downloaden. We hebben c't-rescue-Windows voornamelijk getest met Windows 11 22H2. Globale tests met Windows 10 2004 en Windows 11 23H2 verliepen goed, maar garanderen kunnen we dat niet. Een eventueel lokaal beschikbare installatie-dvd of een ISO-bestand gemaakt met de Media Creation Tool is vaak niet geschikt als bron omdat die de benodigde bestanden bewaren in een bestandscontainer die het bouwpakket niet kan verwerken.

Om het bouwpakket te kunnen gebruiken, heb je een pc nodig met een versie van Windows die nog door Microsoft bijgewerkt wordt. Dat kan Windows 10 of 11 zijn – beide zijn even geschikt. We raden ten eerste een pc met een 64-bit Windows-installatie aan. Op een 32-bit computer is het werkgeheugen vaak niet voldoende voor een succesvolle build, tenminste niet bij de eerste poging. Bij onze test-pc's hielp een herstart meestal en werkte het bij een tweede of derde poging alsnog.

Voor het downloaden van de bestanden en als werkruimte moet er ongeveer 20 GB aan opslagruimte beschikbaar zijn voordat je begint. Het werkt het snelst als je dat op een ssd doet. 8 GB RAM is voldoende voor het bouwen. De usb-stick waarop het uiteindelijke rescuesysteem terecht moet komen, moet minstens 8 GB ruimte hebben. Je doet jezelf een plezier door een usb-stick van een gerenommeerde fabrikant van flashgeheugen te gebruiken – varianten uit de grabbelbakken bij de bouwmarkten kosten alleen maar tijd en zenuwen.

Je moet het bouwpakket uitpakken in een map die zich het best in de hoofdmap van een station bevindt, bijvoorbeeld `C:\ctrescue`. Een map op het bureaublad is een gevaarlijke keuze omdat een daar geplaatste map `ctrescue` uiteindelijk in bijvoorbeeld `C:\Users\naam\Desktop\ctrescue` terechtkomt en de

scripts van het bouwpakket zullen dan met allerlei koppeltekens, spaties en wellicht andere speciale tekens moeten werken. De kans dat dit misloopt is eenvoudig te vermijden.

Je moet je virusbeschermingssoftware duidelijk maken dat de betreffende map niet beschermd hoeft te worden en soms ook aangeven dat het programma `rufus.exe` vertrouwd mag worden. Daarmee wordt aan het eind de usb-stick beschreven. Hiervoor is een uitzondering voor het proces met de naam `rufus.exe` voldoende, want het programma wordt pas tijdens het bouwen uitgepakt. Het bouwpakket vraagt voor Windows Defender zelf of er een uitzondering voor de map moet worden ingesteld als dat nog niet gedaan is en doet dat dan voor je.

Als je het rescuesysteem gebouwd hebt, moet je de uitzonderingen weer verwijderen. Bij Defender doe je dat via 'Instellingen / Privacy en beveiliging / Windows-beveiliging', klik dan op 'Virus en bedreigingsbeveiliging' en ga onderaan naar 'Instellingen beheren'. Scroll naar beneden naar 'Uitsluitingen' en klik op 'Uitsluitingen toevoegen of verwijderen'.

Dat is allemaal nodig omdat de programma's die het bouwpakket zelf gebruikt en sommige van de programma's die het verwerkt een bedreiging vormen volgens beveiligingssoftware. Dankzij de uitzonderingsregels bemoeien Defender en zijn soortgenoten zich er niet meer mee. We hebben echter wel gemerkt dat niet alle beveiligingssoftware zich aan de ingestelde uitzonderingen houdt. Soms helpt het alleen om ze even helemaal uit te schakelen.

Om het bouwpakket te kunnen gebruiken, heb je een pc nodig met een versie van Windows die nog door Microsoft bijgewerkt wordt

Eerste fase: voorbereiding van de bouw

1. Lees het artikel in zijn geheel om de vereisten te kennen en voorbereid te zijn op eventuele problemen.
2. Download een ISO-bestand met een 64-bit evaluatieversie van Windows 10 of 11 (tussen 3 en 5 GB). Bij de link op de laatste pagina staan directe downloadlinks.
3. Maak een map aan waarin het bouwproces moet plaatsvinden, bijvoorbeeld `C:\ctrescue`. Gebruik alleen letters in die naam en vermijd lange, geneste paden.
4. Definieer een uitzondering voor die map in je virusscanner. Voor Windows Defender kan het bouwpakket dat helemaal zelf doen.
5. Download het ziparchief met het bouwpakket via de link in die map.
6. Pak dan het ziparchief pas uit in die map.
7. Dubbelklik op het ISO-bestand om het te koppelen als een virtueel station. Het krijgt een letter, zoals F:.

Tweede fase: alle tools klaarzetten

1. Start in de eerder aangemaakte map, bijvoorbeeld C:\ctrescue, het programma PEBakeryLauncher.exe.
2. Op een nieuw geïnstalleerde pc kunnen de benodigde Visual C++-bibliotheken nog ontbreken. PEBakery houdt er dan mee op met de melding dat zlibwapi.dll ontbreekt. De installatiebestanden voor de betreffende bibliotheken staan bij de link op de laatste pagina.
3. Windows geeft een waarschuwing dat het programma gedownload is, vraagt om administratorrechten en start het.
4. De eerste keer dat het gebruikt wordt, controleert PEBakery-Launcher.exe of er een geschikte Windows Desktop Runtime beschikbaar is. Als die ontbreekt, opent het een browservenster om die te downloaden. Installeer de Runtime en start PEBakery-Launcher.exe dan opnieuw.

Als de map C:\ctrescue aangemaakt is, het ctrescue2023.zip-archief daar uitgepakt is en de uitzonderingsregels voor de beveiligingssoftware ingesteld zijn, moet je de Windows-bronbestanden nog beschikbaar maken. Dubbelklik op het gedownloade ISO-bestand van de evaluatieversie, waarna Windows dat zal koppelen als een nieuw virtueel station. Als ISO-bestanden door andere software geopend worden, voldoet een rechter muisklik op het bestand en Koppelen kiezen.

AAN DE SLAG

In de map C:\ctrescue staat het bestand PEBakery-Launcher.exe. Start het door erop te dubbelklikken. De gebruikersaccountcontrole (UAC) zal vragen of je het programma wilt starten – het vereist administratorrechten, dus ga akkoord met het UAC-verzoek als je een gewoon Windows-account

hebt. Na een korte pauze verschijnt de interface van PEBakery. Dat zet de bouwplannen om in acties.

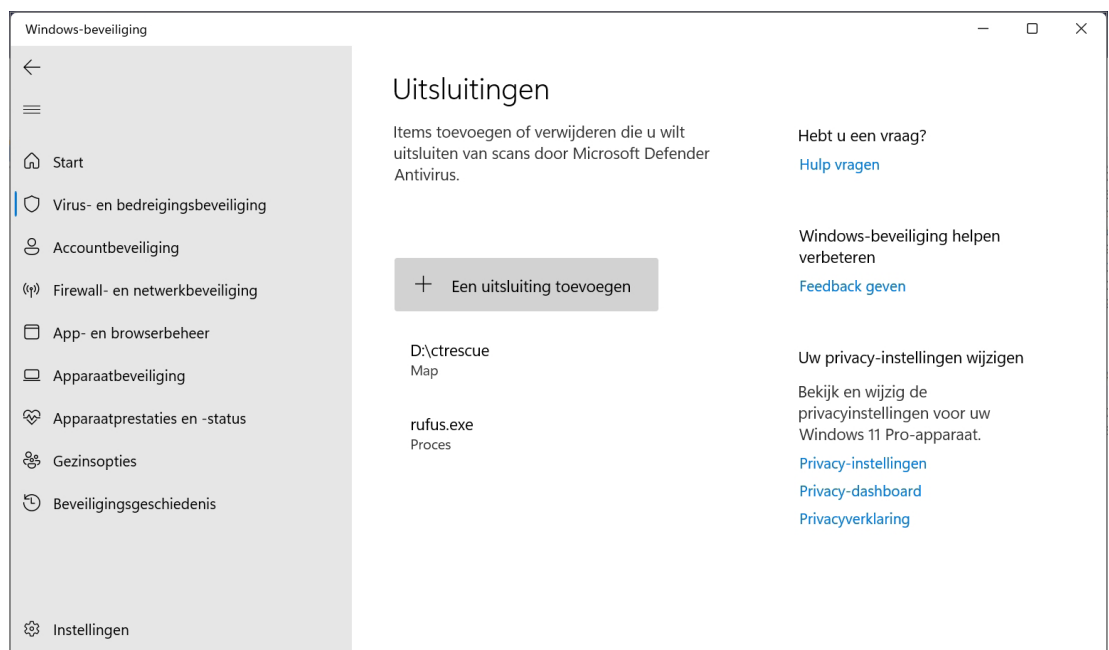
PEBakeryLauncher kan eerst melden dat de .NET Desktop Runtime geïnstalleerd moet worden. Als dat nodig is, opent automatisch de juiste webpagina en wordt het installatiebestand gedownload. Voer dat vervolgens eerst uit, want zonder dat werkt het niet. Op een nieuw geïnstalleerde pc kunnen ook de Visual C++-bibliotheken ontbreken (PEBakery zal dan niet werken door een ontbrekende zlibwapi.dll). Je kunt het installatiepakket voor de Visual C++-bibliotheken ook vinden bij de link op de laatste pagina.

Op de welkomspagina van PEBakery wordt je gevraagd het pad van de Windows bronbestanden op te geven. Dat kan een station of een map zijn waar de originele bestanden van de Windows-gegevensdrager te vinden zijn, oftewel de inhoud van het gedownloade ISO-bestand en niet het ISO-bestand zelf. Als het geselecteerde pad verschijnt in het veld achter Source, zijn de bestanden geschikt voor het bouwpakket. Ongeschikt of beschadigd bronmateriaal wordt na het selecteren van het station door de scripts herkend en gerapporteerd.

Wanneer PEBakery tevreden is met de geselecteerde bronbestanden, druk dan op de grote knop Build op de groene bovenbalk van PEBakery om het eigenlijke buildproces te starten. Hoe lang het bouwen duurt, hangt af van je pc en de snelheid van je internetverbinding. Het bouwpakket moet allerlei bestanden downloaden en verwerken. Een moderne pc met een ssd en een 100 Mbit/s internetverbinding zal het rescuesysteem in minder dan tien minuten in elkaar zetten – zolang alle bronnen toegankelijk zijn tenminste.

Een succesvolle build is op een usb-stick te zetten met de knop 'Write usb-stick with Rufus'. Het programma Rufus maakt opstartbare usb-datadragers. Om ervoor te zorgen dat Rufus die stick kan zien,

Je moet antivirus- en andere beveiligingssoftware in toom houden zodat die het bouwproces niet verstoort en bestanden weghaalt – programma's die een nuttige aanvulling zijn voor een rescuesysteem kunnen in een andere context een gevaar vormen.



moet je hem inpluggen voordat je op die knop drukt. Na het opstarten van Rufus zorg je ervoor dat de juiste stick als doel geselecteerd wordt. Laat de andere velden zoals ze zijn – alles is vooraf al goed ingesteld.

Wanneer Rufus de voortgangsbalk volledig groen laat zien en KLAAR zegt, heeft het programma je usb-stick voltooid. Je kunt hem dan bijvoorbeeld via het contextmenu uitwerpen en proberen er een pc van op te starten.

Verdere instructies voor het gebruik van de tools op de stick staan in de volgende artikelen. Een waarschuwing op dit punt: veel van de tools zijn niet zonder risico. Je moet ze op een productie-pc doordacht gebruiken.

OMWEGEN

Aangezien het bouwpakket een aantal programma's downloadt, kan niet worden uitgesloten dat de build niet bij de eerste poging slaagt omdat een server niet actief is. In dat geval heeft de ervaring geleerd dat het voldoende is om een paar minuten te wachten en opnieuw te proberen. Alles wat PEBakery dan al met succes gedownload heeft, wordt dan direct weer gebruikt, zodat je sneller op het punt komt waar het mislukte.

Dat kan wel irritant zijn omdat er dan weer een aanzienlijk aantal stappen moet worden uitgevoerd. Je kunt dat verkorten door bij PEBakery het betreffende script op te zoeken in de boom links, waarschijnlijk onder Applications, en het te openen door te klikken op de naam in het rechter venstergedeelte. Daar vind je een kleine knop direct onder de groene balk van PEBakery om het script zelfstandig uit te voeren (Run Script). Probeer dat totdat het script eenmaal succesvol doorgelopen is.

Je kunt herkennen dat het gelukt is aan het feit dat de knop Logs op de groene PEBakery-balk niet oranje is, maar wit. Wat er fout gaat wordt onthuld door op de oranje knop te klikken. Selecteer dan het Build Log-tabblad. Als een bestand wel gedownload is, maar niet correct verwerkt, moet je de inhoud van het bestand bekijken. Je vindt dat meestal in C:\ct-rescue\Workbench\Programs\

Soms staat als inhoud in het bestand uitgebreide foutmeldingen van de webserver die eigenlijk het programma of een installatiebestand ervoor zou moeten leveren. Ondanks de extensie kun je het bestand openen met Kladblok of Notepad++, bijvoorbeeld door het te slepen naar een geopend venster. Als het een foutmelding bevat, zou je die dan moeten kunnen lezen.

In de meeste gevallen volstaat het echter een dergelijk 'programmarestant' op te ruimen door het te verwijderen met behulp van de meestal aanwezige knop met een prullenbak. De verwerkingsscripts kunnen het niet onderscheiden van het bestand dat eigenlijk verwacht wordt. Ze proberen het toch te verwerken, maar dat mislukt dan en vervolgens wordt het bouwproces afgebroken. Wanneer je het script opnieuw start, moet het juiste bestand van de server komen en moet alles gaan zoals gepland.

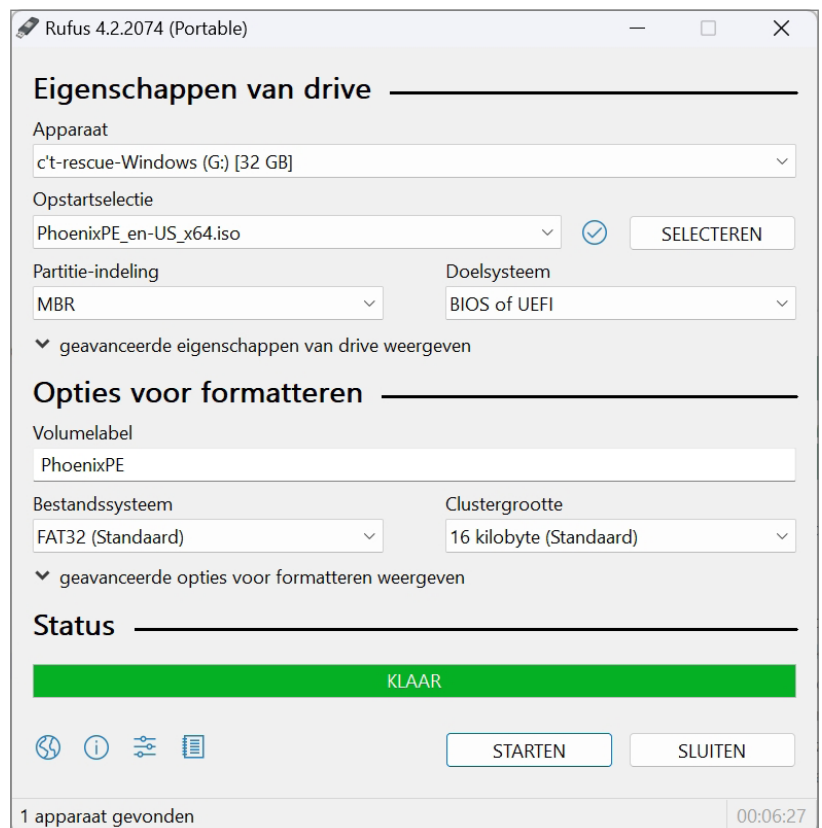
Als een component helemaal niet beschikbaar is, kun je het betreffende script voor het runnen van de build deactiveren. Verwijder daartoe het vinkje voor zijn naam in de linkerhelft van het venster. Bij programma's van de sectie Applications kan dat veilig gebeuren. Bij andere secties valt te verwachten dat er dan geen opstartbaar rescuesysteem ontstaat.

HAPPY END

In dit artikel noemen we eventuele problemen die zich met goede redenen tijdens de build kunnen voordoen. Na verscheidene jaren actieve support voor het project kunnen we echter ook zeggen dat de meeste problemen ontstaan omdat onze aanwijzingen niet opgevolgd worden – maar we weten natuurlijk ook dat die nooit perfect zijn.

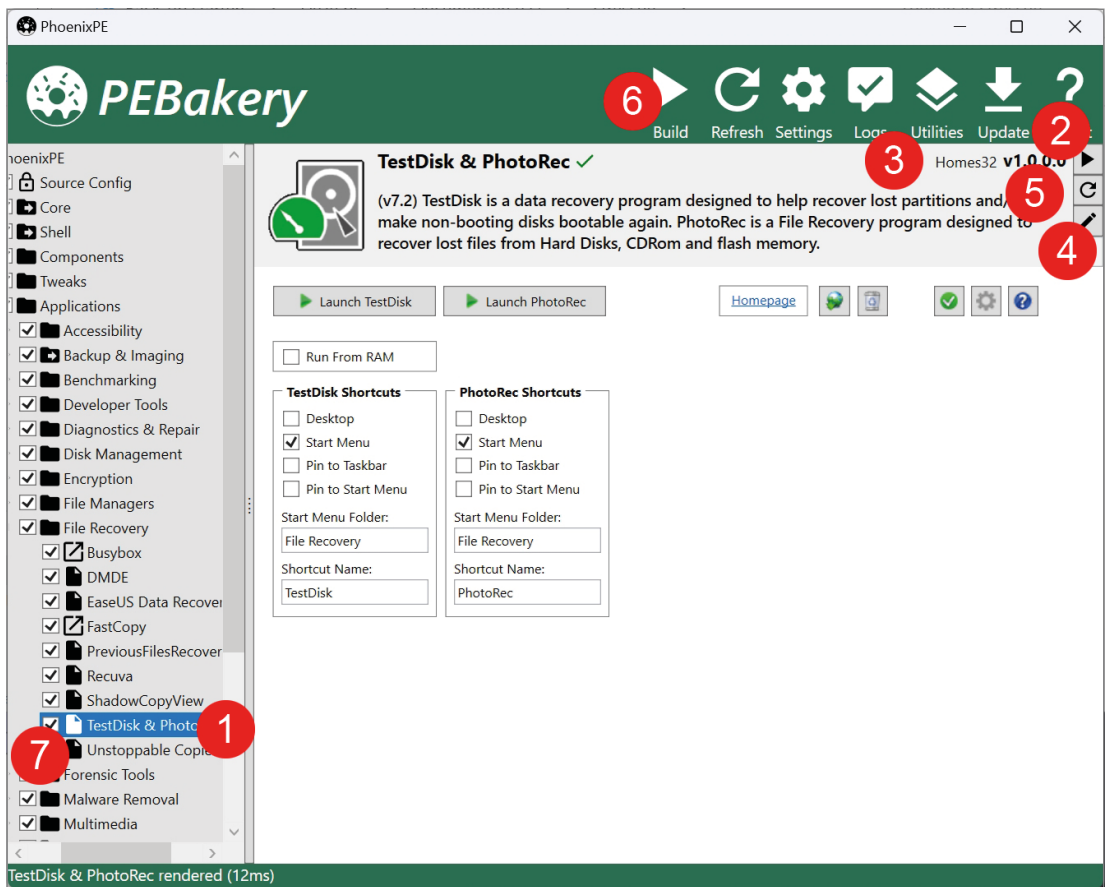
Het bouwpakket controleert veel standaardsituaties en waarschuwt je dan voordat het begint, bijvoorbeeld als er antivirussoftware actief is of als de configuratie-instellingen van Windows in de weg zitten en de build belemmeren. De nieuwe versie slaat de build-logs op in een sterk gecomprimeerd formaat in de logs-map (bijvoorbeeld in C:\ctrescue\Loggs).

Als een component niet beschikbaar is, kun je het betreffende script voor het runnen van de build deactiveren



Na een succesvolle build sluit je een usb-stick aan en start je Rufus – dat is kant-en-klaar geconfigureerd, maar zorg ervoor dat de juiste schijf geselecteerd is.

Wat te doen als downloads mislukken: ga naar de pagina voor het betreffende script links in de projectboom door op het item te klikken – hier TestDisk & PhotoRec (1). Laat het script lopen (2). Controleer het logboek om te zien of de download succesvol was (3) of controleer de map voor het programma in C:\ctrescue\Workbench\PhoenixPE\Programs\TestDisk. Als het versienummer veranderd is, kun je het potloodpictogram (4) gebruiken om het versienummer of de url in het script in een tekstverwerker te wijzigen. Voordat je het script opnieuw start (2), moet PEBakery het script opnieuw lezen (5). Indien succesvol, start je het hele project opnieuw op (6). Als het nog steeds niet werkt, kun je het script uitsluiten van de build (7).



www.ct.nl/
ctrescuewin

Het voltooide rescuesysteem staat als een ISO-bestand in de map Output. Als je dat bestand in een virtuele machine koppelt als een dvd-station, kun je het systeem verkennen. Dat onderscheidt zich op detail echter enigszins dan wanneer wordt gewerkt vanaf

een niet-beschrijfbaar medium. Voor praktisch gebruik moet je het rescuesysteem van een usb-stick opstarten, vooral omdat je daar ook bestanden naartoe kunt kopiëren. Laat het ons vooral weten als het rescuesysteem je heeft kunnen helpen. **ct**

Derde fase: start bouwproces

1. Drie stappen volstaan om het rescuesysteem te bouwen. De gebruikers-interface in de rechterhelft van het PEBakery-venster helpt je daarbij. Selecteer daarbij om te beginnen de schijf met het gekoppelde ISO-bestand uit de laatste stap van de eerste fase.
2. Start de build met de knop bovenin. Na een succesvolle build toont PEBakery kort een succesbericht en kun je Rufus starten. Voordat je dat doet, moet je de usb-stick erin stoppen.
3. Let op: zodra je op deze startknop voor Rufus drukt, verwijdert het programma alle bestanden op de usb-stick. Zorg er dus voor dat de juiste schijf is geselecteerd met de usb-stick en dat daar geen belangrijke gegevens meer op staan.



Drie stappen die je via de welkomstpagina kunt starten zijn alles wat nodig is om het bouwproces te starten en het resultaat op een usb-stick te zetten.

GIGABYTE™

nVIDIA®

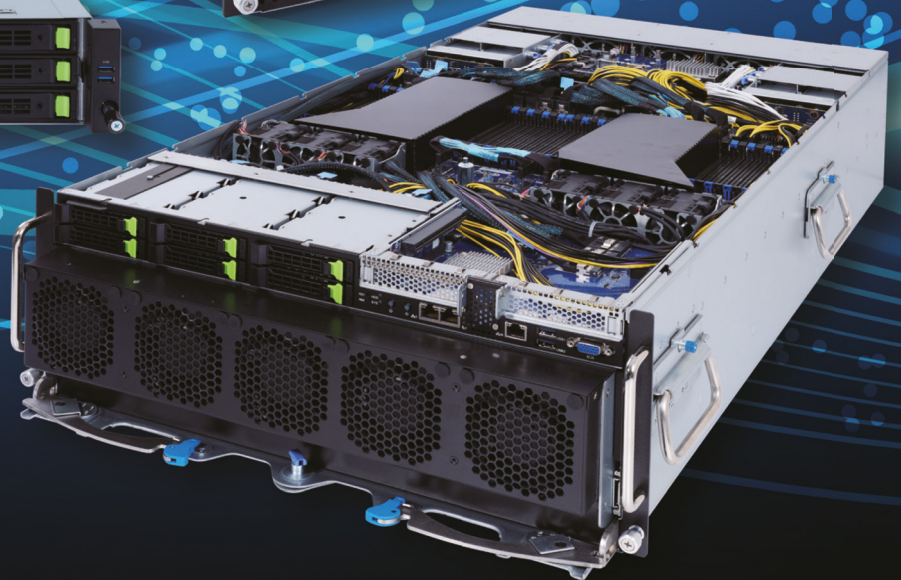
Designed for
All-Purpose Usage



Highest GPU
Density



DLC & Immersion
Cooling Ready



GIGABYTE NVIDIA GPU Servers

The Market's Largest Selection!



Discover Full Product Range
gigabyte.com/Enterprise

Andere functies van c't-rescue-Windows

Ons bouwpakket is gebaseerd op PhoenixPE, dat vrij beschikbaar is op GitHub. We vullen dat aan, maar vereenvoudigen het ook door enkele opties te verbergen zodat je eenvoudig een noodstelsel kunt maken. Als je er meer uit wilt halen of wilt experimenteren, zal dit artikel je helpen.

Peter Siering en Noud van Kruysbergen

De meest gestelde vraag over het rescuestelsel betreft waarschijnlijk niet-herkende apparaten. Als een touchpad, touchscreen of zelfs toetsenbord niet kunnen worden gebruikt na het opstarten vanaf de usb-stick, dan ontbreken de geschikte stuurprogramma's. Na een succesvolle build kun je die in een paar eenvoudige stappen exporteren naar de build-pc en permanent integreren in het rescuestelsel. Een speciaal script helpt daarbij – waarover dadelijk meer.

Een opmerking vooraf: de afzonderlijke stuurprogramma's kunnen vaak makkelijk worden geactiveerd terwijl het rescuestelsel draait – zie het volgende artikel.

Andere aanpassingsverzoeken die we steeds weer krijgen, hebben betrekking op aanvullende programma's. Het kan daarbij helpen om functies van PhoenixPE te reactiveren die we bij het maken van het rescuestelsel verborgen hebben.

STUURPROGRAMMA'S TOEVOEGEN

De stappen in het bouwpakket voor het permanent integreren van extra stuurprogramma's zijn als volgt: eerst bouw je het rescuestelsel en bewaar je de bestanden die tijdens het proces gemaakt zijn op

de harde schijf van de build-pc. Vervolgens exporteer je de drivers van de build-pc naar een aparte map – dat kun je doen door op een knop te drukken in PEBakery op de pagina van het script 'Driver Integration' – zie de afbeelding bij dit artikel.

Je kunt de stuurprogrammabestanden die naar een aparte map zijn gekopieerd sorteren, want de mappen hebben beschrijvende namen zoals Camera. Verwijder wat je niet nodig hebt, dat houdt het rescuestelsel klein.

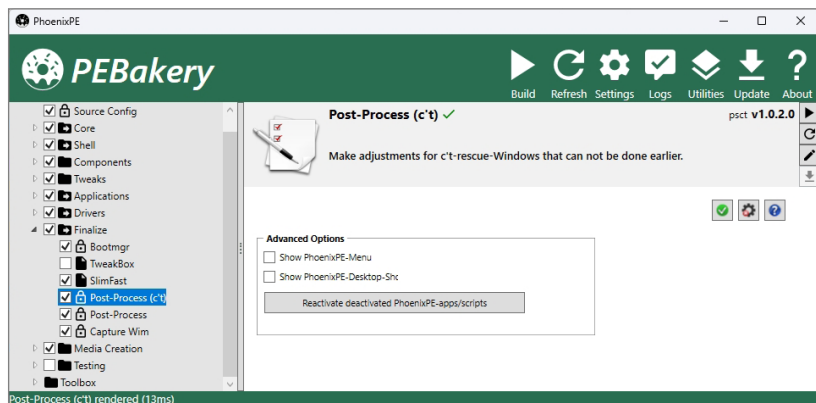
Je moet dan ook alleen de benodigde stuurprogramma's toevoegen omdat die behoorlijk groot kunnen zijn. Op een Surface Laptop Studio 2 wordt meer dan drie GB opgeslagen in de map. Stuurprogrammabestanden die je op een apparaat op die manier exporteert, kun je overzetten naar andere build-pc's.

Zodra je de bestanden uitgedund hebt, zet hetzelfde script ook de eerste stap naar integratie in het rescuestelsel. Om dat te doen, voer je het eigenlijke script uit zoals te zien in de afbeelding. Als dat mislukt, maakt PEBakery de Logs-knop oranje rechtsboven in het venster. Open dan het logbestand dat is geschreven door Dism via de knop met het rode EHBO-kistje van het 'Driver Integration'-script. Zoek daarin naar regels met de inhoud 'Error' (met spaties ervoor en erachter).

Die regels bevatten meestal verwijzingen naar mapnamen van stuurprogramma's die zich verzetten tegen integratie – verwijder die mappen en probeer het opnieuw. In ons geval hadden die problemen alleen betrekking op apparaten zoals camera's die voor een rescuestelsel niet veel nut hebben.

Zodra de integratie met succes voltooid is, hoef je alleen nog maar handmatig de twee scripts aan te roepen die het bouwpakket gewoonlijk automatisch uitvoert: Capture WIM en Create ISO. Klik daarvoor op de scripts in de linker projectboom en druk op de kleine play-knop. Na het herschrijven en booten van de usb-stick gebruikt het rescuestelsel de nieuw geïntegreerde stuurprogramma's.

Een opmerking wat betreft onze eigen manier van werken: als we tijdens het testen op nieuwere pc's belangrijke stuurprogramma's tegenkomen die in het basissysteem ontbreken, integreren we die in de kit – zoals die voor Intels Rapid Storage Technology (Intel RST) en netwerkkaarten (i225). De stuurprogramma's die we hebben toegevoegd staan in het script 'Projects / MyApps / Drivers / ExtraDrivers.script'.



Met slechts enkele muisklikken voeg je de PhoenixPE-menustructuur toe aan het startmenu, schakel je automatisch aangemaakte programmalinks op het bureaublad in en activeer je alle PhoenixPE-componenten in het bouwpakket.

PHOENIXPE-FUNCTIES VRIJGEVEN

Het startmenu dat wordt weergegeven door c't-rescue-Windows en het lege bureaublad maken deel uit van onze aanpassingen. We implementeren die door het geautomatiseerde startmenu dat tijdens het bouwen wordt gemaakt te vervangen door een handgeschreven, nette kopie.

Dat geldt ook voor het snelstartmenu en het bureaublad. Het bouwpakket blijft echter alle stappen uitvoeren die in PhoenixPE zijn opgenomen voor het maken van die structuren.

Als je de voorkeur geeft aan de structuur van de PhoenixPE-makers, kun je hun versie in het startmenu laten verschijnen en de toevoeging van pictogrammen op het bureaublad activeren. Open daarvoor de geavanceerde opties in het script 'PhoenixPE \ Finalize \ PostProcess (c't)' via het tandwielpictogram.

Waarom die manier: de algehele structuur wordt gemaakt uit opties voor het startmenu, bureaublad en snel starten in elk afzonderlijk script. Om die structuur te wijzigen, moet je elk script aanpassen – onze vereenvoudiging bespaart je dat.

De PhoenixPE-componenten die we in het bouwpakket hebben uitgezet, kun je in het eerder genoemde script op de pagina met geavanceerde opties nieuw leven inblazen met de knop 'Reactivate deactivated PhoenixPE-apps/scripts'. Nadat je het bouwpakket hebt uitgepakt en voor het eerst gebruikt, moet je dat één keer doen om de volledige functieomvang van PhoenixPE, inclusief onze toevoegingen, in de projectboom te zien.

Een waarschuwing op dit punt: we testen ons gedeelte uitgebreid. We kunnen geen ondersteuning

bieden voor problemen met PhoenixPE-onderdelen die geen deel uitmaken van onze selectie. Je kunt over de individuele programma's echter informatie vinden in de verschillende community's en de FAQ's – zie ook de link hiernaast.

Voordat je de PhoenixPE-componenten inschakelt, moet je je ervan bewust zijn dat dit verstrekken de gevolgen kan hebben als programma's bijvoorbeeld ook een .NET-omgeving geactiveerd willen hebben. Die maken niet alleen het rescuesysteem aanzienlijk groter, maar houden ook altijd het risico in dat er sporen achterblijven op het buildsysteem zelf. We weten dat uit pijnlijke ervaring zelf met een oudere versie van ons rescuesysteem, die de .NET-omgeving van het buildsysteem beschadigde.

Je moet er ook rekening mee houden dat sommige scripts uit het PhoenixPE-bestand zonder verdere aanpassing mogelijk niet werken. Je zult de benodigde software en licentie voor sommige componenten handmatig moeten regelen. Vaak is het eenvoudiger om een geschikte tegenhanger uit de door ons geleverde basisuitrusting in de rescue-Windows te gebruiken – dat levert minder werk op.

Desondanks staan we altijd open voor goede argumenten om meer tools toe te voegen aan de reeks functies die we ondersteunen. **ct**

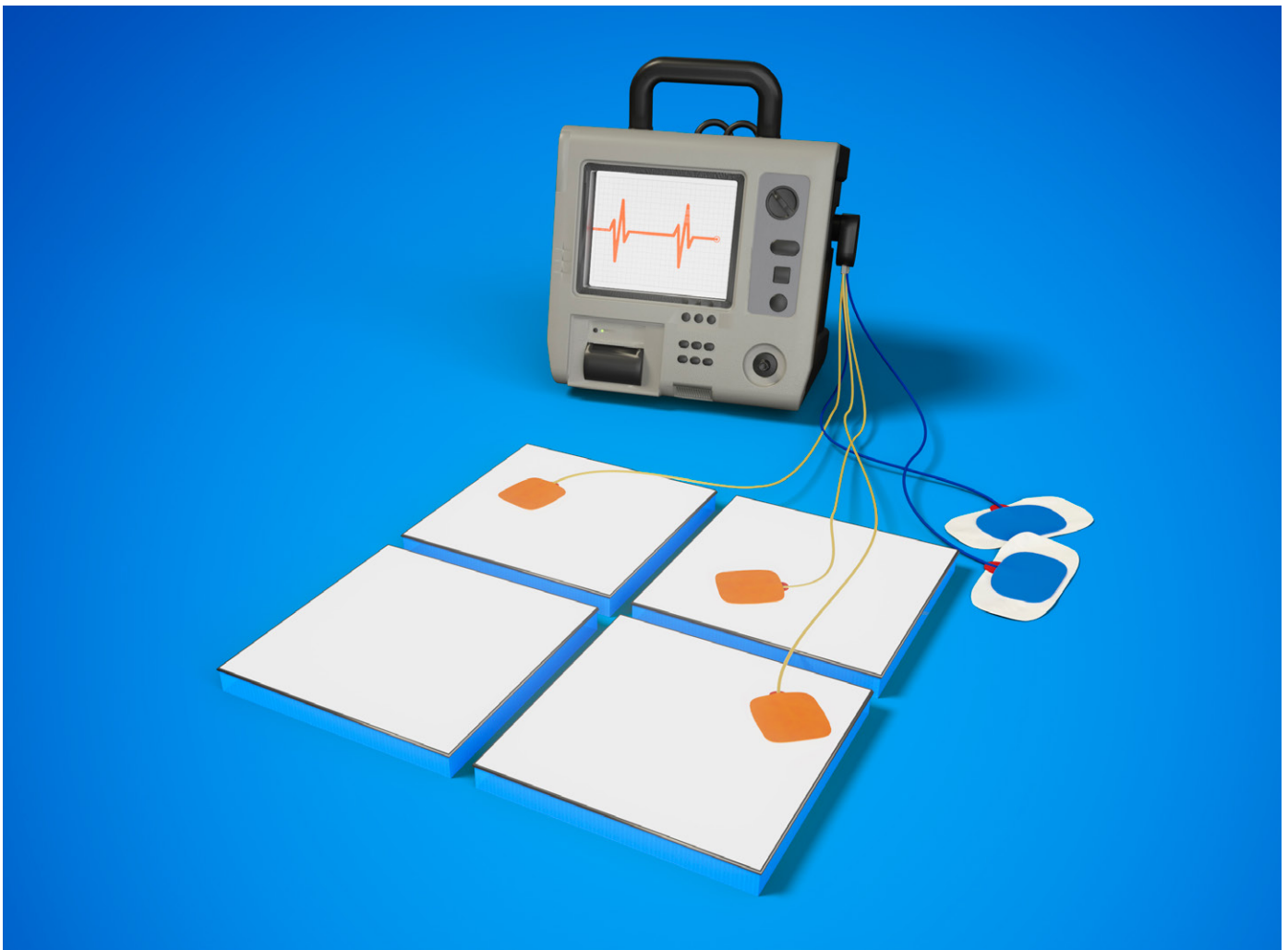


www.ct.nl/ctrescuewin

Je zult de benodigde software en licentie voor sommige componenten handmatig moeten regelen

The screenshot shows the PhoenixPE PEBakery application window. The title bar reads 'PhoenixPE'. The main window has a green header with the 'PEBakery' logo and a toolbar with icons for 'Build', 'Refresh', 'Settings', 'Log', 'Utilities', 'Update', and 'About'. On the left is a sidebar with a tree view of components, including 'PhoenixPE', 'Core', 'Shell', 'Components', 'Tweaks', 'Applications', 'Drivers', 'Finalize', 'Media Creation', and 'Toolbox'. The 'Drivers' section is expanded, showing 'Display Drivers', 'Driver Integration', 'ExtraDrivers', and 'Network Drivers'. The 'Driver Integration' screen is active, showing an 'Export Host Drivers' button (1), a text input field for 'Driver Packages' (2), and a 'Load Drivers At Startup' checkbox (3). The 'Shortcuts' section has a 'Startmenu Shortcut' checkbox and input fields for 'System Tools/Drivers' and 'Load Integrated Drivers'. A note at the bottom states: 'Note: All drivers must be digitally signed. If you need to integrate unsigned drivers into your build, you must sign your driver with a test certificate and enable the "Allow Unsigned Drivers" option in this script's advanced interface. Make sure "SecureBoot" is disabled in the UEFI settings of the computer you are booting into PhoenixPE.' Red circles 4, 5, and 6 highlight the 'About' icon, 'Post-Process (c't)', and 'Copy Files' options respectively.

Het bouwpakket exporteert stuurprogramma's van de bouw-pc naar het rescuesysteem in slechts een paar stappen. Je hebt de stappen 2 en 3 alleen nodig als het niet meteen werkt. Als je de scripts in 5 en 6 uitvoert, moet je ook daarbij op de Play-knop (4) drukken.



Illustratie: Andreas Martini

EERST HULP BIJ PROBLEMEN

Problemen oplossen met c't-rescue-Windows

Of het nu komt door per ongeluk verwijderde bestanden, vergeten wachtwoorden of omdat Windows niet meer opstart: als persoonlijke gegevens in gevaar zijn, wordt het snel problematisch. Onze stapsgewijze instructies helpen je om dergelijke problemen op te lossen.

Axel Vahldiek en Noud van Kruysbergen

Ons rescuesysteem helpt niet alleen in het geval van een virusaanval, maar ook bij veel andere noodsituaties. Het is een schone, opstartbare reddingomgeving die opstart vanaf een usb-stick. Het grootste voordeel is dat het er niet alleen uitziet als Windows, maar ook zo aanvoelt. Daardoor hoef je tijdens een reddingsoperatie niet vertrouwd te raken met een nieuw besturings-systeem.

Er zijn echter enkele verschillen met een conventionele Windows-installatie. In dit artikel leggen we uit hoe je opstart vanaf de usb-stick, hoe je

een overzicht van het systeem krijgt, de internetverbinding activeert en eventueel benodigde stuurprogramma's installeert, hoe je met BitLocker beveiligde schijven ontgrendelt enzovoort. Verdere stapsgewijze instructies helpen je om de bootloader te herstellen en een vergeten Windows-wachtwoord opnieuw in te stellen.

Ons rescuesysteem wordt geleverd met nog veel meer tools – de tabel in dit artikel toont een grote selectie daarvan. In het volgende artikel leggen we uit hoe je de verschillende virusscanners en sneltesten gebruikt.

Een tip met betrekking tot de digitale editie van deze c't: sla de pdf-bestanden van de rescue-Windows-artikelen uit dit nummer op de usb-stick op. Dan heb je alles bij de hand wat je nodig hebt in geval van nood.

SPECIALE VERSIE DRIVE SNAPSHOT

Onze rescue-Windows bevat een speciale versie van het imageprogramma Drive Snapshot. Je kunt dat

programma tot het eind van dit jaar gebruiken om images van harde schijven te maken voordat je probeert ze te repareren en ze later herstellen als dat nodig is – dat laatste is niet beperkt qua termijn.

Het gebruik van het imageprogramma is eenvoudig: start de rescue-Windows op en zorg dat je overzicht krijgt over de aanwezige schijven (zie de stap-voor-stap instructies). Start vervolgens Drive Snapshot op via het startmenu. Om een back-up te maken, selecteer je 'Backup Disk To File', de Windows-partitie en de bestemming en naam van het back-upbestand (bij voorkeur op een externe harde schijf). Nadat je op 'Start Copy' hebt geklikt, begint de back-up.

Terugzetten is net zo eenvoudig: klik bij Drive Snapshot op 'Restore Disk from File', selecteer het back-upbestand en de doelpartitie en bevestig de prompt. Het herstellen zal dan starten.

De eerste vereiste voor het gebruik van Drive Snapshot is het bouwen van de rescue-Windows met ons bouw pakket. Het imageprogramma draait echter niet alleen onder de opgestarte Windows voor noodgevallen, maar als je de op de interne gegevensdrager geïnstalleerde Windows-versie start en de usb-stick met het rescuesysteem aansluit, vind je het programma in de map Programs\Snapshot. Je kunt het bestand snapshot.exe rechtstreeks starten of kopiëren naar een back-upschijf om het programma van daaruit te starten en het samen met de image klaar te hebben staan in geval van nood. Het werkt zonder geïnstalleerd te hoeven worden. Als alternatief, en geheel zonder rescue-Windows, kun je ons back-upscript c't-WImage (ct.nl/ctwimage) gebruiken.

OPSTARTEN MET C'T-RESCUE

1. Steek de usb-stick in de pc, koppel alle andere usb-stations los en start de pc op. In het ideale geval start de rescue-Windows zonder verdere actie op. Systeemeisen: de pc moet ten minste 4 GB RAM hebben, en omdat ons rescuesysteem een 64-bit architectuur heeft, moet de pc ook een 64-bit besturingssysteem kunnen opstarten. Alle pc's kunnen dat, met uiterst zeldzame uitzonderingen, al minstens tien jaar. Het maakt niet uit of op de pc een 32- of 64-bit installatie van Windows draait.
2. Als de pc niet opstart vanaf de stick, probeer dan het BIOS-bootmenu (BIOS Boot Select, BBS). Dat verschijnt meestal na het indrukken van een toets (vaak Esc, F2, F8, F9, F10, F12 of Del). Pc's geven soms direct na het inschakelen een melding op het scherm die de juiste toets aangeeft. Als een groot fabrikantlogo de BIOS-meldingen bedekt, kun je dat vaak verwijderen met Esc of permanent bij de BIOS-instellingen.
4. Als de pc je toetsaanslagen negeert en de Windows-installatie direct opstart vanaf de interne gegevensdrager, sluit hem dan niet opnieuw af! Selecteer in plaats daarvan 'Opnieuw opstarten' terwijl je de Shift-toets ingedrukt houdt. Dan ver-

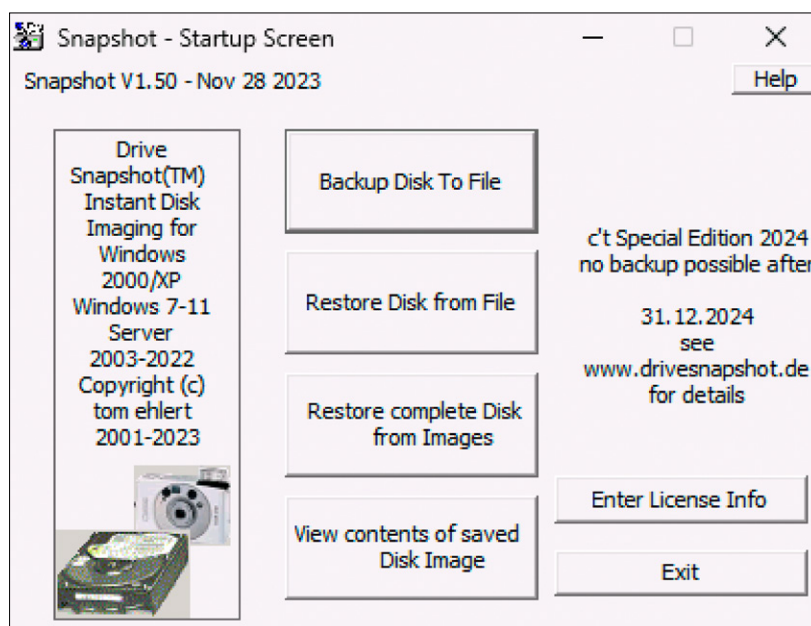
schijnt er waarschijnlijk een menu waarin je de usb-stick kunt selecteren. De pc moet in elk geval reageren op toetsaanslagen gedurende de tijd dat Windows al afgesloten is, maar nog niet opnieuw opgestart.

5. Als de stick twee keer in het BBS verschijnt, is dat geen fout: hij kan zowel via UEFI als klassiek (legacy BIOS) opstarten. Let bij het bootmenu op wat er in dezelfde regel staat als de naam van de usb-stick, bijvoorbeeld EFI of UEFI. Omgekeerd staat CSM (Compatibility Support Module) voor de klassieke BIOS-mechanismen. Voor reddingsoperaties maakt het niet uit welke invoer je selecteert. Als opstarten met een van de twee mislukt, probeer dan de andere. In tegenstelling tot sommige andere besturingssystemen die opstarten vanaf een usb-stick, maakt het voor onze rescue-Windows niet uit of Secure Boot actief is of niet – het gebruikt een ondertekende loader die in beide gevallen zonder problemen opstart.

OVERZICHT KRIJGEN VAN DE STATIONS

Allereerst: de stationsletters kunnen afwijken van de gebruikelijke, omdat elke Windows-installatie die letters zelf toewijst. Dat geldt ook voor de rescue-Windows. Normale installaties onthouden de toewijzing in hun Register, rescue-Windows is die weer kwijt bij het opnieuw opstarten. Het koppelt ook zijn eigen stations tijdens het uitvoeren.

1. Open Windows Explorer (via 'This PC' op het bureaublad, het Verkenner-pictogram naast de startknop of de toetsencombinatie Windows+E).
2. Het rescuesysteem gebruikt B: als RAM-schijf, X: als systeemschijf en Y: voor het opstartmedium. Let op: het programma Macrium Reflect voor het klonen of back-uppen van de Windows-installatie haalt de letters soms door elkaar. De volg-



Deze versie van onze rescue-Windows bevat een speciale versie van het imageprogramma Drive Snapshot. Je kunt het tot het eind van dit jaar gebruiken om back-ups te maken en die voor onbepaalde tijd herstellen.

Net als elke andere Windows-versie koppelt ons rescuesysteem niet altijd alle bestaande schijven in Verkenner. Het script 'Mount All' maakt dat goed.

A screenshot of a Windows command prompt window titled "Mount All (ctmountall.bat)". The text inside the window reads: "This script gives all volumes a drive letter that do not have one. Searching for volumes... \\?\Volume{c40ec65c-0000-0000-0000-100000000000}\ mounted at D. \\?\Volume{c40ec659-0000-0000-0000-100000000000}\ mounted at E. Ready. Press any key to continue . . ."

- orde kan worden hersteld zonder opnieuw op te hoeven starten. Klik daarvoor op het regenboogkleurige schermplje op de taakbalk en selecteer 'Remount Boot Media as Y:' of druk op de Windows-toets en voer het volgende commando uit: `LetterSwap.exe /Auto /BootDrive Y:`
3. Een blik op de bestanden en mappen in Windows Explorer helpt om de Windows-partitie te identificeren.

ONTBREKENDE STATIONS AANKOPPELEN

1. Ons rescuesysteem koppelt de Windows-partities die de bootloader en de herstelomgeving Windows RE [1] bevatten standaard niet – Windows doet dat ook niet. Er staat een script met de naam 'Mount All (ctmountall.bat)' in het menu Start onder 'All Programs / Utilities'. Het voegt een letter toe aan alle stations (meer precies: alle volumes op alle partities) die voorheen niet zichtbaar waren in Windows Explorer. Het script heeft geen invloed op de Windows-installatie op de interne gegevensdrager.
2. Bij Windows 11-versie 21H2 had Microsoft een bug ingebouwd: als je het nieuw geïnstalleerd hebt en het partitioneren van de interne gegevensdrager overliet aan het set-upprogramma, kan het gebeuren dat de Windows-partitie niet verschijnt bij Windows Explorer van de rescue-Windows. Het script 'Mount All' kan daar ook bij helpen.

NETWERK VERBINDEN

1. Als de pc met een kabel op een router is aangesloten, maakt het rescuesysteem automatisch verbinding.
2. Als alternatief kun je ook via wifi verbinding maken met netwerken waarvoor alleen een wachtwoord nodig is – je kunt helaas geen extra gebruikersnaam invoeren.
3. Voor een wifiverbinding klik je op het netwerkpictogram op de taakbalk naast de klok.
4. Selecteer het gewenste wifi waarmee je verbinding wilt maken uit de lijst.
5. Als het stuurprogramma voor de wifi-adapter ontbreekt, gebruik dan die op de harde schijf (zie 'Stuurprogramma installeren' hieronder).

NETWERKSTATION AANSLUITEN

1. Dubbelklik op het netwerkpictogram naast de klok op de taakbalk.
2. PE Network Manager wordt dan geopend. Selecteer Network Drives aan de linkerkant.
3. Selecteer het station, geef het pad op in het formaat `\server\share`, voer de gebruikersnaam en het wachtwoord in, klik op Connect bovenaan.

STUURPROGRAMMA'S INSTALLEREN

Even vooraf: dit werkt niet altijd en alleen met stuurprogramma's die geïnstalleerd kunnen worden zonder opnieuw op te moeten starten.

Geldt ook voor reparatiepogingen: back-up!

Waarom zou het bij jou anders gaan dan bij ons: de eerste reparatiepoging die in je opkomt is niet altijd de juiste. In het ergste geval kan het achteraf zelfs blijken een nogal dom idee geweest te zijn omdat Windows dan opeens nog meer kapot is dan voorheen.

Daarom het advies: wees je er altijd van bewust dat je met onze rescue-Windows niet alleen verschillende problemen kunt oplossen, maar mogelijk ook nieuwe kunt creëren.

Het lezen van de instructies helpt tegen bedieningsfouten, en grondig onder-

zoek vooraf helpt tegen verkeerde inschattingen – hoewel we moeten toegeven: dat is niet voor iedereen weggelegd en het ontbreekt in geval van nood vaak aan de nodige rust.

Wat in alle gevallen helpt: een back-up. Als je een image hebt van de nog werkende installatie, is het terugzetten daarvan de ultieme probleemoplosser. Zelfs een image van een defecte installatie helpt, en die kun je maken met Drive Snapshot vanuit de rescue-Windows. Dan kom je tenminste nog terug bij het beginpunt van je reparatiepogingen.

Helaas kan ook dit gebeuren: hoewel we het rescuesysteem zeer intensief testen voordat we het uitbrengen, kan er een bug doorheen glippen (het zou niet de eerste keer zijn). We proberen dergelijke bugs zo snel mogelijk te verhelpen. Maar het identificeren van een bug is niet altijd triviaal. Daardoor duurt het vaak enige tijd vanaf de eerste melding tot het besef dat er iets mis is. Kijk daarom eerst op onze projectpagina (ct.nl/ctrescuewin) voordat je probeert een reparatie uit te voeren. Meld bugs zo veel mogelijk, dan kunnen we kijken of we die kunnen verhelpen.

1. Open Device Management in het startmenu onder 'All Programs / Windows Tools', selecteer het apparaat zonder stuurprogramma of met een waarschuwing onder 'Other devices'.
2. Klik op 'Update driver' in het contextmenu en vervolgens op 'Browse my computer for drivers'. Je kunt het standaardpad (C:\Windows\System32\DriverStore\FileRepository) laten zoals het is en op Next klikken. Als de C:-schijf ontbreekt, zal de stap-voor-stap handleiding 'Ontbrekende stations aankoppelen' helpen. Als er geen stuurprogramma's gevonden worden, doe je alles opnieuw vanaf het begin, maar met verschillende paden: C:\Program Files, C:\Program Files (x86), C:\Windows, C:\<fabrikantnaam>, ... Als er parallelle installaties zijn, kun je ook D:\Windows enzovoort proberen (stationsletter aanpassen).
3. Na het opnieuw opstarten van het rescuesysteem is deze procedure opnieuw nodig omdat de wijzigingen niet opgeslagen worden.

BITLOCKER-SCHIJF ONTGRENDELEN

1. Klik op 'Unlock Drive' in het contextmenu van de schijf in Windows Explorer en voer het wachtwoord in.
2. Als alternatief: open een opdrachtprompt (pictogram naast de startknop op de taakbalk). Voer het commando `manage-bde -unlock c: -pw` uit (pas de stationsletter aan). Laat je niet in de war brengen door het feit dat er geen letters of sterretjes of iets anders worden weergegeven wanneer je het wachtwoord invoert. Bevestig het wachtwoord met Enter.
3. Indien nodig levert het commando `manage-bde -unlock c: -?` alternatieve mechanismen voor het ontgrendelen.

PROGRAMMA'S ACHTERAF INSTALLEREN

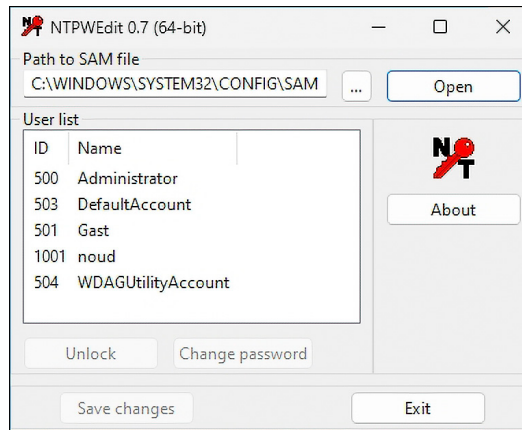
Om te beginnen: de meeste programma's die als portable versie beschikbaar zijn, zijn geschikt. Die kun je gewoon downloaden en uitpakken, ze werken dan zonder installatie.

1. Start de rescue-Windows op, start de Firefox-browser en download het portable programma dat geïnstalleerd moet worden.
2. Pak het uit op de usb-stick met het rescuesysteem (standaard Y:) in de map Programs. Start het om te testen. Het uitgepakte programma blijft behouden, zelfs als het rescuesysteem opnieuw opgestart wordt.

WINDOWS-WACHTWOORD VERGETEN

Waarschuwing: als je bestanden hebt versleuteld met Windows' eigen NTFS-bestandsversleuteling EFS, dan kunnen die om veiligheidsredenen na deze procedure niet meer ontsleuteld worden. Als je geen back-up hebt, gaan de gegevens verloren.

1. Start na het opstarten van het rescuesysteem het programma NTPWEdit in het startmenu onder 'All Programs / Passwords'. Let op: het programma ontgrendelt alleen conventionele, lokale

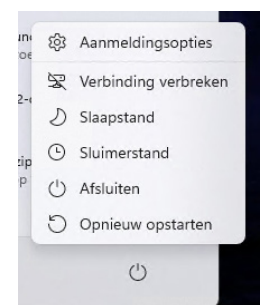


Ben je je inlogwachtwoord vergeten? Dat kan gebeuren. Reset het met NTPWEdit en dan kun je weer inloggen.

- accounts (voor Microsoft-accounts, ga verder met stap 6).
2. De eerste Windows-installatie die wordt herkend op de interne gegevensdrager is voorgeselecteerd. Klik op Open om de accountnamen weer te geven.
3. Selecteer het account, klik op 'Change password', wijs een nieuw wachtwoord toe en bevestig dat. Klik vervolgens op OK en 'Save changes'.
4. Om het wachtwoord van een account van een andere installatie te wijzigen, moet het SAM-databasebestand geselecteerd worden, dat je kunt vinden in \Windows\System32\Config. Het selectiedialoogvenster wordt geopend nadat je op de drie puntjes naast het pad geklikt hebt.
5. Het snelle alternatief: PassReset (onder 'All Programs / Passwords') verwijdert de wachtwoorden van geselecteerde accounts snel, maar kent geen nieuwe toe. Om je aan te melden bij zo'n account, druk je gewoon op de Enter-toets.
6. Een Windows-account dat gekoppeld is aan een Microsoft-account wordt ontgrendeld door Windows Login Unlocker (onder 'All Programs / Passwords'). Daarmee wordt het account omgezet naar een conventioneel lokaal account zonder wachtwoord.

DE WINDOWS-BOOTLOADER REPAREREN

1. Roep het item 'Mount all (ctmountall.bat)' op uit het startmenu onder 'All Programs / Utilities'. Het script wijst een stationsletter toe aan alle volumes die er momenteel geen hebben. Het gebruikt wat vrij is, te beginnen met C:, D:, E: enzovoort.
2. Start Windows Explorer en doorzoek de stations. Identificeer de Windows-partitie en onthoud de stationsletter (bijvoorbeeld C:).
3. Identificeer de schijf met de bootloader in Windows Explorer. Als je er een vindt met alleen een map EFI met submappen Boot en Microsoft, noteer dan de stationsletter (bijvoorbeeld E:) en UEFI. Let op: bij parallelle Linux-installaties kunnen er nog andere mappen op die schijf staan. Ga anders op zoek naar een station met de map Boot en het bestand bootmgr, onthoud de stationsletter (E: wordt hier ook gebruikt als voorbeeld) en BIOS.



Als de pc je usb-stick met het rescuesysteem negeert wanneer je hem aanzet en in plaats daarvan de Windows-installatie op de interne gegevensdrager opstart, klik dan op 'Opnieuw opstarten' in het startmenu terwijl je de Shift-toets ingedrukt houdt. Er verschijnt dan een menu waarin je de usb-stick kunt selecteren om van op te starten.

4. Open een opdrachtprompt (pictogram naast de startknop op de taakbalk).
5. Het commando `BCDboot C:\Windows /s E: /1 en-uk /f UEFI` herstelt de bootloader zodat Windows opnieuw opstart. Pas `C:\Windows` en `E:` (bootloader-station) aan. Vervang UEFI indien nodig door BIOS. Let op: Linux-bootloaders kunnen verloren gaan tijdens deze procedure. **ct**

Literatuur

- [1] Axel Vahldiek en Marco den Teuling, Windows RE en de herstel-partitie, c't 11/2021, p.123
- [2] Hajo Schulz, WizTree, c't 11/2021, p.26
- [3] Christof Windeck en Noud van Kruysbergen, Hardware diagnose met c't-rescue-Windows, c't 4/2022, p.46
- [4] Jan Schüßler en Noud van Kruysbergen, Windows-partitie versleutelen met VeraCrypt, c't 11/2020, p.122

Andere tools van c't-rescue-Windows (selectie)

Vastgemaakt aan het startmenu	
Defender, Emsisoft, Eset, McAfee, Trend Micro	antivirus (zie volgende artikel)
Drive Snapshot	imageprogramma: maakt images van de harde schijf en zet die terug (speciale versie: maakt images tot eind 2024 en zet die onbeperkt terug)
Analyse	
Autoruns	analyse van autostarts, zie volgende artikel
BlueScreenView	analyse van blauwe schermen
FullEventLogView	weergave van gebeurtenissen van de installatie op de interne gegevensdrager
WizTree	analyse van gegevensdragers met vulniveau [2]
File Rescue	
BrowserDownloadsView	toont de downloads van een browser (druk op F9 om de paden aan te passen)
BrowsingHistoryView	toont de geschiedenis van een browser (druk op F9 om de paden aan te passen)
Data Recovery Wizard	EaseUS Data Recovery Wizard, gegevenshersteller
GNU ddrescue	kopieert gegevensmedia bijna volledig, zelfs met hardnekkige leesfouten; Je vindt het commandline-programma niet in het startmenu, typ in plaats daarvan <code>ddrescue</code> in een opdrachtprompt
DM Disk Editor and Data Recovery	schijfeditor en gegevensherstel
FastCopy	kopieerprogramma
ImgBurn	brandprogramma
Linux Reader	leest schijven die zijn geformatteerd met de Linux-bestandssystemen Ext2/Ext3/Ext4 en ReiserFS en Mac-schijven die zijn geformatteerd met HFS en HFS+
Recuva / PhotoRec / TestDisk	gegevensherstel: gegevens / afbeeldingen / partities
ShadowCoyView	probeert gegevens te herstellen van schaduwkopieën
Unstoppable Copier	kopieerprogramma, gaat zelfs door als er leesfouten optreden
Hardware [3]	
CPU-Z / GPU-Z / PCI-Z / SSD-Z	informatie over processor en RAM / grafische chip / PCI-verbindingen / ssd's
Crystal Disk Info	informatie over de gegevensdragers
h2testw	controleert de integriteit van opslagmedia (usb-sticks)
HD Tune	leest SMART-waarden van harde schijven/ssd's, heeft eenvoudige benchmark en oppervlaktetest
HWInfo	overzicht van alle herkende hardware
HWMonitor	cpu-bewaking
Prime95	cpu-stresstest: Torture Test genereert zeer hoge processorbelasting, optioneel ook op slechts één core (Turbo Test)
Speccy	overzicht van alle gedetecteerde hardware en enkele Windows-details
Passwords	
Keyfinder (c't)	c't-script, leest alle Windows-installatiesleutels
Keyfinder (NirSoft)	leest productsleutels
MailPassView	leest toegangswachtwoorden van mailclients
NTPWedit	stelt nieuwe Windows-wachtwoorden in (zie 'Windows-wachtwoord vergeten')
PassReset	verwijdert Windows-wachtwoorden (zie 'Windows wachtwoord vergeten')
SecurityQuestionsView	leest de opgeslagen beveiligingsvragen voor het wachtwoord
Windows Login Unlocker	ontgrendelt gebruikersaccounts die zijn gekoppeld aan een Microsoft-account (zie 'Windows-wachtwoord vergeten')
Utilities	
7-Zip File Manager	pakt verschillende archiefformaten in en uit
AgentRansack	flexibel zoeken naar bestanden
Alles mounten (ctmountall.bat)	(ctmountall.bat) / mount alle volumes die nog geen stationsletter hebben in de Verkenner van c't-rescue-Windows (zie 'Ontbrekende stations mounten')
AnyDesk, RustDesk	onderhoud op afstand (propriëtair, opensource)
Bootice	bootloader, MBR, UEFI-entries en meer bewerken
BusyBox Bash	start een Unix-achtige shell - handig voor als je snel iets handmatig wilt zoeken
Everything	snel bestanden zoeken op NTFS-schijven
FreeCommander	bestandsbeheerder
HxD Editor	hex-editor
Macrium Reflect	imageprogramma, ook geschikt voor het klonen van Windows-installaties
MiniTool Partition Wizard	partitieprogramma
VeraCrypt	encryptieprogramma [4]
WinMerge	vergelijkt bestanden en mappen



www.ct.nl/ctrescuewin

Nieuwe ASUS ZenBook Duo

ASUS komt met een primeur: de eerste dualscreen laptop met twee keer een oled-scherm met een formaat van 14 inch in de vorm van de nieuwe ZenBook Duo. En ondanks de twee oled-schermen is het nog steeds een zeer draagbaar apparaat.

De vorige ZenBook Duo was al een opvallende verschijning, maar met de 2024-versie doet ASUS daar nog een schepje bovenop als het gaat om de hoeveelheid werkruimte, maar ook de inwendige hardware laat weinig te wensen over. De ZenBook Duo is hiermee een draagbaar en veelzijdig werkpaard, geschikt voor diverse taken.

TWEE KEER 14 INCH

Op het eerste gezicht lijkt de nieuwe ASUS ZenBook Duo op een laptop met een traditioneel ontwerp, maar wanneer het zeer dunne toetsenbord wordt losgehaald, komt er een tweede oled-beeldscherm van 14-inch tevoorschijn. Hierdoor krijg je twee volledige beeldschermen ter beschikking met prettig veel mobiele werkruimte om content te maken, efficiënt je kantoortaken uit te voeren en te genieten van allerlei entertainment.

De oled-schermen bieden een 3K-resolutie van 2880 x 1800 pixels met een 16:10-beeldhouding. Ze hebben een lekker ruime ergonomische refreshrate van 120 Hz en een helderheid van 400 nits. De oled-schermen zijn Pantone gevalideerd, hebben een Dolby Vision-certificering en voldoende 100 procent aan de DCI-P3-kleurenrange. En oled betekent naast levendige kleuren, ook een echt diep zwart.

De laptop is te gebruiken in verschillende modi (set-ups): de normale laptopmodus met toetsenbord en enkel scherm, dualscreen staand, dualscreen met toetsenbord, desktop-modus met beide schermen in verticale stand met toetsenbord en de presentatiemodus met beide schermen vrijwel vlak op je bureau.

KRACHTIGE HARDWARE & AANSLUITINGEN

De ZenBook Duo is voorzien van een krachtige Intel Core Ultra 9 van 2,3 GHz (met een boost snelheid tot 5,1 GHz), 16 cores en 22 threads, met een AI Boost NPU (Neural Processing Unit) voor versnelling van multitasking en Intel ARC-graphics. Je krijgt een ruime hoeveelheid LPDDR5x RAM (32 GB) en een NVMe-ssd (PCIe 4.0) van 1 TB groot. Er zit een full hd-webcam ingebouwd met ondersteuning voor het handige en veilige inloggen via Windows Hello. Qua draadloze connectiviteit biedt de ZenBook Duo Wi-Fi 6E (802.11ax) en Bluetooth 5.3.

De laptop heeft een 75Wh-accu waarmee je met een enkel scherm tot 13,5 uur video's kunt weergeven of rond de 8 uur kunt werken. In een klein uur zit er weer 60 procent capaciteit in de accu via de 65W-adapter.

De twee Thunderbolt 4-poorten bieden ondersteuning voor beeldsignalen en Power Delivery. Verder is er nog een USB 3.2 Gen1 type A-poort te vinden, een HDMI 2.1-aansluiting met TMDS (Transition Minimized Differential Signaling) en een 3,5mm-combojack.

DRAAGBAARHEID EN EXTRA'S

De ZenBook Duo is ondanks zijn twee schermen nog steeds uitermate draagbaar met slechts 1,35 kilo

(zonder toetsenbord) of 1,65 kilo, en een dikte van 14,6 millimeter. Een handige ingebouwde kickstand biedt een verstelbare werkhoogte en 40 tot 70 graden aan kijkhoek. Het meegeleverde Bluetooth-toetsenbord, een essentieel onderdeel voor als je echt productief aan de slag wil gaan, kan tussen de twee helften van het apparaat worden opgeborgen, zodat je het niet apart hoeft in te pakken. Het klapmechanisme voor de afstand tussen de twee beeldschermen zorgt er voor dat het volledig geopende toestel niet plat op het bureau ligt, maar dat de ene helft iets wordt opgekrikt.

Je ontvangt bij de laptop een rugtas, laptopshoes en een stylus (de ASUS Pen 2.0 SA203H). De adviesprijs voor de ASUS ZenBook Duo (in zowel België als Nederland) ligt op 2099 euro.





Illustratie Andreas Martini

IN GEVAL VAN NOOD

Virussen opsporen met c't-rescue-Windows

Het zoeken naar en verwijderen van malware is een van de basisfuncties van ons rescuesysteem. De huidige versie bevat vijf virusscanners en twee snelle tests.

Axel Vahldiek en Noud van Kruysbergen

Als Windows is geïnfecteerd door malware, moet je het systeem eigenlijk als overleden verklaren en het besturingssysteem volledig opnieuw installeren – net als alle toepassingen. Als je goed voorbereid bent (zoals je weet: geen backup, geen medelijden) herstel je gewoon de laatste image van de Windows-installatie die naar verwachting virusvrij is.

De realiteit is echter vaak anders. En dat je zelf een image hebt, betekent natuurlijk nog niet dat hetzelfde geldt voor de vrienden en familieleden die je bellen voor hulp omdat hun Windows-versie zich 'op de een of andere manier vreemd' gedraagt. En is de image echt virusvrij, intact, compleet en voldoende up-to-date?

Anders wordt het tijd voor ons rescuesysteem. Je kunt het gebruiken om je besturingssysteem te scannen op malware met vijf virusscanners. Omdat ons rescuesysteem start vanaf de usb-stick, heeft malware op de interne gegevensdrager geen kans om de zoektocht te saboteren – die draait immers niet.

Voordat je echter begint aan een grondige virusscan met de scanners, die afhankelijk van de hardware en de hoeveelheid te scannen gegevens uren kan duren, gebruik je eerst onze snelle tests. Die zijn lang niet zo grondig en als er geen malware wordt gedetecteerd, kan die nog steeds aanwezig zijn. Maar als je afwijkingen ontdekt, dan weet je tenminste dat een grondig onderzoek met de virusscanners de moeite waard is.

Omdat de hectiek bij een virusaanval toch al groot genoeg is, geven we stap-voor-stap instructies voor alle virusscantools die in dit artikel genoemd worden. We hebben de instructies van de 2023-versie grondig herzien voor de huidige versie. Het is daarom beter om alleen de nieuwste versies van de instructies te gebruiken.

SNELTESTEN

Allereerst een paar woorden over de sneltesten. De eerste is in het Sysinternals-programma Autoruns. Dat kan alle autostart-items in de Windows-installatie doorzoeken en de gevonden programma's in één keer door meer dan 70 scanners laten controleren. In het ideale geval kan dat extreem snel, omdat Autoruns hashes van de uitvoerbare bestanden uploadt naar VirusTotal.com. Dat is een service van Google. Uploaden van het te scannen bestand is alleen nodig als de hashes onbekend zijn.

Je kunt ook een snelle test uitvoeren op individuele bestanden met de rescue-Windows. Klik daarvoor op 'Send to/sigcheck.bat' in het contextmenu van een verdacht bestand. Sigcheck is ook een programma van Sysinternals. Het controleert ten eerste de handtekening van het bestand, genereert ten tweede verschillende checksums (MD5, SHA1, SHA256 ...) en uploadt ten derde ook een hash naar VirusTotal. Het resultaat verschijnt in een minder fraaie maar functionele prompt.

Wat het interpreteren van de resultaten betreft, geldt in wezen hetzelfde als bij Autoruns. Als het bestand is ondertekend door een bekende provider en geen enkele virusscanner iets te klagen heeft, is het waarschijnlijk ongevaarlijk – hoewel dat geen garantie is dat dit daadwerkelijk het geval is. Als de handtekening daarentegen ontbreekt of eigenaardigheden vertoont, moet je voorzichtig zijn.

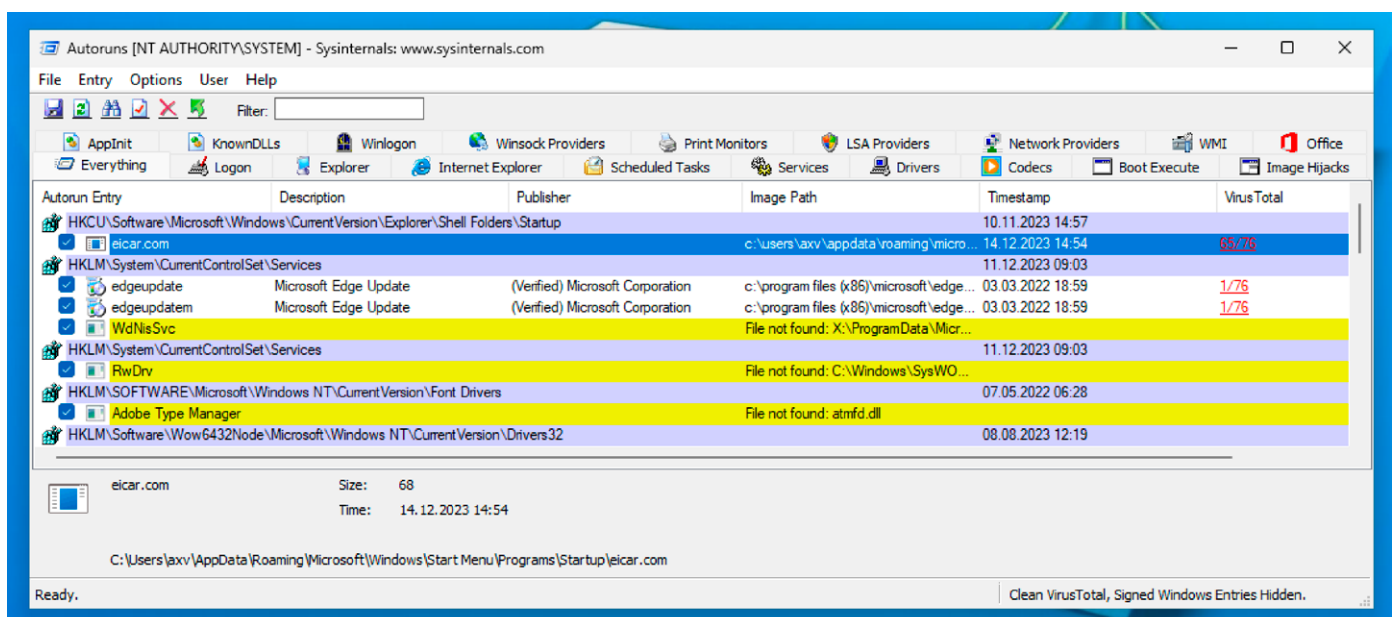
VOORBEREIDINGEN

1. Bij het geringste vermoeden van een afpersingstrojan: schakel de computer onmiddellijk uit! Start dan de rescue-Windows op en red alle bestanden die nog niet versleuteld zijn.
2. Laat anders de op de harde schijf geïnstalleerde Windows draaien, maar verbreek alle netwerkverbindingen.

3. Open Verkenner, selecteer Eigenschappen in het contextmenu van de Windows-partitie (meestal C:), klik op Schuifopruiming om het opschonen van de schijf te starten. Klik op 'Systeembestanden opschonen', bevestig het verzoek, vink alle vakjes aan en bevestig het verzoek.
4. Leeg de cache van de browser. Firefox: 'Instellingen / Privacy & Beveiliging / Geschiedenis wissen'. Edge: klik in het driepuntsmenu op bij 'Instellingen / Privacy, zoeken en services / Browsersgegevens nu wissen' op 'Kiezen wat u wilt wissen'. Chrome: druk op Ctrl+Shift+Del, verander Periode in Alles en klik op 'Gegevens wissen'.
5. Leeg de prullenbak en de spamfolder in de e-mailclient.

VIRUSSNELTEST MET AUTORUNS

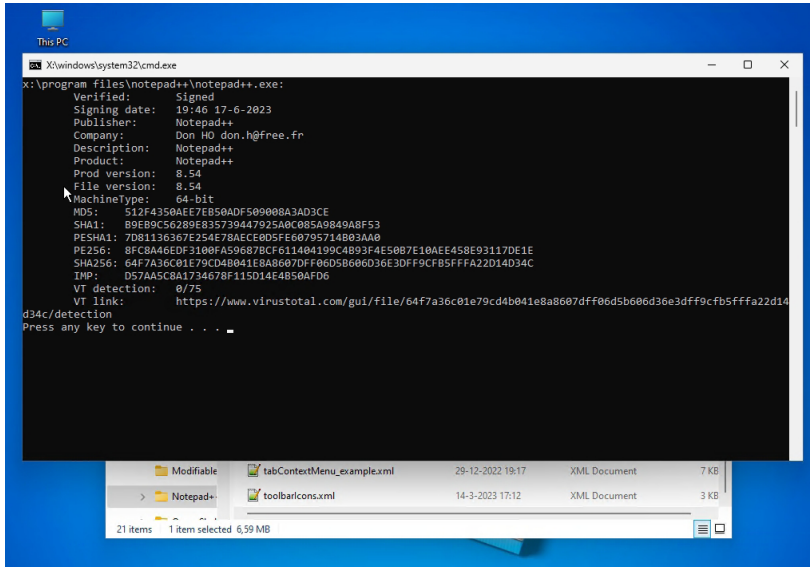
1. Start c't-rescue-Windows en maak een netwerkverbinding, identificeer de Windows-partitie op de harde schijf (zie het vorige artikel).
2. Start Autoruns via het startmenu.
3. Als je haast hebt, kun je de scan annuleren door op de Esc-toets te drukken.
4. Klik op Scan Options op de menubalk onder Options. Zet een vinkje voor 'Check VirusTotal.com'. Klik op Rescan.
5. Klik in de menubalk op File en 'Analyze Offline System'. Voer in het dialoogvenster achter System Root het pad in naar de Windows-map (meestal C:\Windows), achter User Profile het pad naar het gebruikersprofiel (C:\Users<AccountName>).
6. Kijk na de scan in de kolom Virus Total (scrol het scherm naar rechts). Als daar 0/76 staat na een autostart, heeft geen enkele scanner iets gevonden. Het getal achter de schuine streep is het aantal gecontroleerde scanners en varieert, het getal voor de schuine streep is bepalend. Als daar een ander getal staat dan 0, is dat van belang – als het



Autorun Entry	Description	Publisher	Image Path	Timestamp	VirusTotal
HKCU\Software\Microsoft\Windows\CurrentVersion\Explorer\Shell Folders\Startup				10.11.2023 14:57	
eicar.com			c:\Users\axv\AppData\Roaming\micro...	14.12.2023 14:54	65/76
HKLM\System\CurrentControlSet\Services				11.12.2023 09:03	
edgeupdate	Microsoft Edge Update	(Verified) Microsoft Corporation	c:\program files (x86)\microsoft\edge...	03.03.2022 18:59	1/76
edgeupdatem	Microsoft Edge Update	(Verified) Microsoft Corporation	c:\program files (x86)\microsoft\edge...	03.03.2022 18:59	1/76
WdNisSvc			File not found: X:\ProgramData\Micr...		
HKLM\System\CurrentControlSet\Services				11.12.2023 09:03	
RwDrv			File not found: C:\Windows\SysWO...		
HKLM\SOFTWARE\Microsoft\Windows NT\CurrentVersion\Font Drivers				07.05.2022 06:28	
Adobe Type Manager			File not found: atmfid.dll		
HKLM\Software\Wow6432Node\Microsoft\Windows NT\CurrentVersion\Drivers32				08.08.2023 12:19	

Ready. Clean VirusTotal, Signed Windows Entries Hidden.

De snelle test met Autoruns controleert alleen wat Windows automatisch start bij het opstarten. In dit geval is dat het onschadelijke EICAR-testvirus.



Met het contextmenu 'Send to / sigcheck.bat' kun je uitsluitel krijgen of een bestand een virus bevat door het door meer dan 70 virusscanners te laten bekijken.

er maar 1 is, is het waarschijnlijk vals alarm, en als het er 2 of 3 zijn kan dat ook zo zijn. Maar bij hogere aantallen is een grondige virusscan aan te raden.

7. Als er verschillende gebruikersaccounts worden gebruikt op de pc, herhaal je het proces met de betreffende gebruikersprofielen.
8. Let op voor parallele Windows-installaties: Elke Windows-installatie moet door de Windows-noodinstallatie worden gemount met de stationsletter die het denkt zelf te hebben. Dus als beide installaties denken dat ze op C: staan, zal de nood Windows ze nog steeds mounten als C: en D:, en dan moet je de letters D: en C: verwisselen in het schijfbeheer voordat je D: controleert met Autoruns.

SNELLE VIRUSTEST MET SIGCHECK

1. Start c't-rescue-Windows, breng een netwerkverbinding tot stand en identificeer de Windows-partitie op de harde schijf (zie het vorige artikel).
2. Selecteer het verdachte bestand in Explorer, klik op 'Send to' in het contextmenu en kies sigcheck.bat. De uitvoer verschijnt in een prompt.
3. Controleer de regel Verified: Signed duidt op betrouwbaarheid. Al het andere is een alarmsignaal, vooral als het bestand afkomstig zou moeten zijn van een groot bedrijf als Microsoft en Google. Dat geldt zowel voor Unsigned als voor een bestaande handtekening die als onbetrouwbaar is geclassificeerd doordat bijvoorbeeld de digitale handtekening van het object niet kon worden bevestigd, een certificaat door de uitgever expliciet werd ingetrokken of een certificaatketen naar een vertrouwde basiscertificeringsautoriteit niet tot stand kon worden gebracht.
4. Als het resultaat in de regel 'VT detection' helemaal onderaan 0/75 is, heeft geen van de op Virus-

Total.com verzamelde scanners iets verdachts gevonden. Het getal achter de schuine streep is het aantal betrokken scanners en varieert, het getal voor de schuine streep is bepalend. De link naar de resultatenpagina van de scan staat een regel daaronder. Je kunt die zoals gewoonlijk met de muis markeren, naar het klembord kopiëren met Ctrl+C en op de adresregel van Firefox plakken.

5. Virussen zoeken ...
6. Start c't-rescue-Windows en identificeer de Windows-partitie op de harde schijf (zie het vorige artikel).
7. Belangrijk: maak een netwerkverbinding voordat je een scanner start.
8. Voer de scanners na elkaar (!) uit (zie de volgende instructies). De volgorde maakt niet uit. Voor elke verdere scan, herstart je het rescuesysteem en begin je opnieuw bij de instructies 'Virussen zoeken ...'.

... MET DEFENDER OFFLINE

Allereerst: Defender kan alleen 64-bit Windows-installaties scannen. Als je een 32-bit Windows hebt geïnstalleerd, ga dan verder met de volgende scanner. Hetzelfde geldt als de virusscanner van Microsoft foutmeldingen geeft (hij gebruikt systeembestanden van C:, wat niet altijd werkt)

1. Start Defender op in het startmenu. Het programma begint meteen met het scannen op virussen. Annuleer die scan door op 'Cancel scan' te klikken.
2. Klik op het tabblad Update op 'Update definities'. Wacht tot de virusdefinities geladen zijn.
3. Selecteer op het tabblad Home onder 'Scan Opties' Custom en klik op 'Scan now'.
4. Selecteer de stations, klik op OK en de virusscan begint.

... MET EMSISOFT EMERGENCY KIT

1. Start Emsisoft op in het startmenu.
2. Accepteer de licentieovereenkomst.
3. Wacht op de update.
4. Klik op 'Aangepaste scan' in het kader 'Scan & Verwijder'.
5. Verwijder de stations van rescue-Windows (B:) en X:\) uit de selectie door op het rode kruis ernaast te klikken.
6. Activeer indien gewenst opties onder Scaninstellingen.
7. Klik op 'Scan starten' (afhankelijk van de beeldschermresolutie eerst iets naar beneden scrollen). Het programma controleert dan de stations.

... MET ESET ONLINE SCANNER

1. Wacht na het opstarten van de rescue-Windows een paar seconden. Start dan Eset op via het startmenu, klik op 'Aan de slag' en accepteer de gebruiksvoorwaarden.
2. Het kan gebeuren dat de software vervolgens een nieuwe productversie van zichzelf downloadt en

dan afbreekt. Hoe de toekomstige versie zich zal gedragen is niet te voorspellen, maar als die hetzelfde werkt als voorheen, ga dan als volgt verder: start het programma gewoon opnieuw en, belangrijk: verwijder het vinkje voor het downloaden van de laatste productversie.

3. Kies bij de dialoog 'Voordat wij van start gaan' je gewenste instellingen.
4. Klik op 'Aangepaste scan', selecteer de stations en klik op 'Opslaan en doorgaan'.
5. Beslis of je potentieel ongewenste toepassingen in quarantaine wilt plaatsen (let op: alle bestanden in quarantaine staan op de tijdelijke RAM-schijf, dus ze gaan verloren als de rescue-Windows afgesloten wordt). Klik linksonder op de blauwe link 'Geavanceerde instellingen', controleer de instellingen en klik bovenaan op de terugknop.
6. Klik op 'Scan starten'. Het programma werkt zichzelf bij en begint de virusscan.

... MET MCAFEE STINGER

1. Start McAfee via het startmenu en accepteer de gebruiksvoorwaarden.
2. Klik rechtsboven op Advanced en dan op Settings. Onder 'Scan Targets' en 'Scan Options' vink je alles aan. Onder 'On threat detection' kies je een van de opties. Remove zet het bestand in quarantaine en Report geeft alleen de detectie aan. Dat laatste is nuttig voor verdere analyse (zie de stapsgewijze instructies 'Virus gevonden'). Zet het pull-downmenu 'GTI Settings - Sensitivity' op 'Very high' (oftewel het hoogste heuristische niveau). Klik op Save.
3. Klik op de link 'Customize my scan' onder de knop Scan. Selecteer de stations en klik op Scan om de virusscan te starten.

... MET TREND MICRO HOUSECALL

1. Start Trend Micro via het startmenu. Klik op Next om de voorwaarden voor gegevensbescherming en de licentievoorzwaarden in het volgende dialoogvenster te bevestigen.
2. Klik op de link Settings. Op het tabblad Smart Feedback schakel je desgewenst 'Enable Trend Micro Smart Feedback' uit (anders stuurt de software informatie over je bestanden naar de maker van de software).
3. Selecteer bij de Settings 'Custom scan' op het tabblad Scan Type, zet een vinkje voor de te scannen stations en bevestig met OK.
4. Verwijder het vinkje voor 'Include my home network' of laat het optioneel staan en klik op 'Scan Now'. De virusscan begint dan.

VIRUS GEVONDEN

1. Beslis of de geïnfecteerde bestanden in quarantaine moeten worden geplaatst, moeten worden verwijderd of genegeerd. Let op: de quarantaine wordt gewist als rescue-Windows afgesloten wordt!

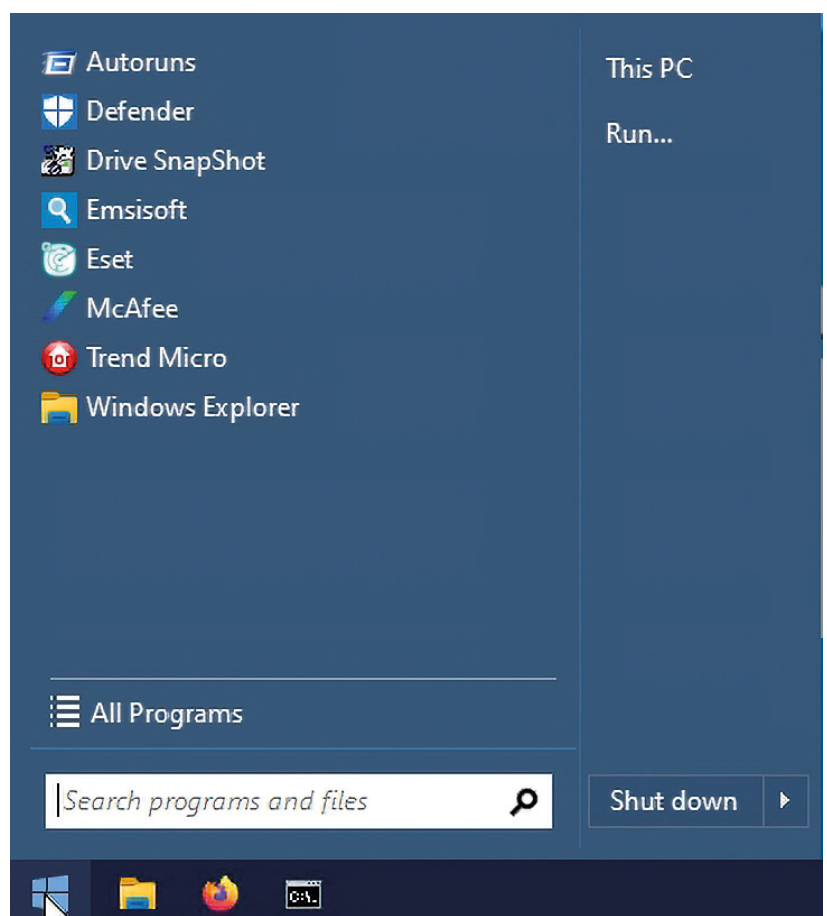
2. Upload het geïnfecteerde bestand met Firefox naar VirusTotal.com voor een meer gedetailleerde analyse.
3. Kopieer het geïnfecteerde bestand desgewenst naar een veilige plaats voor verder onderzoek, bij voorkeur met behulp van een met een wachtwoord beveiligd ziparchief gemaakt met 7-Zip (in het startmenu onder 'All Programs / Utilities').
4. Verwijder het geïnfecteerde bestand.

NAZORG BIJ EEN GEVONDEN VIRUS

1. Controleer het hosts-bestand (C:\Windows\System32\Drivers\etc) van het rescuesysteem. Klik er met de rechter muisknop op om het te openen met Notepad, en markeer onbekende regels met een # als commentaar of verwijder ze.
2. Controleer op een 64-bit systeem of er een ander bestand met de naam hosts is in C:\Windows\SYSwow64 en behandel dat op dezelfde manier.
3. Start de geïnstalleerde Windows.
4. Controleer de firewall, virusscanner, plug-ins van de browser en mailclient, proxy-instellingen van Windows en de browser en mailclient.
5. Herstel dan pas de netwerkverbinding.
6. Updaten: Windows Update, virusscanner, browser, mailclient en pdf-reader.
7. Controleer indien mogelijk de netwerkshares, de autostarts en lopende processen. **ct**



www.ct.nl/ctrescuewin



In het startmenu van de rescue-Windows staan naast Autoruns voor een snelle virustest niet minder dan vijf virusscanners voor een grondige speurtocht naar malware.



SMART ZONDER INTERNET?

Wat verschillende smarthome-systemen nog kunnen als internet en cloud wegvallen

Als de verbinding met de fabrikantencloud wegvalt of de servers wegbezuinigd worden, werken sommige smart-home-apparaten nog maar beperkt. Wat in zo'n geval nog wel werkt en wat niet, laat deze steekproef bij de verschillende bekende systemen zien.

Berti Kolbow-Lehradt en Marco den Teuling

Het internet heeft het smarthome een grote impuls gegeven. Veel fabrikanten gebruiken een cloud-infrastructuur als basis voor hun verbonden systemen. Dat maakt het makkelijker om via webinterfaces te communiceren met apparaten van andere merken. Het maakt het ook mogelijk om je smarthome op afstand te bedienen via een smartphone terwijl je onderweg bent.

Het is echter niet alleen problematisch wat betreft je privacy en gegevenssoevereiniteit wanneer de fabrikanten alle signalen door de cloud sturen. Het brengt ook uitvalrisico's met zich mee. Als de internetverbinding wegvalt, is er een onderbreking bij de transmissie. In dat geval kan het bedienen van het licht met een wandschakelaar in plaats van een smartphone-app of je stem acceptabel zijn.

Maar als de slimme radiatorthermostaat niet langer de vooraf ingestelde schema's volgt, wordt het al snel vervelend in het offline smarthome. En als een alarm stil blijft omdat het signaal van een sensor niet wordt ontvangen, dreigt er in het ergste geval ernstig gevaar.

Hoe afhankelijk een systeem van internet is, heeft ook impact op de duurzaamheid en de betrouwbaarheid op de lange termijn. Een installatie die zorgvuldig en met veel moeite is opgezet, kan veranderen in elektronisch afval als bijvoorbeeld een failliete fabrikant de servers uitschakelt. Dat is geen mooi vooruitzicht.

Het is daarom een voordeel als een smarthome-systeem, of op zijn minst de belangrijkste functies, ook offline toegankelijk zijn. Idealiter kunnen de componenten ook worden aangestuurd met alternatieve software of worden geïntegreerd in andere systemen.

Bij een testrit door het smarthomelandschap van commerciële aanbieders bekijken we wat er nog mogelijk is als de internetverbinding of de cloud van de fabrikant uitvalt en de oorspronkelijke app van de aanbieder niet meer beschikbaar is voor de eerste installatie of een herinstallatie. We hebben gekeken naar de traditionele merken zoals AVM, Bosch, Gigaset en Homematic IP, maar ook nieuwkomers zoals Aqara, Shelly en SwitchBot. Homematic IP komt twee keer voor op de lijst omdat de twee beschikbare hubs, Access Point en CCU3, totaal verschillende configuraties mogelijk maken. Het Elesion-systeem is van toepassing op de bedieningsmogelijkheden van verschillende submerken die online aangeboden worden, zoals Luminea, Lunartec, revolt en 7links.

Leveranciers die zich richten op specifieke gebieden zijn onder andere Nuki (slimme deursloten), Philips Hue (verlichting) en Tado (verwarming en koeling). Apple HomeKit is representatief voor meta-systemen die geen eigen sensors en actuatoren produceren, maar een alternatief zijn voor de infrastructuur van de oorspronkelijke fabrikant. Veel van de bevindingen hierbij zijn waarschijnlijk op dezelfde manier van toepassing op de slimme thuisbesturings-systemen van Amazon, Google en Samsung.

Opensource systemen zoals Home Assistant, ioBroker, Node-Red en openHAB bieden een uitweg

uit de afhankelijkheid van de cloud en de fabrikant, aangezien ze doorgaans ontworpen zijn voor lokale bediening. Ze kunnen veel componenten van commerciële fabrikanten integreren, maar vereisen een complexe configuratie met veel eigen inzet. We laten ze in dit artikel buiten beschouwing.

Bij deze steekproef bekijken we vijf criteria. Moet je een persoonlijk cloudaccount registreren? Kan de slimme technologie handmatig worden bediend met de app als er geen contact is met de server? Kun je tijdschema's en sensorautomatiseringen programmeren zonder internetverbinding? Werken ze ook offline? En kunnen alternatieve interfaces de technologie een tweede leven geven als ondersteuning door de fabrikant niet langer beschikbaar is?

GEEN CLOUD, GEEN PROBLEEM

Als het internet uitvalt, kunnen zes van de systemen die we bekeken nog steeds worden bediend zonder noemenswaardig verlies van functionaliteit. Fabrikanten met een duidelijk lokaal bedieningsconcept zijn AVM, Bosch, Nuki en Philips Hue. Dat geldt ook voor Homematic IP als de uitgebreid configureerbare CCU3-variant wordt gebruikt in plaats van de Access Point-centrale.

De Shelly-componenten kunnen lokaal worden bediend door de smartphone- en webapp links te laten liggen en in plaats daarvan de ingebouwde webinterfaces van de wifi-apparaten te gebruiken. Dit geldt echter niet voor Shelly's sensoren met bluetooth of relais met Z-Wave.

AVM, Bosch, Homematic IP en Philips Hue gebruiken lokale hubs. Bij AVM beheren de Fritzbox-routers de smarthome-apparaten met de DECT-ULE-standaard. AVM verkoopt een aparte gateway voor ZigBee-apparaten. In het Bosch-systeem dient de Smart Home Controller II als controlecentrum voor apparaten met ZigBee en – via usb-stick – een eigen draadloos protocol in het 868MHz-bereik. Philips Hue vertrouwt uitsluitend op ZigBee voor de werking van de gateway. De CCU3 van Homematic IP bestuurt apparaten af fabriek met het eigen protocol van de fabrikant.

Een actieve verbinding met het internet is optioneel voor deze zes aanbieders. Zelfs zonder online toegang kunnen de accessoires van de fabrikanten automatische schakelprocessen aanleren en uitvoeren. De apparaten van AVM, Bosch, Philips Hue en Homematics CCU3 slaan de bijbehorende regels volledig lokaal op. Dit is ook mogelijk bij Shelly, maar dan moet je ervoor zorgen dat de cloud gedeactiveerd is en de apparaten via lokale netwerkadressen zijn gekoppeld.

De Nuki-sloten ontvangen schakelopdrachten via bluetooth. De fabrikant van slimme sloten biedt alleen een wifibrigde voor remote toegang via internet en sommige modellen hebben een ingebouwde wifimodule. Cloudgebaseerde schakelprocessen zijn weinig relevant omdat Nuki geen tijdschema's of sensorautomatisering in engere zin biedt. Het is belangrijker dat handmatige commando's altijd pro-

bleeloos werken, wat de sloten onbeperkt garanderen binnen bluetooth- of wifi-bereik.

Als internet in huis uitvalt, werken deze zes wel, maar moet je het doen zonder extra's zoals spraakbesturing. Bosch en Philips Hue missen dan een belangrijke functie: hun beveiligingscamera's bewaren geen opnames meer op omdat ze daarvoor cloudopslag nodig hebben. Lokale toegang tot de livestream blijft bestaan bij Bosch, maar niet bij Hue.

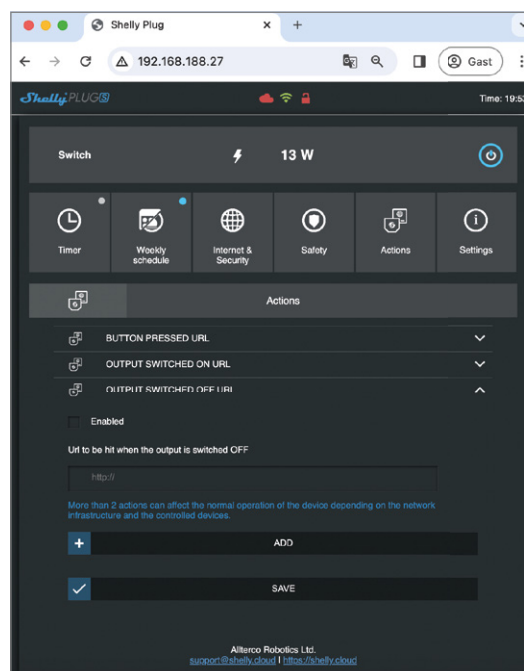
Alleen bij Philips Hue is het tegenwoordig nodig om sowieso een cloudaccount aan te maken. Een account is optioneel voor AVM, Bosch, Nuki en Shelly. Je hebt er echter wel een nodig om de systemen te kunnen koppelen met Amazon Alexa of andere cloudgebaseerde diensten. Bij AVM en Shelly is voor remote toegang ook een webaccount nodig. Voor de CCU3 is er geen standaard cloud-toegang, in plaats daarvan heb je een extra service nodig zoals Cloudmatic om andere webdiensten te koppelen.

Het nadeel van onafhankelijkheid van de cloud is dat de zes systemen geen automatische back-up van de configuratie hebben. AVM, Nuki, Shelly en de CCU3 staan wel toe dat back-ups handmatig worden gemaakt en lokaal worden opgeslagen, maar daar moet je zelf aan denken. Bij Philips Hue en Bosch ontbreekt een back-upfunctie.

ACCOUNT VERPLICHT?

Veel andere systemen bieden een automatische back-up van de configuratie in de cloud. Dat betekent dat de instellingen onmiddellijk beschikbaar zijn wanneer een nieuwe centrale een kapotte vervangt of wanneer een extra smartphone of tablet toegangsrechten krijgt tot het smarthome.

Fabrikanten gebruiken dat gemak graag als reden voor een verplicht persoonlijk cloudaccount. Dat moet je dan aanmaken met e-mailadres, wachtwoord en soms andere gegevens zodra de app of webtoe-



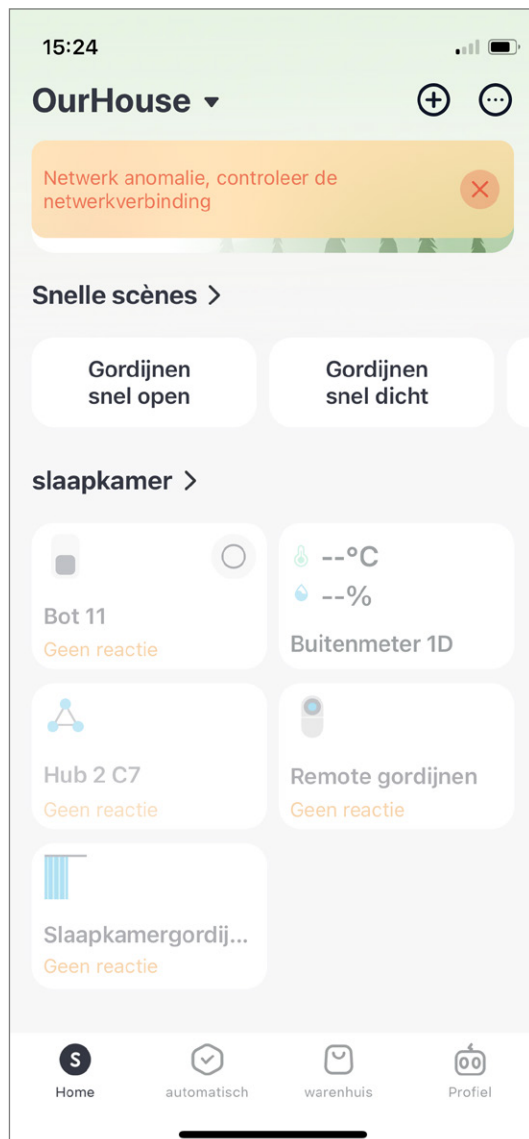
De meeste Shelly-apparaten hebben een webinterface die via het lokale ip-adres bereikbaar is. Regels die je via 'Actions' toevoegt kunnen ook andere Shelly-apparaten via lokale adressen aansturen.



Zonder internetverbinding blijft de Tado-app hangen en blijven de thermostaatknoppen dom. Ze reageren dan alleen op handmatig instellen.

gang voor de eerste keer wordt ingesteld. Als je niet graag je privégegevens met de fabrikanten deelt, kun je dat als nadeel ervaren. De accountvereiste alleen is echter geen struikelblok voor een soepele werking.

De meeste systemen in deze test kunnen niet worden ingesteld zonder een cloudaccount: Apple HomeKit, Elesion, Gigaset, SwitchBot, Tado en, zoals



De bedieningselementen in de Switchbot-app zijn niet bruikbaar zonder internet en de app meldt een 'netwerk anomalie'.

gezegd, Philips Hue. Bij Aqara kun je zonder als je alleen de app van de fabrikant gebruikt om apparaten te koppelen aan Apple HomeKit. Homematic IP vereist geen persoonlijke gegevens bij het gebruik van de hub, maar laat het bij een geanonimiseerde identifier. Het vereist echter wel een permanente verbinding met de webserver van de fabrikant voor de reguliere werking van het systeem.

INCOMPLEET ZONDER CLOUD

Omdat Apple HomeKit, Aqara, Elesion, Gigaset, Homematic IP (met hub), SwitchBot en Tado ook belangrijke functies via de webserver uitvoeren, zijn er soms kleine, soms grote kwaliteitsverliezen in de smarthome-praktijk wanneer de cloudverbinding is onderbroken.

Zonder serververbinding hebben sommige smartphone-apps bijvoorbeeld geen toegang meer tot de apparaten. Het is dan niet mogelijk om de apparaten via de app te bedienen of om ze nieuwe tijdschema's of sensorautomatiseringen aan te leren. Dat is van invloed op de apps van Gigaset en Tado, die van Aqara in cloudmodus, die van Homematic IP met het Access Point en die van Elesion met sommige producten. Laatstgenoemde werkt offline alleen met bluetooth-componenten, niet met wifi- of ZigBee-apparatuur.

Bij de officiële HomeKit-app van Apple en de app van SwitchBot is alleen het aanleren van nieuwe automatiseringen beperkt. Apple heeft de cloud nodig als distributiecentrum voor het sturen van de regels naar een lokale woninghub. Tijdschema's kunnen nog steeds offline worden aangemaakt bij SwitchBot, maar geen sensor-automatiseringen.

Het is nog steeds mogelijk om de apparaten handmatig te bedienen via een app bij Apple en SwitchBot. Bij SwitchBot is het voldoende als de bluetooth-apparaten dichtbij genoeg zijn, bij Apple zijn wifi, Thread en bluetooth mogelijk, afhankelijk van de betreffende componenten.

VEEL AUTOMATISERINGEN WERKEN NOG STEEDS

Het belangrijkste is om te kunnen vertrouwen op de uitvoering van de opgeslagen automatische regels in het geval van menselijke afwezigheid. In tegenstelling tot een mislukte poging tot handmatige besturing, merk je het daarbij namelijk niet (of te laat) als er iets niet werkt. Dan blijven door het ontbreken van een internetverbinding misschien onnodige energieverbruikers ingeschakeld, worden kamers niet afgekoeld of verwarmd of krijg je geen alarm bij mogelijke gevaren.

Het Homematic IP Access Point en Apple HomeKit voeren aangeleerde regels altijd offline uit. Een uitzondering is bij Apple de opslag van opnames van compatibele camera's, die hiervoor altijd de cloud nodig hebben. Toegang tot livestreams blijft echter beschikbaar. Aqara voert ook alles lokaal uit op de verschillende ZigBee-gateways zolang geen push-alarmen of online weergegevens nodig zijn. Alle

zijn daarom zeer eenvoudig te koppelen, zeker bij opensource-systemen.

Behalve bij de Gigaset-technologie is er ook geen vooruitzicht op verder gebruik bij de Tado-technologie. Als de oorspronkelijke infrastructuur niet meer beschikbaar is, verliest het elke toegevoegde smart-waarde.

MATTER ALS OPLOSSING?

De nieuwe Matter-communicatiestandaard werkt onafhankelijk van fabrikanten en zou het dus mogelijk moeten maken om apparaten met de 'Matter Controller'-schakelcentrales van bijvoorbeeld Amazon, Apple, Google en Samsung te blijven gebruiken nadat een fabrikant failliet gaat.

De huidige vierde generatie sloten van Nuki herkent bijvoorbeeld Matter via wifi en de alternatieve draadloze Thread-technologie. In de praktijk herkennen de Matter-controlecentra van andere fabrikanten de vergrendelingsstatus en het oplaadniveau van de batterij – dat is genoeg voor de basisbediening van het Smart Lock.

Voor het SwitchBot-systeem biedt Matter momenteel daarentegen geen vooruitzicht op levensverlengende maatregelen. Hoewel die apparaten het protocol ondersteunen, koppelen ze niet direct met een Matter Controller. Dat komt omdat SwitchBot een gateway gebruikt om verbinding te maken met de bluetoothapparaten, die alleen nieuwe apparaten koppelt met behulp van de app van de fabrikant. Bij een bedrijfssluiting kun je daar niet op blijven rekenen. Dat geldt ook voor andere gateway-aanbieders die Matter gebruiken (Aqara) of willen gaan gebruiken (Bosch).

Een andere beperking van Matter als oplossing betreft de standaard zelf. Tot nu wordt die vooral gepromoot door commerciële aanbieders van platforms met verplichte cloudaccounts voor gebruik-

kersbeheer. Daarbij vervangt het ene uitvalrisico het andere. Het lijkt echter onwaarschijnlijk dat grote spelers zoals Apple of Amazon hun smarthome-aanbod zullen stopzetten. Je zou daarom hun infrastructuur als back-up kunnen kiezen voor in elk geval de bediening.

CONCLUSIE

Zonder internet worden veel draadloze systemen voor het slimme huis weer dom. Ze kunnen dan slechts beperkt of helemaal niet worden bediend en zijn soms niet eens in staat om met veel moeite toegevoegde automatiseren uit te voeren. Iedereen die zijn huis enthousiast uitrust met slimme apparaten realiseert zich vaak pas pijnlijk hoezeer de technologie afhankelijk is van de cloud wanneer er een internetstoring is. Gelukkig is complete verstoring van de werking zoals bij Gigaset en Tado een uitzondering. Wat wel vervelend is, is dat het gebruik van de cloud toeneemt bij sommige aanbieders die zich voorheen richtten op lokale werking. Dat geldt bijvoorbeeld voor de nieuwe verplichting van Philips Hue om een cloudaccount te hebben, ongeacht de redenen die het bedrijf aanvoert.

Slechts enkele systemen hebben onbeperkte functionaliteit zonder contact met web servers. Daartoe behoren AVM, Bosch en Nuki, maar ook Shelly met cloudloze configuratie. Het geldt ook voor Homematic IP bij gebruik van de CCU3-centrale en voor Philips Hue, ondanks de noodzaak van een account. Als je de systemen bedient via app of web, regels aanmaakt en die laat toepassen, doen de gateways en bijbehorende componenten dit lokaal. Als het contact met de cloud wegvalt, heeft dat vrijwel geen invloed op het gebruiksgemak en de functionaliteit van het systeem. Er is bij die aanbieders ook goede kans op een tweede leven voor de technologie als de oorspronkelijke fabrikant niet meer operationeel is. **ct**

Wat smarthome-apparaten offline en zonder fabrikantondersteuning kunnen

Merk	Werkt ook zonder registreren persoonlijk account	Offline bedienbaar via app of lokale webinterface	Offline nieuwe tijdschema's en sensorautomatismen aanmaken	Offline aangemaakte tijdschema's en sensorautomatismen gebruiken	Componenten zonder app- en webserverinfrastructuur van de aanbieder bruikbaar
Apple HomeKit	–	✓	–	✓	–
Aqara	alleen in HomeKit-modus	–	–	✓	✓ (ZigBee, Matter over Thread)
AVM	✓ (dan zonder remote toegang / extra diensten)	✓	✓	✓	✓
Bosch Smart Home	✓ (dan zonder remote toegang / extra diensten)	✓	✓	✓	de ZigBee-componenten
Homematic IP Access Point	✓ (anonieme identificatie)	–	–	✓ (naast b.v. pushberichten)	–
Homematic IP CCU3	✓	✓	✓	✓	✓
Elesion (o.a. 7links, Luminea, Lunartec, revolt)	–	–	–	alleen verwarmingsschema's	✓ (via Tuya / Smart Life)
Gigaset	–	–	–	–	–
Nuki	✓ (dan zonder extra diensten)	✓ (WLAN oder BT)	✓	✓	✓ (via HomeKit / Matter)
Philips Hue	–	✓ (ZigBee of bluetooth)	✓	✓	het ZigBee-lampmateriaal en -stekkers
Shelly	alleen lokale webinterface	alleen lokale webinterface	alleen lokale webinterface	alleen lokale webinterface	✓
SwitchBot	–	✓	alleen tijdschema's	alleen tijdschema's	–
Tado	–	–	–	–	–

✓ aanwezig – niet aanwezig

SUPERMICRO

MULTI-NODE

Building Blocks



Construct Your Optimized IT Solutions with Our Twin Family of Multi-Node Servers
Featuring 3rd Gen Intel® Xeon® Scalable Processors

SMBE Belgium

+32 495 533 245
www.smbe.be
sales@smbe.be

TWP Computer

+31 20 638 9057
www.twp.nl
info@twp.nl

Server Storage Solution

+32 9 261 5310
www.s3s.be
sales@s3s.be

NCS International

+31 544 47 0000
www.ncs.nl
info@ncs.nl

ServerDirect BV

+31(0) 85-3018585
www.ServerDirect.nl
sales@serverdirect.nl



Learn More at www.supermicro.com

© Supermicro and Supermicro logo are trademarks of Super Micro Computer, Inc. in the U.S. and/or other countries.



PUNTJE ACHTER DE I

Core i-14000 desktop- processors met 65 watt

De cpu-serie Core i-14000 is de laatste met een i in de naam. Binnen die serie zijn nu goedkopere modellen beschikbaar, na de K-modellen voor gamers. Er zit daar ook een verrassing bij.

Christof Windeck en Marco den Teuling

Laatste in een lange reeks: de Core i-14000 processorfamilie zal de laatste zijn met de naam Core i. De 14e generatie bevat in wezen dezelfde technologie als de 13e generatie. De vorige generatie had de codenaam Raptor Lake, de nieuwe heet Raptor Lake Refresh.

Intel lanceerde de 14e Core i-generatie met de overklokbare 125 watt Core i9-14900K, i7-14700K en i5-14600K processors. Die worden nu gevolgd door 16 bescheidener versies voor allround- en kantoor-pc's, die eenvoudiger en stiller gekoeld kunnen worden

dankzij hun 65 watt Processor Base Power (PBP). We hebben vier van die nieuwkomers aan de tand gevoeld: Core i7-14700, Core i5-14500, Core i3-14100 – en de als verrassing verschenen Intel Desktop Processor 300. Die laatste is de opvolger van de Pentium Gold G7400 die begin 2022 werd gepresenteerd. De 300 in de naam verwijst naar het nieuwe naamgevings-schema voor goedkope processors dat Intel in 2022 introduceerde met de Alder Lake-N serie, zoals de N97, N100, N200 en Core i3-N305 types.

De eerste Arrow Lake desktopprocessors voor moederborden met de nieuwe LGA1851-socket volgen waarschijnlijk in de herfst. Ze zullen waarschijnlijk Core Ultra gaan heten. Aan het einde van dit artikel kijken we daarom ook naar de (aankomende) concurrenten daarvoor zoals AMD Ryzen 8000G en Zen 5 Ryzens.

PROCESSORKENNIS

De Core i-processors van generatie 12 (Alder Lake), 13 en 14 voor desktop-pc's passen allemaal in de LGA1700-socket die eind 2021 is geïntroduceerd en waarvoor chipsets uit de 600- en 700-serie beschikbaar zijn. Er zijn momenteel ongeveer 50 verschillende LGA1700-processors beschikbaar en het assortiment aan compatibele moederborden is enorm. Ook de prijzen variëren enorm. Afhankelijk van het moederbord kunnen LGA1700 processors gecombineerd worden met DDR4- of DDR5-RAM. Met vier DIMM's van 48 GB is maximaal 192 GB DDR5-RAM mogelijk. Met DDR4 is het maximum 128 GB. We hebben de voordelen van het snellere DDR5-RAM gemeten in [1].

De microarchitecturen van Core i-12000, -13000 en -14000 verschillen nauwelijks. De belangrijkste verschillen zitten in het aantal cpu-kernen en de (turbo)klokfrequentie van het betreffende model. Er zijn maximaal acht performance-cores en 16 efficiency-cores (P-/E-cores). Eenvoudig gezegd bieden P-cores sterke single-threaded prestaties bij hoge turbokloksnelheden, terwijl de E-cores een krachtige boost geven in multithreading. Onze meetresultaten met de benchmarks kcbench en Cinebench MT laten dat duidelijk zien.

Daarom noemen sommige mensen de E-cores gekscherend Cinebench-cores. Pc-games hebben vaak baat bij hooggeklokte P-cores, maar slechts enkele games kunnen meer dan zes van die cores ook benutten. De Core i5 is daarom een goede keuze voor veel toepassingen. Om de verschillen tussen de Core i5-14500 en i5-13500 te vinden, moet je er echter een vergrootglas bij pakken. De eerste klokt eenvoudigweg 200 MHz of 4,3 procent hoger. De oudere Core i5-12600 blijft daarentegen aanzienlijk achter omdat die geen enkele E-core heeft, maar alleen zes P-cores.

In de prijs categorie daarboven heeft de Core i7-14700 meer winst geboekt in vergelijking met zijn voorganger, de i7-13700. Hoewel beide acht P-cores hebben, heeft de 14700 vier E-cores meer, namelijk twaalf in plaats van acht. Dat is geen enorme stap, maar wel een voordeel bij een vergelijkbare prijs. In-

tel heeft hem ook 10 procent meer L3-cache gegeven (33 in plaats van 30 MB).

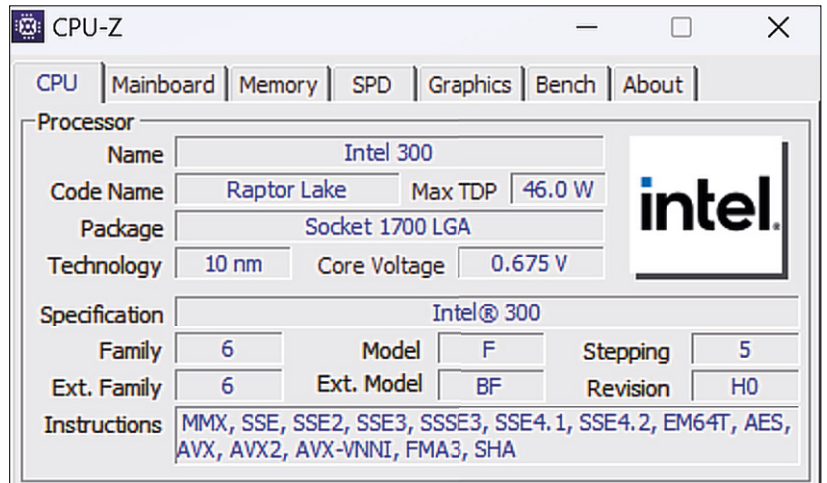
Zoals al jaren het geval is, zijn er naast de eerder genoemde K-types ook een aantal met de extra letters KS, F en T in de naam. KS zou kunnen staan voor 'K Superduur', daar verhoogt Intel de kloksnelheid nog verder. De geïntegreerde gpu is bij de F-modellen uitgeschakeld, die juist iets goedkoper zijn en bedoeld voor game-pc's met een aparte grafische kaart. De T-modellen hebben een lagere PBP-specificatie van meestal 35 watt in plaats van 65 watt. Ze zijn in principe achterhaald omdat de configureerbare Thermal Design Power (cTDP-functie) kan worden gebruikt om het energieverbruik van alle LGA1700-processors te beperken. De BIOS-instellingen moeten die optie dan wel bieden. Omdat de cpu niet zoveel energie mag verbruiken, krijg je lagere prestaties bij multi-threading. Bij single-threading is dat nadeel beperkt omdat een enkele core niet zoveel energie kan omzetten in warmte.

Sommige LGA1700-processors zijn blijkbaar gereserveerd voor pc-fabrikanten, je zult ze nauwelijks tegenkomen in een winkel en zeker niet als boxed-versie met koeler en fabrieksgarantie. Dit zijn onder andere de Core i5-14600, i5-13600 en i5-12600. De meeste retailers verkopen alleen de marginaal langzamere 14500/13500/12500.

TURBO'S

Moderne Intel-processors mogen hun nominale PBP of TDP korte tijd overschrijden, namelijk tot 219 watt. Die Power Limit 2 (PL2) geldt voor maximaal 28 seconden, waarna de cpu volgens de Intel-specificatie weer omlaag moet kloppen zodat hij zich aan zijn PBP kan houden.

Veel moederbordfabrikanten halen echter trucs uit en zetten de PL2-duur op oneindig in de standaard BIOS-instellingen. De cpu rekent dan sneller, maar de koeler krijgt het zwaar. Afhankelijk van het koelsysteem kan de processor zelfs gas terugnemen om oververhitting te voorkomen. Bij het vergelijken van prestaties zorgen we ervoor dat alle processors



De als verrassing door Intel geïntroduceerde Desktop Processor 300 is de opvolger van de Pentium Gold G7400.

zich houden aan hun respectievelijke limieten, dus niet overklokken.

De koeler die Intel bij de boxed processors levert is te zwak voor de i7-types onder volledige multi-threading-belasting. Ze moeten daardoor gas terugnemen voor het einde van het turbovenster. Hoewel dit in de praktijk niet merkbaar is, verlaagt het de meetwaarden.

De geteste Core i-14000 processors presteerden zoals verwacht in de benchmarks. Ze zijn niet merkbaar sneller dan hun respectieve voorgangers. Volgens onze jarenlange ervaring moet een cpu minstens ongeveer 30% sneller zijn dan een andere in verschillende benchmarks om het verschil te kunnen merken bij praktisch pc-gebruik. Alleen de Core i7-14700 springt er enigszins uit dankzij zijn vier extra E-cores.

We moeten het zeer lage energieverbruik bij de inactieve modus prijzen: zelfs met de Core i7-14700 zou je makkelijk een 13-watt pc kunnen bouwen zoals beschreven in [2]. Dat hangt waarschijnlijk vooral af van het moederbord en de voeding. Het Asus ROG STRIX Z790-E Gaming WIFI-moederbord dat werd gebruikt voor deze test verbruikte met de Core i5-14500 idle al

Zuinige modellen van de Core i-14000 cpu-generatie

Processor	Kernen / threads	Cinebench R24 1T [punten]	Cinebench R24 MT [punten]	Kcbench Linux 6.5.8 [s]	Handbrake 1.7.2 Fast1080p30 [fps]	7-Zip comprimeren [MB/s]	3DMark Fire Strike [punten]	Efficiëntie [Cinebench MT/W]	Prijs/presatie [Cinebench MT/€]	Energieverbruik idle/ belast [W]
		beter >	beter >	< beter	beter >	beter >	beter >	beter >	beter >	< beter
Core i7-14700	8P+12E / 28	123	1086	78	103	108	2744	192	50	29/111
Core i5-14500	6P+8E / 20	113	806	110	80	76	2701	137	58	27/107
Core i3-14100	4P+0E / 8	105	425	185	49	43	2309	82	54	28/102
Intel 300	2P+0E / 4	84	177	392	24	20	1361	62	40	27/64
Core i7-13700	8P+8E / 24	117	1050	87	96	99	2721	176	47	27/110
Core i5-13500	6P+8E / 20	109	846	108	83	77	2688	141	60	27/108
Core i5-12600	6P+0E / 12	109	631	140	63	60	2529	105	48	28/110
Core i3-13100	4P+0E / 8	102	467	187	48	42	2278	81	52	27/101
Pentium Gold G7400	2P+0E / 4	79	169	411	23	19	1275	54	39	27/69
Ryzen 7 7700	8P+0E / 16	114	1057	86	87	93	2170	141	58	48/131
Ryzen 5 7600	6P+0E / 12	111	824	107	71	75	2193	110	75	48/129
Ryzen 5 5700G	8P+0E / 16	90	739	127	65	69	4053	159	76	18/88

Moederborden voor de metingen: LGA1700: Asus ROG STRIX Z790-E Gaming WIFI, AM5: Asus TUF Gaming X670E-Plus, AM4: MSI B550M Mortar. Metingen energieverbruik met geïntegreerde graphics.

27 watt, terwijl de processor in onze 13-watt pc even zuinig bleek als de originele cpu. Die is uitgerust met het Gigabyte B660M Gaming X AX DDR4-moederbord. Onder belasting zijn de Intel-chips niet erg zuinig, maar dankzij hun relatief hoge rekenkracht werken ze toch behoorlijk efficiënt.

CONCURRENTEN

De grootste concurrenten van de Core i-14000, afgezien van zijn voorgangers, zijn de Ryzens van de 7000-serie voor AM5-moederborden. De verschillen tussen gelijk geprijsde cpu-versies zijn bij veel benchmarks echter klein. Als je games wilt spelen op je pc, heeft AMD een troef achter de hand: de Ryzens met gestapelde 3D-cache zoals de Ryzen 7 7800X3D voor 380 euro. Voor AM4-moederborden met DDR4-RAM is er de 90 euro goedkopere Ryzen 7 5800X3D. Maar let op: afgezien van pc-games zijn vergelijkbaar geprijsde Ryzens zonder 3D-cache vaak sneller omdat ze hoger klokken.

Als je een zuinige pc zonder grafische kaart wilt, zijn mager uitgeruste LGA1700-moederborden een betere keuze dan AM5. Tot nu toe hebben we nauwe-

lijks een AM5-moederbord gevonden met een idle energieverbruik van minder dan 30 watt. Voor een zuinige Ryzen-kantoor-pc is het oude AM4-platform daarom tot nu toe de enige optie.

Het is de moeite waard om goed naar de prijzen te kijken. Tussen de oudere Core i- en Ryzen-series zitten veel koopjes. Ryzen 4000 en 5000 bieden veel cores voor het geld: de hexacore Ryzen 5 4600G kost slechts 100 euro, de krachtigere (en jongere) 5600G kost ongeveer 25 euro meer. Bij de tegenhangers van Intel voor LGA1700 krijg je met de Core i3-12100 slechts vier oudere cores. De i5-12400F met zes cores voor een gaming-pc is verkrijgbaar voor circa 40 euro meer [3]. De modernere en, met vier E-cores, krachtigere i5-14400F is momenteel met 225 euro nog te duur.

Je kunt acht krachtige cores van AMD krijgen vanaf 185 euro (Ryzen 7 5700X), die minstens 100 euro meer kosten bij Intel (i7-12700KF) en zelfs 220 euro meer bij Raptor Lakes.

AMD verkoopt AM5-cpu's voor een aanzienlijk hogere prijs dan die voor AM4, maar ze hebben modernere en krachtigere Zen 4-kernen. Het is mogelijk dat de nieuwe Ryzen 8000G met Zen 4-technologie goedkoper zal zijn en misschien zullen sommige moederborden idle ook zuiniger werken.

De duurste nieuwe Ryzen 5 8600G en Ryzen 7 8700G hebben twee speciale functies: AI-eenheden die respectievelijk Ryzen AI en XDNA worden genoemd, en krachtige grafische processors. Voor de Radeon 780M in de 8700G belooft AMD 3D-prestaties op het niveau van de vijf jaar oude Nvidia GeForce GTX 1650. Daarmee zouden sommige populaire games soepel moeten kunnen draaien in full-hd-resolutie – maar dat is nog afwachten.

De concurrentiesituatie zou in de herfst kunnen veranderen. Aan de ene kant plant Intel de eerder genoemde Arrow Lake-cpu's voor nieuwe moederborden, die vermoedelijk alleen nog DDR5 RAM zullen ondersteunen. Aan de andere kant beloofde AMD begin januari om nog in 2024 een Ryzen met gloednieuwe Zen 5-technologie te lanceren.

Het is echter onmogelijk om in te schatten hoeveel sneller Zen 5 zal zijn in vergelijking met de huidige Zen 4-Ryzens. Dit geldt ook voor Arrow Lake. Het is in elk geval duidelijk dat LGA1700 op zijn einde loopt. Snellere processors dan de Core i9-14900K zijn niet meer te verwachten, hooguit nog een veel te dure 14900KS.

CONCLUSIE

De nieuwe 65watt-cpu's zijn een welkome aanvulling op de LGA1700-processorreeks. Het assortiment is echter al erg breed en de meeste nieuwkomers verschillen nauwelijks van hun voorgangers. Maar er zijn een paar uitzonderingen. De Core i7-14700 heeft meer E-cores dan de bijna even dure i7-13700 en onderscheidt zich op het gebied van energie-efficiëntie onder belasting. De efficiëntiekernen hebben dan ook een toepasselijke naam. En hoewel de meeste van de oude Alder Lakes nu achterblijven, zijn er twee uit-

Selectie van LGA1700-cpu's: Intel Core i-14000/13000/12000

Type	P- / E-cores	Threads	Klok / turbo	L2- / L3-cache	PBP / turbo	Prijs
Core i9-14900K(F)	8 / 16	32	3,2 / 6,0 GHz	32 / 36 MB	125 / 253 W	€ 610 (585)
Core i9-13900K(F)	8 / 16	32	3,0 / 5,8 GHz	32 / 36 MB	125 / 253 W	€ 590 (580)
Core i9-14900(F)	8 / 16	32	2,0 / 5,8 GHz	32 / 36 MB	65 / 219 W	€ 625 (605)
Core i9-13900(F)	8 / 16	32	2,0 / 5,6 GHz	32 / 36 MB	65 / 219 W	€ 505 (480)
Core i7-14700K(F)	8 / 12	28	3,4 / 5,6 GHz	28 / 33 MB	125 / 253 W	€ 435 (420)
Core i7-14700(F)	8 / 12	28	2,1 / 5,4 GHz	28 / 33 MB	65 / 219 W	€ 425 (395)
Core i7-13700(F)	8 / 8	24	2,1 / 5,2 GHz	24 / 30 MB	65 / 219 W	€ 410 (400)
Core i7-12700KF	8 / 4	20	3,6 / 5,0 GHz	12 / 25 MB	125 / 190 W	€ 295
Core i5-14600K(F)	6 / 8	20	3,5 / 5,3 GHz	20 / 24 MB	125 / 181 W	€ 330 (300)
Core i5-13600K(F)	6 / 8	20	3,5 / 5,3 GHz	20 / 24 MB	125 / 181 W	€ 325 (305)
Core i5-14600	6 / 8	20	2,7 / 5,2 GHz	20 / 24 MB	65 / 154 W	g.o.
Core i5-13600	6 / 8	20	2,7 / 5,0 GHz	11,5 / 24 MB	65 / 154 W	g.o.
Core i5-14500	6 / 8	20	2,6 / 5,0 GHz	11,5 / 24 MB	65 / 154 W	€ 255
Core i5-13500	6 / 8	20	2,5 / 4,8 GHz	11,5 / 24 MB	65 / 154 W	€ 255
Core i5-14400(F)	6 / 4	16	2,5 / 4,7 GHz	9,5 / 20 MB	65 / 148 W	€ 250 (225)
Core i5-13400(F)	6 / 4	16	2,5 / 4,6 GHz	9,5 / 20 MB	65 / 148 W	€ 250 (220)
Core i5-12400(F)	6 / 0	12	2,5 / 4,4 GHz	7,5 / 18 MB	65 / 117 W	€ 170 (145)
Core i3-14100(F)	4 / 0	8	3,5 / 4,7 GHz	5 / 12 MB	60 / 110 W	€ 155 (130)
Core i3-13100(F)	4 / 0	8	3,5 / 4,5 GHz	5 / 12 MB	60 / 110 W	€ 155 (120)
Core i3-12100(F)	4 / 0	8	3,3 / 4,3 GHz	5 / 12 MB	60 / 89 W	€ 125 (100)
Processor 300	2 / 0	4	3,9 / – GHz	2,5 / 6 MB	46 / – W	€ 100
Pentium Gold G7400	2 / 0	4	3,7 / – GHz	2,5 / 6 MB	46 / – W	€ 95
Celeron G6900	2 / 0	2	3,4 / – GHz	2,5 / 4 MB	46 / – W	€ 70

Ter vergelijking enkele Ryzen-varianten van AMD:

Ryzen 9 7950X3D	16 / 0	32	4,2 / 5,7 GHz	16 / 128 MB	120 / 162 W	€ 600
Ryzen 9 7950X	16 / 0	32	4,5 / 5,7 GHz	16 / 64 MB	170 / 230 W	€ 570
Ryzen 7 7800X3D	8 / 0	16	4,2 / 5,0 GHz	8 / 96 MB	120 / 162 W	€ 380
Ryzen 7 7700	8 / 0	16	3,8 / 5,3 GHz	8 / 32 MB	65 / 88 W	€ 320
Ryzen 5 7800X3D	8 / 0	16	3,4 / 4,5 GHz	4 / 96 MB	105 / 162 W	€ 300
Ryzen 5 7600	6 / 0	12	3,8 / 5,1 GHz	6 / 32 MB	65 / 88 W	€ 190
Ryzen 5 7500F	6 / 0	12	3,7 / 5,0 GHz	6 / 32 MB	65 / 88 W	€ 170
Ryzen 5 5700G	8 / 0	16	3,8 / 4,6 GHz	4 / 16 MB	65 / 88 W	€ 185
Ryzen 5 5700X	8 / 0	16	3,4 / 4,6 GHz	4 / 32 MB	65 / 88 W	€ 180
Ryzen 5 5600G	6 / 0	12	3,9 / 4,4 GHz	3 / 16 MB	65 / 88 W	€ 125
Ryzen 5 4600G	6 / 0	12	3,7 / 4,2 GHz	3 / 8 MB	65 / 88 W	€ 100

Long Duration Package Power Limit	Auto
Current Long Duration Package Power Limit	4095 Watt
Package Power Time Window	Auto
Current Package Power Time Window	28 Sec
Short Duration Package Power Limit	Auto
Current Short Duration Package Power Limit	4095 Watt

Bij de BIOS-instellingen van veel moederborden zijn de limieten voor de turbomodus standaard verkeerd ingesteld. Hier is meer dan 4 kilowatt ingesteld voor een 46W-cpu die helemaal geen turbo heeft.

zonderingen. Als prestaties niet belangrijk zijn en je geen Ryzen wilt, dan is de Core i3-12100 aanzienlijk goedkoper dan zijn opvolgers. Maar eigenlijk zijn de i3-types verouderd, net als de Pentium G, Celeron G en de nieuwe 300, omdat ze te weinig presteren voor hun hoge prijzen. AMD biedt al processors met zes cores voor vergelijkbare prijzen.

Verder verkoopt Intel de octacore Core i7-12700KF tegen een concurrerende prijs. Die verbruikt echter heel wat meer energie dan de nieuwe 65-watt modellen.

De Ryzens liggen consequent voor in de prijs-prestatievergelijking. Dat was een jaar geleden niet het geval. AMD heeft de prijzen aanzienlijk verlaagd en er zijn nu veel betaalbare AM5-moederborden. En de

voortgang van Zen 4-technologie ten opzichte van Zen 3 is aanzienlijk. De Ryzen 5 7600 met zes cores verlaat op veel punten de oudere Ryzen 5 5700G met acht cores. De directe tegenstander van de Ryzen 5 7600 is de nieuwe Core i5-14500, een Intel-chip die aanzienlijk duurder is, maar bij veel (niet alle) benchmarks iets voor ligt en efficiënter is. Uiteindelijk is de Core i5-14500 de meest aantrekkelijke Intel-nieuwkomer als de prijs een rol speelt. Hij is echter niet veel sneller dan zijn voorganger, de i5-13500. **ct**

Literatuur

- [1] Christian Hirsch en Marco den Teuling, DDR4- en DDR5-RAM prijs-prestatievergelijking, c't 12/2023, p.68
- [2] Christian Hirsch en Daniel Dupré, Bouwvoorstel voor een 13W-pc, c't 3/2023, p.42
- [3] Benjamin Benz en Alieke van Sommeren, Budget-cpu's voor gaming, c't 11/2023, p.68

Uitgave gemist?



Scan mij

Bestel 'm nu via
magazineshop.nl/ct

VERPLICHT BETALEN OM NIET GEVOLGD TE WORDEN?! www.ct.nl

ct IT-magazine voor de liefhebber 4 2024

DE OPTIMALE PC

- Vind de juiste processor, ssd en grafische kaart
- Allround gaming-pc met superefficiënte processor
- Compacte kantoor-pc met octacore-cpu

GETEST

- PCIe 4.0- en 5.0-ssd's
- Bluetooth-headsets met microfoon
- In-ears voor videogesprekken en muziek
- Zotac ZBox Edge CI343 mini-pc
- Samsung SSD T5 Evo 8 TB usb-ssd
- Asus ZenBook 14 laptop met Core Ultra

MONITOR-GIDS

- Koopadvies voor een nieuwe monitor
- Test OLED-displays

EN VERDER

- Op weg naar een digitale euro
- x86-processors met AI-eenheden
- Securityrisico's UEFI-BIOS
- Virtualisatie met Raspberry Pi
- DeltaChat als opensource messenger
- 2FA-authenticator zelf hosten

NAS-TEST

- 2-bay x86-NAS-apparaten
- Bestanden opslaan en meer

De optimale pc-afbeelding gaming-pc en compacte kantoor-pc - kantoorpde - NAS-test 2-bay - transmissie met een Raspberry Pi 2FA zelf hosten

4 april 2024

Pineberry Pi HatDrive! M.2-ssd-adapter voor Raspberry Pi 5

SNELLER PARADEPAARDJE

Wat hebben de eerste Wi-Fi 7-apparaten te bieden?



ALLES OVER DIT ONDERWERP

- ▶ **Wi-Fi 7 geeft wifi een flinke performanceboost** 58
- ▷ De eerste Wi-Fi 7-apparaten getest 60
- ▷ Wat Wi-Fi 7 zo bijzonder maakt 66

Wi-Fi 7 heeft al een voet tussen de deur: sommige high-end smartphones en moederborden van pc's kunnen er al mee overweg en sinds het begin van het jaar verschijnen er steeds meer netwerkapparaten met de nieuwste technologie. We laten zien hoe goed de nieuwkomers het doen en welke verbeteringen Wi-Fi 7 in petto heeft.

Ernst Ahlers en Alieke van Sommeren

Wifi is weer booming: bijna elke week komen er zonder veel aankondiging nieuwe producten op de markt met het label Wi-Fi 7. De nieuwe standaard zou de piek qua datasnelheid moeten verdubbelen, protocoltrucs gebruiken om betrouwbaarder en met minder vertraging te zenden en het frequentiespectrum efficiënter te gebruiken dan zijn voorgangers. Het laatste artikel in deze reeks belicht de trucs die Wi-Fi 7 gebruikt om dat alles voor elkaar te krijgen.

Om die voordelen in de praktijk te laten werken, is nieuwe hardware nodig aan beide kanten van de verbinding, dat wil zeggen de wifibasisstations (routers en accesspoints) en clients (smartphones, laptops, pc-adapters). In het volgende artikel hebben we in detail geanalyseerd hoe goed de eerste producten in beide categorieën met elkaar overweg kunnen.

FLINKE SNELHEIDSBOOST

We verklappen alvast: Wi-Fi 7 legt de lat aanzienlijk hoger. Tweemaal de doorvoer van Wi-Fi 6E over korte afstanden tot net onder de 3 Gbit/s is vaak mogelijk. Dat komt overeen met 300 MB/s en is minstens zo snel als de snelste harde schijven die momenteel verkrijgbaar zijn. En zelfs over een afstand van een paar meter door muren is er meer snelheid over.

Sommige clients kunnen nog niet perfect overweg met alle basisstations, zoals individuele uitschieters in de metingen laten zien. Die fricties worden de komende tijd verholpen met firmware-updates. De drivers voor de clients zullen ook zeker nog een paar versies aan optimalisaties ondergaan. Traditiegetrouw is de nieuwe wifigeneratie compatibel met zijn voorgangers. De IEEE standaard 802.11be als basis voor Wi-Fi 7 vereist dat tot Wi-Fi 4 (802.11n). Een Wi-Fi 7-basisstation bedient dus oudere clients en Wi-Fi 7-apparaten communiceren ook met oudere wifi-apparaten, beide op het best haalbare gezamenlijke niveau. We hebben gemeten hoe hoog dat is (zie het volgende artikel) en hadden daarbij geen last van drop-outs. Je kunt dus zonder zorgen combineren en hoeft niet al je wifi-apparaten op kantoor of in huis te vervangen.

WANNEER HEEFT HET NUT?

Als je alleen een relatief trage internetverbinding (rond de 50 Mbit/s) door je hele huis wilt verspreiden met wifi, dan zit je de komende jaren nog prima met de huidige Wi-Fi 6. Met één of twee repeaters of mesh-wifinodes op strategisch gekozen locaties kunnen zelfs de uiterste hoeken nuttig worden voorzien van voldoende snelheid.

Veel snellere internetverbindingen die tot 1 Gbit/s (of zelfs daar al boven) kunnen leveren, worden echter steeds meer gemeengoed. Soms wordt een wifinetwerk in huis gebruikt als vervanging voor gigabit-ethernet omdat je geen zin hebt om kabels door je kamer te leggen. Als je grote bestanden snel wilt downloaden of grote bestanden zoals 4K-video's en images van virtuele machines zo snel mogelijk wilt verplaatsen naar je lokale netwerkopslag (NAS) via wifi, is Wi-Fi 7 zeker het overwegen waard.

IN DE PRAKTIJK

Net als zijn voorgangers kan Wi-Fi 7 de natuurwetten echter niet omzeilen. Wi-Fi 7 levert zijn maximale netto datasnelheid alleen met zeer goede draadloze verbindingen, oftewel zonder storende wifibuurt) netwerken en in dezelfde ruimte of op maximaal één muur afstand. Grotere flats en of kantoren hebben meer dan één router of accesspoint nodig als wifi overal snel moet zijn. De rest van de infrastructuur moet ook passend zijn: je bedrade netwerk dat vaste apparaten aan elkaar knoopt, moet minstens 2,5 Gbit/s aan snelheid hebben [1, 2, 3].

Afzonderlijk of in samenwerkingsverband: de nieuwe Wi-Fi 7-functie MLO (Multi-Link Operation) zorgt ervoor dat de nieuwe wifi-standaard een hogere gemiddelde doorvoer haalt en sneller reageert met dynamisch geselecteerde, soms zelfs gelijktijdig gebruikte frequentiebanden (zie het laatste artikel in deze reeks). Daar profiteert ook iedereen van die zijn bedrade netwerk niet wil upgraden of liever geen meerdere basisstations wil plaatsen.

Wi-Fi 7 haalde bij onze test meer dan 700 Mbit/s over 20 meter door muren heen. Een gigabit-internetverbinding wordt dus bijna volledig benut, zelfs een kamer verder.



Literatuur

- [1] Andrijan Möcker en Marco den Teuling, Hardware voor multigigabit-ethernet, c't 10/2020, p.64
[2] Ernst Ahlers en Marco den Teuling, Snelle ethernetswitches om kleine netwerken te upgraden, c't 1-2/2024, p.100

Wifigeneraties

IEEE 802.	Wi-Fi	MIMO-Streams	Max. linkrate	Netto in praktijk ¹
11	-	1	2 Mbit/s	0,5-1 Mbit/s
11b	-	1	11 Mbit/s	1-5 Mbit/s
11g / 11a	-	1	54 Mbit/s	2-25 Mbit/s
11n	4	1 tot 4	0,6 Gbit/s	0,04-0,15 Gbit/s
11ac	5	1 tot 8	3,5 Gbit/s	0,24-1,1 Gbit/s
11ax	6	1 tot 8	9,6 Gbit/s	0,3-1,6 Gbit/s
11be	7	1 tot 8	23 Gbit/s	0,3-8,0 Gbit/s

¹ hangt af van de hardware van apparaten (aantal antennes, wifi-band, de signaalbreedte en afstand)



Illustratie Albert Hulm

GAS EROP

Vier Wi-Fi 7-basisstations met drie clients

Wi-Fi 7 staat op het punt om een revolutie teweeg te brengen: parallele transmissies via meerdere banden, extra brede signalen en andere trucs beloven data sneller te transporteren. We hebben de eerste apparaten uitgebreid getest en waren hier en daar verbaasd.

Ernst Ahlers en Alieke van Sommeren

Wi-Fi 7, het gloednieuwe, extra snelle wifi, is nog steeds een exclusieve aangelegenheid. Er is slechts een handvol basisstations en clients en de prijzen van de eerste lichting apparatuur is zo exorbitant hoog dat je een investering goed moet overwegen. We verzamelden drie wifirouters en een accesspoint die recent zijn uitgebracht voor deze grondige test. Amazon stuurde ons de eero Max 7 meshkit met twee nodes, Asus de GT-BE98 en we kregen de Netgear RS700S en de WBE660S-AP van

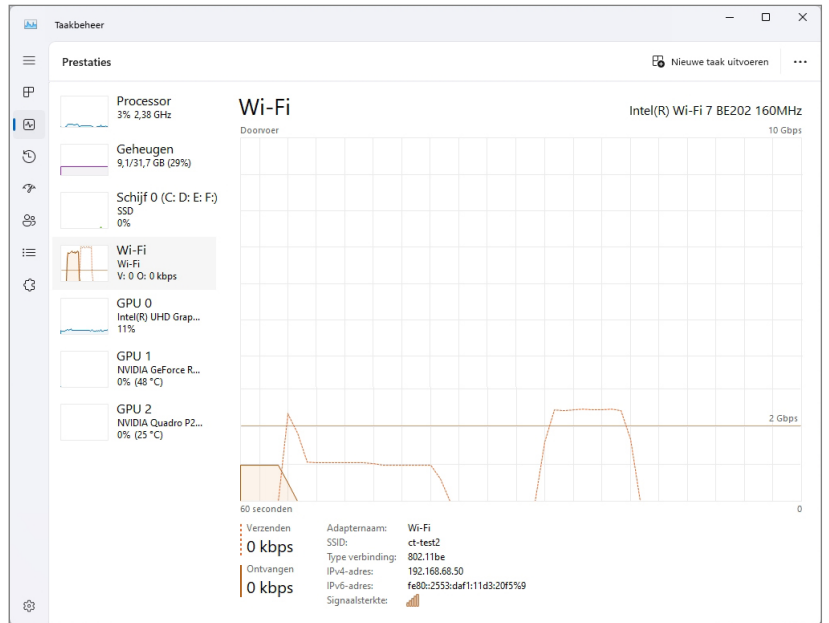
Zyxel ook nog binnen. Laptops met Wi-Fi 7 zijn aangekondigd, maar waren nog niet beschikbaar aan het begin van de test. We hebben daarom de vier basisstations getest met een Google Pixel 8 smartphone en de Intel BE200 en Qualcomm WCN7850 draadloze modules in M.2-2230 formaat. De BE200 past bijvoorbeeld op het onlangs uitgebrachte Asus ROG Maximus Z790 Dark Hero moederbord en in een Asus VivoBook 14, die we eerder al een upgrade gaven van Wi-Fi 5 via Wi-Fi 6 (Intel AX200) naar Wi-Fi 6E (Intel AX210).

Uit voorafgaande tests bleek echter dat als je een oudere laptop wilt upgraden naar Wi-Fi 7, je mogelijk met beperkingen rekening moet houden. Onze VivoBook 14 uit 2019 was overweldigd door de snelheid van de BE200 met een goede draadloze verbinding. Zijn Core i5-8265U bereikte zijn limiet in de downstream (van accesspoint naar client) over korte afstanden met meerdere TCP-streams. Eén cpu-core raakte overweldigd en beperkte de doorvoer tot on-

geveer 1,7 Gbit/s. In de tegenovergestelde richting leverde het geïmproviseerde duo echter tot 3,7 Gbit/s.

Als aanvulling plaatsten we een moderne Core i3-13100 op het moederbord met BE200 en installeerden beide in een pc-behuizing. Dat systeem leverde twee keer zo hoge downstreampieken als de laptop, daarom hebben we de wifisnelheid over de korte afstand gemeten met de BE200 in de pc-behuizing. Voor de afstand van 20 meter door muren gebruikten we de laptop. Die situatie ligt dicht bij dagelijks gebruik, omdat daar veel lagere doorvoersnelheden verwacht kunnen worden, zonder het risico de processor te overvoeren.

Qualcomms WCN7850 vonden we op het PRO Z790-A MAX WIFI moederbord van MSI. Nadat we die wifimodule in onze laptop hadden geplaatst, wilde die echter niet starten. Daarom hebben we het MSI-moederbord ook voorzien van een Core i3-13100 en in een pc-kast geïnstalleerd. Op beide pc's draaide Windows 11 met de nieuwste patches en de nieuwste wifistuurprogramma's van het moment (BE200: 23.10.0.8, WCN7850: 3.0.0.909).



In een oudere laptop had de cpu het af en toe lastig in combinatie Wi-Fi 7: de snelheid werd niet vastgehouden. Met een moderne cpu (en hier een desktopmoederbord Wi-Fi 7-chip) heb je geen last van die snelheidsdips.

WI-FI 7 MET DE PIXEL 8

Googles Pixel 8 maakt gebruik van Wi-Fi 7, maar de smartphone maakt geen gebruik van een extra breed 320MHz-signaal op de 6GHz-band. Daarom kwam hij met een goede verbinding niet boven een gemiddelde netto datasnelheid van 1,5 Gbit/s uit. Ook al werden pieken tot 2,1 Gbit/s behaald, de Pixel 8 bleef gemiddeld op Wi-Fi 6E-niveau in combinatie met de Wi-Fi 7-basisstations.

Dat is echter geen beperking, want 1,5 Gbit/s dichtbij een router is zeker snel genoeg om video's van je smartphone naar je NAS of naar de cloud te verplaatsen, zolang je netwerk en internetverbinding niet meer dan 1 Gbit/s kunnen transporteren.

UITGEMETEN

Zoals gebruikelijk hebben we de nieuwe wifigeneratie getest in een ruimte waar geen storing is van andere draadloze netwerken. Dat is de enige manier om reproduceerbare metingen te krijgen die gebruikt kunnen worden om verbeteringen door nieuwe firmware of stuurprogramma's te bevestigen.

Het maximum haal je bij een zeer goede draadloze verbinding. Daarvoor gebruiken we de iperf3-benchmarktool om eerst hemelsbreed over twee meter te meten en vervolgens over vier meter met een stenen muur ertussen. Het resultaat is het gemiddelde van drie iperf3-runs met een TCP-stream, eerst voor de downlink (basisstation zendt) en daarna voor de

Wi-Fi 7: snelheden van de diverse hardwarecombinaties

Basisstation / client	2,4 GHz dichtbij	5 GHz dichtbij	6 GHz dichtbij	2,4 GHz 20 m	5 GHz 20 m	6 GHz 20 m
	beter ▶	beter ▶	beter ▶	beter ▶	beter ▶	beter ▶
Client: Intel BE200						
Amazon eero Max 7	- ¹	- ¹	2266	- ¹	- ¹	568
Asus GT-BE98	382	1669	1348	320	476	328 ³
Netgear RS700S	446	1795	1395 ³	371	439	334 ³
Zyxel WBE660S	482	1652	2194	406	633	452
Asus GT-AXE11000 ²	407	1572	1605	373	290	369
Fritzbox 7580	219	685	-	204	226	-
Client: Qualcomm WCN7850						
Amazon eero Max 7	- ¹	- ¹	2672	- ¹	- ¹	525
Asus GT-BE98	382	1520	2420	276	678	521
Netgear RS700S	365	1541	2682	278	413	413
Zyxel WBE660S	497	1579	2336	294	597	728
Asus GT-AXE11000 ²	425	1578	1294	315	549	421
Client: Google Pixel 8						
Amazon eero Max 7	- ¹	- ¹	1070	- ¹	- ¹	474
Asus GT-BE98	177	1356	1475	137	539	336
Netgear RS700S	175	1420	1384	147	393	394
Zyxel WBE660S	183	1389	1435	178	629	492
Asus GT-AXE11000 ²	189	1296	1258	162	303	384
alle waarden in Mbit/s ¹ router niet in te stellen op split-SSID, clients werden alleen via 6GHz-band verbonden						
² vergeleken met Wi-Fi 6/6E ³ vervangende waarde op basis van upstream; downstream bleef tijdens de test steken op ongeveer 80 Mbit/s						

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000000	eero_66:07:0a	Broadcast	802.11	467	Beacon frame, S
2	0.102408585	eero_66:07:0a	Broadcast	802.11	467	Beacon frame, S
3	0.204865625	eero_66:07:0a	Broadcast	802.11	467	Beacon frame, S


```

> Ext Tag: EHT Capabilities (802.11be D3.0)
> Ext Tag: EHT Operation (802.11be D3.0)
  > Ext Tag: Multi-Link (802.11be D3.0)
    Ext Tag length: 13 (Tag len: 14)
    Ext Tag Number: Multi-Link (802.11be D3.0) (107)
      > Multi-Link Control: 0x0130 Basic
        .....0000 = Type: Basic (0)
        .....0... = Reserved: 0x0
        .....1... = Link ID Info Present: True
        .....1... = BSS Parameters Change Count Present: True
        .....0... = Medium Synchronization Delay Info Present: False
        .....0... = EML Capabilities Present: False
        .....1... = MDL Capabilities Present: True
        .....0... = AP MLD ID Present: False
        .....0... = Extended MLD Capabilities and Operations Present: False
        0000 0000 = Reserved: 0x000
      > Common Info
        Common Info Length: 11
        MLD MAC Address: eero_66:07:0a (c4:a8:16:66:07:0a)
        > Link ID subfield: 0x00
          .....0000 = Link ID: 0x0
          0000 .... = Reserved: 0x0
          BSS Parameters Change Count: 0
        > MLD Capabilities: 0x0000
          .....0000 = Maximum Number of Simultaneous Links: 0
          .....0... = SRS Support: False
          .....00... = TID-To-Link Mapping Negotiation Support: 0
          .....0000 0... = Frequency Separation For STR/AP MLD Type Indication: 0
          .....0... = AAR Support: False
          .....0... = Link Reconfiguration Operation Support: False
          .....0... = Aligned TWT Support: False
          0... .. = Reserved: 0x0
        Basic STA Profile Count: 0
      > Tag: Vendor Specific: Microsoft Corp.: WMM/WME: Parameter Element
  
```

Hoewel de eero Max 7 MLO aankondigt in zijn beacons, is de functie volgens Amazon nog steeds inactief.

uplink (client zendt). Het resultaat geeft de snelheid aan die je zou zien bij het overzetten van een groot bestand. We nemen het beste resultaat van beide metingen als benaderende waarde, want soms is het signaal in dezelfde ruimte zelfs te sterk en overstemt het de ontvanger. Dat levert transmissiefouten op die de snelheid verlagen.

De metingen over 20 meter door muren met vier verschillende oriëntaties van de basisstations en client zijn relevanter voor dagelijks gebruik. Dat resulteert in een range waaruit uitlijningsafhankelijkheden te herkennen zijn. Door de hogere signaalverzwakking veroorzaakt door de langere afstand, ligt de waarde van 20 meter meestal een stuk onder de waarde dichtbij.

Voor een generatie-overschrijdende vergelijking hebben we de drie clients ook gemeten in combinatie met onze huidige Asus GT-AXE11000 referentie-router (Wi-Fi 6 en 6E). Zijn voorganger, de Fritzbox 7580 (Wi-Fi 4 en 5), werd alleen onderworpen aan steekproeven met de BE200-client.

De resultaten laten zien dat Wi-Fi 4 en 5 nu op een zijspoor worden gezet. Aan de andere kant gaf Wi-Fi 7 ons alleen een merkbaar voordeel ten opzichte van Wi-Fi 6(E) in de 6GHz-band. Dit was vooral duidelijk met de Qualcomm-client, die twee keer zo snel was met alle Wi-Fi 7-basisstations als met de Wi-Fi 6E-router.

OPSTARTPROBLEMEN

De Asus GT-BE98 en Netgear RS700S hadden in de test problemen met de Intel

BE200 in de 6GHz-band: de downstream kwam herhaaldelijk bij onze testopstelling niet op snelheid, maar bleef steken rond de 80 Mbit/s.

Wanneer het in individuele gevallen wel werkte, was de downstreammeting slechts iets hoger dan de upstream. In de seriemeting moet de downstream echter drie keer succesvol doorlopen worden voor een representatief resultaat, wat zelfs na een aantal herhalingen niet lukte. Daarom gebruikten we de upstream als vervangende waarde.

Netgear heeft dat effect kunnen reproduceren. Een firmware-update voor de RS700S, die op het moment dat je dit leest beschikbaar moet zijn, moet die fout verhelpen. Asus had op de deadline nog niet gereageerd, maar de verwachting is dat ook zij nieuwe firmware beschikbaar maken.

Tot nu toe hebben we bij geen enkele client pieksnelheden van veel meer dan 4 Gbit/s gezien, wat een indicatie zou zijn van gelijktijdige gegevensoverdracht op twee draadloze banden.

LATER MEER

Dergelijke gelijktijdige overdrachten via verschillende banden zijn een variant van de meest interessante nieuwe functie in Wi-Fi 7 genaamd Multi-Link Operation (MLO, zie het volgende artikel). In principe zijn de Intel BE200 en Qualcomm WCN7850 geschikt voor MLO, maar Windows 11 meldde 0 ondersteunde MultiLink-verbindingen voor beide clients met de stuurprogramma's op het moment van testen.



Amazon eero Max 7

Amazon heeft door de overname van eero expertise op het gebied van moderne mesh-wifi in huis gehaald. Net als voorheen zijn de nodes eenvoudig in te stellen via de app, maar ook nu geldt weer dat veel handige functies (ouderlijk toezicht, DynDNS, diagnostics) alleen beschikbaar zijn via het eero Plus-abonnement voor 115 euro per jaar. Gezien de hoge prijs voor slechts één node is ook nog een keer een duur abonnement niet echt te begrijpen.

De Max 7 schitterde echter in de benchmark, ook al konden we hem alleen meten op de 6GHz-band. Amazon zou de routerfuncties moeten verbeteren en bijvoorbeeld de IPv4-adresrange configureerbaar moeten maken, zodat problemen met cascades kunnen worden vermeden.

- ▲ **instellen alleen via app**
- ▼ **veel functies via abonnement**

Aan de andere kant vonden we alleen het informatie-element 107 (Multi-Link) in de beacons (aanwezigheidssignaal van access-points) op de eero Max 7 en de GT-BE98. Het geeft de MLO-mogelijkheden van het basisstation aan.

Amazon verklaarde echter dat MLO nog niet was geactiveerd voor de eero Max 7. We hebben tot 4,9 Gbit/s gemeten in de mesh-backbone tussen twee nodes. Amazon beweerde 6 Gbit/s te hebben gehaald in zijn eigen lab. De Wi-Fi 7 mesh-nieuweling TP-Link BE85 behaalde echter al bijna 8 Gbit/s bij een test [1]. Destijds waren we ook in staat om MLO fysiek te verifiëren met gelijktijdige transmissie in twee banden met behulp van een handheld spectrumanalyser.

Vanwege de hoge complexiteit van de hardware zal die non-STR-MLO, die TP-Link heeft geïmplementeerd, waarschijnlijk voorbehouden blijven aan mesh-wifi-



Asus GT-BE98

Asus zet zijn wifiroutertraditie naadloos voort met de GT-BE98. Het op gamers gerichte apparaat heeft vier Wi-Fi 7-interfaces, een snel LAN en veel functies. Net als bij de RS700S van Netgear was de samenwerking met de BE200-client een beetje haperend, maar de GT-BE98 kon uitstekend overweg met de draadloze module van Qualcomm. Samen met de eero Max 7 is deze router een van de meest energieverslindende Wi-Fi 7-apparaten in de test, maar in tegenstelling tot de eero Max 7 biedt hij essentiële functies zonder abonnement.

Op het gebied van routing kan de GT-BE98 veel, maar hij komt niet helemaal in de buurt van de SOHO-industrieleider Fritzbox. Die heeft versies met Wi-Fi 7 tot nu toe echter alleen aangekondigd maar ze zijn nog niet verkrijgbaar.

- ▲ rijkelijk uitgerust
- ▼ hoog energieverbruik



Netgear RS700S

De zwarte RS700S van Netgear maakt een slanke indruk op het bureau. Hij doet het ook rustig aan qua energiekosten. Qua prijs slaat Netgear echter de plank weer mis door bijvoorbeeld de online tijdslimiet voor kinderen in rekening te willen brengen via een abonnement. Bij onze wifibenchmark had de RS700S problemen met de Intel BE200, maar een firmware-update moet dat rechtzetten.

Als je de Nighthawk-app wilt gebruiken om hem in te stellen, word je gedwongen om een cloudaccount te gebruiken. Voor speciale provider-eisen (zoals VLAN-tagging) voldoet de app echter niet en moet je je toevlucht alsnog tot de browser nemen.

- ▲ zuinig en krachtig
- ▼ soms abonnement nodig



Zyxel WBE660S

Het WBE660S-accesspoint van Zyxel is ontworpen voor grotere netwerken met aansturing via een gecentraliseerde wificontroller of vanuit de cloud. Het accesspoint werkt echter ook als een met de hand geconfigureerd standalone apparaat, te voeden via een adapter of PoE.

De set-up-wizard vraagt naar alle basisitems voor een eenvoudige configuratie. Speciale functies zoals meerdere logische netwerken (VLAN's via multi-SSID) of individuele authenticatie (WPA3-Enterprise) stel je in via de browser. Enige ervaring is wel handig, want Zyxel organiseert netwerken radioparameters op een objectgeoriënteerde manier. Bij de test deed de WBE660S zijn werk soepel en was hij snel met alle clients – ook al was hij een beetje energieverslindend.

- ▲ functies voor bedrijven
- ▼ hoog energieverbruik

systemen. Dat komt omdat mobiele clients met 2-stream MIMO niet slechts twee transceiver chains zouden moeten hebben voor gelijktijdige transmissie op twee banden, maar vier. Bovendien komen daar nog hoogwaardige diplexers bij om de 5GHz- en 6GHz-transmissiesignalen naar dezelfde antennes te leiden zonder dat de chains elkaar storen.

Dat alles is duur en verbruikt veel energie. Voor MLO STR (Simultaneous Transmit and Receive), het gelijktijdig zenden op de ene band en ontvangen op de andere, zijn twee transceivers voldoende en dat zal daarom waarschijnlijk vaker ondersteund worden. In meshmodus via twee nodes leverde de eero-kit 525 Mbit/s aan de BE200-laptop op het 26m-punt, een nieuw record voor meshsystemen. Iets minder dan een jaar geleden leverden die systemen met Wi-Fi 6 een max van 309 Mbit/s [2].

AANGEPASTE SCORE

Wi-Fi 7 is nog niet helemaal 'af', zoals bleek uit de problemen tussen twee basisstations en de Intel BE200. Daarom passen we voorlopig een mildere score toe op de BE200-maatwaarden, omdat die Wi-Fi 7-module waarschijnlijk de typische apparatuur voor laptops met Intel-processors zal worden, net als bij eerdere wifigeneraties. Voor een goede snelheidsscore dichtbij zou een Wi-Fi 7-basisstation de grens van 2 Gbit/s in de 6 GHz-band moeten doorbreken. We zouden de score 'slecht' hebben uitgedeeld onder de 1 Gbit/s op 5 of 6 GHz.

Over een afstand van 20 meter door muren heen halen apparaten met de score 'goed' al minstens 500 Mbit/s op minstens één band. Daarmee zou een client het grootste deel van een gigabit-internetverbinding kunnen gebruiken. Minder dan 250 Mbit/s levert een slechte beoordeling op.

HALVE GOEDKEURING

Op de CES in Las Vegas begin dit jaar begon de fabrikantenorganisatie Wi-Fi Alliance met het uitreiken van haar Wi-Fi 7-keurmerk. Het testplan is echter niet bijzonder streng: twee van de nieuwe Wi-Fi 7-functies voor hogere snelheden, het extra brede 320MHz-radiosignaal op de 6GHz-band en het extra fijne 4096QAM modulatie-niveau, zijn optioneel voor Wi-Fi-basisstations en clients. Clients hoeven niet eens geschikt te zijn voor 160MHz-signaalbreedte om 'Wi-Fi 7 Certified' te zijn. MLO STR is wel verplicht voor basisstations met bepaalde client-classes.

Wi-Fi 7-technologie heeft al een lange weg afgelegd, zelfs zonder het keurmerk, maar er is nog steeds geen officiële standaard: IEEE 802.11be zal naar verwachting pas eind 2024 geratificeerd worden. Het is echter onwaarschijnlijk dat er iets zo

```
~ : bash — Konsole
ea@vivo-ea:~$ iw wlo1 link
Connected to 54:07:7d:5f:24:bb (on wlo1)
SSID: cttest-ea-rs700-6
freq: 6295
RX: 168208 bytes (510 packets)
TX: 50249 bytes (250 packets)
signal: -33 dBm
rx bitrate: 4537.0 MBit/s 320MHz EHT-MCS 11 EHT-NSS 2 EHT-GI 1
tx bitrate: 1152.9 MBit/s 320MHz EHT-MCS 3 EHT-NSS 2 EHT-GI 0

bss flags:      short-slot-time
dtim period:   1
beacon int:    100
ea@vivo-ea:~$
```

Wi-Fi 7 onder Linux: met de huidige kernel 6.5.0-14 werkt Intels BE200 ook onder Kubuntu 23.10.

fundamenteel in de standaard zal veranderen dat de apparaten die nu op de markt zijn gedevalueerd zullen worden.

ROUTERMODUS

Alle drie de routers sluizen je internetverbinding door. Afhankelijk van je provider moet je mogelijk nog handmatig VLAN-tagging instellen, aangezien de wizards dat niet automatisch voor je regelen. De apparaten bieden ook het IPv6-protocol na een handmatige aanpassing – de RS700S zelfs via het gastenwifin netwerk.

In tegenstelling tot bijvoorbeeld een Fritzbox, die nog niet beschikbaar is met Wi-Fi 7, slaagde geen van de apparaten erin om een deel van de IPv6-prefix die door de provider was toegewezen door te geven aan een downstream-router (DHCPv6-PD gaat voor IPv6 -routercascading). We slaagden er ook niet in om multicast-iptv voor elkaar te krijgen. Het accesspoint van Zyxel had het makkelijker omdat het alleen MC-iptv van de upstream-router naar zijn wificlients hoefde door te geven zonder blokkades of schokken.

De drie routers zijn uitgerust voor het supersnelle internet van de toekomst, zoals de NAT-doorvoer laat zien (zie tabel). Ze kunnen in theorie allemaal het datavolume van een internettoegang van 10 Gbit/s zonder verlies doorsturen naar het interne netwerk. In het geval van de Amazon eero Max 7 kunnen we geen PPPoE-meting geven omdat de router de verbinding met onze PPPoE-server na enkele seconden verbrak bij gebrek aan internettoegang.

HIER EN DAAR NOG OPLETTEN

Microsoft zal Windows nog moeten tweaken voor Wi-Fi 7, want het commando `netsh wlan show interfaces` (of korter: `netsh wl sh in`) rapporteerde geen correcte verbindingssnelheid bij een zeer goede verbinding op de 6GHz-band. Als de BE200-laptop hemelsbreed over een meter verbonden was met de WBE660S, rapporteerde `netsh` een ontvangstsnelheid van 1470 Mbit/s. Het accesspoint zelf gaf daarentegen een geloofwaardigere 5764 Mbit/s aan.

Kort voor de deadline publiceerde Intel een nieuw wifistuurprogramma (23.20.0.4). Helaas kwam dat te laat om alle metingen met de BE200-clients te herhalen. Bij een snelle test klom de 6GHz-downstream

naar de VivoBook naar een gemiddelde van 2,3 Gbit/s met een nog steeds hoge cpu-belasting. De upstream van de laptop piekte daarmee op 3,9 Gbit/s. De conclusie: als je mini-pc's met een M.2-wifikaart, zoals die van onze bouwvoorstellen, wilt upgraden naar Wi-Fi 7, dan is de Intel BE200 op dit moment de beste optie, maar je moet geen processor hebben die te oud of te zwak is.

WI-FI 7 ONDER LINUX

Linux-fans kunnen Wi-Fi 7 al gebruiken. De VivoBook 14 herkende zijn BE200-module na het installeren van Kubuntu 23.10 met kernel 6.5.0-9 niet direct. Toen we echter alle updates hadden geïnstalleerd via een netwerkverbinding met behulp van een usb-netwerkadaptor en de nieuwste Ubuntu kernel 6.5.0-14 draaiden op het moment van testen, werkte de wifi-interface zoals hij zou moeten.

De WCN7850 had er onder Linux echter geen zin in. Zelfs na het installeren van de mainline-kernel 6.7.0 van begin januari, het importeren van het Linux-firmwarepakket 20240115 van kernel.org en een beetje prutsen met configuratiebestanden in de map `/lib/firmware`, verscheen er geen wifi-interface.

HOOG VERBRUIK

Steeds snellere hardware in de draadloze routers heeft het energieverbruik lange tijd opgedreven: terwijl 6 tot 8 watt in het Wi-Fi 4/5-tijdperk meestal voldoende was, verbruiken de meeste Wi-Fi 6-basisstations met drie of vier draadloze modules nu 10 watt of meer.

Niet alleen de draadloze interfaces, maar ook de routerprocessors zijn krachtiger geworden. Voor de hogere energiekosten krijg je wel een veel sneller VPN of snellere toegang tot een usb-apparaat voor massaslag.

Die onaantrekkelijke trend zet zich echter voort bij Wi-Fi 7. Bij de test zat niets onder de 15 watt, meestal kwamen we zelfs uit rond de 20 watt (zie de tabel). De inmiddels verouderde BE900 v1 van TP-Link spande de kroon: een preproductie-exemplaar verbruikte met alle actieve functies bijna 30 watt.

De Asus GT-AXE11000 met zijn drie Wi-Fi 6/6E-modules, die ook werd gemeten voor de vergelijking tussen generaties, is tevreden met iets meer dan 13 watt. De Fritzbox 7580 heeft slechts 8 watt nodig, maar gebruikt ook maar twee radiomodules.

We registreerden het idle-verbruik voor de routers met twee actieve netwerkpoorten, die op de hoogst mogelijke snelheid van 10 Gbit/s waren aangesloten. Voor Zyxels WBE660S-accesspoint hebben we het verbruik aan het stopcontact gemeten met behulp van de meegeleverde PoE12-60W Power-over-Ethernet-injector en een 10GE-link. Onder een afgeronde 15 watt krijgt een goede score, boven de 20 watt valt onder slecht.

Overigens, met netwerkpoorten die op 1 Gbit/s draaien, was het niet veel beter: het verbruik daalde met slechts 1,5 tot 1,7 watt, oftewel ongeveer 0,8 watt per poort.

CONCLUSIE

Wi-Fi 7 is nog zo nieuw dat de nieuwe MLO-functies (zie voor uitleg daarover het volgende artikel) nog schitterden door afwezigheid. De technologie levert echter voor het eerst meer dan 2 Gbit/s aan snelheid op applicatieniveau.

Met de komende firmware- en driverupdates zouden de problemen tussen sommige apparaten moeten verdwijnen en zou er ook wat meer snelheid behaald kunnen worden.

Als je extra snel wifi nodig hebt omdat elke seconde bij het versturen van grote bestanden telt, maar geen geld hebt voor nieuwe hardware, kun je kiezen op basis van de aangeboden functies. Verder het advies: geef de nieuwe standaard eerst wat tijd om te rijpen en de prijzen de tijd om te dalen.



Literatuur

- [1] Ernst Ahlers, TP-Link Deco BE85, c't 8-9/2023, p.20
- [2] Ernst Ahlers en Daniel Dupré, Zes meshsystemen met Wi-Fi 6, c't 6/2023, p.34

Wi-Fi 7-basisstations – technische gegevens en metingen

Fabrikant	Amazon	Asus	Netgear	Zyxel
Typenummer	eero Max 7	GT-BE98	RS700S	WBE660S
Geteste firmwareversie	v7.1.1	3.0.0.6.102-33001	1.0.7.80_2.0.79	V6.65(1)
Aansluitingen				
Ethernet	2 × 10G, 2 × 2G5	1 × 10G, 1 × 1/10G, 4 × 2G5, 1 × 1G	2 × 10G, 4 × 1G	1 × 10G, 1 × 1G
USB	1 (C, DC in)	2 (A, 1 × 5G, 1 × 0,5G)	1 (A, 5 Gbit/s)	1 (C, DC in)
Bedieningselementen	reset	aan, reset, WPS, led	aan, reset, WPS, led	reset
Statusleds / uit te schakelen	1 / –	8 / ✓	12 / ✓	5 / –
Configuratie				
Via app / browser	✓ / –	✓ / ✓	✓ / ✓	– / ✓
HTTPS / Telnet / SSH	– / – / –	✓ / ✓ / ✓	✓ / – / –	✓ / – / ✓
Bruikbare online support / wizard	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	– / ✓
Wizard mist	gastennetwerk	IPv6, gastennetwerk	IPv6, gastennetwerk	–
Functies				
Soorten WAN (naast DHCP, static ip, PPPoE) / IPv6	– / –	PPTP, L2TP / Passthrough, 6rd, 6in4, 6to4	PPTP, L2TP / Passthrough, 6rd, 6to4, Courier	– (accesspoint)
IPv6 / Multicast-iptv	✓ / –	✓ / –	✓ / –	– (accesspoint)
IPv6-prefix-delegation inkomend / uitgaand	✓ / –	✓ / –	✓ / –	– (accesspoint)
IPv6-services openstellen	–	per poort (alleen voor volledig LAN)	–	– (accesspoint)
Secure DNS / DynDNS (aantal diensten) / per url	– / ✓ (via abonnement, eero Plus, € 115 p.j.) / g.o.	✓ (DoT) / ✓ (12) / –	– / ✓ (3) / –	– (accesspoint)
Remote monitoring via	app	syslog, app	e-mail, app	– (accesspoint)
Kinderbeveiliging: webfilter (diensten) / beperkte online tijd	✓ / ✓ (via abonnement, eero Plus, € 115 p.j.)	✓ (TrendMicro) / ✓	✓ / ✓ (via abonnement, Smart Parental Controls Premium, € 70 p.j.)	– (accesspoint)
Bijzonderheden	AP-modus, smarthome-hub (Zigbee, Matter), Thread-gateway, Amazon Connected Home	AP-modus, AiMesh, VPN-server (OpenVPN, IPsec, WireGuard), NAS-functie voor usb-opslag, geanimeerde ledverlichting, DoH-client-block	AP-modus, VPN-server (OpenVPN), NAS-functie voor usb-opslag	multi-SSID, VLAN-tagging, stand-alone-modus of managed (controller of Nebula-cloud)
Wifi				
MIMO-streams 2,4 / 5 / 6 GHz	2 / 4 / 4	4 / 2 × 4 / 4	4 / 4 / 4	4 / 4 / 4
160 / 240 / 320 MHz signaalbreedte	✓ / ✓ / ✓	✓ / – / ✓	✓ / – / ✓	✓ / ✓ / ✓
Maximale linkrate	700 / 8640 / 11520 Mbit/s	1400 / 2 × 5760 / 11520 Mbit/s	1400 / 5760 / 11520 Mbit/s	1400 / 8640 / 11520 Mbit/s
Gastennetwerk / met IPv6	✓ / –	✓ / –	✓ / ✓	– (accesspoint)
Snelheid en energieverbruik				
NAT-performance PPPoE / IPoE (downstream)	– ¹ / 9,5 Gbit/s	9,4 / 9,5 Gbit/s	9,4 / 9,5 Gbit/s	– (accesspoint)
Wifi-snelheid 2,4 GHz dichtbij / 20 m (BE200)	– ²	382 / 258-320 Mbit/s	446 / 303-371 Mbit/s	482 / 214-406 Mbit/s
5 GHz dichtbij / 20 m	– ²	1669 / 269-476 Mbit/s	1795 / 317-439 Mbit/s	1652 / 203-633 Mbit/s
6 GHz dichtbij / 20 m	2266 / 380-568 Mbit/s	1348 / (218-328) ³ Mbit/s	(1395 / 286-334) ³ Mbit/s	2194 / 152-452 Mbit/s
Energieverbruik ⁴	19,9 W	20,2 W	15,6 W	19,2 W ⁵
Energiekosten per jaar (continu aan, 38 ct/kWh, afgerond)	€ 66	€ 67	€ 52	€ 63
Prijs	€ 700	€ 700	€ 900	€ 700
Beoordeling				
Functies	○	⊕	○	⊕
Snelheid clients dichtbij / 20 m	⊕ / ⊕	○ / ○	○ / ○	⊕ / ⊕
Energie-efficiëntie	○	○	○	○
✓ aanwezig/werkt – niet aanwezig/werkt niet g.o. geen opgave				
⊕⊕ zeer goed ⊕ goed ○ voldoende ⊖ slecht ⊖⊖ zeer slecht				
¹ niet te meten ² router niet in te stellen op split-SSID, clients werden alleen via 6GHz-band verbonden ³ vervangende waarde op basis van upstream – downstream bleef steken op ongeveer 80 Mbit/s				
⁴ met 10G/2G5 via WAN en 1 LAN-host ⁵ gemeten met Zyxel PoE12-60W-injector				



Illustratie Albert Hulm

TANDJE BIJSCHAKELEN

Hoe werkt Wi-Fi 7 en hoe herken je goede apparatuur

Wi-Fi 7 belooft een schat aan intelligente verbeteringen en opties: fabrikanten kunnen daar in theorie apparaten beter dan ooit mee aanpassen aan toepassingen en doelgroepen. Lees waarom Wi-Fi 7 nieuwe prestatieklassen introduceert en wat hun belangrijkste kenmerken zijn.

Sebastian Max, Guido R. Hiertz en Alieke van Sommeren



Voordat we ons op de geavanceerde technische innovaties van Wi-Fi 7 richten, kijken we eerst even terug naar wat er onder de ontwikkelaars gebeurde bij het standaardiseren van de nieuwe wifi-technologie. De meeste wifistandaarden

worden gedefinieerd onder de paraplu van het IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) en de basis voor Wi-Fi 7 is de 802.11be-standaard. Sommige vergaderingen zijn verhit, sommige voorstellen worden van tafel geveegd, maar komen later licht gewijzigd weer terug en worden geïmplementeerd of definitief versnipperd. Dat is een goede illustratie van het feit dat belangen, haalbaarheidsbeoordelingen en de stand van het onderzoek voortdurend veranderen.

Zo kwam het dat in mei 2018 enkele medewerkers van Intel en Qualcomm de rest van de werkgroep verrasten met de suggestie om te werken aan de opvolger van de IEEE-standaard 802.11ax (zie de

link op de laatste pagina). 802.11ax vormt de basis voor het huidige Wi-Fi 6, maar was op dat moment nog incompleet. Veel deelnemers gaven er daarom de voorkeur aan om eerst 802.11ax te voltooien. Sommigen stoorden zich ook aan het feit dat de opvolger alleen bedoeld was om een hogere pieksnelheid te bereiken.

Maar uiteindelijk vonden voor- en tegenstanders een compromis, waardoor naast hogere pieksnelheden ook verbeteringen opgenomen werden. De nieuwe standaard kreeg de afkorting 802.11be, de projectnaam Extremely High Throughput (EHT). Hij kreeg ongeveer zes jaar de tijd om volwassen te worden. Hoewel de IEEE de 802.11be-standaard pas later dit jaar wil goedkeuren, verwachten experts geen substantiële veranderingen. Daarom presenteerde de branchevereniging Wi-Fi Alliance (WFA) begin dit jaar een bijbehorend certificeringsprogramma onder de naam Wi-Fi 7 op basis van de huidige status.

In het eerste voorstel uit 2018 stonden nog drie verbeteringen die Extreme Throughput naar 802.11be moesten brengen: een verdubbeling van de maximale kanaalbandbreedte naar 320 MHz, verdubbeling van de ruimtelijke datastromen (MIMO) naar 16 en het gelijktijdig gebruik van meerdere kanalen. De verdubbeling van MIMO-streams overleefde de daaropvolgende storm van discussie niet. Het wordt echter beschouwd als een kandidaat voor de volgende standaard.

EXTREEM MEER

Extreme Throughput mocht daadwerkelijk gerealiseerd worden. De verbetering van de snelheid profiteert van de basis die de IEEE al had gelegd voor Wi-Fi 6 (802.11ax). De ontwikkelaars richtten zich op een efficiënter gebruik van de radiobanden en introduceerden de moderne toegangsmethode Orthogonal Frequency Division Multiple Access (OFDMA) naast het ouderwetse Enhanced Distributed Channel Access (EDCA). Daardoor kunnen datatransmissies tussen verschillende wificlients gebundeld worden, wat een einde maakt aan de verspilling van bronnen door de controle-informatie die voorheen meerdere keren herhaald werd.

Die maatregel kan worden gezien als een noodzakelijke opschoonactie. Met die basis kon het gaspedaal met Wi-Fi 7 weer dieper worden ingedrukt. De piekdatasnelheid stijgt van 9,6 Gbit/s bij Wi-Fi 6 naar ongeveer 23 Gbit/s bij Wi-Fi 7. Zoals van meet af aan gepland, verdubbelt het IEEE de maximale radiokanaalbreedte tot 320 MHz en comprimeert het ook de radiosignalen: als de kwaliteit van het kanaal voldoende hoog is, schakelen Wi-Fi 7-apparaten een modulatie van nog hogere kwaliteit in dan voorheen en verzenden ze dus 12 bits per symbool (4096-QAM, of kortweg 4K QAM). Met Wi-Fi 6 is dat op zijn best 10 bits/symbool (1024-QAM).

Dat klinkt mooi, maar je zult er slechts bij een paar scenario's van profiteren: de frequentieregeling in Europa kent wifi een enkel overlapvrij ka-

naal toe van 320 MHz breed op de 6GHz-band. Dat betekent dat naburige wifinets elkaar niet kunnen ontwijken als ze alle 320 MHz bezetten. Dat resulteert in wederzijdse signaaloverlappingen en -interferenties, wat de doorvoer vermindert. Dat beperkt het nut, vooral voor grotere installaties, bijvoorbeeld bij bedrijven of instellingen.

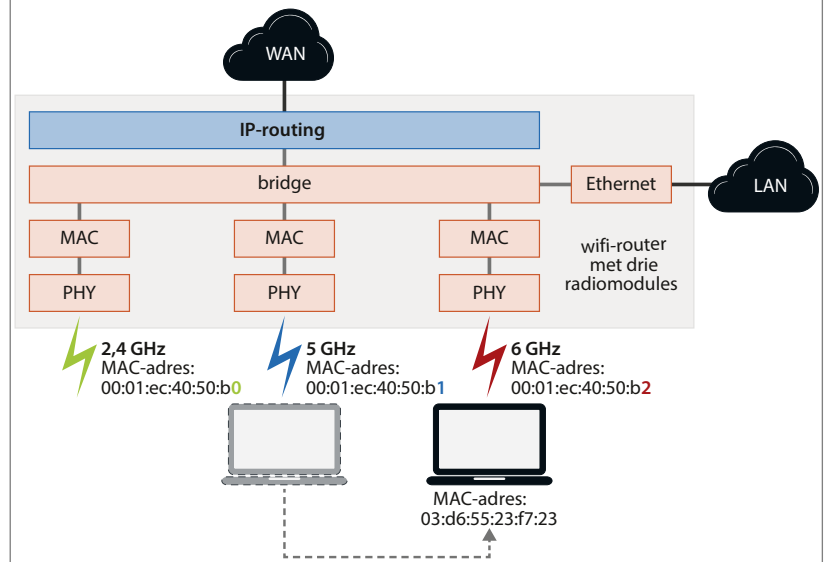
Bovendien moet je bij 320 MHz rekening houden met een kleiner bereik dan bij 160 of 80 MHz. Daar zijn twee redenen voor: de radiomodules putten het door de radioregulator ingestelde zendvermogen volledig uit, ongeacht de kanaalbreedte. Hoe breder dus het kanaal, des te minder vermogen er beschikbaar is per megahertz. De inherente ruis van de ontvangers neemt ook toe met de kanaalbreedte, waardoor de signaal-ruisverhouding afneemt.

Puur wiskundig gezien verhoogt 4K QAM de efficiëntie met 20 procent ten opzichte van Wi-Fi 6. Vermenigvuldigd met tweemaal de kanaalbreedte resulteert dat in de geclaimde toename van 240 procent. 4K QAM vereist echter ontvangsomstandigheden die alleen zeer dichtbij het basisstation voorkomen, en zoals zojuist uitgelegd, vermindert het 320 MHz brede kanaal dat bereik. Die nieuwe functie zal in de dagelijks praktijk daarom van weinig belang zijn. De gemeten waarden van de eerste Wi-Fi 7-generatie ondersteunen die theorie, zie het vorige artikel.

Sommige voorstellen worden van tafel geveegd, maar komen later licht gewijzigd weer terug

Meer banden

Het is voor eindapparaten niet duidelijk of er drie verschillende wifibasisstations (elk één in de 2,4-, 5-, en 6GHz-banden) of één wifibasisstation met drie radiomodules uitzendt. In beide gevallen worden er drie afzonderlijke draadloze netwerken met eigen MAC-adressen opgezet.



4K QAM

Van wifi tot LTE en DVB, de huidige draadloze systemen maken voor datatransmissie bijna altijd gebruik van Orthogonal Frequency-division Multiplexing (OFDM: niet te verwarren met OFDMA, de kanaaltoegangsmethode die daarvan is afgeleid). OFDM verzendt veel radiosignalen tegelijkertijd, elk op zijn eigen frequentie (subcarrier).

Om individuele bits te verzenden, definiëren communicatietechnici bepaalde karakteristieken van de radiogolf als 0 of 1 en zetten die op een sinusgolf (modulatie). Bij OFDM wordt elke subcarrier afzonderlijk gemoduleerd en draagt een deel van de volledige gegevensstroom.

OFDM gebruikt kwadratuur-amplitudemodulatie om de bits naar de

golf te vertalen. Bitgroepen worden vertegenwoordigd door de verschillende fase- en amplitudetoestanden. In de eenvoudigste QAM-variant worden 2 bits gedefinieerd door 4 fase- en amplitudetoestanden. De complexiteit neemt toe met het kwadraat, dus 16 QAM, 64 QAM enzovoort.

Hoe hoger de complexiteit, des te meer bits er in dezelfde tijd verzonden worden. Maar hoe meer bits, des te dichter de toestanden bij elkaar liggen, zodat de kleinste verstoringen leiden tot toestandsverschuivingen en dus transmissiefouten. Dat kan worden opgelost met herhaalde verzending, maar dat gaat dan weer ten koste van de efficiëntie. Daarom ligt de bovengrens van Wi-Fi 7 momenteel op 4096 QAM.

MULTI-LINK-VERSIES

Het komt erop neer dat Multi-Link Operation (MLO) de duidelijkste verbetering is in Wi-Fi 7. Het biedt diverse bedrijfsmodi, waarbij gelijktijdige communicatie via meerdere radiokanalen eruit springt. De nieuwe bedrijfsmodi kunnen echter ook de snelheid, latentie en robuustheid van wifitransmissies verbeteren. In het algemeen kunnen basisstations al jaren gelijktijdig communiceren via twee tot drie trans-

mitterreceivers (kortweg transceivers), bijvoorbeeld op de 2,4-, 5-, en 6GHz-banden. Elke client kan echter maar één radioband tegelijk gebruiken. Dat betekent dat alle wifinetwerken tot en met Wi-Fi 6 bronnen verspillen.

De basisstations kunnen clients alleen melden dat ze meerdere radiokanalen bedienen en een specifieke band aan clients aanbevelen (bandsturing). Voor clients zien ze eruit als twee of drie apparaten op dezelfde plaats (zie het kader 'Meer banden').

Bovendien duurt het wisselen van band minstens enkele tientallen milliseconden, maar kan het ook meer dan 1 seconde duren vanwege het langdurige af- en aanmeldproces, afhankelijk van de apparaatcombinatie. Als gevolg daarvan heb je bij video- en spraakverbindingen last van merkbare onderbrekingen of haperingen wanneer clients van draadloze band veranderen.

Alleen met Wi-Fi 7 en MLO kunnen het basisstation en de client gelijktijdig met elkaar communiceren via meerdere transceivers (Simultaneous Transmit and Receive, STR). Voor apparaten met minder zendontvangers zijn er nog drie andere modi: EMLMR (Enhanced Multi-Link Multi-Radio), EMLSR (Enhanced Multi-Link Single-Radio) en MLSR (Multi-Link Single-Radio). We zullen ze alle vier in detail bekijken.

STR werkt alleen als zowel het basisstation als de client elkaar identificeren. Daarvoor heeft de IEEE het concept van de Medium Access Control (MAC) communicatielaag uitgebreid, zie 'Voorbeeld van een Wi-Fi 7 set-up'. Boven de voorheen standaard MAC-laag is de Upper MAC toegevoegd, samen met een eigen MAC-adres. Dat is het Multi-Link-Device-adres van de Upper MAC, kortweg MLD-adres.

Wi-Fi 6 en oudere apparaten zien het MLD-adres niet, maar alleen het gebruikelijke MAC-adres van de transceiver. Met Wi-Fi 7 wordt dat nu echter het Lower MAC-adres genoemd.

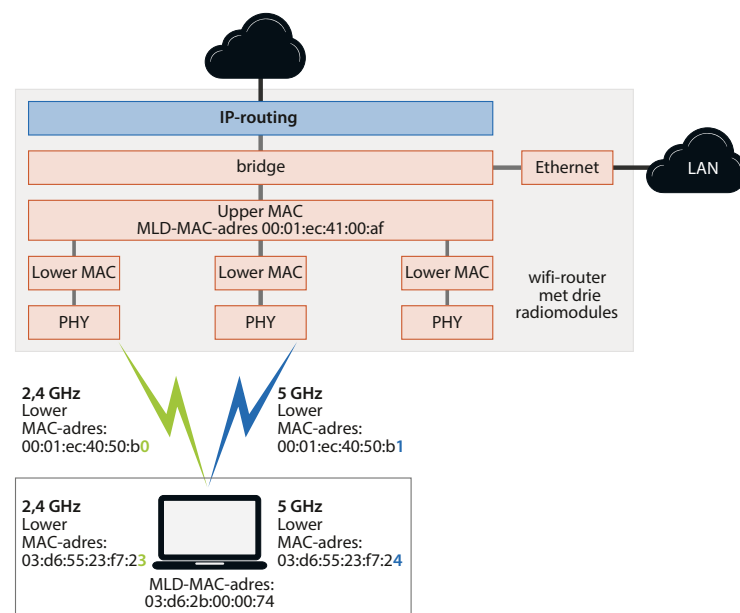
Alle besturingsfuncties die nodig zijn voor gebruik met meerdere transceivers worden uitgevoerd in de bovenste MAC-laag. Dat omvat een gemeenschappelijke wachtrij voor alle inkomende datapakketten. Dat is nodig om radiobanden te bundelen. De banden in een bundel zenden nooit op dezelfde snelheid uit, bijvoorbeeld door verschillende kanaalbreedtes. Daarom hebben pakketten van een datastroom die over de bundel verdeeld zijn verschillende reistijden en komen ze niet in de juiste volgorde aan bij de ontvanger. De gemeenschappelijke wachtrij brengt ze terug in de juiste volgorde. Alleen de functies voor het coördineren van de toegang tot het respectievelijke radiokanaal blijven in de Lower MAC-laag. Elke Lower MAC bestuurt zijn eigen fysieke laag (PHY), die bitreeksen omzet in radiosignalen.

SNELHEID, LATENTIE, ROBUUSTHEID

Hoeveel verbetert MLO de snelheid, latency en robuustheid in het dagelijks gebruik? We gaan dat in detail toelichten. Wat betreft de snelheid geven

Voorbeeld van een Wi-Fi 7 set-up

Een client heeft zowel via de 2,4GHz- als 5GHz-band een connectie met het wifibasisstation gemaakt.



fabrikanten vaak een vertekend beeld. Ze geven bijvoorbeeld bijna altijd piekdatasnelheden en niet een realistische alledaagse doorvoersnelheid aan.

In het algemeen is het wel zo dat de snelheid toeneemt wanneer een apparaat de pakketten van een bestand over alle beschikbare transceivers verdeelt. De maximale snelheid haal je echter alleen maar als alle radiomodules volledig worden benut en er geen congestie optreedt. Alleen dan tellen de snelheden op tot de berekende totale capaciteit (zie het kader 'Meer snelheid via MLO'). In principe levert Wi-Fi 7 aanzienlijk hogere pieksnelheden dan Wi-Fi 6, dat echter maar één kanaal gebruikt.

Wat niet wordt geadverteerd: het evenwichtig gebruiken van de radiomodules heeft een prijs. Als bijvoorbeeld de snelheden van twee of meer kanalen sterk verschillen (zie 'Kanaalcapaciteit en pakketvolgorde') dan moeten pakketten die snel aankomen wachten op de langzamere zodat de ontvanger ze kan sorteren. Pas daarna gaan ze als groep door naar de TCP-stack en pas daarna stuurt de TCP-stack de ontvangstbevestiging.

Echter, hoe later de bevestiging verzonden wordt, des te langzamer de verzender zijn TCP-verzendvenster vergroot (er kan een overdrachtsfout zijn opgetreden). Daarom geldt: late bevestigingen verspillen transmissiecapaciteit. Het kan daarom zelfs slimmer zijn om alleen het snelste kanaal te gebruiken. Maar de IEEE-standaard laat open hoeveel kanalen worden gebruikt en hoe de pakketten verdeeld worden over de kanalen en wachtrijen.

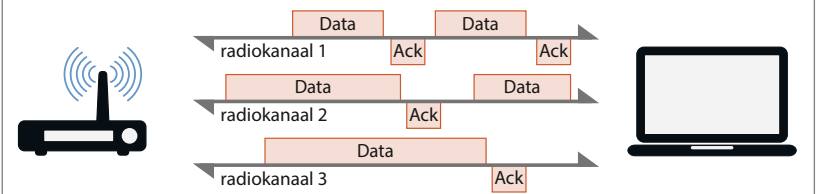
Fabrikanten moeten daarom zelf de beste methodes uitvogelen. Je moet dus niet zomaar aannemen dat de apparaten de totale capaciteit van een bundel benutten. Het is goed mogelijk dat de fabrikanten pas na verloop van tijd de optimale methode zullen vinden en daarom hun firmware van tijd tot tijd zullen aanpassen. Wat betreft latentie zou MLO dit vaak merkbaar moeten verminderen, omdat het een apparaat in staat stelt om te beginnen met zenden zodra een van de radiokanalen vrij is (zie 'Waarom MLO de latentie verkort'). Zonder MLO is er maar één kanaal beschikbaar en kan de zender pas beginnen als dat ene kanaal een tijdje vrij is geweest.

Aangezien de wachttijd voor een vrij kanaal toeneemt met het aantal wifigebruikers, vermindert MLO de latentie, vooral in omgevingen met veel gebruikers met verschillende en niet-gecorrleerde kanaaltoewijzingen.

Als we naar de stabiliteit kijken, zijn transmissiefouten niet uit te sluiten. Sommige pakketten komen bijvoorbeeld door interferentie onleesbaar aan bij de ontvanger. MLO kan daartegen helpen omdat het toestaat dat een pakket op meerdere kanalen tegelijk wordt verzonden (redundantie), waardoor de kans toeneemt dat ten minste één van de redundante pakketten leesbaar aankomt (zie 'Hoe MLO zorgt voor meer stabiliteit'). De ontvanger herkent duplicaten aan de hand van volgnummers in de MAC-laag en filtert ze eruit. Meervoudige verzending vermindert echter de snelheid. Daarom wordt het

Meer snelheid via MLO

Alleen als het mogelijk is om de datapakketten gelijkmatig over alle beschikbare radiokanalen te verdelen, zullen Wi-Fi 7 apparaten evenveel snelheid kunnen bieden als de gecombineerde capaciteit van alle kanalen.



alleen in speciale situaties gebruikt, zoals bij industriële machine-aansturing.

MLO CLIENT-MODI

Gelijktijdige transmissie via meerdere radiomodules (STR) klinkt over het algemeen aantrekkelijk, maar hoe meer transceivers, des te duurder het apparaat en hoe hoger het energieverbruik. Daarom leveren fabrikanten alleen het maximale aantal transceivers voor high-end desktopapparaten die energie uit het stopcontact halen. Apparaten die op een accu werken, zoals laptops en smartphones, krijgen minder transceivers om de accu te sparen.

Toch presteert Wi-Fi 7 zelfs met slechts één transceiver beter dan Wi-Fi 6 dankzij de drie bedrijfsmodi voor de lagere prestatieklassen: EMLMR (Enhanced Multi-Link Multi-Radio), EMLSR (Enhanced Multi-Link Single-Radio) en MLSR (Multi-Link Single-Radio).

EMLMR VOOR LAPTOPS

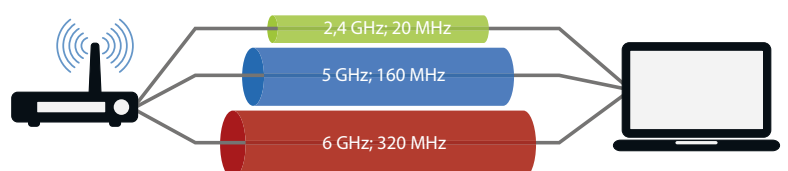
Qua prestaties wordt de STR-modus in eerste instantie gevolgd door EMLMR. Daarmee kan een client met hoge bitsnelheden op meer dan één kanaal tegelijk communiceren, hoewel niet tegelijkertijd op alle verbonden kanalen.

Die modus heeft voordelen voor apparaten die transceivers bevatten voor 2,4-, 5-, en 6 GHz, maar alleen een gecombineerde antenne gebruiken voor

Je moet niet zomaar aannemen dat de apparaten de totale capaciteit van een bundel benutten

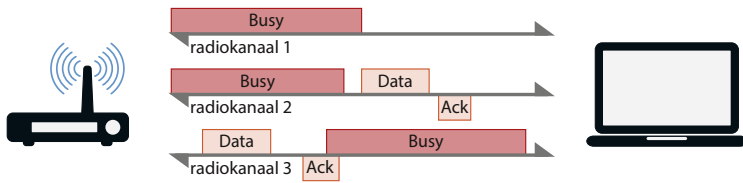
Kanaalcapaciteit en pakketvolgorde

Omdat de radiokanalen op de 2,4-, 5- en 6GHz-banden verschillende breedtes hebben, verzenden ze data met verschillende snelheden. Daarom zijn er aan de kant van de ontvanger methodes nodig om de pakketten die via verschillende paden binnenkomen in de oorspronkelijke volgorde te zetten.



Waarom MLO de latentie verkort

De vuistregel is meteen duidelijk: hoe meer radiokanalen er beschikbaar zijn, des te waarschijnlijker het is dat er één vrij is wanneer de zender iets te melden heeft.



de twee bovenste banden. Dat zijn meestal laptops. Ze kunnen alleen gelijktijdig communiceren via 2,4 en 5 GHz of als alternatief via 2,4 en 6 GHz, ook al zijn ze via alle drie de radiokanalen verbonden met het basisstation. Het basisstation bepaalt het te gebruiken gelijktijdige paar.

GELIJKTIJDIG LUISTEREN MET EMLSR

Een knelpunt voor de nieuwe bedrijfsmodi was de ongewenste zendacties van transceivers: hun signaalranden liggen net tegen naburige radiobanden, zodat een zender andere apparaten stoort die op hetzelfde moment op een naburige band ontvangen. Met Wi-Fi 6 en zijn voorgangers is het voldoende om de randen met filters te verzwakken, de kleine hoeveelheid ongewenste zendacties doet er niet toe. Maar als een Wi-Fi 7-apparaat zelf tegelijkertijd zendt en ontvangt

op naburige banden, is het resultaat storende zelfinterferentie: zenden en ontvangstsignalen overlappen elkaar dan, waardoor ontvangstsignalen onleesbaar worden.

Afscherming, filters om de randen af te vlak-

ken en grote antenneafstanden helpen dat bijvoorbeeld voorkomen. Maar hoe kleiner het apparaat, hoe korter de afstanden en hoe groter de zelfinterferentie. Veel mobiele telefoons hebben echter niet de ruimte voor filters voor de randafvlakking en daarom zijn er andere oplossingen nodig. Het basisstation kan bijvoorbeeld overschakelen naar een

Helaas zijn er allerlei radio-omstandigheden waarin zelfs de meest robuuste modulatie nutteloos is

robuustere en langzamere transmissiemodus. Gelijktijdige transmissie en ontvangst wordt dan alleen vertraagd.

Helaas zijn er allerlei slechte radio-omstandigheden waarin zelfs de meest robuuste modulatie nutteloos is en STR zelfs onmogelijk is. Voor dergelijke scenario's heeft de IEEE de Enhanced Multi-Link Single-Radio modus (EMLSR) ontworpen. Met EMLSR luistert een client op meerdere kanalen tegelijk (eenvoudige Multi-Link-modus), maar ontvangt in eerste instantie alleen pakketten die worden ontvangen met lage bitsnelheden, oftewel robuuste modulatie. Dat bespaart energie en is voldoende voor korte besturingssignalen zoals RTS-pakketten (Request-To-Send).

Om grote hoeveelheden data snel te versturen, stuurt een basisstation dat volledig geschikt is voor MLO eerst een RTS samen met het kanaalnummer. De client schakelt dan over naar de Single-Radio-modus, schakelt een high-bit-rate mode in, ontvangt en bevestigt de gegevens en gaat dan weer in de wachtstand. Op die manier is er geen gelijktijdige zend-ontvangstoperatie en is zelfinterferentie uitgesloten.

EMLSR-clients zijn niet geschikt voor meerdere gelijktijdige ontvangstkanalen. Ze zenden ook niet sneller uit dan clients zonder MLO. Het voordeel ten opzichte van Wi-Fi 6 is dat ze de radiokanalen veel dynamischer gebruiken. Als een kanaal bezet is, begint de ontvangst onmiddellijk op het volgende vrije kanaal (zie latentie hierboven). Een basisstation kan ook meerdere EMLSR-clients tegelijkertijd bedienen door de beschikbare kanalen naar behoefte aan hen toe te wijzen. Voor potentiële kopers kan het nadelig zijn dat dergelijke clients ook MLO-labels kunnen dragen, hoewel de STR-operatie ontbreekt.

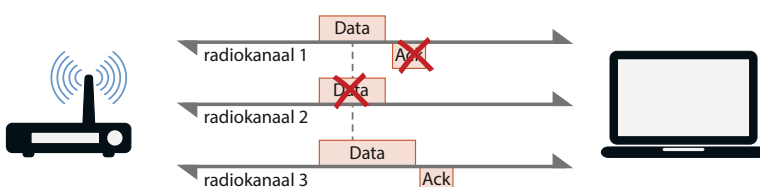
MLSR VOOR ZUINIGE KLEINTJES

Met de laagste hardware-eisen bevindt de MLSR-modus (Multi-Link Single-Radio) zich helemaal aan het einde van het spectrum. Die modus is bedoeld voor clients met slechts één transceiver en daarom niet geschikt voor communicatie via meerdere radiozenders. Met MLSR schakelt de client echter met een korte vertraging tussen verschillende radiobanden en meldt zich op meerdere kanalen aan bij het basisstation. Vervolgens wacht hij op inkomende data op slechts één daarvan (EMLSR wacht op meerdere), zie 'Multi-Link Single-Radio'. Het basisstation start een transmissie met een weksignaal, de client schakelt over naar het toegewezen kanaal, ontvangt de data en luistert weer op één kanaal.

Het basisstation kan de werking van MLSR-clients slechts op één manier optimaliseren, namelijk door het meest geschikte radiokanaal te bepalen. Verbeteringen in snelheid of latentie zijn niet mogelijk. Vandaag de dag kunnen al veel clients op verschillende banden communiceren. Voor al die hardwareplatforms is de stap naar MLSR klein omdat er geen significante veranderingen aan de hardware nodig zijn. Als gevolg daarvan kunnen

Hoe MLO zorgt voor meer stabiliteit

Ook de stabiliteit (redundantie) kan met MLO worden verbeterd: het verhoogt de kans dat één van de drie transmissies intact aankomt.



we binnenkort een groot aantal goedkope Wi-Fi 7-clients met MLSR verwachten.

GEDETAILLEERD VERDELEN MET OFDMA

Wi-Fi 7 elimineert twee zwakke punten van de OFDMA-specificatie die pas na de release van Wi-Fi 6 duidelijk werden: het minimum aantal gecoördineerde clients wordt verlaagd en de fragmentatie van radiobronnen wordt meer gesegmenteerd.

Wi-Fi 6 kan geen individuele clients coördineren, alleen groepen. Een Wi-Fi 6-basisstation moet daarom wachten tot er data beschikbaar zijn voor twee of meer clients voordat het naar behoefte middelen aan hen kan toewijzen (coördinatie). Dat werkt pas bij Wi-Fi 7 met één client. Met Wi-Fi 6 kan een basisstation zijn transmissiesignaal slechts in beperkt aantal OFDMA-fragmenten verdelen. Als slechts een paar clients zich hebben aangemeld (twee tot vijf), zijn delen van de radioband ongebruikt. Met Wi-Fi 7 kan een basisstation de radioband fijner verdelen. Dat komt ook ten goede aan klantgroepen die zeer verschillende capaciteitseisen hebben.

Beide OFDMA-verbeteringen verhogen de flexibiliteit van het basisstation. Fabrikanten besparen zo op implementatie-inspanningen en bieden meer prestaties. Omdat een basisstation met Wi-Fi 7 de radiobronnen al kan toewijzen aan individuele clients, wordt de client werk uit handen genomen. Dat betekent dat het bijna zonder concurrerende toegang via verouderde EDCA kan en energie bespaart. Je mag verwachten dat OFDMA vaker gebruikt zal worden, zelfs in goedkopere basisstations.

ER KOMT NOG MEER AAN

De WFA bekijkt bijna altijd slechts een deelverzameling van de IEEE-standaarden. Fabrikanten kunnen alle IEEE- details implementeren, maar de WFA geeft alleen haar zegel van goedkeuring voor wat zij heeft gedefinieerd met het wifitestplan. Bij het vergelijken van de Wi-Fi 7-functies met de opties die IEEE 802.11be biedt, vallen twee grote verschillen op: Wi-Fi 7 mist de MLO-modus Non-Simultaneous Transmit and Receive (NSTR) en Restricted Target-Wake-Time (R-TWT).

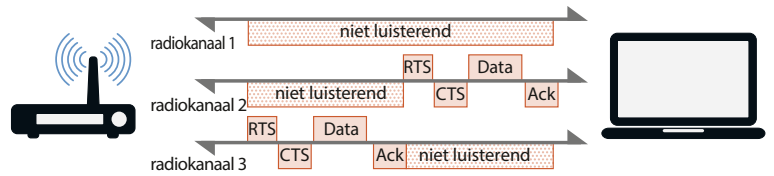
NSTR staat qua prestaties onder STR en is bedoeld voor basisstations die niet zijn ontworpen voor gelijktijdige transmissie en ontvangst op meerdere kanalen. Redenen hiervoor kunnen zijn: kostenbesparing of ruimtegebrek. Voorbeelden zijn smartphones in tethering-modus.

Met NSTR kan een basisstation via meerdere kanalen tegelijk zenden of via meerdere kanalen tegelijk ontvangen. NSTR levert doorvoersnelheden die bijna gelijk zijn aan STR, maar vereist een complexe en snelle coördinatie van de zendontvangers.

De Target Wake Time (TWT)-technologie werd door het IEEE geïntroduceerd met Wi-Fi 6. Daarmee kunnen basisstations en clients hun eigen tijd definiëren en heel gedetailleerd slaap- en wektijden bepalen, wat het energieverbruik aanzienlijk vermindert. De standaard 802.11be definieert ook R-TWT.

Enhanced Multi-Link Single-Radio

De EMLSR-client wacht op alle radiokanalen op het startsignaal (in dit geval een Request-To-Send pakket) en schakelt dan over op maximale ontvangst-snelheid. In de tussentijd kan hij niet worden aangesproken via de andere kanalen.



Omdat een basisstation ook wektijden kan prioriteren en clients kan blokkeren, wordt R-TWT een hulpmiddel om QoS (Quality of Service) af te dwingen. Toepassingen die data met weinig vertraging, vaste intervallen en hoge betrouwbaarheid moeten verzenden, zoals de aansturing van machines, hebben dat nodig.

Fabrikanten van wifi-apparatuur en klanten die wifi-apparaten in huis willen halen zijn zeer geïnteresseerd in NSTR en R-TWT, maar beide zouden momenteel de complexiteitsgrenzen van Wi-Fi 7 overschrijden. Ze zullen waarschijnlijk deel gaan uitmaken van de volgende versie van Wi-Fi 7.

CONCLUSIE

Wi-Fi 7 brengt een schat aan verbeteringen, waarvan we hier alleen de meest opvallende hebben genoemd. De belangrijkste nieuwe functies zullen de vier MLO-modi zijn, omdat die merkbaar zijn in het dagelijks gebruik en de wifi-prestaties in veel scenario's aanzienlijk verbeteren. Dat geldt niet voor de geclaimde pieksnelheden en andere functies omdat de vereiste omstandigheden minder vaak voorkomen.

MLO vereist echter intelligente implementaties door chip-, apparaat- en stuurprogrammamakers. Het is daarom niet verrassend dat de eerste editie van Wi-Fi 7-apparaten een gemengde indruk achterliet bij onze test. Bij een aantal fabrikanten is er nog werk aan de winkel qua stuurprogramma's. Je kunt daar meer over lezen in het vorige artikel uit deze reeks.

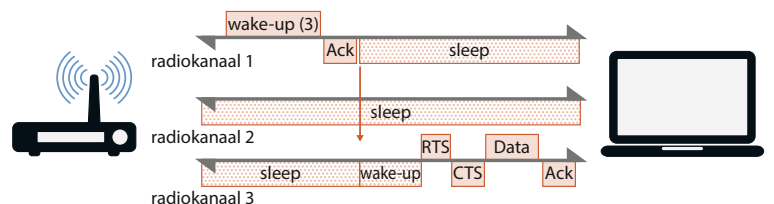
ct



www.ct.nl/softlink/2405066

Multi-Link Single-Radio

Een MLSR-client communiceert altijd via slechts één kanaal (kanaal 1 in het voorbeeld). Om een van de andere kanalen te activeren, moet hij het eerste kanaal uitschakelen. Dat gebeurt wanneer het wifibasisstation data wil verzenden via een kanaal dat voor hem gunstiger is, in het voorbeeld is dat kanaal 3. De client schakelt dan met enige vertraging om, en pas dan vertrekken de data op hun reis.



PI, NAS OF ZELFBOUW?

Koopadvies: geschikte hardware voor een thuisserver



ALLES OVER DIT ONDERWERP

- ▶ **Koopadvies hardware** 72
- ▷ Bouwvoorstel thuisserver 78

Welke hardware je nodig hebt voor een thuisserver hangt sterk af van je persoonlijke wensen. De mogelijkheden gaan van een Raspberry Pi of een NAS tot een pc-systeem. We kijken naar de momenteel beschikbare techniek.

Christof Windeck en Marco den Teuling

Er is geen universele hardware voor thuiservers. In plaats daarvan zijn zeer uiteenlopende configuraties mogelijk, omdat de persoonlijke eisen voor een server sterk variëren. Veel privéklanten willen helemaal geen serverhardware meer gebruiken maar hebben genoeg aan clouddiensten. Anderen installeren hun eigen software op een virtuele instantie of een root-server bij een hoster. Als de server daarentegen binnen je eigen vier muren moet draaien, kopen veel mensen een kant-en-klare Network Attached Storage (NAS), waarop allerlei diensten vrij eenvoudig als plug-ins kunnen worden ingesteld.

Een NAS voldoet echter niet aan elke wens. Sommigen willen het goedkoper, zuiniger of stiller en redden zich met een Raspberry Pi. Anderen geven de voorkeur aan een mini-pc omdat x86-technologie de grootste keuze aan (opensource) software biedt. En sommigen willen veel cpu-cores en veel RAM voor virtuele machines en meerdere harde schijven.

Een gemene deler is in elk geval Linux als opensource besturingssysteem voor thuiservers. Dat komt omdat het meestal niets kost, maar wel een hoog beveiligingsniveau en vele jaren aan updates belooft. Als de oorspronkelijk geïnstalleerde Linux-distributie op een dag geen updates meer ontvangt, kun je overstappen op de opvolger. Voor pure netwerkapparaten zoals firewalls zijn er gespecialiseerde besturingssystemen zoals OpenWRT, pfSense en OPNsense. Die kunnen ook worden gedraaid in een container of virtuele machine op een slank hypervisor-systeem zoals Proxmox.

REKENKRACHT

Voor eenvoudige serverdiensten volstaat hardware die naar huidige maatstaven erg ondermaats is. De goedkoopste NAS die momenteel verkrijgbaar is en waar je twee harde schijven kunt onderbrengen (2-bay NAS) zijn verkrijgbaar vanaf circa 190 euro. Ze zijn voorzien van System-on-Chips (SoC's) van Realtek met vier oudere ARM-kernen. Hun rekenkracht is voldoende om gegevens te verwerken met de volledige snelheid van gigabit-ethernet, oftewel iets meer dan 100 MB/s – als je geen encryptie gebruikt. Nextcloud of een mediaserver zoals Plex draaien al op dergelijke machines.

Een Raspberry Pi 4 met zijn vier Cortex-A72 ARM-kernen is al aanzienlijk krachtiger dan de hierboven genoemde NAS-chips en kan met 4 of 8 GB RAM meerdere Docker-containers tegelijk aan. Een Raspberry Pi en ARM-NAS hebben echter twee gemeenschappelijke nadelen: hun werkgeheugen (RAM) kan niet achteraf uitgebreid worden en ARM-SoC's draaien geen x86-code. Dat betekent dat x86-containers en virtuele x86-machines ook niet mogelijk zijn.

Uitbreidbaar geheugen in de vorm van ten minste één verwijderbare (SO-)DIMM is alleen te vinden in NAS-modellen met een x86-processor voor prijzen vanaf circa 400 euro. Die zijn vaak uitgerust met een Celeron zoals de oudere J4105 of de nieuwere N5095/N5105 [1]. Webservers en kleine databases draaien er probleemloos op. Als de RAM-capaciteit de prestaties beperkt, kun je die upgraden naar 16 of 32 GB RAM. Dat is genoeg voor de meeste diensten die nodig zijn voor een privéhuishouden of een klein kantoor.

Containers en virtuele machines op typische thuiservers hoeven maar heel weinig te doen. Daarom kunnen meerdere van hen één cpu-core delen. Dat kan een fysieke of logische core zijn, de laatste is beschikbaar voor processors met simultaneous multithreading (SMT).

Als er echter meerdere containers of virtuele machines tegelijkertijd moeten presteren en niet inactief zijn, heeft de server voldoende (logische) cpu-cores nodig. De prijzen voor een NAS met meer dan vier cpu-cores beginnen echter pas boven de 1000 euro. Dat zijn eigenlijk kleine servers in NAS-vorm. Instapconfiguraties voor servers van fabrikanten zoals Dell, HPE en Lenovo zitten ook in die prijsklasse. De basisconfiguratie van een apparaat als een HPE ProLiant MicroServer is echter mager uitgerust. Als je zo'n apparaat upgradet met originele onderdelen, waarvoor ook de garantie en support gelden, wordt het al snel erg duur.

Veel servers van dat type hebben een chip voor onderhoud op afstand (Baseboard Management Controller/BMC), vaak met een aparte netwerkverbinding. Die functie en het ontwerp van de apparaten verhogen het energieverbruik in inactieve toestand. Slechts enkele servers doen het met minder dan 20 watt. Bij continue gebruik, zoals ook typisch is voor thuiservers, leidt dat tot hogere elektriciteitskosten (zie kader). Het is daarom raadzaam om het energieverbruik goed in de gaten te houden. Dat kan het gebruik van tweedehands professionele servers erg duur maken, aangezien sommige wel 100 watt verbruiken – zelfs als ze niet actief zijn.

Aangezien de meeste diensten van homeservers op zich niet veel rekenkracht vereisen, zijn de prestaties van de afzonderlijke cpu-kernen niet belangrijk. Maar je hebt ook geen speciale energiezuinige processors nodig: de Thermal Design Power (TDP) van de meeste huidige pc-processors kan bijvoorbeeld worden beperkt tot 45 of 35 watt in plaats van 65. Het enige wat je nodig hebt is een moederbord met de bijbehorende insteloptie bij de BIOS-instellingen.

De snelheid van het RAM is ook bijna nooit relevant voor thuiservers. Het belangrijkste is dat de capaciteit voldoende is. Je kunt dus volstaan met

Een Raspberry Pi met een usb-ssd is al genoeg voor veel simpele thuisserverdiensten.



eenkanaals werkgeheugen en geheugenchips met een lage kloksnelheid. Overklokken moet je in elk geval vermijden, omdat dat de kans op geheugenfouten vergroot.

BIJ TWIJFEL: NAS!

Compacte NAS-systemen zijn waarschijnlijk de best verkopende thuisservern. Vergeleken met een zelfgebouwde server bieden NAS-apparaten van gevestigde merken aanzienlijke voordelen. Bovenal werken ze waarschijnlijk betrouwbaarder omdat de fabrikanten ze in grotere aantallen produceren met identieke hardware en hun besturingssystemen (bij een NAS ook firmware genoemd) al jaren ontwikkelen. Dat beperkt het risico op incompatibiliteiten vergeleken met een individuele combinatie van pc-onderdelen en besturingssysteem.

Bovendien bieden de meeste NAS-aanbieders compatibiliteitslijsten voor harde schijven en ssd's, en verkopen ze geschikte accessoires. Synology verkoopt zelfs eigen harde schijven.

Het gebruik van een voorgeconfigureerde NAS is veel eenvoudiger dan zelf Linux installeren en goed en veilig instellen. Temperatuurgeregelde ventilatoren houden de harde schijven koel en blijven meestal stil – je kunt dat met zelfbouw zelden beter doen. En in het geval van problemen heb je meestal meer kans om hulp te vinden: fabrikanten en verkopers bieden garantie en support, en je kunt vaak informatie vinden op online forums. Bij een kant-en-klare NAS kunnen het energieverbruik en het geluidsniveau ook beter vooraf worden ingeschat op basis van reviews dan bij een zelfgebouwd systeem.

De eigen firmware van de NAS is ook een nadeel. Hoewel die gespecialiseerde besturingssystemen meestal gebaseerd zijn op Linux, kunnen ze niet worden vervangen door een andere Linux-distributie. Enerzijds beperkt dat de softwarekeuze, anderzijds beperkt het de levensduur van de NAS. Zodra de NAS-fabrikant stopt met het leveren van updates, blijven nieuwe gaten in de beveiliging open. Het is dan niet meer mogelijk om functies voor externe toegang op de NAS veilig te gebruiken. Sommige ransomware-trojans vallen zelfs specifiek kwetsbaarheden in de NAS-beveiliging aan.

Op elke regel is wel een uitzondering. Op veel apparaten van TerraMaster kan elke Linux geïnstalleerd worden. Ook kunnen veel x86-NAS-systemen achteraf worden voorzien van een hypervisor of plug-in voor containerbeheer om je eigen software te draaien. Maar daarvoor geldt hetzelfde: als de firmware niet meer wordt bijgewerkt, wordt het onveilig.

Als je alleen elementaire NAS-functies nodig hebt, heb je die misschien al in huis zonder dat je het beseft. Dit komt omdat veel routers, zoals een Fritzbox, zijn uitgerust met usb-poorten waarop je een externe ssd of harde schijf kunt aansluiten. De firm-

Energieverbruik in de gaten houden

Energie is prijzig: ook al zijn de prijzen niet meer zo hoog als een jaar geleden, de gemiddelde kWh-prijs is in Nederland zo'n 40 cent (inclusief energiebelasting en btw), al is de trend momenteel neerwaarts. Een jaar geleden was de prijs echter bijna het dubbele. Als we even uitgaan van 38 cent, brengt een thuisserver bepaalde kosten met zich mee. Bij een energieverbruik van 20 watt kost het continu gebruik bij een levensduur van vijf jaar dan in totaal 333 euro.

De meeste tijd doet een thuisserver niets. Zelfs als je dagelijks 20 gigabyte aan bestanden leest of schrijft, duurt dat met een transfersnelheid van 100 MB/s maar drie minuten. Als je uitgaan van een uur volledige belasting, is de server nog steeds 96 procent van de tijd aan het duimen-draaien. Het idle energieverbruik is dus het belangrijkste.

Een enkele harde schijf met hoge capaciteit verbruikt 5 tot 8 watt als de spindel draait. Het automatisch uitschakelen van de spindelmotor (spin-down) na bijvoorbeeld een uur niets doen, vermindert het verbruik tot 1 of 2 watt. Ssd's zijn veel zu-

niger en kunnen toe met 0,1 tot 1,5 watt. Het besturingssysteem van een server kun je dus het beste op een ssd zetten. Usbsticks zijn ook duidelijk zuiniger dan harde schijven, maar verbruiken idle vaak iets meer energie dan een usb-ssd.

Energieverbruik en kosten

Energieverbruik [watt]	Elektriciteitskosten per jaar / per 5 jaar (met € 0,38/kWh)	
	bij 10 uur dagelijks op werkdagen	bij continuegebruik
	← beter	← beter
2	€ 2/8	€ 7/33
5	€ 4/21	€ 17/83
10	€ 8/42	€ 33/166
15	€ 13/64	€ 50/250
20	€ 17/85	€ 67/333
40	€ 34/169	€ 133/666
100	€ 85/424	€ 333/1664

223 werkdagen met 10 uur per dag: 2230 uren per jaar, continuegebruik: 8760 uren per jaar

ware van de router biedt dan functies om die opslag in het netwerk te beheren. Dat voldoet voor een verzameling familiefoto's of voor een incidentele (extra) back-up van de laptop.

SINGLE-BOARD COMPUTER

Single-board computers zoals de Raspberry Pi kosten minder dan 100 euro en verbruiken slechts 2,5 tot 4 watt energie in ruststand, tenzij je via usb een energievretende harde schijf aansluit. Zo'n kleine computer is zeer geschikt voor serverdiensten die niet de kerntaak van een NAS omvatten, namelijk gecentraliseerde massaopslag in het netwerk. Een NAS doet dat betrouwbaarder. Een Raspberry Pi kan echter wel een goede aanvulling zijn op een NAS, bijvoorbeeld als Pi-hole ad-blocker, als Plex-mediaserver of als smarthomecentrale.

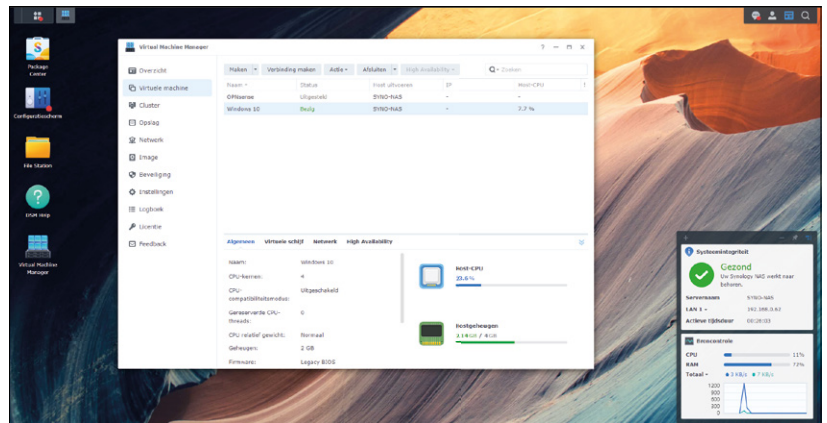
Een Raspberry Pi 3 van 45 euro voldoet voor veel dingen, maar heeft slechts 1 GB RAM, USB 2.0 en een netwerkchip die via usb is verbonden. Dat beperkt de ethernetdatasnelheid tot maximaal ongeveer 320 Mbit/s. De Raspberry Pi 4 biedt veel betere prestaties omdat hij tot 8 GB RAM heeft, gigabit-ethernet op volle snelheid en USB 3.0. De nieuwe Raspberry Pi 5 is nog sneller, vooral met AES-encryptie, en kan eindelijk worden uitgerust met snelle ssd's met een M.2-adapter die 'binnenkort' beschikbaar moet zijn. Maar onder hoge belasting heeft de Raspberry Pi 5 een ventilator nodig. En inclusief voeding, behuizing, M.2-adapter en ssd zit je al snel op 150 euro.

In principe kun je een Raspberry Pi Compute Module CM4 uitbreiden via PCIe, maar dan heb je wel een zogeheten I/O-bord nodig. Dat is duur en daar kun je niet zomaar elke voeding voor gebruiken. Er zijn NAS-moederborden voor een CM4, maar die kosten evenveel als een goedkope NAS. Dergelijke configuraties zijn daarom alleen aantrekkelijk voor heel speciale projecten.

Naast het optimaal aangepaste Raspberry Pi OS kunnen ook andere Linux-distributies op een Pi geïnstalleerd worden, zoals de Pi-versie van Ubuntu. Raspberry Pi's hebben echter ARM- in plaats van x86-rekenkernen, wat de softwarekeuze beperkt. Sommige andere ARM-single-board-computers hebben voordelen ten opzichte van een Raspberry Pi: goedkoper of meer rekenkracht of snellere PCIe-verbindingen. Onze ervaring is echter dat een Raspberry Pi zich onderscheidt door de bijzonder goede softwareondersteuning. Koop daarom alleen een Pi-alternatief als je wat (Linux-)voorkennis hebt.

X86-SERVER

De goedkoopste x86-minicomputers zijn verkrijgbaar vanaf 100 euro als barebone – inclusief ssd en 8 GB geheugenmodule voor elk circa 25 euro ben je dan zo'n 150 euro kwijt. Als je rechtstreeks bij Chinese online verkopers bestelt, kun je goedkoper uit zijn, maar neem je risico's op het gebied van garantie en firmwarebeveiliging. Het wordt duurder als je ventilatorloze koeling wilt: dergelijke barebones zijn te koop vanaf circa 140 euro.



De firmware van een NAS kan makkelijk worden uitgebreid met plug-ins, bijvoorbeeld om virtuele machines in te richten waarop weer andere besturingssystemen parallel draaien.

Dergelijke kleine computers zijn vaak uitgerust met Intel-processors uit de 10-watt klasse voor goedkope laptops, waarvan de huidige Alder Lake-N serie (N97, N100, N200, Core i3-N305) de krachtigste zijn. De zwakkere Celeron N, Celeron J en Pentium Silver met twee of vier kernen gaan al langer mee. Intel beperkt bewust de rekenkracht en uitbreidingsmogelijkheden van die sterk geïntegreerde System-on-Chip (SoC) processors, deels om energie te besparen en deels om ze te onderscheiden van duurdere chips. De cpu-kernen van deze SoC-processors zijn per klokcycclus aanzienlijk zwakker dan die van de huidige Core i-types. RAM-uitbreiding is beperkt tot maximaal twee modules en 16, 32 of 64 GB, afhankelijk van de generatie. Die SoC-cpu's hebben ook maximaal twee SATA6G-poorten, relatief weinig PCIe-lanes van generatie 2 of 3 en USB 3.x met een maximum van 10 Gbit/s.

Omdat dat voldoet voor eenvoudige serverdiensten, hebben veel NAS-apparaten een Celeron N/J. Maar x86-moederborden met een Celeron N/J of

Vergelijking: hardware voor kleine servers

Type apparaat	Voordelen	Nadelen
ARM single-board-computer (Raspberry Pi)	erg klein, zuinig, kosten inclusief voeding, behuizing en microSD-kaart vanaf € 60	weinig RAM, beperkt uitbreidbaar (geen SATA), geen x86-software
ARM-NAS	vanaf € 190, zuinig, als fileserver erg goede prijs-prestatieverhouding, eenvoudige configuratie, plug-ins, snelwisselframes, geregelde fans voor schijven, serieproductie, support, compatibiliteitslijsten	beperkte rekencapaciteit, weinig RAM (en niet uitbreidbaar), geen x86-software, geen open besturingssysteem, supportduur beperkt
Mini-pc met x86-cpu	vanaf € 150, vrije softwarekeuze, zuinig, compact, tot 8 P-kernen en 96 GB RAM, vaak ventilatorloos	geen ruimte voor harde schijven en PCIe-kaarten, beperkte rekencapaciteit
x86-NAS met uitbreidbaar RAM	vanaf € 400, eenvoudige configuratie, plug-ins, snelwisselframes, geregelde fans voor schijven, vaak uitbreidbaar via PCIe, serieproductie, support, compatibiliteitslijsten	geen open besturingssysteem, supportduur beperkt
Desktop-pc	vrije softwarekeuze, tot 16 kernen und 192 GB RAM, flexibel uitbreidbaar	individuele configuratie minder betrouwbaar dan serieproductie, snelwisselframes duur, schijven vaak niet stil, ECC-RAM vooral bij dure en onzuinige (server)moederborden
Kant-en-klare server	vrije softwarekeuze, tot 128 kernen en 4 TB ECC-RAM, flexibel uitbreidbaar, serieproductie, certificeringen, support	duur of kale uitrusting, krachtige configuraties lawaaiig en onzuinig, voor officiële support beperkte componentenkeuze, supportduur beperkt

Tussen mini-pc's zitten ook verschillen qua grootte, zo is een NUC (links) veel kleiner dan de DeskMini, die ruimte biedt aan een verwisselbare desktop-cpu en vier opslagmedia.



N100 zijn minder geschikt voor thuisservertoepassingen. Dat komt doordat PCIe-uitbreidingskaarten met extra SATA-poorten relatief duur zijn en soms ook erg veel energie verbruiken. En door het lage aantal PCIe-lanes zijn M.2-slots op die moederborden vaak maar met een paar en langzame lanes verbonden.

De meeste mini-pc's bieden plaats aan minstens één M.2-ssd in het meest voorkomende 2280-formaat. Een 4TB-ssd in dat formaat is verkrijgbaar vanaf 200 euro, voor 8 TB moet je bijna 900 euro neertellen. Sommige mini-pc's hebben ook ruimte voor een 2,5-inch SATA-ssd, die verkrijgbaar zijn vanaf 500 euro voor 8 TB.

Mini-pc's met laptopprocessors vormen een hogere prestatieklasse, waarin Intels NUC met een vierkante voetafdruk van 12 bij 12 centimeter al een jaar

Opslagmogelijkheden

Magnetische harde schijven bieden de hoogste opslagcapaciteit per euro, met een schijf van 12 TB vanaf 190 euro en een schijf van 22 TB vanaf 420 euro. De markt is echter drastisch veranderd. Dat komt omdat harde schijven in 2,5-inch formaat aan het uitsterven zijn, met 5 TB als limiet. Dat zijn al dikkere schijven met een hoogte van 15 millimeter, die niet in alle drive bays passen, zelfs niet in de hierboven genoemde DeskMini. Ze maken ook allemaal gebruik van Shingled Magnetic Recording (SMR), wat tot problemen kan leiden bij een RAID rebuild. Het is raadzaam voor thuiservers en NAS om schijven te gebruiken met Conventional Magnetic Recording (CMR).

Harde schijven voor desktop-pc's zijn niet ontworpen voor continu gebruik. Volgens onze metingen en ervaring hoeft het echter niet langer een speciale NAS-schijf te zijn, eentje voor servers is voldoende [7, 8]. Tot een paar jaar geleden zouden we voor een thuisserver of

privé-NAS de stillere en zuinigere schijven aanraden, die langzamer draaien. Die hebben echter een maximale opslagcapaciteit van 8 TB en zijn tegenwoordig onevenredig duur. Boven de 10 TB zijn er alleen nog 7200-toeren schijven. Veel van die schijven zijn relatief stil als ze niets doen, maar maken veel lawaai als ze actief zijn. Schijffabrikanten raden af om ze in elastische frames te monteren om trillingen te ontkoppelen.

Als je veel goedkope massaopslag wilt, moet je het geluid van harde schijven op de koop toenemen. Om energie te besparen moet je zo weinig mogelijk schijven gebruiken. Overweeg of een redundante reeks schijven (RAID) echt nodig is of dat je beter één enkele schijf kunt gebruiken en regelmatig back-ups kunt maken. Als het RAID moet zijn, raden we RAID 1 (mirroring) aan in plaats van RAID 5 met minimaal drie schijven. Dat laatste is gecompliceerder, maakt meer lawaai en verbruikt meer energie.

of tien het voorbeeld is. Intel heeft ondertussen de NUC-divisie verkocht aan Asus. NUC's en NUC-achtige computers zijn ook verkrijgbaar bij Asrock, Giga-byte, MSI, Shuttle en Zotac, waarvan sommige zonder ventilator. Als barebone beginnen de prijzen voor een apparaat met een Core i3 rond de 320 euro. Ze hebben bijna allemaal twee SODIMM-slots, waardoor 64 GB DDR4 RAM mogelijk is, en tot 96 GB met DDR5 in sommige apparaten (hoewel die duurder zijn). De ruimte voor massaopslag is beperkt. Naast een M.2 2280-ssd past er vaak nog een tweede in, soms alleen M.2 2242, soms een 2,5-inch ssd.

Veel mini-pc's hebben tegenwoordig netwerkchips met 2,5 Gbit/s, sommige hebben er zelfs twee. Ze worden ook wel gebruikt om een opensource-firewall te bouwen of om verschillende netwerken van elkaar te scheiden. Sommige bedrijven verkopen ventilatorloze minicomputers met wel vier of zes netwerkansluitingen als hardwarebasis voor zelfbouw-routers. Dergelijke apparaten zijn echter relatief duur en gespecialiseerd. In kleine netwerken kan het goedkoper zijn om een managed switch te gebruiken die virtuele LAN's (VLAN's) van elkaar kan scheiden. Dergelijke gigabit-ethernet-switches zijn verkrijgbaar vanaf 40 euro.

PC-SERVER

In mini-pc's passen geen harde schijven van 3,5 inch en zelden meer dan twee geheugenmodules. Het is goedkoper om meer dan vier cpu-kernen te krijgen bij desktopprocessors dan bij mobiele processors. Aan de andere kant vereist desktop-pc-technologie meer ruimte en is het energieverbruik hoger.

Een bijzonder ontwerp is de Odroid-H3: dat is een single-board computer met een Celeron N5105 en twee 2,5Gbit/s-netwerkpoorten, waarvoor eenvoudige behuizingen bestaan met ruimte voor twee 3,5-inch schijven. Daarmee kan een vrij flexibel configureerbare miniserver worden gebouwd [2]. Barebones uit de Asrock DeskMini-serie, die we eerder hebben gebruikt voor enkele bouwvoorstellen voor kantoor-pc's [3], zijn net zo compact en goedkoop. Ze kunnen worden uitgerust met processors met zes cores en de stille ventilatorcooling is geen probleem als ze inactief zijn. In de DeskMini's passen echter geen 3,5-inch harde schijven, maar slechts twee M.2-ssd's en twee 2,5-inch gegevensdragers.

Qua formaat is het volgende standaard pc-formaat mini-ITX. In vergelijking met micro-ATX zijn veel moederborden en behuizingen echter aanzienlijk duurder. De meeste mini-ITX-moederborden hebben slechts twee DIMM-slots en één PCIe-slot. Montage is lastiger door de beperkte afmetingen en vaak passen grotere en in het algemeen stillere cpu-koelers er niet in. Kortom: micro-ATX-technologie is goedkoper en flexibeler. Dat blijkt ook uit ons bouwvoorstel voor een thuisserver in het artikel hierna.

In dat bouwvoorstel gebruiken we geen werkgeheugen dat door ECC (Error Correction Code) wordt beschermd tegen de meest voorkomende bitfouten. Dat vereist speciale geheugenmodules (ECC RAM) en

een processor en moederbord die dat ook kunnen benutten. En daar wordt het ingewikkeld. Intel maakt de ECC-functie alleen beschikbaar op Xeons en de huidige Core i-12000/13000/14000 in combinatie met de zeldzame moederborden met de R680E- en W680-chipsets. Die kosten, net als de weinige Xeon E-2300 borden, meer dan 300 euro vaak zelfs meer dan 400. Dat is onaantrekkelijk voor een thuisserver.

Aan de AMD-kant is het ook lastig. Hoewel er een aantal AM4- en AM5-moederborden zijn die volgens de respectievelijke fabrikanten ECC-RAM ondersteunen, kun je voor een goedkope en voordelige thuisserver het beste een cpu met een geïntegreerde grafische processor (IGP) gebruiken. Van de AM4-processors hebben alleen de G-types dat, die weer geen ECC-functie hebben. Hoewel de huidige AM5-processors (Ryzen 7000) allemaal IGP's bevatten en ECC kunnen gebruiken, kosten ze minstens 200 euro en DDR5 ECC-UDIMM's zijn (nog steeds) onevenredig duur. Die situatie kan veranderen met de Ryzen 8000G-chips.

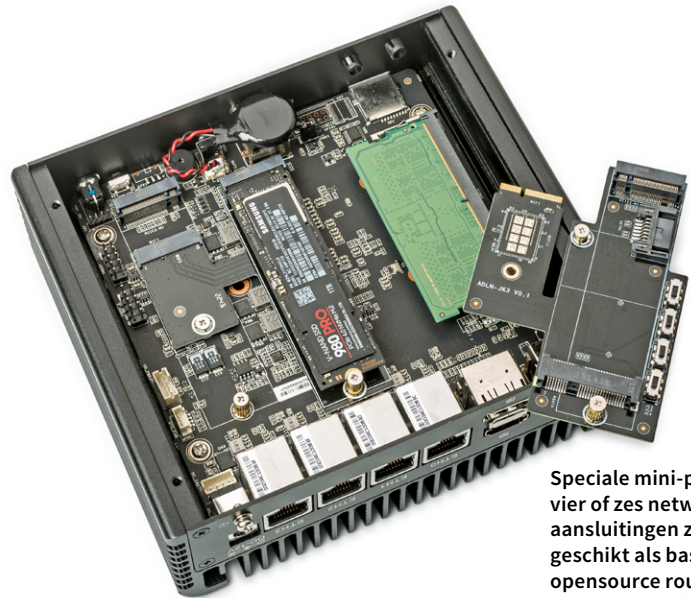
Er zijn ook AM4- en AM5-servermoederborden met remote-maintenance chips, maar die kosten meer dan 400 euro en de exemplaren die tot nu toe getest zijn, zijn niet bepaald energiezuinig. Als je per se ECC-RAM nodig hebt, moet je eens kijken naar de hierboven genoemde kleine servers van HPE [6] of Dell en dergelijke of de Synology NAS DS723+ met Ryzen R1600 [1]. De voordelen van ECC-RAM in thuisserver worden mogelijk overschat. Betaalbare NAS-apparaten draaien al jaren probleemloos zonder ECC.

We raden gebruikte hardware als server af, tenminste voor continu gebruik. De meeste thuisserver moeten jarenlang betrouwbaar draaien met weinig onderhoud en een laag energieverbruik. Sommige gebruikte (oudere) professionele servers zijn echter zo energieverwendend dat ze de nieuwprijs van een NAS in een paar jaar opgebruiken. Tweedehands thin-clients zijn eventueel geschikt als miniserver voor lage eisen [4], maar je moet een goed apparaat kunnen herkennen en vinden. Het is moeilijk om specifieke tips te geven omdat het onmogelijk is om te voorspellen wat er beschikbaar is. En het upgraden van een thin-client met werkgeheugen en ssd kan zo duur zijn dat een nieuwe mini-pc of Raspberry Pi uiteindelijk goedkoper is.

SERVEROMGEVING

De omgeving waarin een server draait, speelt een grote rol om ervoor te zorgen dat hij jarenlang zonder problemen werkt – of niet. Harde schijven verdragen bijvoorbeeld geen schokken en trillingen en daarom moet de server zo ver mogelijk uit de buurt van kinderen, huisdieren en werkzaamheden worden geplaatst. Hitte, stof en vocht zijn ook schadelijk. Een noodstroomvoorziening (Uninterruptible Power Supply, UPS) beschermt tegen plotseling gegevensverlies, vooral als die de server of NAS via usb kan signaleren dat snel uitschakelen nodig is [5].

Een NAS heeft zelf vaak ook allerlei notificatiefuncties die je bijvoorbeeld per e-mail informeren als een harde schijf is uitgevallen. Menig RAID heeft al ge-



Speciale mini-pc's met vier of zes netwerk-aansluitingen zijn geschikt als basis voor een opensource router als je geen managed switch wilt.

gevens verloren omdat het falen van de redundantie te lang niet werd opgemerkt. Het is ook belangrijk om goede documentatie te hebben die snel bij de hand is in het geval van een probleem. En maak back-ups!

Als de kleine server commerciële diensten moet leveren, raden we aan om hem kant-en-klaar te kopen. Het apparaat kan dan makkelijker worden afgeschreven voor belastingdoeleinden en de garantie is ook geregeld. Voor een meerprijs krijg je dan professionele ondersteuning met korte responstijden. Als er meerdere mensen op de server werken, wordt het uitvallen van centrale serverdiensten al snel duur. Het risico staat dan niet in verhouding tot de kosten die bespaard kunnen worden door het zelf bouwen en beheren. Sowieso moet je dat dan alleen doen als je over de relevante voorkennis beschikt.

CONCLUSIE

Als je niet weet welk type server je nodig hebt, waarom zou je het dan niet proberen? Eenvoudige NAS-diensten krijg je al met een usb-ssd op een router. En met een Raspberry Pi 3 kun je voor circa 60 euro beginnen met het oefenen van je beheervaardigheden.

NAS-apparaten zijn echter niet voor niets zo populair, omdat ze veel meer kunnen dan alleen gegevens centraal opslaan. Ze zijn relatief eenvoudig op te zetten en extra functies kunnen in een handomdraai worden toegevoegd met behulp van plugins. Een zelfgebouwde thuisserver biedt alleen voordelen als je veel RAM, veel cpu-kernen of speciale uitbreidingskaarten wilt. Tips voor het zelf bouwen vind je in het artikel hierna.

ct

Literatuur

- [1] Ernst Ahlers en Noud van Kruysbergen, Test x86-NAS-apparaten voor netwerkopslag, c't 4/2024, p.76
- [2] Niklas Dierking en Jan Mulder, Singleboard-computer Odroid H3 als NAS en thuisserver, c't 6/2023, p.46
- [3] Christian Hirsch en Marco den Teuling, Stille en energiezuinige mini-pc voor 450 euro, c't 5/2023, p.124
- [4] Peter Siering, Christof Windeck en Jan Mulder, Oude thin-client gebruiken voor hobbyprojecten, c't 6/2023, p.54
- [5] Rudolf Opitz en Marco den Teuling, Een UPS om je pc te beschermen tegen dataverlies bij stroomuitval, c't 5/2022, p.116
- [6] Christof Windeck, review HPE Proliant MicroServer, c't 7/2020, p.22
- [7] Lutz Labs en Noud van Kruysbergen, Harde schijven voor in je NAS, c't 3/2024, p.54
- [8] Lutz Labs en Marco den Teuling, Harde schijven voor NAS en server vergeleken, c't 4/2023, p.84



THUISZORG

Bouwvoorstel voor een 17watt-thuisserver

Als je specifieke wensen hebt voor een thuisserver, bouw je die zelf. Ons bouwvoorstel is flexibel uit te breiden, werkt in de standaardconfiguratie stil en zuinig, en hij kost al met al maar 400 euro.

Christof Windeck en Marco den Teuling

Een ongeluk komt zelden alleen: het is moeilijk te geloven hoeveel problemen je kunt tegenkomen bij het bouwen van een goede pc, zelfs als die uit slechts tien componenten bestaat. In elk geval hebben we verschillende valkuilen ontdekt bij het samenstellen van dit bouwvoorstel voor een thuisserver. We beschrijven onze ervaringen hier in detail om het je makkelijker te maken.

Maar eerst een stapje terug: in het artikel hiervoor hebben we uitgelegd welke servertaken ook door een NAS, een Raspberry Pi of een mini-pc kunnen worden uitgevoerd. Dergelijke apparaten dekken de overgrote meerderheid van de typische eisen voor een thuisserver. Een zelfgebouwde server-pc is echter de

moeite waard als je veel RAM, speciale uitbreidingskaarten of meer dan vier cpu-kernen nodig hebt. Of als je het gewoon leuk vindt om te knutselen.

We hebben onszelf de volgende doelen gesteld bij het bouwvoorstel voor een thuisserver: betaalbaar, zuinig en stil, met een vervangbare processor, vier slots voor geheugenmodules, minimaal één aansluiting voor een M.2-ssd, twee of meer PCIe-slots voor uitbreidingskaarten, vier SATA-poorten en ruimte voor twee, maar liefst vier klassieke harde schijven van 3,5 inch. Die laatste kunnen nog steeds veel meer gegevens per euro opslaan dan ssd's. De behuizing leek ons aanvankelijk een minder belangrijk onderdeel, maar dat was de eerste valkuil. Het aanbod van betaalbare en niet al te grote pc-behuizingen waar minstens twee 3,5-inch harde schijven in passen, is beperkt. In principe kun je echter een andere behuizing kiezen dan de aanbevolen behuizing.

Zoals bij al onze bouwvoorstellen is het moederbord of de combinatie van moederbord en voeding erg belangrijk. Voor een thuisserver die continu draait, is een zo laag mogelijk idle energieverbruik

belangrijk. Zonder harde schijven is onze configuratie tevreden met 17 watt. Als je 38 cent voor een kilowattuur (kWh) rekent, lopen de elektriciteitskosten over vijf jaar al op tot 283 euro. Voor vijf watt extra verbruik in dezelfde periode betaal je 83 euro. Het is dus de moeite waard om op elke watt te letten.

THEORIE EN PRAKTIJK

De eerste valkuil was de keuze van de pc-behuizing: volgens de fabrikant biedt de Fractal Design Core 1100 plaats aan twee 3,5-inch harde schijven. Hij heeft echter geen conventionele drive-bays, maar een verticale steunplaat waaraan de schijven moeten worden vastgeschroefd. Dat werkte echter niet met de harde schijven die wij kozen. Dat komt omdat fabrikanten tegenwoordig vaak de 'middelste' montagegaten bij harde schijven met hoge capaciteit weglaten – en dat is precies wat de Fractal Design Core 1100 nodig heeft.

Compacte pc-kasten met ten minste twee 3,5-inch bays en USB 3.0-aansluitingen aan de voorkant zijn zeldzaam. Er is meer keuze in grote behuizingen met bays voor vijf, zeven of zelfs elf klassieke magnetische harde schijven. Onze keuze viel uiteindelijk op de Sharkoon VS4-V, die een kooi heeft voor drie 3,5-inch schijven. Er kunnen er nog twee worden gemonteerd in de vrije 5,25-inch bays met behulp van extra aan te schaffen montagebeugels. De behuizing heeft verder drie bays voor 2,5-inch ssd's.

In het verleden raadden we aan om meerdere harde schijven in een pc-behuizing te monteren in trillingsdempende frames om een opstapeling van trillingen te voorkomen. Fabrikanten van harde schijven raden dat tegenwoordig af: de harde schijven moeten zo worden vastgezet dat de servomotoren van de lees/schrijfkoppen die zo snel en precies mogelijk naar de gewenste baan kunnen bewegen. Dat zorgt wel voor meer geluid, en dat is duidelijk te horen in de thuisserver. Een geïsoleerde behuizing zou misschien stiller zijn, maar ook aanzienlijk duurder.

AMD OF INTEL?

De volgende valkuil was het moederbord. Enkele jaren geleden, voor het laatst in 2020 [1], zouden we hebben gekozen voor een moederbord waarop RAM kan worden geplaatst met extra chips voor foutcorrectie via Error Correction Code (ECC-RAM). Maar, zoals in het artikel hiervoor beschreven, is dat duurder of geen beschikbare optie. Daarom hebben we ECC-RAM laten varen. Voor een thuisserver wilden we eigenlijk gewoon het ontwerpvoorstel uit c't 12/2023 voor een betaalbare gaming-pc aanpassen door in elk geval de grafische kaart weg te laten. Gigabyte maakt echter het A520M-DS3H-moederbord dat we voor dat bouwvoorstel gebruikten niet langer – valkuil nummer twee.

Ach ja, dachten we: als we dan toch een ander moederbord moeten zoeken, dan eentje met de B450-chipset. Die biedt in tegenstelling tot de A520 ook USB 3.2 Gen 2 met 10 Gbit/s. We probeerden

daarom de Asrock B450M Pro4 R2.0, maar die bleek idle 22,7 watt te verbruiken. Dat was de derde misser, want zoals gezegd kost vijf watt meer 83 euro extra over vijf jaar.

De uiteindelijk gekozen Gigabyte A520M DS3H V2 (rev 1.0) is zeker 5 watt zuiniger, tenminste na wat aanpassingen aan de BIOS-instellingen. Aangezien dat A520-moederbord ook maar zo'n 80 euro kost, accepteren we de bescheiden uitrusting. Het heeft slechts twee PCIe-slots (x16/x1), een enkel M.2-slot en helaas alleen USB 3.0 met 5 Gbit/s. De Realtek-netwerkchip werkt op 1 Gbit/s, maar adapters met 2,5 Gbit/s zijn alleen te vinden op moederborden ruim boven de 100 euro. De A520M DS3H V2 heeft standaard een BIOS-versie die de goedkope hexacore AMD Ryzen 5 4600G herkent. Bij sommige andere moederborden werkt dat alleen na een BIOS-update, waarvoor een oudere processor nodig is. Moederborden in die prijsklasse hebben meestal geen updatefunctie die werkt zonder cpu (flashback).

Een PCIe x1-kaart met een 2,5Gbit/s-ethernetchip is verkrijgbaar vanaf 25 euro. We hebben er twee geprobeerd, namelijk de LogiLink PC0087 met Realtek RTL8125 en de Delock 89598 met Intel-chip. Bij gebruik als alternatief voor de netwerkaansluiting op het moederbord verhoogde de Realtek-kaart het idle energieverbruik met 0,7 watt, de Intel-kaart met ongeveer 1 watt. Als ze gelijktijdig met de moederbordaansluiting worden gebruikt, is de toename respectievelijk 1 en 1,2 watt.

We hebben ook een 10Gbit/s-adapter getest, de Inter-Tech Argus ST-7267 met Marvell/Aquantia AQC107. Met een prijs van ongeveer 75 euro is



Het AM4-moederbord Gigabyte A520M DS3H V2 (rev 1.0) is karig uitgerust, maar gezien de prijs en het energieverbruik een geschikte basis voor onze thuisserver.



Enkele aanpassingen aan de BIOS-instellingen zorgen ervoor dat het Gigabyte-moederbord nog zuiniger werkt, zoals activeren van PCIe ASPM.

dat momenteel een van de goedkoopste 10GbE-adapters. De thuisserver verbruikt hiermee ongeveer 4,5 watt meer. We hebben hem geplaatst in het PCIe-x16-slot.

ZUINIGHEID

Een thuisserver draait zelden onder volle belasting en heeft geen bijzonder stille processorkoeler nodig als er al veel harde schijven inzitten. We hebben daarom gewoon de koeler geïnstalleerd die AMD meeleverd bij de boxed-versie van de Ryzen 5 4600G, genaamd Wraith Stealth. Die werkt goed met de snelheidsregeling van het Gigabyte-moederbord wanneer de Smart Fan-regeling is ingesteld op Silent.

De ventilator die al in de Sharkoon-behuizing geïnstalleerd was, draaide ook erg stil op de Silent-instelling. De 12 TB Toshiba-schijven die we hebben uitgekozen werken ook erg stil zolang ze niet actief zijn. Idle is het geluidsniveau van de thuisserver met of zonder harde schijven slechts 0,1 sone, wat genoeg is voor ons testoordeel 'zeer goed'.

Als de schijven echter worden benaderd, stijgt het geluidsniveau tot 3 sone. We konden geen betaalbare maatregel vinden om dat tegen te gaan. Voor bijzonder stille NAS-schijven, zoals we eerder hebben aanbevolen, betaal je zeer fikse meerprijzen bij capaciteiten boven 10 TB. Als er magnetische harde schijven worden gebruikt, moet de server daarom in een ruimte staan waar het geluid niet stoort.

De ventilator van de cpu-koeler draait flink als de processor langdurig volledig belast wordt. Hij is dan hoorbaar met 0,8 sone, wat nog steeds 'goed' is. Als je wilt dat de server stiller is onder hoge belasting, installeer dan een grotere koeler met een stillere ventilator, zoals de Endorfy Spartan 5, die minder dan 30 euro kost.

Een alternatief is om bij de BIOS-instellingen het energieverbruik van de processor te beperken tot 45 watt, want zelfs dan levert hij voldoende prestaties voor de meeste thuisservertaken.

Gigabyte heeft de betreffende optie System Configuration AM4 voor de TDP echter goed verstopt, na-

melijk onder 'Settings / AMD CBS / NBIO Common Options / SMU Common Options'.

Om het energieverbruik in idle-modus laag te houden, wordt een voeding met een zo laag mogelijk nominaal vermogen aanbevolen. Er zijn echter nauwelijks meer ATX-voedingen met minder dan 400 watt op de markt en sommige goedkope modellen zijn inefficiënt bij lage belasting. We raden de be quiet! System Power 10 450W aan van circa 50 euro. De goedkopere LCPower LC420-12 300W had 1 watt meer nodig en was iets luider.

SCHIJFPROBLEMEN

RAID-niveaus hoger dan RAID 1 (mirroring) zijn alleen zinvol in zeer specifieke gevallen. Dat komt omdat een enkele harde schijf nu tot 22 terabytes aan gegevens kan opslaan en elke extra schijf de elektriciteitskosten opdrijft. Onze tip is daarom: installeer zo min mogelijk componenten – volgens het motto Keep it Simple, Stupid (KISS).

Serverschijven verbruiken zes tot acht watt wanneer hun magneetschijven draaien. Als de stapel schijven stilstaat (spindown), komt het idle verbruik uit op 1,3 tot 1,6 watt. De schijven die zijn geoptimaliseerd voor NAS-apparaten bieden geen significante voordelen meer [2]. De gekozen schijven moeten wel gebruikmaken van conventionele opnametechnologie (Conventional Magnetic Recording/CMR) als ze in RAID worden gebruikt. Zelf kozen we voor twee 12TB-schijven van Toshiba. Een Enterprise Capacity MG07ACA (MG07ACA12TE) kostte op het moment van schrijven 235 euro.

Als je wilt dat je thuisserver zo stil en zuinig mogelijk is en je niet veel opslagcapaciteit nodig hebt, kun je beter ssd's kiezen in plaats van harde schijven. Verschillende ssd's zijn de afgelopen tijd echter aanzienlijk duurder geworden. Een Samsung 870 QVO met 4 TB kostte tijdens onze selectie meer dan 260 euro. De 8TB-versie is met meer dan 520 euro nogal prijzig.

MONTAGE

Het in elkaar zetten van de weinige onderdelen in een thuisserver is snel gedaan. Het enige gereedschap dat je nodig hebt, is een middelgrote kruiskopschroevendraaier en een combinatietang of dopsleutel (5 mm/M2,5) voor de afstandhouders waarop het moederbord wordt vastgezet. Schroef eerst beide zijanten van de behuizing los. Houd vervolgens het moederbord op zijn plaats ter controle en zorg dat alleen afstandhouders zijn vastgeschroefd op posities overeenkomstig de gaten in het moederbord, anders is er kans op kortsluiting. We moesten twee draadbussen verplaatsen.

Bereid vervolgens het moederbord voor. Dat gaat handiger buiten de behuizing. Schroef eerst de plastic beugels voor de koeler los – pas op dat daarbij de montageplaat aan de onderkant op zijn plaats blijft. Op die plaat wordt later de door AMD geleverde koeler vastgeschroefd. Plaats eerst de processor in de socket: klap de hendel naast de cpu-socket omhoog, plaats de processor zodanig dat het kleine

gouden driehoekje tegenover het corresponderende driehoekje in de rand van de socket ligt. Laat de voetjes zonder weerstand in de socket schuiven en draai de hendel weer omlaag.

Plaats dan de koeler. Die is aan de onderkant al voorzien van thermische pasta. Draai de vier schroeven van de koeler kruislings aan met steeds maar twee tot drie omwentelingen om de druk te verdelen. Sluit dan de vierpolige stekker van de ventilatorkabel aan op de header CPU_FAN op het moederbord.

Plaats vervolgens de RAM-modules in de grijsgekleurde DIMM-slots met de labels DDR4_B2 en DDR4_A2. De ssd gaat in het M.2-slot. Je hoeft die niet vast te schroeven want Gigabyte biedt een plastic snelsluiting. Er passen alleen ssd's in met een lengte van 8 centimeter (M.2 2280).

Schroef de ATX-voeding in de behuizing met de ventilator naar beneden gericht. Zet de behuizing dan op zijn rechterkant, gezien vanaf de voorkant. Druk vervolgens het ATX I/O-panel in de uitsparing in de achterwand van de behuizing. Doe dat voorzichtig vanwege het risico op letsel door de scherpe metalen randen. Plaats het moederbord vervolgens voorzichtig in de behuizing. Het leggen van de bekabeling is wat makkelijker zolang het nog niet vastgeschroefd is. Afhankelijk van je persoonlijke voorkeur kun je de meeste kabels door de uitsparingen in de bodem van de behuizing trekken. Dan zijn ze uit het zicht en hinderen ze de luchtstroom een stuk minder.

Sluit vervolgens na elkaar aan: de 24-pins ATX-hoofdvoedingsconnector van de voeding naar het moederbord en de tweedelige ATX12V-P8-kabel naar het moederbord. Die is wat kort. Daarna hebben we de bedrading van de behuizing aangesloten op het moederbord: HD audio (overbodig, maar op deze manier bungelt het niet los), USB 3.0-aansluitingen, power- en resetknoppen, HDD- en powerled. We hebben de 3-pins connector van de voorste ventilator aangesloten op de SYS_FAN1-header op het moederbord zonder de Molex-adapter. Als je geen harde schijven installeert, hoef je de ventilator van de behuizing niet aan te sluiten. Plaats het moederbord vervolgens voorzichtig op de afstandhouders en tegen de achterwand van de behuizing. Zorg er daarbij voor dat geen van de metalen lipjes van het ATX I/O-panel in een van de bussen steekt. Schroef het moederbord vervolgens vast.

Als je harde schijven wilt installeren: plaats de behuizing rechtop. Draai de blauwe knop van de betreffende drive bay linksom en trek de snelsluiting naar buiten. Duw nu de harde schijf erin met de aansluitingen van je af gericht. Het is wat friemelen, maar plaats de schijf zo dat je twee van de schroefgaten aan de zijkant door de montagegaten van de bay kunt zien. Druk nu op de snelsluiting en vergrendel de knop door die met de klok mee te draaien.

Sluit de schijven aan met SATA- en voedingskabels. Zet de kabels vast die onder het moederbord lopen. Schuif vervolgens voorzichtig het rechter zijpaneel van de behuizing, gezien vanaf de voorkant, op de behuizing en schroef het vast. Dan kun je de

Bouwvoorstel thuisserver 2024: componenten

Component	Product	Prijs
Processor	AMD Ryzen 5 4600G (6 kernen plus SMT, met GPU)	€ 100
Cpu-koeler	bijgeleverde boxed-koeler van AMD	
Moederbord	Gigabyte A520M DS3H V2	€ 80
Geheugen	Crucial DIMM kit 16GB, DDR4-3200 (CT2K8G4DFRA32A)	€ 45
Ssd	Western Digital WD Blue SN570 WDS100T3B0C	€ 75
Voeding	be quiet! System Power 10 450W	€ 50
Behuizing	Sharkoon VS4-V	€ 50
	Totaal (excl. verzendkosten)	€ 400
Opties		
Harde schijf	Toshiba Enterprise Capacity MG07ACA 12TB	€ 235
Cpu-koeler	Endorfy Spartan 5	€ 27
10GBase-T-kaart	Inter-Tech Argus ST-7267 (Marvell AQC107)	€ 75

PCIe-kaarten plaatsen. Leg de behuizing terug op zijn rechterkant. De slotplaat voor het PCIe x16-slot kan gewoon worden losgeschroefd. Andere slotplaten zijn uitgestanst en zitten nog een klein stukje vast. Het kan zijn dat je ze met wat kracht moet losmaken. De beste manier om dat te doen is ze voorzichtig een paar keer heen en weer draaien. Zodra de PCIe-kaarten op hun plaats zitten en vastgeschroefd zijn, kijk je nog eens goed in de behuizing en controleer je of er nog verloren schroeven in zitten of vergeten stekkers loshangen. Plaats daarna het linker deksel van de behuizing en zet het vast.

BASISINSTELLING

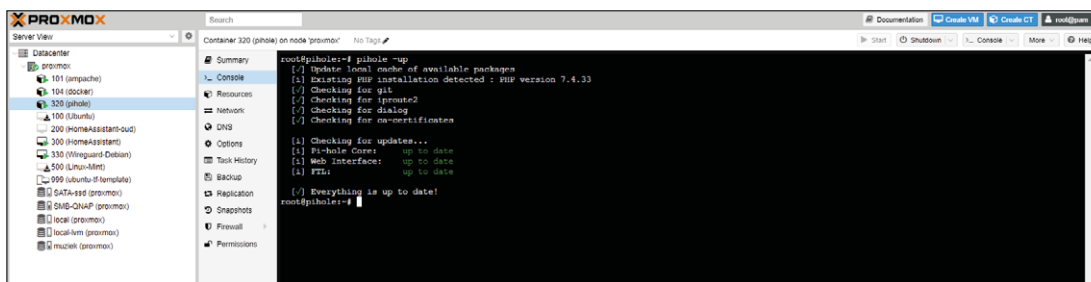
Sluit nu de monitor (via HDMI of DisplayPort), de muis en het toetsenbord aan en ten slotte de voedingskabel op de voedingseenheid. Zet de aan/uitschakelaar in de stand aan. Na het indrukken van de aan/uit-knop aan de voorkant van de behuizing moet de computer opstarten.

Druk op de toets 'Del' om de BIOS-setup op te roepen tijdens het opstartproces. Druk vervolgens op F2 om naar 'Advanced Mode' te gaan. Kijk eerst onder 'System Info' om te zien of de verwachte componenten daar verschijnen: cpu (Processor Type) en RAM



Een zelf gebouwde thuisserver biedt niet alleen veel meer rekenkracht dan een even dure NAS, maar kan ook flexibeler worden uitgebreid en geüpgraded.

Met voor serverdiensten en virtualisatie bestemde besturingssystemen zoals Proxmox kun je bijvoorbeeld een WireGuard-server of Home Assistant op de thuisserver draaien.



(Installed Memory). Je vindt daar ook de geïnstalleerde BIOS-versie. Kijk verder onder ‘Settings / IO Ports’ voor de ssd (onder NVMe Configuration) en de schijven (SATA Configuration). Als er componenten niet herkend worden, controleer dan de kabelverbindingen. Als de computer helemaal niet opstart, kan dat te wijten zijn aan een vergeten ATX12V-P8 connector.

We hebben daarna eerst een BIOS-update uitgevoerd naar versie F3c. Download die van de Giga-byte-website op een andere pc. Je kunt hem vinden onder Support op de productpagina van de A520M DS3H V2 (rev. 1.0) . Unzip het 16 MB grote bestand A520MDS3HV2.F3c op een usb-stick die met FAT32 of NTFS geformatteerd is. Steek de stick in het moederbord, herstart, ga weer naar de BIOS-instellingen en start de QFlash-functie met F8.

Zodra de update voltooid is, herstart je de pc opnieuw en ga je naar de BIOS-instellingen. Laad vervolgens (onder Save & Exit) de Optimised Defaults. Om ervoor te zorgen dat die worden bewaard, sluit je de instellingen af met de F10-toets en selecteer je ‘Save configuration and exit?’. Bevestig met Yes. De computer zal dan opnieuw opstarten. Ga naar de Advanced Mode van de BIOS-instellingen. We hebben slechts een paar opties gewijzigd, het is met name belangrijk om de PCIe-spaarfuncties in te schakelen bij ‘Settings / Miscellaneous / PCIe ASPM Mode’. Die is disabled, maar zet die op ‘L0s and L1 Entry’.

Twee andere instellingen zijn handig voor een thuisserver: onder ‘Tweaker / Advanced CPU Settings’

hebben we de virtualisatiefuncties van de cpu geactiveerd met ‘SVM Mode: Enabled’. Bij ‘Settings / Platform Power / AC Back: Always On’ kun je aangeven dat de pc automatisch opstart als de stroomtoevoer ingeschakeld wordt. De server start dan automatisch opnieuw op na een stroomstoring.

De functie Smart Fan (F6-toets) zorgt voor stillere ventilatoren op de cpu-koeler en in de behuizing. Je hoeft alleen maar Speed Control in te stellen op Silent in het veld rechtsboven. Doe dat zowel voor CPU_FAN als voor SYS_FAN1. Bij ons draaide de cpu-ventilator idle dan met iets minder dan 800 toeren en de ventilator van de behuizing met 390 toeren. Druk op Esc om het Smart Fan-menu te verlaten. Verdere instellingen bij de BIOS-instellingen zijn een kwestie van smaak. Vergeet niet de instellingen te bewaren (F10/Yes). Sluit een usb-stick aan met het installatieprogramma van het besturingssysteem en installeer het.

AANGEPASTE CONFIGURATIE

In de minimale configuratie met 2 × 8 GB RAM en een NVMe-ssd verbruikt de thuisserver onder Ubuntu 23.10.1 16,7 watt in inactieve modus. De netwerk-aansluiting op het moederbord was verbonden en het beeldscherm uitgeschakeld, zoals standaard is bij Ubuntu na enkele minuten. Je kunt de monitor echter ook loskoppelen. Het moederbord start op zonder dat monitor, toetsenbord en muis zijn aangesloten.

Elke extra ingebouwde of aangesloten component verhoogt het energieverbruik in de inactieve modus. Meer RAM maakt echter niet veel verschil. Het moederbord kan tot 128 GB aan in de vorm van vier modules met elk 32 GB. We raden DDR4-3200 DIMM’s aan. Als alle slots gevuld zijn, werkt het moederbord op een lagere frequentie, maar dat is irrelevant voor de prestaties van een thuisserver.

Zelfs een processor met meer kernen heeft niet meer energie nodig dan de Ryzen 5 4600G in inactieve modus. De octacore 4700G is slecht verkrijgbaar en alleen als trayversie zonder koeler. Je bent beter af met een Ryzen 7 5700G voor 195 euro. Die is bovendien aanzienlijk krachtiger per core (Zen 3 in plaats van Zen 2, 16 in plaats van 8 MB L3-cache). Dat is echter zelden de moeite waard voor een thuisserver. Bij de korte test verbruikte hij praktisch evenveel energie als de Ryzen 5 4600G in ruststand.

Als er harde schijven worden geïnstalleerd, neemt het energieverbruik van de server toe, maar niet evenredig met het aantal schijven. Dat komt enerzijds doordat de SATA-controller ook energie verbruikt en anderzijds doordat de ATX-voeding in een

Bouwvoorstel thuisserver 2024: gegevens en metingen

Hardware-uitrusting	
Afmetingen (B × H × D)	20 × 42,8 × 45 cm
Uitbreidingspoorten (vrij)	1 × PEG (PCIe 3.0 x16) (1), 1 × PCIe 3.0 x1 (1), 1 × M.2 2280 (PCIe 3.0 x4/SATA 6G) (0)
SATA- / DIMM-poorten (vrij)	4 × SATA 6G (4) / 4 × DDR4-3200 (2)
Aansluitingen achter	1 × HDMI 2.0, 1 × DP 1.2, 4 × USB-A 3.2 Gen 1 (5 Gbit/s), 4 × USB-A 2.0, 1 × PS/2 (toetsenbord/muis), 1 × RJ45 (1 Gbit/s), 3 × audio-jack
Aansluitingen voor	2 × USB 3.0, 2 × audio-jack
Energieverbruik, geluid (Ubuntu 23.10.1, Proxmox, Unraid)	
Soft-off zonder / met WoL / zuinig modus	0,2 / 0,7 / 1,0 W
Cpu volledig belast	98,4 W (stress --cpu 12)
Idle basisconfiguratie ¹	16,7 W
Idle basis + 2,5 Gbit/s	Realtek: 17,4 W (+0,7 W) / Intel: 17,7 W (+1,0 W)
Idle basis + 10 Gbit/s	21,2 W (+4,5 W)
Idle basis + 1 / 2 schijven stil (draaien)	18,3 (23,9) W / 19,0 (28,8) W
Idle basis Proxmox VE 8.1	17,2 W (+ 0,5 W)
Idle basis Unraid 6.12.6	17,8 W (+ 1,1 W)

¹ Onboard-LAN actief, scherm uit, zonder harde schijven, Ubuntu 23.10.1

efficiënter bereik werkt naarmate de belasting toeneemt. Hoe dan ook, met één draaiende schijf steeg het energieverbruik met 7,2 watt, met twee was dit 12,1 watt meer. Schakel de automatische energiebesparingsfunctie voor de harde schijven in om energie en geld te besparen. Dat werkt onder Ubuntu met hdparm of met de grafische Gnome-tool Schijven. Een zinvolle wachttijd is bijvoorbeeld 1 uur, dan starten de schijven niet te vaak opnieuw op.

LINUX-VARIANTEN

We hebben drie besturingssystemen geprobeerd: Ubuntu 23.10.1, Proxmox VE 8.1 en Unraid 6.12.6. Ze konden allemaal zonder problemen worden geïnstalleerd. Met Proxmox was het idle energieverbruik 0,5 watt hoger dan met Ubuntu, met Unraid was het 1,1 watt meer. Dat komt deels door de usb-stick waarvan Unraid moet opstarten. De NVMe-ssd kan in Unraid worden geïntegreerd als snelle buffer (cache) of als opslagmedium voor containers of virtuele machines. Bij onze tests bespaarde het ongeveer 0,4 watt als de usb-stick werd aangesloten op een van de USB 2.0-aansluitingen in plaats van een van de USB 3.0-poorten.

De vier verschillende netwerkkaarten (op het moederbord, twee 2,5-Gbit/s en een 10-Gbit/s) werden door alle genoemde systemen automatisch herkend. We hebben ook PCIe Passthrough geprobeerd onder Unraid, oftewel het 'doorgeven' van PCIe-

apparaten aan een specifieke virtuele machine. Dat werkte zonder problemen met de 10-gigabit netwerkkaart in het PCIe x16-slot. Het BIOS van het Gigabyte-moederbord activeert automatisch het daarvoor benodigde IOMMU in de processor.

We konden een specifiek probleem onder Ubuntu niet oplossen: de stand-bymodus werkte alleen probleemloos zonder harde schijven. Als er wel harde schijven waren aangesloten, schakelde het systeem niet volledig uit. Een stand-bymodus is niet gangbaar voor Proxmox en Unraid, aangezien servermoederborden die functie niet hebben.

CONCLUSIE

Met een energieverbruik van 17 watt zonder schijven is de goedkope thuisserver nog steeds relatief zuinig en in inactieve modus fluisterstil. Een mini-pc met een mobiele processor zou aanzienlijk zuiniger zijn, maar nauwelijks uitbreidbaar en veel minder krachtig voor een vergelijkbare prijs. Alleen bij een veel duurdere NAS krijg je zes krachtige x86-kernen en werkgeheugen dat uitbreidbaar is tot 128 GB. Via de link rechtsboven op deze pagina meer informatie over dit bouwvoorstel en reacties kwijt.



www.ct.nl/softlink/2405078

Literatuur

- [1] Carsten Spille en Marco den Teuling, Flexibele thuisserver met ECC-werkgeheugen, c't 11/2020, p.102
- [2] Lutz Labs en Marco den Teuling, Harde schijven voor NAS en server vergeleken, c't 4/2023, p.84

Altijd op de hoogte zijn van het laatste nieuws, workshops en reviews?

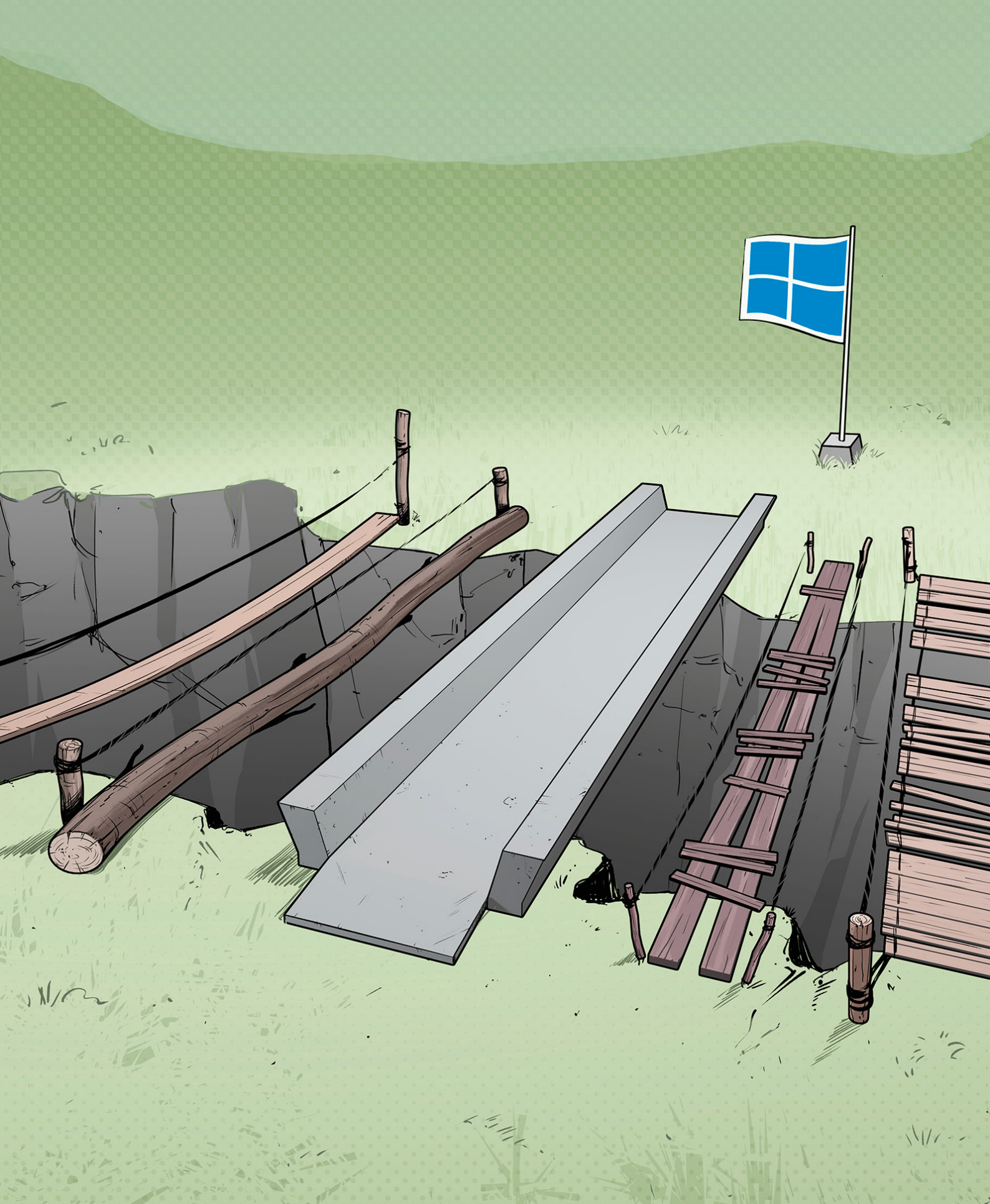


Scan mij

Meld je aan voor onze gratis wekelijkse nieuwsbrief

Kijk op www.ct.nl/nieuwsbrief





ALLES OVER DIT ONDERWERP

- ▶ **De curieuze systeemeisen van Windows 11** 84
- ▷ **Valkuilen bij het kopen van een tweedehandse pc** 90

EEN HELE HOOP

Systemeisen voor Windows 11: raar en verwarrend

Microsoft publiceerde voor Windows 11 een lijst met eisen waaraan een pc officieel moet voldoen om het nieuwe besturingssysteem correct te laten werken. Puur technisch gezien gelden er echter andere eisen: de ene keer dit en dan weer dat. Hier heb je ook last van als je een tweedehands pc wilt aanschaffen waar je Windows 11 op wilt draaien.

Axel Vahldiek en Alieke van Sommeren

De pittige systeemeisen die Microsoft heeft opgesteld voor Windows 11 zijn al vaker besproken in c't [1]. We hebben het ook gehad over trucs waarmee de eisen kunnen worden omzeild, althans gedeeltelijk [2, 3].

Er is zelfs nog een andere set eisen, namelijk die van het installatieprogramma van Windows. Dat werpt drempels op die niet zo hoog zijn als de officiële eisen, maar je moet er wel een beetje trucs voor toepassen. Daarom heeft dit aspect tot nu toe nauwelijks een rol gespeeld, en de laatste keer dat we het behandelden was toen Windows 11 nog niet eens officieel was uitgebracht [4].

In de tussentijd is er echter iets veranderd. Tot en met Windows 10 kon je ervan uitgaan dat een in de handel verkrijgbare pc met voorgeïnstalleerde Windows ook voldeed aan de systeemeisen voor deze versie. Dit gold ook altijd voor gebruikte apparaten die werden aangeboden door gespecialiseerde dealers van refurbished pc's.

Maar met Windows 11 is dat veranderd: zelfs oude pc's worden nu verkocht als Windows 11-pc. Dit zijn zeker niet alleen goedkope aanbiedingen van vage webshops, maar ook van gerenommeerde verkopers. Maar wat zit er achter zulke aanbiedingen, welke rol spelen de eigenaardigheden rond de hardware-eisen en wat kun je verwachten als je ingaat op zo'n aanbod?

De antwoorden op deze vragen hebben we in dit nummer verdeeld over twee artikelen. Het artikel dat je nu leest is gewijd aan de verschillen tussen de officieel aangekondigde en de werkelijke systeemeisen voor Windows 11. Die kennis maakt het makkelijker om het volgende artikel te lezen: we namen gebruikte pc's waarop Windows 11 is voorgeïnstalleerd onder de loep en vroegen Microsoft om tekst en uitleg. Spoiler: hoewel het bedrijf de huidige ontwikkelingen in eerste instantie mogelijk heeft gemaakt, weerhoudt dit Microsoft er niet van om te dreigen met het stopzetten van de levering van belangrijke beveiligingsupdates aan alle pc's die niet aan de officiële eisen voldoen.

DISCUSSIE

Eerst even een reminder van wat er wordt bedoeld met systeemeisen: dit zijn de minimeisen voor het installeren van een besturingssysteem, gedefinieerd door de producent. Het is op zich een goed idee om deze openbaar te maken, omdat het teleurstellingen na aankoop helpt voorkomen. Alleen een pc die aan de eisen voldoet zal het besturingssysteem naar tevredenheid kunnen draaien. Het addertje onder het gras is dat dergelijke eisenlijsten meestal niet gaan over de vraag 'draait wel of niet', maar over de vraag of de pc snel genoeg werkt. Dit is echter afhankelijk van het beoogde gebruik van de pc en de hoeveelheid geduld van de gebruiker. De eisen zijn daarom altijd een compromis, wat vaak een bron van discussie is geweest.

Met Windows 11 is er ook meer te bespreken dan gewoonlijk. Bij Windows Vista tot 7, 8, 8.1 en Windows 10 waren de eisen bijna identiek, maar voor Windows 11 heeft Microsoft aanzienlijk hogere eisen gespecificeerd.

Ze zijn zo hoog dat ze drastisch overdreven lijken voor opvallend veel use cases. En dat lijkt ook niet echt geloofwaardig, want Windows 10 en 11 gebruiken niet alleen dezelfde technische basis, maar lijken zo veel op elkaar dat Windows 11 zichzelf soms als Windows 10 identificeert [5].

Het rechtvaardigen van de eisen onder de noemer van 'verbeterde beveiligingsfuncties' lijkt een voorwendsel. Wat als nieuw werd aangeprezen voor Windows 11 zat grotendeels al in de voorganger, het was daar alleen nog niet geactiveerd.

Voor onze vergelijkende metingen hadden we dit destijds geactiveerd onder Windows 10, en Windows

De eisen zijn daarom altijd een compromis, wat vaak een bron van discussie is geweest

11 was niet merkbaar (meetbaar) langzamer dan zijn voorganger met identieke beveiligingsinstellingen [6].

Desondanks beweert Microsoft dat veel computers die nog meer dan goed genoeg zijn voor Windows 10, niet meer geschikt zijn voor Windows 11. Omdat de ondersteuning voor Windows 10 nog maar tot oktober 2025 loopt, heeft Microsoft bovendien massa's computers min of meer tot elektronisch afval verklaard, ook al zouden ze in feite ook prima Windows 11 kunnen draaien. Het lijkt Microsoft niet te interesseren dat dit niet alleen beveiligingsproblemen voor iedereen oplevert, maar ook een extra belasting voor het milieu [7].

Het vermijden van afval is een van de officiële doelen van het bedrijf. Microsoft wil niet alleen zijn bedrijfsvoering en productverkoop zero waste maken

tegen 2030, maar ook klanten helpen om dit doel te bereiken (zie de link op de laatste pagina van dit artikel).

De indruk blijft dat, ondanks alle verzekeringen, de eisen maar over één ding gaan: het verhogen van de pc-verkoop. Immers, een Windows pre-installatie en licentie gaan meestal ook over de toonbank, dus Microsoft verdient mee aan dergelijke verkopen.

De systeemeisen aankondigen is één ding, ze afdwingen is iets anders

OFFICIËLE SYSTEEMEISEN

Maar wat zijn de officiële eisen? Ze staan in een verrassend lange lijst die Microsoft heeft gepubliceerd (zie de link op de laatste pagina). Veel ervan zijn alleen van toepassing als speciale functies moeten worden gebruikt, en sommige zijn vanzelfsprekend: surround sound vereist ondersteunende hardware en software, spraakinvoer vereist een pc met een microfoon, aanraakinvoer vereist een scherm of monitor die multi-touch ondersteunt.

Er zijn echter ook eisen waaraan niet alleen voor individuele functies moet worden voldaan, maar ook voor het besturingssysteem zelf. Sommige zijn weer tamelijk triviaal: een pc met minder dan 4 GB RAM is

tegenwoordig geen pretje meer om mee te werken. Hetzelfde geldt als een ssd minder dan 64 GB opslagruimte heeft of een conventionele harde schijf wordt gebruikt als opslaglocatie voor de Windows-installatie. Bovendien voldoen de meeste computers tegenwoordig waarschijnlijk toch al aan deze eisen.

De situatie is anders als het gaat om de processor en het moederbord. Ten eerste moet de processor niet alleen een klokfrequentie van 1 GHz en 2 kernen hebben, maar ook 'compatibel' zijn. Microsoft heeft aparte lijsten samengesteld van welke dat zijn. De details gaan hier te ver (meer hierover in [1]), maar grofweg samengevat begint het met Intel vanaf de 7e Core i generatie, met AMD vanaf Ryzen 2000 (Zen+), waarbij ook Athlon-processors met Zen 1-kernen op de lijst staan.

Er gelden nog meer eisen voor het moederbord. Het Basic Input/Output System (BIOS), dat in de firmware van het moederbord zit en de eerste stappen na het inschakelen van de pc uitvoert, moet voldoen aan de specificatie van de Unified Extensible Firmware Interface (UEFI). Om Windows 11 op te starten, moet het BIOS ook UEFI-mechanismen gebruiken. Als het UEFI BIOS een Compatibility Support Module (CSM) bevat om opstarten via het klassieke legacy BIOS te emuleren, mag deze niet actief zijn. Wat hier zo ingewikkeld klinkt, wordt in discussies vaak afgekort tot 'Windows 11 moet opstarten via UEFI'.

Verdere eisen voor het moederbord: het moet een TPM hebben van versie 2.0 of hoger. De drie letters staan voor Trusted Platform Module (zie ook onze FAQ in [8]). Het biedt vergelijkbare functies als een SmartCard, maar is permanent geïnstalleerd. Het dient als een aparte root of trust. Hiervoor slaat het een geheime waarde op die de TPM nooit verlaat, maar dient als de basis van een cryptografische certificaatketen. Het kan andere digitale certificaten ondertekenen/verifiëren en veilige sleutels genereren.

Een TPM biedt ook beschermde opslagruimte, zogenaamde Platform Configuration Registers (PCR's). Hierin kan de pc hashes opslaan, bijvoorbeeld om manipulaties aan de firmware te herkennen. Ook moet UEFI Secure Boot, een cryptografisch beveiligde opstartmodus, worden geactiveerd.

Het doel is om te zorgen dat gemanipuleerde onderdelen het opstartproces niet kunnen verstoren. Hoewel hiervoor een TPM niet vereist is, kan het helpen om manipulatie van het UEFI BIOS te herkennen.

DE REALITEIT

De systeemeisen aankondigen is één ding, ze afdwingen is iets anders. Vanuit juridisch oogpunt kan Microsoft dit alleen doen als je als bedrijf bijvoorbeeld rechtstreeks met Microsoft of een door het bedrijf geautoriseerde licentiedealer een overeenkomst hebt gesloten. Dan geldt wat je ondertekent. Als je echter bijvoorbeeld een Windows 11-licentie koopt bij een webshop, gaat het Microsoft juridisch niets aan op welke pc je deze gebruikt. Als rechtmatige eigenaar kun je de licentie op elke computer gebruiken, ook op een oude.

Hardware-eisen voor Windows 11

Eisen	Officieel	Getest bij nieuwe installatie	Getest bij een upgrade	Getest met registry-hack (nieuwe instal.)	Getest met registry-hack (upgrade)
Processor	compatibel, 2 kernen, 1 GHz kloksnelheid	2 kernen	compatibel	2 kernen	2 kernen
RAM	4 GB	4 GB	4 GB	2 GB	4 GB
UEFI	ja	ja	ja	nee	ja
TPM	2.0	1.2	2.0	nee	1.2
Secure Boot	actief	aanwezig, maar niet actief	aanwezig, maar niet actief	nee	aanwezig, maar niet actief

Microsoft kan echter technische hindernissen opwerpen. Er zijn twee voor de hand liggende benaderingen: het installatieprogramma kan de installatie weigeren met het argument dat niet aan de eisen is voldaan en Windows kan om dezelfde reden stoppen met werken. Dat laatste is echter nog niet het geval. Als Windows 11 eenmaal draait, draait het. Het installatieprogramma controleert daarentegen of de pc aan de eisen voldoet. Zoals hierboven vermeld, zijn de eisen hier echter anders dan Microsoft officieel aangekondigd heeft.

SET-UP CHECKS

Hoewel de officiële lijst met eisen vrij lang is, beperkt het installatieprogramma zich tot vijf controles. Dit zijn: de grootte van het RAM en het vrije geheugen op de interne opslag, Secure Boot, TPM en tot slot de processor. Voor het geval je het je afvraagt, het programma vraagt niet of de pc opstart via UEFI: het setup programma weet dit, omdat Secure Boot alleen werkt bij opstarten via UEFI.

Microsoft definieert de minimale hoeveelheid RAM als 4 GB, de set-up is tevreden met iets minder (3686 MB). Het installatieprogramma heeft slechts 52 GB (officieel: 64 GB) vrije ruimte nodig op de doel-schijf. Dit is echter niet zo serieus bedoeld: als er minder is, geeft het installatieprogramma dit aan, maar gaat zonder klagen door met zijn werk nadat je op 'Volgende' hebt geklikt. Dan is zelfs een partitie van 20 GB voldoende. Het installatieprogramma kijkt ook af van de officiële eisen voor Secure Boot: hoewel de functie beschikbaar moet zijn, hoeft deze niet geactiveerd te zijn in de BIOS setup.

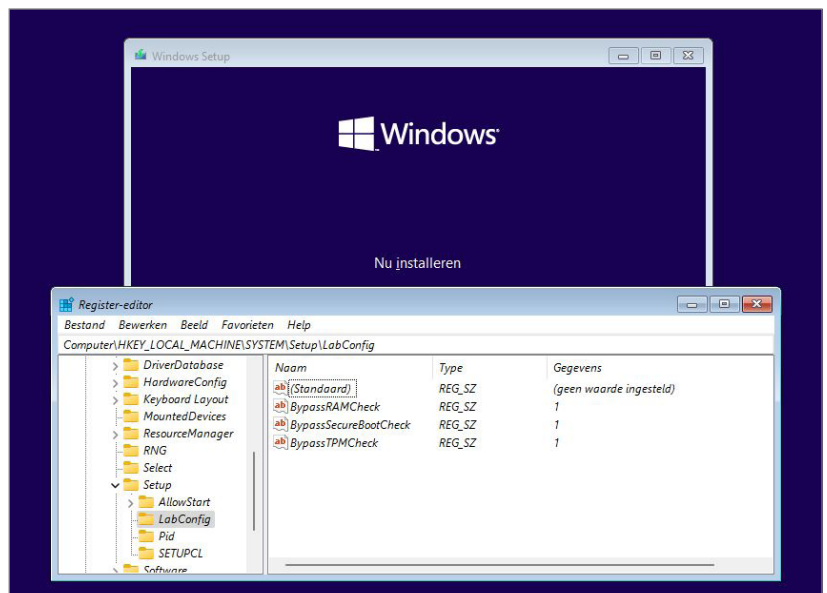
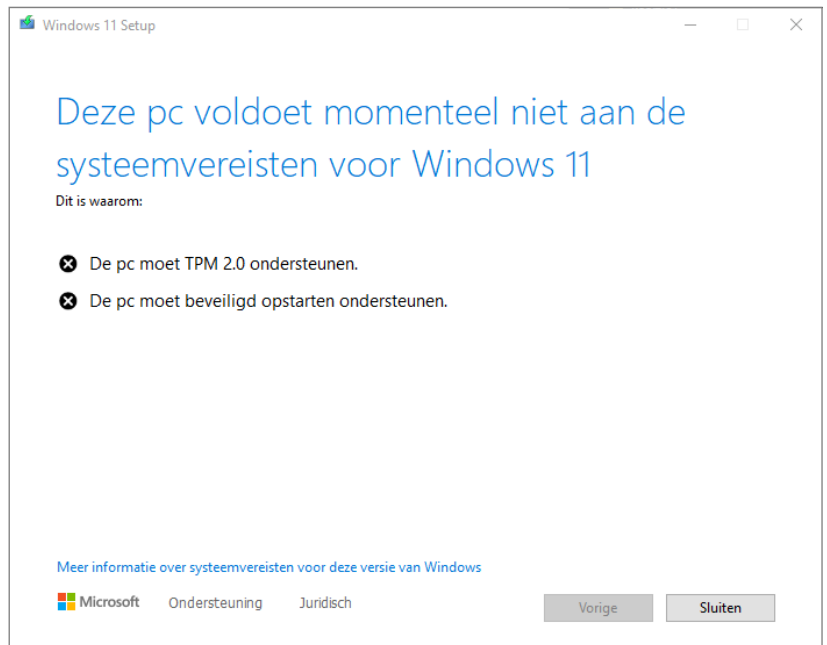
NIUWE INSTALLATIE, UPGRADE, UPDATE

De eisen die het installatieprogramma stelt aan de TPM en de processor zijn nog ingewikkelder. Dit hangt namelijk af van de taak die het moet uitvoeren: is het een nieuwe installatie op een lege schijf, een upgrade of een update?

Je kunt een bestaande installatie op een bepaald moment bijwerken naar een nieuwere versie, bijvoorbeeld wanneer je overschakelt van Windows 10 naar 11 of wanneer er een nieuwe versie van Windows 10 of 11 uitkomt. Er zijn tot nu toe bijvoorbeeld drie versies van Windows 11 uitgebracht: 21H2, 22H2 en 23H2.

De namen zijn afgeleid van het jaar en de helft van het jaar van release, dus 21H2 werd uitgebracht in de tweede helft van 2021. Er zijn twee manieren om over te schakelen naar een nieuwe versie: door een upgrade en door een update. Beide klinken vergelijkbaar, maar ze zijn technisch verschillend. Het verschil is hier relevant omdat de systeemeisen alleen een rol spelen bij het upgraden.

Tijdens een upgrade verplaatst het installatieprogramma de bestaande installatie naar een nieuwe map met de naam Windows.old, installeert daarna Windows nieuw ernaast en probeert vervolgens je documenten, programma's en instellingen zo volledig mogelijk over te zetten van de oude installatie naar de nieuwe.



Je pc voldoet niet aan de eisen voor Windows 11? Daar valt omheen te werken via registerhacks. Drie sleutels zijn genoeg om Windows 11 te installeren, zelfs op oude hardware. Microsoft heeft het installatieprogramma daar speciaal voor aangepast.

Bij een update vervangt Windows daarentegen zelf gewoon individuele bestanden door nieuwe versies en start dan opnieuw op. In tegenstelling tot bij een upgrade wordt het installatieprogramma in dit geval niet gebruikt.

Het is niet mogelijk om precies te voorspellen wanneer een upgrade en wanneer een update nodig is voor het bijwerken. Het hangt af van de doelversie en de leeftijd van de bestaande installatie. Het kan goed zijn dat de overstap van versie X naar X+1 lukt via een update, dat van X+1 naar X+2 ook lukt, maar dat van X naar X+2 een upgrade nodig is. Microsoft schept hier graag extra verwarring door de termen door elkaar te halen, bijvoorbeeld door updates soms als upgrades te bestempelen en andersom.

Kortom, het Windows set-upprogramma wordt niet gebruikt voor updates, maar wel voor upgrades en natuurlijk voor nieuwe installaties. Nog steeds niet

Het is niet mogelijk om precies te voorspellen wanneer een upgrade en wanneer een update voor het bijwerken nodig is

ingewikkeld genoeg? Het installatieprogramma stelt andere eisen aan de TPM en cpu voor een upgrade dan voor een nieuwe installatie. Hoewel de processor altijd twee kernen moet hebben, hoeft deze niet per

se 'compatibel' te zijn: dit is alleen belangrijk voor een upgrade, maar niet voor een nieuwe installatie. Een TPM moet ook in elk geval aanwezig zijn. Voor een nieuwe installatie is het installatieprogramma echter tevreden met de verouderde versie 1.2. Het wil alleen voldoen aan de officiële eis bij een upgrade, waarbij een TPM 2.0 aanwezig moet zijn.

ACHTERDEURTJES

En of het nog allemaal niet verwarrend genoeg is, biedt Microsoft hacks, of om precies te zijn: registersleutels. Als je deze instelt, controleert het installatieprogramma nog steeds de eisen op de bovengenoemde manier, maar negeert het alle of een deel van de resultaten.

Je raadt het al: ook hier hangt het ervan af of het om een nieuwe installatie of een upgrade gaat.

Eerst de upgrade, omdat dit eenvoudiger is. Het is voldoende om een DWORD genaamd `AllowUpgradesWithUnsupportedTPMOrCPU` met de waarde 1 aan te maken in het register van het draaiende systeem onder `HKLM\SYSTEMSetup`. De naam van de DWORD zegt het al: het set-upprogramma is dan niet meer geïnteresseerd in de versie van de TPM en de processor. Let wel op: het gaat om de versie van de TPM, dus die moet er wel zijn, maar versie 1.2 is nu voldoende. En elke cpu met minstens 2 kernen is voldoende.

De eisen van 4 GB RAM en dat Secure Boot beschikbaar moet zijn gelden daarentegen ook voor een upgrade met deze hack. Om het nogmaals duidelijk te maken: dit is geen dubieuze hack uit de diepten van het internet, maar is ingebouwd in Windows door Microsoft en gedocumenteerd (zie de link op de volgende pagina).

Microsoft heeft ook registersleutels ingebouwd voor nieuwe installaties, drie afzonderlijke sleutels. Het instellen hiervan is echter net iets anders omdat er bij een nieuwe installatie geen register is op de interne opslag.

Wanneer je opstart vanaf een Windows installatiemedium, start eerst een mini-Windows genaamd Windows PE. De afkorting PE staat voor Preinstallation Environment [9]. Setup.exe doet vervolgens zijn werk onder dit besturingssysteem en installeert Windows 11 op de interne opslag. PE heeft een eigen register en hier horen de sleutels thuis.

Instructies voor de installatie vallen buiten het bestek van dit artikel, dus verwijzen we naar eerder gepubliceerde c't-artikelen. Als je de sleutels slechts eenmalig in PE wilt instellen (wat nog steeds relatief eenvoudig is), vind je instructies in [2], voor permanente integratie staan instructies in [3].

Als beloning voor je inspanningen kan Windows 11 nieuw worden geïnstalleerd op vrijwel alle hardware: opstarten via legacy BIOS zonder TPM en Secure Boot, elke dualcore-cpu, slechts 2 GB RAM en 20 GB schijfruimte is geen enkel probleem. Of het draaien van Windows onder zulke omstandigheden zinvol of leuk is, is een ander verhaal. We moeten er nogmaals op wijzen: Microsoft heeft het Windows-installatieprogramma zelf geleerd deze sleutels te respecteren.

EXTRA ACHTERDEURTJES

De registerhacks worden gebruikt om het installatieprogramma te beïnvloeden, maar dit is niet altijd nodig. Want als we het hier tot nu toe over het installatieprogramma hebben gehad, bedoelen we altijd het Windows 11 installatieprogramma.

Windows 10 en 11 lijken echter zo veel op elkaar dat het Windows 10 installatieprogramma ook geschikt is om Windows 11 te installeren, en het is zich niet bewust van de strengere hardware-eisen. Dit is geen uitdaging voor experts: vul een usb-stick met de Media Creation Tool (MCT) voor Windows 10 en een andere met de MCT voor Windows 11.

Vervang nu het bestand Install.wim (of Install.esd, afhankelijk van welke beschikbaar is) op de

The screenshot shows a Microsoft support page with the following content:

- Navigation bar: Microsoft | Ondersteuning | Microsoft 365 | Office | Producten | Apparaten | Account & facturering | Bronnen
- Page title: Windows 11 installeren op apparaten die niet voldoen aan de minimale systeemvereisten
- Subtitle: Windows 11
- Opmerking: Zie Windows 11-specificaties, -functies en -computervereisten voor meer informatie over de minimale systeemvereisten voor Windows 11.
- Text: Installatie van Windows 11 op een apparaat dat niet voldoet aan de minimale systeemvereisten voor Windows 11 wordt afgeraden. Als u ervoor kiest om Windows 11 op hardware te installeren die niet in aanmerking komt, moet u ervan uitgaan dat het risico bestaat dat er compatibiliteitsproblemen zijn.
- Text: Uw apparaat kan defect raken als gevolg van deze compatibiliteitsproblemen of andere problemen. Apparaten die niet aan deze systeemvereisten voldoen, ontvangen geen updates meer, waaronder beveiligingsupdates.
- Text: De volgende vrijwaring is van toepassing als u Windows 11 installeert op een apparaat dat niet voldoet aan de minimale systeemvereisten:
- Text: Deze pc voldoet niet aan de minimale systeemvereisten voor het uitvoeren van Windows 11- deze vereisten zorgen voor een betrouwbaardere en kwaliteitsvollere ervaring. Het installeren van Windows 11 op deze pc wordt afgeraden en kan leiden tot compatibiliteitsproblemen. Als u doorgaat met het installeren van Windows 11, wordt uw pc niet meer ondersteund en heeft u geen recht meer op updates. Schade aan uw pc als gevolg van een gebrek aan compatibiliteit valt niet onder de garantie van de fabrikant.
- Section: Voordat u Windows 11 installeert
- Text: Als u niet zeker weet of uw apparaat aan de minimale systeemvereisten voor Windows 11 voldoet en Windows 10 al is geïnstalleerd, kunt u de app Pc-statuscontrole downloaden. Deze beoordeelt of u in aanmerking komt en herkent onderdelen van uw apparaat die niet aan de minimumvereisten voldoen. De app bevat ook koppelingen naar informatie over de stappen die u kunt ondernemen om ervoor te zorgen dat uw apparaat aan de minimale systeemvereisten voldoet. Download en installeer de app Pc-statuscontrole voor meer informatie.

Microsoft dreigt openlijk met het stopzetten van het leveren van beveiligingsupdates aan alle pc's die niet aan de eisen van Windows 11 voldoen.

10-stick in de map Sources door zijn tegenhanger van de 11-stick. Je hebt nu een installatiestick waarvan het 10 installatieprogramma probleemloos Windows 11 kan starten en installeren, zelfs op oude hardware (downloads van de MCT's zijn te vinden via de link op deze pagina).

Het werkt ook met andere tools voor het installeren van Windows. Ze hoeven niet eens van andere fabrikanten te zijn. Iedereen die weet hoe hij Microsofts commandlinetools Diskpart, Dism, BCDboot en Reagentc moet gebruiken, die voornamelijk bedoeld zijn voor beheerders en fabrikanten, kan ze ook gebruiken om Windows 11 op oude pc's te installeren. Deze andere methoden hebben echter één grote beperking: ze kunnen alleen worden gebruikt voor een nieuwe installatie, maar nooit voor een upgrade. Voor een upgrade is altijd het installatieprogramma nodig.

GOED OPLETTEN

Alle genoemde manieren om Windows opnieuw te installeren en te upgraden hebben één ding gemeen: ongeacht welke Microsoft-tools je gebruikt, je hoeft in geen geval aan de officiële eisen te voldoen. Toch liggen hier valkuilen op de loer.

Microsoft begint botweg te dreigen als je Windows 11 draait op een pc die niet voldoet aan de minimale eisen. Want dan is je pc volgens Microsoft niet langer geautoriseerd om updates te ontvangen en schade aan je pc door onvoldoende compatibiliteit wordt niet gedekt door de garantie (zie de link aan het eind). Met andere woorden: Microsoft geeft zichzelf het recht om dergelijke computers op elk moment en naar eigen goeddunken af te sluiten van updates.

Maar zelfs als Microsoft dit dreigement niet uitvoert, is er nog een valkuil, omdat er aan verschillende eisen moet worden voldaan voor een nieuwe installatie en een upgrade. Mogelijk kun je Windows 11 met succes nieuw installeren op een zogenaamd ongeschikte pc. Maar zodra er een opvolger wordt uitgebracht, die Microsoft niet alleen als update maar ook als technisch complexere upgrade levert, kan het updaten ernaar mislukken. En dit heeft ook een impact op de ondersteuning, oftewel op de tijdsperiode waarin Microsoft je zal voorzien van de belangrijke beveiligingsupdates.

Elke Windows-versie en momenteel ook elke editie heeft zijn eigen afzonderlijke ondersteuningsperiode. Dit geldt ook voor Windows 11 (zie tabel voor data). De Home- en Pro-edities krijgen twee jaar ondersteuning vanaf de releasedatum, terwijl Enterprise en Education drie jaar krijgen. Daarna ontvang je alleen nog updates als je je installatie bijwerkt naar een nieuwere versie.

Dit kan echter mislukken op oude computers als het installatieprogramma hogere eisen stelt voor de upgrade dan voor een nieuwe installatie. En dan is de vreugde van een succesvolle installatie op oude hardware na verrassend korte tijd alweer voorbij.

Als je nu tegenwerpt dat alle Windows 11 versies als update geïnstalleerd kunnen worden: ja dat klopt, maar er is geen garantie dat dit zo blijft. Waar je ook

Einde support voor huidige Windows-versies

Versie	Home/Pro	Enterprise/Education
Windows 11 23H2	11 november 2025	10 november 2026
Windows 10 22H2 ¹	14 oktober 2025	14 oktober 2025
Windows 11 22H2	8 oktober 2024	14 oktober 2025
Windows 11 21H2	beëindigd	8 oktober 2024
Windows 10 21H2	beëindigd	11 juni 2024

¹ geen nieuwe versie gepland

niet op moet vertrouwen zijn de registerhacks die Microsoft heeft gepubliceerd.

Want zelfs met deze trucs zijn er nog steeds enkele eisen waaraan moet worden voldaan bij het upgraden, en er is tot nu toe geen workaround bekend. Bovendien kan het zijn dat wat Microsoft in het register heeft ingebouwd, in de volgende versie wordt verwijderd.

EN NU?

Het is absurd dat Microsoft erin geslaagd is om zeer verschillende eisen te stellen aan één en hetzelfde besturingssysteem: officieel kan Windows 11 alleen geïnstalleerd worden op relatief nieuwe hardware, maar in werkelijkheid werkt het ook op oudere hardware, en dat is omdat Microsoft daar zelf voor gezorgd heeft. Moet de officiële lijst met eisen niet zo serieus worden genomen?

In zekere zin toch wel, want Microsoft dwingt op zijn minst een deel van de eisen af, op zijn laatst wanneer je de installatie wilt upgraden naar de volgende versie: dit kan niet zonder TPM en Secure Boot. Dus de vreugde van het omzeilen van de officiële eisen duurt niet lang, tenminste als het gaat om computers die niet alleen voor een beperkte periode nodig zijn, maar die permanent productief moeten worden gebruikt. En dan is er nog de dreiging van het niet langer leveren van beveiligingsupdates voor installaties op oudere hardware.

En dat brengt ons bij het volgende probleem: hoe kun je eigenlijk herkennen of een pc permanent Windows 11-compliant is, dus of hij daadwerkelijk aan de officiële eisen voldoet? En wat kun je doen als dat niet zo is?

Tenzij er financiële redenen zijn om het niet te doen, zou je in de verleiding kunnen komen om gewoon een pc te kopen met Windows 11 al voorgeïnstalleerd, want dan zit je altijd goed, toch? Helaas is dat niet het geval; maar daar gaat het volgende artikel over.

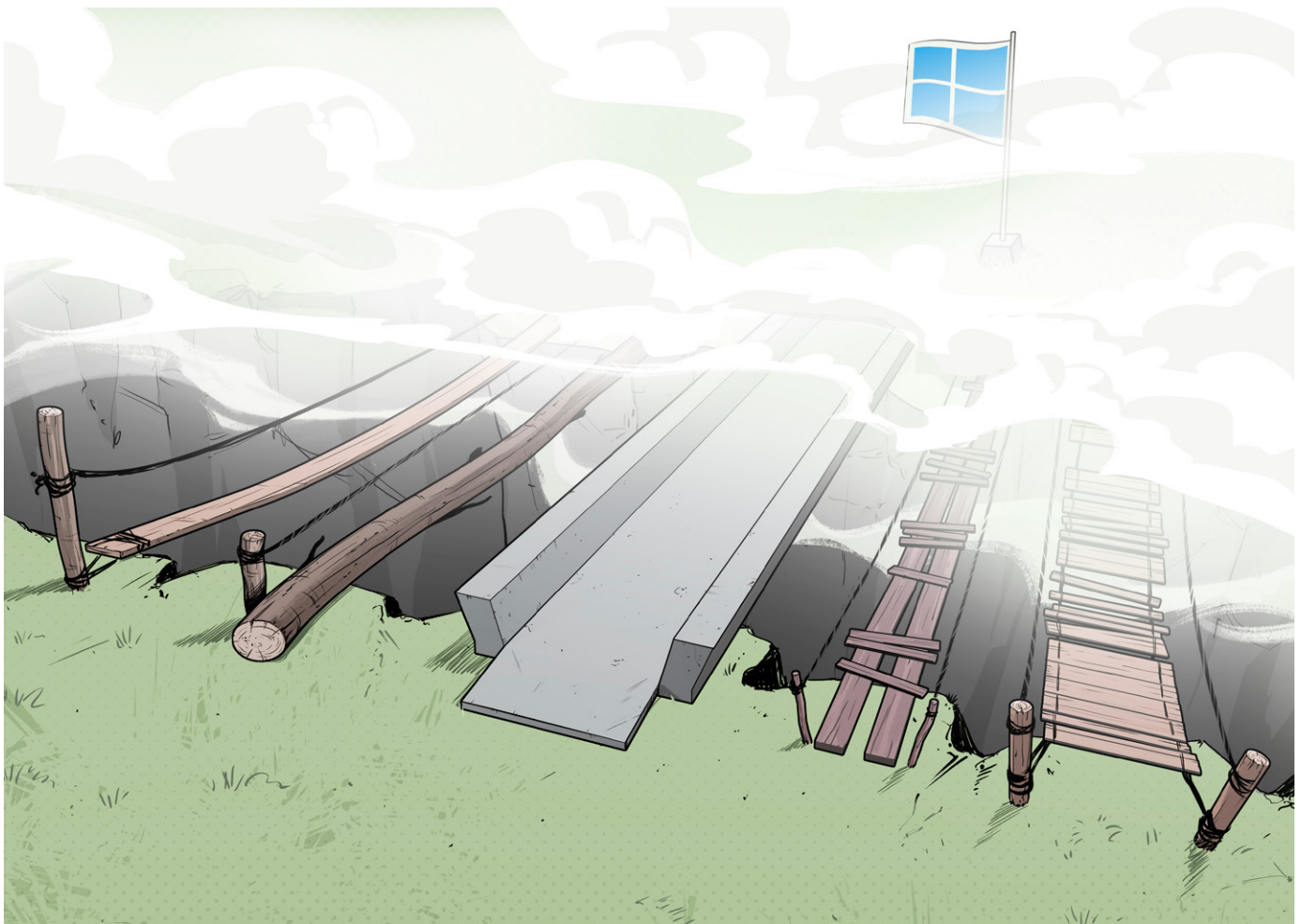
ct



www.ct.nl/softlink/2405084

Literatuur

- [1] Christof Windeck en Daniel Dupré, Achtergrond en tips over de systeemeisen van Windows 11, c't 7/2023, p.56
- [2] Axel Vahldiek en Alieke van Sommeren, Windows 11 installeren zonder hardware-check, c't 3/2022, p.60
- [3] Axel Vahldiek en Alieke van Sommeren, Hardwarecheck uit installatiemedium van Windows 11 halen, c't 4/2022, p.105
- [4] Axel Vahldiek en Noud van Kruysbergen, Windows 11: hardware-eisen getest in de praktijk c't 11/2021, p.16
- [5] Axel Vahldiek en Noud van Kruysbergen, Windows-versies en -edities identificeren, c't 10/2022, p.90
- [6] Axel Vahldiek en Noud van Kruysbergen, Windows 11: eerste meetresultaten, c't 1-25/2022, p.52
- [7] Axel Vahldiek en Daniel Dupré, Het support-einde van Windows 10 en de gevolgen, c't 10/2023, p.62
- [8] Christof Windeck en Marco den Teuling, FAQ: TPM 2.0, c't 11/2021, p.102
- [9] Axel Vahldiek, Los problemen op met het mini-besturingssysteem Windows PE, c't 7-8/2018, p.114



Afbeelding Albert Hulm

VAGE BOEL

Systemeisen voor Windows 11: opletten bij tweedehands pc's

Heb je een computer nodig die voldoet aan de eisen van Microsoft voor Windows 11? Koop een tweedehands exemplaar waar Windows 11 al op voorgeïnstalleerd is en dan ben je er al, toch? Helaas is het niet zo simpel als dat.

Axel Vahldiek en Alieke van Sommeren

Windows 11 kan alleen vlot genoeg draaien op een pc als de pc voldoet aan de systeem-eisen. Het is echter niet eenvoudig om te zeggen wat deze precies zijn, want er is een opvallend verschil tussen de claim van Microsoft en de werkelijkheid. Officieel legt Microsoft de lat absurd hoog, maar het installatieprogramma van Windows is wat milder. Door Microsoft verspreide registerhacks leggen de lat

zelfs nog lager. Bovendien stellen installatieprogramma's en hacks verschillende eisen, afhankelijk van de taak. En dan zijn er nog Microsoft-hulpprogramma's die in ieder geval kunnen worden gebruikt om Windows 11 opnieuw te installeren, zelfs op oude hardware. De details van deze chaos worden in detail uitgelegd in het voorgaande artikel, en we raden je aan dat te lezen voordat je deze aanvulling leest. Want dit gaat over de gevolgen van deze chaos, namelijk bij het kopen van een pc.

Voor Windows 11 bestond deze situatie nog niet: je kunt nu apparaten vinden met een voorgeïnstalleerde versie van Windows die niet aan de systeem-eisen voldoen. Dat zou in theorie niet zo erg zijn, want Windows 11 draait eigenlijk op zo'n beetje alle computers van de laatste tien jaar, ondanks Microsofts

beweringen van het tegendeel. Maar dat wil het bedrijf niet. Het dreigt iedereen die Windows 11 draait op een pc die niet aan de officiële eisen voldoet dat de toegang tot updates wordt ingetrokken (zie de link op de laatste pagina). Het kan dus op elk moment gebeuren dat je op zo'n pc geen beveiligingsupdates meer ontvangt. Met andere woorden: als je het voor spelbare einde van Windows 10 in oktober 2025 wilt vermijden door een pc met Windows 11 te kopen, kan het zijn dat je al eerder geen beveiligingsupdates meer ontvangt. Naast de verbale bedreigingen is er ook een puur technische valkuil. En deze upgradeval zit praktisch ingebouwd in dergelijke pc's. Je kunt het op zijn minst in sommige situaties vermijden.

Ter herinnering: elke Windows-versie krijgt ondersteuning voor een vooraf bepaalde periode, wat in de eerste plaats betekent dat er beveiligingsupdates worden geleverd. De begindatum van deze periode is altijd de dag van de release. Een periode van tien jaar was gebruikelijk voor Windows Vista, 7 en 8, maar omdat er voortdurend nieuwe versies van Windows 10 en nu ook Windows 11 uitkomen, heeft Microsoft de periode ingekort tot twee jaar (Enterprise en Education krijgen drie jaar, maar zijn niet beschikbaar voor particuliere klanten). Na het verstrijken van deze periode zal een Windows-installatie alleen nog nieuwe beveiligingsupdates ontvangen als deze eerder is bijgewerkt naar een nieuwere, nog wel ondersteunde versie. Dergelijke updates zullen zeker niet meer beschikbaar zijn voor Windows 10. Updates voor de huidige Windows 11 versie 23H2 zullen ook eindigen in november 2025, maar Windows 11 wordt tot nader order actief ondersteund door Microsoft, dus upgrades kunnen ten minste eenmaal per jaar worden verwacht: in elk geval voor computers die aan de eisen voldoen.

Het bijwerken wordt uitgevoerd door Windows zelf door het installeren van updates of door het installatieprogramma van Windows met een upgrade (details in het vorige artikel). Anders dan bij updates spelen de systeemeisen bij een upgrade weer een rol, net als bij de eerste installatie, alleen zijn ze deze keer anders, en hoger. Het resultaat: Windows 11 kan op menig pc geïnstalleerd worden omdat die net aan de gevraagde eisen voldoet, maar later mislukt de upgrade omdat de pc niet voldoet. En dan is het verrassend snel afgelopen met de beveiligingsupdates.

Dit soort valkuilen kunnen ook voorkomen bij het kopen van een tweedehands pc. Dit was jarenlang een goed idee omdat het makkelijk was voor je portemonnee en beter voor het milieu. En laat niemand je op een forum of elders vertellen dat een Windows-licentie die je op deze manier koopt illegaal is. Met zijn Refurbisher-programma verdient Microsoft er zelf ook geld aan.

VOORAL BIJ GEBRUIKT

Veel verkopers van gebruikte pc's kampen momenteel met een probleem. Vóór Windows 11 konden computers van ongeveer vijf jaar oud gemakkelijk worden uitgerust met de nieuwste versie van Win-

dows van dat moment en ze draaiden jarenlang probleemloos. Nu is het anders: als een oudere pc niet voldoet aan de eisen voor Windows 11, is het enige Windows-alternatief zijn voorganger. Maar omdat de ondersteuning daarvan eindigt in oktober 2025, zou de levensduur van de computer slechts tot dan duren. Dus wat te doen? Blijkbaar doen sommige mensen iets wat Microsoft niet leuk vindt, maar in de eerste plaats mogelijk maakt: ze proberen gewoon of Windows 11 kan worden geïnstalleerd op de oude computers, en zie: vaak werkt het, en zonder enige aanwijzing van de software dat dit op de een of andere manier een probleem zou kunnen zijn.

Dit komt omdat, zoals al eerder gezegd, het installatieprogramma lagere eisen stelt dan de officiële systeemeisen voor Windows 11 aangeven. Andere aanbieders gebruiken andere tools in plaats van het Windows installatieprogramma om Windows 11 te installeren. En dit werkt zelfs op oude hardware.

Maar zelfs als het installatieprogramma wordt gebruikt: voor een nieuwe installatie is 4 GB RAM en interne opslag groter dan 52 GB voldoende. Er moet ook een TPM aanwezig zijn, maar eentje van de oude versie 1.2 is voldoende, hoewel Microsoft officieel versie 2.0 of beter voorschrijft. Hoewel Secure Boot noodzakelijk is, hoeft het niet geactiveerd te zijn. Tot slot moet de processor

ten minste twee kernen hebben, maar hoeft hij niet aan andere eisen voldoen, in het bijzonder hoeft hij niet voor te komen in Microsofts lijsten van compatibele processoren. Voor de duidelijkheid: er zijn geen hacks nodig om Windows 11 op zo'n pc te installeren. Microsoft heeft het Windows installatieprogramma speciaal voor Windows 11 zo geprogrammeerd.


Pc's die net voldoen aan de eisen van het installatieprogramma zijn vooral te vinden bij leveranciers die handelen in gebruikte hardware. We kwamen bijvoorbeeld een HP EliteDesk 800 G2 tegen via Amazon (refurbished) met een Intel Core i5 i5-6600, 16 GB RAM, een 512GB-ssd, Intel HD Graphics 530 en Windows 11. Met andere woorden, een pc met voorgeïnstalleerde Windows 11 die niet voldoet aan de officiële hardware-eisen. Volgens Microsoft is de processor te oud en de TPM is slechts versie 1.2.

We kwamen ook een HP EliteDesk 800 G3 Micro Tower tegen via remarkt.nl met een Intel Core i5 van de 6e generatie. Bij het overgrote deel van de shops zagen we echter bij deze generatie processoren maximaal een Windows 10-licentie voorbijkomen, zonder Windows 11 als 'upgrade optie'. En die websites vermeldden ook keurig de minimumeisen voor het upgraden als extra informatie.

Elke Windows-versie krijgt ondersteuning voor een vooraf bepaalde periode, wat in de eerste plaats betekent dat er beveiligingsupdates worden geleverd

Deze tweedehands pc is technisch snel genoeg voor Windows 11, maar omdat de processor en de TPM-versie te oud zijn, dreigt Microsoft dat deze pc binnenkort geen beveiligingsupdates meer zal ontvangen.


HP EliteDesk 800 G3 Micro Tower - Intel Core i5-6e Generatie - 8GB RAM - 240GB SSD - Windows 11



✓ Voor 12 uur besteld, morgen bezorgd

🔥 148 stuks voorradig

De HP EliteDesk 800 G3 Micro Tower is een krachtige en compacte desktopcomputer. Met zijn 7e generatie processor biedt deze desktop uitstekende prestaties en snelheid. Het heeft voldoende opslagruimte en geheugen om aan al uw zakelijke behoeften te voldoen. De Micro Tower-formaat maakt het ideaal voor kleine kantoren of werkplekken met beperkte ruimte. Met geavanceerde beveiligingsfuncties en betrouwbaarheid is de HP EliteDesk 800 G3 Micro Tower een uitstekende keuze voor elke professionele omgeving.



>

Geselecteerde conditie: Zo goed als nieuw ?

Zo goed als nieuw	★★★★★	€ 189,00 incl. BTW
Zichtbaar gebruikt	★★★★☆	€ 159,00 incl. BTW
Zichtbare schade	★★★☆☆	€ 145,00 incl. BTW

Uw configuratie

Conditie: ★★★★★ ?

Gekozen opties:

- HP EliteDesk 800 G3 Micro Tower - Intel Core i5-6e Generatie - 8GB RAM - 240GB SSD - Windows 11
- Windows 11 Home
- Intel Core i5-6e Generatie
- 8GB Werkgeheugen
- 240GB SSD
- Geen HDD
- Geen Grafische Kaart
- Geen Converter
- 1 Jaar Garantie

€ 156,20 Excl. BTW

€ 189,00 Incl. BTW

1

Toevoegen aan winkelwagen

Wijzig configuratie

BEWUST GEDAAN?

Weten zulke verkopers dat ze Windows 11 pc's verkopen die niet aan de eisen voldoen, dus inclusief de dreiging van een support freeze en een ingebouwde upgrade-val? Remarkt reageerde op onze vraag over de EliteDesk 800 met een te oude processor met de opmerking dat er wel een TPM 2.0 in zat. Maar op onze herhaalde vraag over de niet ondersteunde cpu kregen we verder geen reactie.

Mocht je een vergelijkbare situatie tegenkomen, laat je niet afschepen met opmerkingen over dat de pc prima werkt met Windows 11 en uitvoerig is getest. Dat een computer Windows 11 kan draaien zonder problemen zegt niks, want dat is niet het echte probleem. Wat gebeurt er als de pc geen upgrades wil installeren en je nog wel garantie hebt op de pc: krijg je als klant dan je geld alsnog terug?

Overigens zou het voor de winkeliers makkelijk zijn om Microsofts register hack te installeren in de pre-installatie van de pc's. Dit zou de TPM-versie en cpu negeren tijdens de upgrade en de rest zou toch aan de officiële eisen voldoen. Dit zou in ieder geval de upgrade-val vermijden. Maar of een verkoper dat heeft gedaan weet je vooraf niet en je blijft zitten met het risico dat Microsoft geen updates meer levert.

AL STOPGEZET?

Microsoft had bij het maken van dit artikel zijn dreigement om de ondersteuning voor dergelijke computers te beëindigen nog niet doorgevoerd. Of en zo ja, wanneer dit zal veranderen blijft onduidelijk. Microsoft houdt niet alleen vast aan het dreigement, maar

wees ons er ook opnieuw op toen we vroegen naar de "systeemvereisten". Ook konden we niet zeggen of de upgrade-val op de redactionele deadline al daadwerkelijk op testsystemen van toepassing was. Hoewel Windows 11 versie 22H2 daarop was voorgeïnstalleerd, was zijn opvolger 23H2 al uitgebracht en werd de upgrade niet aangeboden. De reden hiervoor is ons echter niet bekend.

Het is denkbaar dat de pc's gewoon nog niet aan de beurt waren: Microsoft verspreidt nieuwe versies niet in één keer naar iedereen, maar geleidelijk in golven. En de laatste golf is nog niet compleet: er zijn computers op de redactie die zeker aan de eisen voldoen, maar nog geen 23H2 hebben gekregen. Soms stopt Microsoft de levering aan bepaalde computers omdat er nog problemen moeten worden opgelost. Het is echter ook denkbaar dat 23H2 niet ter installatie is aangeboden omdat de pc's niet aan de eisen voldeden, waarmee de upgrade-val is dichtgeklapt.

Ongeacht de reden waarom een upgrade naar 23H2 niet wordt aangeboden: wanneer 24H2, 25H2 enzovoort worden uitgebracht, dreigt dezelfde upgrade-val opnieuw. Tenzij Microsoft beveiligingsupdates voor dergelijke computers al eerder stopzet.

ZELFS BEHOORLIJK GEDATEERD

De genoemde aanbiedingen waren apparaten die niet officieel compatibel zijn met Windows 11, maar die nog steeds ruim voldoende zijn voor veel doeleinden. Ze zijn zeker nog jaren prima bruikbaar in combinatie met Linux. Er zijn echter ook gebruikte pc's met Windows 11 voorgeïnstalleerd te vinden, waar

de pret zelfs voor pinguïns ophoudt. Een voorbeeld is een aanbieding van Shinobee op Amazons marktplaats: een HP 8200 met Intel Core i5 2400 3,4 GHz, 8GB DDR3, 256GB-ssd met Windows 11 Professional met Office 2010.

In alle ernst, hier wordt een apparaat met een processor uit 2011 (!) aangeboden, inclusief een nog ouder (!) Office-pakket. Hoe Shinobee precies Windows 11 op dit stuk antiek heeft gekregen is uiteindelijk irrelevant, want Microsoft heeft daar genoeg mogelijkheden voor geboden. Belangrijker is dat zo'n aanbieding laat zien dat je echt met alles rekening moet houden als je op zoek bent naar een Windows 11-pc. Voor de duidelijkheid: als je het Windows 11 installatieprogramma voedt met de registersleutels van Microsoft, installeert dit het besturingssysteem zelfs op een oude pc die alleen opstart via legacy BIOS zonder Secure Boot of TPM. Alles wat je nodig hebt is een dualcore processor en 2 GB RAM.

Andere Microsoft-programma's maken zich niet eens druk om deze minimumeisen. Maar het maakt niet uit hoe Windows 11 op deze oude pc terecht is gekomen: De upgrade-val kan op dergelijke computers niet eens worden omzeild met een registerhack.

VOORAF: WAT NIET GAAT HELPEN

Maar hoe kun je zien of een pc met voorgeïnstalleerde Windows 11 echt aan de officiële eisen voldoet? Het deprimerende antwoord: helemaal niet, omdat er geen betrouwbare identificatiemethode is. Er kunnen echter een paar lessen worden getrokken uit een kijkje in de schappen van de webshops. De belangrijkste is dat het feit dat een computer Windows 11 draait, niet betekent dat hij ook echt aan de officiële eisen voldoet. Het zegt ook niets over hoe lang de installatie voorzien zal worden van beveiligingsupdates of dat je jezelf kunt helpen in geval van problemen.

Als een Windows 11-pc expliciet wordt aangeprezen als 'nieuw', is dat een goede indicatie dat je krijgt wat je verwacht. Maar: een indicatie is geen bewijs. Het is heel goed denkbaar dat retailers op het idee komen om resterende voorraden Windows 10-computers die nog niet zijn uitverkocht te voorzien van Windows 11 en deze vervolgens als 'nieuw' aan te prijzen. Het is niet eens helemaal onwaar. Maar het zegt niets over het voldoen aan de officiële Windows 11-eisen. Verkopers zouden hier niet eens een nieuwe licentie voor nodig hebben, omdat de upgrade van Windows 10 naar 11 gratis is. Verwacht niet te veel van een poging om het risico te beperken door bij een bekende webshop te kopen. Amazon is bijvoorbeeld een grote shop, maar biedt via zijn marktplaats ook een platform aan aanbieders zoals het genoemde Shinobee. Dergelijke marktplaatsen moet je ook vermijden bij andere shops, zoals bijvoorbeeld eBay. We hebben de pc die niet aan de eisen voldeed echter rechtstreeks bij het bedrijf gekocht en niet op hun marktplaats.

Een pc kiezen van een gevestigde fabrikant zoals Acer, Asus, Dell, Lenovo, Samsung enzovoort helpt ook niet. Hun apparaten worden tweedehands aangeboden met Windows 11, zelfs als ze niet aan de

eisen voldoen. Dat is niet de schuld van de fabrikanten, want die hebben niets beloofd. Beloftes van de verkoper dat Windows 11 probleemloos op de pc zal draaien, moeten met de nodige korrels zout worden aangenomen. De problemen liggen immers niet op de loer tijdens het gebruik, maar bij de levering van updates of upgrades. Gebruikte pc's bij aankoop bij voorbaat al uitsluiten is ook overdreven. Er zijn aanbieders die er nauwgezet op toezien dat Windows 11 alleen wordt geïnstalleerd op gebruikte pc's die echt aan de officiële eisen voldoen. En bij dat soort webshops kun je goed geld besparen.

VOORAF: WAT OOK NIET GAAT HELPEN

Het heeft geen zin om op logo's te letten, want er is momenteel geen officieel bijbehorend Microsoft-logo. Het enige dat we kennen zijn hologramstickers met het Windows-logo. Deze vertellen ons echter alleen dat Windows oorspronkelijk voorgeïnstalleerd was en dat de firmware van het moederbord een installatiesleutel bevat die overeenkomt met de versie van dat moment (af te lezen met de c't-KeyFinder, zie c't 6/2023 op pagina 82). De sticker zegt niets over de hardware-eisen waaraan het apparaat mag voldoen.

Het feit dat er geen logo bestaat, heeft echter wel een voordeel: als een webshop er wel een gebruikt als indicatie dat er aan de Windows 11-eisen wordt voldaan, kun je ervan uitgaan dat ze dit waarschijnlijk zelf in elkaar hebben gezet. Zoek dan vooral een andere winkel uit, er zijn er genoeg.

De prijs zegt ook niet altijd iets: een dubieuze verkoper kan in de verleiding komen om die met opzet hoog te kiezen, zodat klanten aannemen dat de pc echt nieuw en geweldig is, oftewel dat hij aan de eisen voldoet. Voor de zekerheid benadrukken we het voor de hand liggende: dat soort winkels zijn vaak opmerkelijk creatief in het bedenken en beschrijven van aanbiedingen die pas bij nadere of zelfs zeer nadere inspectie iets heel anders blijken te zijn.

We willen je meegeven dat een gezond wantrouwen altijd op zijn plaats is. Een bedrijf kan immers op elk moment van bedrijfsmodel veranderen, een verandering van eigenaar of directeur volstaat. Daarom vind je hier geen aanbevelingen voor bedrijven. Beslis in plaats daarvan voor elke aankoop opnieuw of je een webshop je vertrouwen wilt schenken.

WAT WEL GAAT HELPEN

Er is één ding dat echt helpt voordat je iets koopt. Volgens het aloude 'kennis is macht' ben je het best voorbereid als je de eisen kent. Controleer de aanbiedingen zorgvuldig om te zien of ze aan de eisen vol-

Het heeft geen zin om op logo's te letten, want er is momenteel geen officieel bijbehorend Microsoft-logo

Windows 11 version 22H2 & 23H2 supported Intel processors

Artikel • 30-11-2023 • 3 inzenders

[Feedback](#)

The processors listed represent the processor models which meet the minimum floor for the supported processor generations and up through the latest processors at the time of publication. These processors meet the design principles around security, reliability, and the minimum system requirements for Windows 11. Subsequently released and future generations of processors which meet the same principles will be considered as supported, even if not explicitly listed. It is expected that the processor list will not reflect the most current offerings from processor manufacturers between updates. Updates to the processor lists will occur at each subsequent general availability of Windows.

OEMs may use the following CPUs for new Windows 11 devices. New Windows 11 devices must use modern device drivers which have passed the [Windows Hardware Compatibility Program](#) for Windows 11 or the latest available modern device drivers based on [Declarative, Componentized, Hardware Support Apps \(DCH\)](#) design principles.

[Tabel uitvouwen](#)

Manufacturer	Brand	Model
Intel®	Atom®	x6200FE
Intel®	Atom®	x6211E
Intel®	Atom®	x6212RE
Intel®	Atom®	x6413E
Intel®	Atom®	x6414RE
Intel®	Atom®	x6425E
Intel®	Atom®	x6425RE
Intel®	Atom®	x6427FE
Intel®	Celeron®	6305
Intel®	Celeron®	7300
Intel®	Celeron®	7305
Intel®	Celeron®	3867U
Intel®	Celeron®	4205U
Intel®	Celeron®	4305U
Intel®	Celeron®	4305UE
Intel®	Celeron®	5205U

Tip: controleer voordat je een pc met voorgeïnstalleerde Windows 11 koopt of de processor op de compatibiliteitslijsten van Microsoft staat. Als dat zo is, is de kans groot dat de rest ook aan de eisen voldoet. Dit is echter geen garantie.

doen. Begin met de processor: staat die op de lijsten van Microsoft? Zo ja, dan is dat een goed teken, want een firmware-TPM is tegenwoordig altijd inbegrepen. De bijpassende moederborden kunnen opstarten via UEFI en zijn voorzien van Secure Boot. Zulke computers zijn al een tijdje beschikbaar als tweedehands.

Maar let op: Microsoft publiceert niet alleen aparte lijsten voor AMD en Intel, maar soms ook nieuwe. Zo zijn er lijsten voor de oorspronkelijk uitgebrachte versie van Windows 11 (21H2), maar ook voor de opvolger 22H2. Pc's die compatibel zijn met Windows 11 22H2, kunnen ook 23H2 draaien. We hebben op dit moment geen verschillen tussen lijsten kunnen vinden, maar dit zou in de toekomst anders kunnen zijn.

Wat betreft de TPM, die moet er zijn, maar een probleem met een te oude versie kan soms worden opgelost met de hulp van de hardwarefabrikant. Controleer de website van de fabrikant voor updates om de TPM te updaten naar ten minste versie 2.0 voordat je tot aanschaf overgaat.

NA DE KOOP: CHECKEN

Anders dan vóóordat je een pc koopt, kun je relatief eenvoudig met de voorgeïnstalleerde Windows 11 controleren of de pc aan de officiële eisen voldoet. Hiervoor kun je onder Windows 11 snuffelen in Apparaatbeheer (cpu, TPM), het systeem informatieprogramma msinfo32.exe (RAM, UEFI, Secure Boot) en Schijfbeheer (ssd).

Je kunt ook gewoon een gratis Microsoft-programma installeren met de totaal niet passende naam 'Windows PC Health Check'. Het programma downloaden is het gemakkelijkste via de link aan het eind, want Google en andere zoekmachines leiden je naar de overeenkomstige Microsoft-website, die de download onder Windows 11 niet aanbiedt. Nadat je het programma hebt geïnstalleerd en gestart, moet je alle knoppen negeren die het voorstelt. Klik gewoon op de blauwe knop voor een controle. De software vertelt je dan of je pc aan de eisen voldoet of welk onderdeel niet ondersteund is.

MISKOOP, WAT NU?

Heb je per ongeluk een pc gekocht met voorgeïnstalleerde Windows 11 die niet aan de eisen voldoet en wil je nu juridische stappen ondernemen tegen de winkel? Bespaar jezelf de moeite. Als je ons niet gelooft, vraag het dan aan je advocaat, maar lees eerst even verder.

Je zou aanspraak kunnen maken op de ondersteuning, maar dit is in principe een vrijwillige service van de winkel en is onderworpen aan hun eigen voorwaarden. Dit betekent dat er niets kan worden veralgemeend over de duur en de reikwijdte van de ondersteuning.

Als je pech hebt, is de periode waarin je ondersteuning ontvangt al lang voorbij tegen de tijd dat de update freeze of upgrade-val toeslaat.

Dan blijft de garantie nog over. Deze is meestal twee jaar geldig voor nieuwe producten en één jaar voor gebruikte apparaten. Dit geldt voor defecten, en alleen voor defecten die al aanwezig of ontstaan waren op het moment van aankoop. Dergelijke gebreken moet je eerst bewijzen.

Bij onze test aankopen kregen we wat er werd geadvertiseerd. Voel je je bedrogen na de aankoop? Het is gemakkelijk om de verkoper te beschuldigen van bedrog, maar dat is niet genoeg voor de rechtbank: je moet een dergelijke beschuldiging in de rechtszaal kunnen bewijzen.

Andere pogingen om de winkel juridische problemen te bezorgen, hebben ook weinig kans. Uiteindelijk zal elke aankoop van zo'n pc waarschijnlijk als een individueel geval worden behandeld, omdat de details van aankoop tot aankoop verschillen.

En gezien de prijzen die tegenwoordig in de winkels voor een pc worden gevraagd, is de geldelijke waarde waarover wordt getwist nauwelijks eigenlijk voldoende om een advocaat aan het werk te zetten. De situatie kan anders zijn als je als bedrijf veel apparaten koopt die samen in de tienduizenden euro's lopen.

MISKOOP: TERUGDRAAIEN

In ieder geval van een particuliere aankoop, zijn je kansen het grootst als je direct na de aankoop controleert of de pc voldoet aan de officiële eisen voor Windows 11, zoals hierboven beschreven. Is dit niet het geval, stuur de pc dan zonder meer terug. Dan krijg je (hopelijk) in elk geval je geld terug.

Als alternatief, en als de computer die je hebt gekocht je verder bevalt, kun je Windows 10 installeren in plaats van Windows 11. Als Windows 11 een digitale licentie heeft (te controleren in de instellingen onder 'Systeem/Activering'), heb je hier niet eens een aparte installatiesleutel voor nodig. Als het installatieprogramma van Windows 10 hierom vraagt, sla de invoer dan gewoon over.

Zodra de (meestal automatische) activering moet plaatsvinden, wordt de digitale licentie gevonden op de activeringsservers en wordt Windows geactiveerd. De reden waarom dit werkt, is dat Windows 10 en 11 zo veel op elkaar lijken dat de installatiesleutels de twee niet uit elkaar kunnen houden.

Een sleutel voor 10 is ook geldig voor 11 en omgekeerd. In plaats van Windows 10 te installeren, kun je ook van de gelegenheid gebruikmaken om eindelijk onafhankelijk te worden van Microsofts chaos en over te stappen op Linux. Je hebt nu immers een geschikte pc.

TOEKOMST

Zal de chaos rond de systeemeisen en hun gevolgen bij het kopen van hardware in de nabije toekomst afnemen? Waarschijnlijk niet. Het feit dat zoveel mensen overstappen op Windows 11 pc's is niet zozeer te danken aan de nieuwe functies van het besturingssysteem, maar vooral aan het feit dat de ondersteuning voor voorganger Windows 10 over minder dan twee jaar afloopt.

Microsoft heeft nu aangekondigd dat de ondersteuning ook voor particuliere klanten kan worden verlengd. Deze 'Extended Security Updates' (ESU) kosten echter geld (uiteraard). Hoeveel is nog niet bekend, evenmin als de randvoorwaarden, bijvoorbeeld of een Microsoft-account of een abonnement vereist is.

Je moet niet hopen op een verlenging van de gratis ondersteuning voor Windows 10. Het is niet uit te sluiten dat Microsoft op een gegeven moment onder druk van het publiek toch toegeeft en een verlenging aankondigt (en dan doet alsof dit altijd al het plan is geweest). Maar uiteindelijk hebben alleen politici echt de macht om Microsoft hiertoe te dwingen.

GEVOLGEN

Veel van de gevolgen van de beslissing om de eisen voor Windows 11 absurd hoog te stellen zijn al langer bekend, bijvoorbeeld voor het milieu. Het is daarom eigenlijk een goed idee om gebruikte pc's met Windows 11 te kopen en ze van de schroothoop te redden. Maar als Microsoft zijn dreigementen om upgrades te stoppen waarmaakt of de upgrade-val dichtklapt, zullen computers daar alsnog voortijdig eindigen. Als

je in plaats daarvan Windows blijft draaien zonder beveiligingsupdates, verhoog je niet alleen je eigen risico dat de pc wordt geïnfecteerd door malware. De pc kan namelijk ook een virus-doorgeefluik worden die anderen in gevaar brengt.

Wat vooral vervelend is, is dat grote delen van het klantenbestand nauwelijks in staat zijn om zichzelf te beschermen tegen slechte aankopen door een gebrek aan gespecialiseerde kennis: wie weet er nu echt iets van processors en de cryptische benamingen die de marketingafdelingen van cpu-fabrikanten ervoor bedenken?

Maar ook menig detailhandelaar lijdt hieronder: hoe moeten ze een leek bewijzen dat de pc echt aan de eisen voldoet? Leveranciers die hun geld verdienen met gebruikte pc's worden geconfronteerd met het feit dat pc's van leeftijden die tot nu toe zijn verhandeld, in feite niet meer interessant zijn. Omdat de ondersteuning voor Windows 10 over iets minder dan twee jaar afloopt, zal het bijna onmogelijk zijn om computers met die ondersteuning te verkopen. Windows 11 is echter ook uitgesloten door de dreigementen van Microsoft. Dit dilemma brengt sommige mensen zelfs in een soort noodsituatie.

We spraken met een partner van het 'Microsoft Authorised Refurbisher' programma, waarmee Windows-licenties voor refurbished computers kunnen worden verkregen. Hij zei dat hij bijna geen andere keuze had dan Windows 11 te installeren op oudere hardware en dan maar te duimen dat klanten ondersteuning van Microsoft zouden blijven krijgen. De pc's zijn tenslotte nog goed.

Als alternatief kon hij ze gewoon weggooien of Linux of ChromeOS installeren, maar dat is geen levensvatbaar bedrijfsmodel. Volgens hem hebben adviezen en protesten van officiële Microsoft-partners tot nu toe geen gehoor gekregen in Redmond. Er zijn zelfs geen competente contactpersonen meer die hem kunnen uitleggen wat Microsofts doelen zijn met dit gedrag.

EN MICROSOFT?

Wat zegt het bedrijf zelf eigenlijk over de gevolgen van de hoge eisen? Desgevraagd gaf Microsoft ons een aantal bekende links, onder andere naar de officiële systeemeisen en de vermeende redenen hiervoor, maar ook naar de pagina met het dreigement om de ondersteuning stop te zetten.

Maar waarom bestaat de pagina met het dreigement eigenlijk? Het antwoord van Microsoft: "Zoals je je kunt voorstellen, lijken mensen manieren te vinden om onze eisen en aanbevelingen te omzeilen." Deze verklaring werd niet gecorrigeerd, zelfs niet na ons bezwaar dat de (om)wegen door Microsoft zelf zijn geopend. Over het algemeen wilden ze niets meer zeggen: "Gezien de complexiteit van het onderwerp geven we geen verdere informatie." Met andere woorden: Microsoft stelt eerst absurd hoge eisen, maar opent tegelijkertijd wegen om deze te omzeilen en bedreigt vervolgens iedereen die deze wegen gebruikt.



[www.ct.nl/softlink/
2405090](http://www.ct.nl/softlink/2405090)



Afbeelding AI Midjourney, bewerking ct

MALWARE AAN DE LOPENDE BAND

De industrialisatie van cybercriminaliteit

Na een adempauze in 2022 zijn de aantallen geslaagde ransomware-aanvallen weer gestegen. Het einde van deze bedreiging voor bedrijven en instanties is niet in zicht. De afpersers worden namelijk steeds professioneler: verschillende aanbieders leveren phishing-as-a-service, buitgemaakte toegangsgegevens of eenvoudig te bedienen encryptiesoftware.

Jürgen Schmidt en Marco den Teuling

Elektromagnetische radiogolven met een golflengte van ongeveer twaalf centimeter kunnen worden gebruikt om watermoleculen te laten draaien, waardoor wrijvingswarmte wordt opgewekt. Vooral natuurkundigen en elektrotechnici kennen de details, maar vrijwel iedereen profiteert ervan. Je koopt gewoon een magnetron, zet een maaltijd erin en drukt op de knop. Drie minuten later hoor je ‘ping’ en is het eten als bij toverslag warm.

Het feit dat vrijwel iedereen zo’n magnetron kan kopen en zich kan veroorloven, is een gevolg van de industrialisatie. Die heeft ervoor gezorgd dat zeer complexe dingen grotendeels geautomatiseerd worden geproduceerd op basis van standaard onderde-

len en worden verkocht als massaproducten. Deze verandering heeft de menselijke samenleving zo fundamenteel veranderd dat ze de industriële revolutie wordt genoemd.

NIEMAND KAN ALLES

Een soortgelijke fundamentele omwenteling zien we nu bij cybercriminaliteit. Cybercrime zit momenteel namelijk in de eerste stadia van industrialisatie. Voor criminaliteit in cyberspace was vroeger veel deskundige kennis nodig en vaardigheden op allerlei gebieden. Het vinden en uitbuiten van zwakke plekken in de beveiliging vereist vaak reverse engineering en low-level programmeren. Psychologie, welsprekendheid en acteervaardigheden helpen bij social engineering. Softwareontwikkeling, netwerkexpertise, cryptografie – de lijst van vereiste vaardigheden is lang.

Omdat bijna niemand een expert kan zijn op al deze gebieden, vormden criminelen al snel groepen waarvan de leden elkaar aanvulden. En als de experts eenmaal programma’s en gereedschappen hadden gemaakt voor de verschillende taken, was het zinvol om deze te delen met de minder ervaren teamleden. Of zelfs met bevriende bendes, maar dan natuurlijk

voor een vergoeding of passende beloning. De trend naar werkverdeling heeft ertoe bijgedragen dat het systematisch afpersen van bedrijven de melkkoe is geworden van de cybercriminaliteit.

De inkomsten uit deze onfrisse business zijn in de loop der jaren snel gegroeid. In 2021 registreerde het bedrijf Chainalysis, dat gespecialiseerd is in blockchainanalyse, meer dan 760 miljoen dollar aan ontvangsten op wallets die worden toegeschreven aan bekende cybercrime-groepen. Let wel, dit zijn alleen de betaalde losgelden. De kosten van de aangerichte schade bij de slachtoffers is soms vele malen hoger.

Er is geen zicht op hoeveel schade daadwerkelijk bij Nederlandse of Belgische bedrijven en instellingen is aangericht, maar er zijn genoeg incidenten naar buiten gekomen. Zo betaalde RTL Nederland bij een ransomware-aanval in september 2021 een bescheiden losgeld van 8500 euro, nadat onder meer het advertentieplanningsysteem was geïnfecteerd. In 2021 waren er ook lege schappen op de kaasafdelingen van Albert Heijn door ransomware bij dienstverlener Bakker Logistiek, moest keukenbedrijf Mandemakers leveringen opschorten na een ransomware-aanval en werd het systeem dat veel Nederlandse boekhandels gebruiken door ransomware lamgelegd, waardoor alles handmatig moest worden bijgehouden.

EVEN OP ADEM KOMEN

Na een aantal recordjaren daalde voor het eerst in 2022 zowel het aantal incidenten als de inkomsten van de bendes aanzienlijk. Dit kan echter op zijn minst gedeeltelijk worden toegeschreven aan de Russische inval in de Oekraïne. Hierdoor werden veel van de criminele structuren verbroken die zich vooral in de voormalige Sovjetlanden hadden gevormd.

Zo waren de Oekraïense leden van de Conti-bende fel gekant tegen de vurige oproep van hun bazen om aan de zijde van Poetin te vechten. Korte tijd later publiceerden onbekenden enorme hoeveelheden interne gegevens: van uitgebreide chatlogs en bedieningsinstructies tot de broncode van de eigenlijke versleutelingssoftware, alles was opeens te zien. De grootste ransomware-bende van dat moment overleefde dit niet en werd kort daarna ontbonden. Maar ook andere bendes kregen te maken met dergelijke conflicten binnen hun eigen kamp.

Daarnaast legden de VS sancties op die verboden om losgeld te betalen aan bepaalde cybercriminelen uit Rusland. Daardoor zijn betalingen aan bijvoorbeeld de Lockbit-bende nu alleen nog mogelijk met een ontheffing van de financiële toezichthouder. Last but not least hebben veel bedrijven nu back-ups waarmee de productie snel kan worden hervat, zelfs zonder de gegevens te ontsleutelen.

Maar voordat we te enthousiast worden over een ransomware-probleem dat lijkt te zijn opgelost: dat was waarschijnlijk een tijdelijke dip. De cyber-underground heeft zich al geheergruopeerd en het lijkt er sterk op dat het aantal aanvallen en losgeldbetalingen in 2023 weer aanzienlijk is toegenomen. Dat wordt ook bevestigd door statistieken voor de eerste

helft van 2023, bijvoorbeeld van Chainalysis (zie kader 'Ransomware-losgelden').

CRIMINELEN MET VAKANTIEDAGEN

Een andere doorslaggevende factor in de ontwikkeling van cybercriminaliteit was dat veel bendes ondernemend werden en een deel van hun inkomsten opnieuw in het bedrijf investeerden. De grote bendes hebben nu structuren die verrassend veel lijken op die van een middelgroot bedrijf: werknemers hebben regelmatige werktijden, recht op ziektegeld en vakantiedagen, ze werken in teams onder leiding van het middenkader, enzovoort.

De meerderheid van deze werknemers heeft niets te maken met criminele activiteiten, althans in hun eigen perceptie. Een softwareontwikkelaar optimaliseert bijvoorbeeld de GUI van de ransomware builder, de admin-interface van een botnet of de snelheid van de encryptie. Anderen verzamelen informatie over bedrijven uit openbare bronnen. De bendes hebben zelfs HR-specialisten in dienst. Allemaal banen die lijken op die in de reguliere economie.

ALLES 'AS A SERVICE'

De drijvende kracht achter de verdere ontwikkeling van het cybercrime-ecosysteem is de eerder genoemde industrialisering. Je kunt nu alles inkopen wat je nodig hebt voor een succesvol cybercrimebedrijf, bij voorkeur 'as a service' in een abonnementsmodel dat lijkt op de processen binnen de normale economie, vaak met kosten op basis van gegenereerde inkomsten.

De fabrikanten of exploitanten van de diensten werken voornamelijk op de achtergrond en concentreren zich op verdere ontwikkeling en ondergrondse marketing. Ze laten de eigenlijke cybercrime-activiteiten grotendeels over aan hun klanten, die vervolgens virtueel inbreken in de netwerken van hun slachtoffers, gegevens stelen of versleutelen en losgeld eisen.

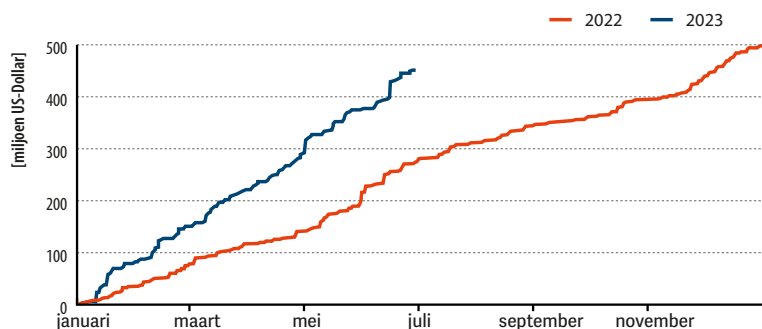
Deze klanten zijn daarmee de eigenlijke daders achter de cyberaanvallen. De meerderheid van hen zijn eenvoudige criminelen die vaak al ervaring hebben in andere vormen van criminaliteit zoals drugs-handel of illegale gokspelen. Die haken nu aan bij de extreem lucratieve ransomware-trein. Maar er zijn ook zeer professionele teams met jarenlange ervaring in cybercriminaliteit. Die concentreren zich nu op zaken waarin zij uitblinken, in plaats van tijd en energie te verspillen aan het ontwikkelen van bijvoorbeeld de 42e encryptievariant.

Afhankelijk van hun expertise kiezen dit soort daders verschillende slachtoffers. Terwijl nieuwelingen meestal voor het laaghangende fruit gaan en kleinere bedrijven met weinig beveiligingsmaatregelen als doelwit kiezen, gaan de getrainde professionals op jacht naar de meest waardevolle doelwitten. De term 'Big Game Hunting' (jagen op groot wild) is hiervoor ingeburgerd.

Je ziet dit ook terug in de statistieken over aanvallen: de meerderheid is gericht tegen kleine en mid-

Ransomware-loggelden

In de eerste helft van 2023 werd voor in totaal 449,1 miljoen dollar aan losgeld overgemaakt naar bekende crypto-adressen van ransomware-bendes. Dat is aanzienlijk meer dan in de eerste helft van 2022, toen de oorlog in Oekraïne leidde tot de ontbinding van onder andere de Conti-bende.



delgrote bedrijven. Volgens een analyse van IT-beveiligingsbedrijf Arctic Wolf had 82 procent van de bedrijven waarvan in de eerste helft van 2023 gegevens werden gepubliceerd door criminelen minder dan 1000 werknemers. In het beste geval wordt zoets in de lokale pers vermeld, maar zal het nooit groot nieuws zijn. De voorpagina's bij kranten en nieuws-sites worden gehaald door inbraken bij bekende bedrijven en organisaties, waarbij de losgeldeisen al snel in de miljoenen lopen.

DE FASEN VAN EEN AANVAL

Om de ontwikkeling van de ondergrondse markten concreter te maken, helpt het om inzicht te krijgen in het verloop van een typische aanval. Die bestaat uit verschillende fasen, die vaak door verschillende specialisten en soms zelfs door verschillende groepen worden uitgevoerd.

1. Initial Access: de aanvallers krijgen toegang tot het netwerk van het slachtoffer.
2. Ze breiden hun rechten uit en verspreiden zich verder in het netwerk.
3. Ze stelen (exfiltreren) belangrijke gegevens, verwijderen back-ups en versleutelen uiteindelijk gegevens.
4. Er wordt onderhandeld over losgeldeisen, binnenkomende bitcoins worden witgewassen en er wordt ondersteuning geboden bij problemen met de ontsluiting.

Er zijn op maat gemaakte producten van verschillende leveranciers voor al deze taken. Ransomware-as-a-Service (RaaS) speelt de belangrijkste rol. De kern hiervan is de eigenlijke versleutelingssoftware, die de klant aan zijn behoeften kan aanpassen met behulp van een grafische builder, bijvoorbeeld om een gepersonaliseerd losgeldbericht samen te stellen. In de regel beheert de RaaS-provider ook de cryptosleutels die nodig zijn om de gegevens te ontsleutelen. Die worden aangemaakt op een server die speciaal voor dit doel is opgezet.

Het pakket omvat meestal ook het witwassen van het Bitcoin-losgeld, dat in principe kan worden

getraceerd, zodat afnemers geen kennis nodig hebben van cryptobeurzen en -mixers. Daarnaast ontvangen ze ook complete playbooks die aan de hand van specifieke voorbeelden veelgebruikte technieken illustreren en uitleggen voor het verkrijgen van beheerdersrechten (privilege escalation en lateral movement). Bij de Conti-bende stond dit in een bestand met de naam 'hanting admins, please review, very helpful!!!.txt'. Tot slot onderhandelen de RaaS-specialisten op verzoek ook met de slachtoffers. Afhankelijk van de onderhandelingsvaardigheden en de status van de afnemers houden ze 20 tot 70 procent van de inkomsten voor zichzelf.

DE SLACHTOFFERJAGERS

Dit betekent dat een cybercrimineel in de dop met een paar muisklikken zijn gepersonaliseerde ransomware in elkaar kan klikken en geschikte slachtoffers kan vinden. Dat laatste is de specialiteit van een Initial Access Broker (IAB), die toegang tot computers of inloggegevens verkoopt. Het aanbod varieert van eenvoudige gebruikersnaam/wachtwoordcombinaties in bundels van honderden of duizenden tot geverifieerde VPN-toegang tot gerenommeerde bedrijven. Hoe hoger de kwaliteit van de goederen, hoe hoger de prijs.

Dit is nog een reden waarom IAB's veel moeite doen om informatie te verzamelen over de betreffende houder van de toegangscode en speciale infostealers en backdoor-programma's op de computer installeren. Vervolgens verzamelen ze alles wat op de een of andere manier als identiteitsbewijs kan worden gebruikt: persoonlijke gegevens, wachtwoorden die in de browser zijn opgeslagen, cookies met OAuth-tokens enzovoort. Natuurlijk kun je dergelijke infostealers ook afzonderlijk kopen of er een abonnement op nemen. De infostealer Redline is bijvoorbeeld al drie jaar in ontwikkeling en wordt door verschillende IAB's gebruikt.

De belangrijkste toegangspoort voor IAB's zijn e-mails die zijn ontworpen om ontvangers te verleiden malware te installeren door op bijlagen of links te klikken. Emotet tilde dit naar een nieuw niveau, met phishing e-mails die lijken te komen van collega's, zakenpartners of vrienden en die zelfs specifiek verwijzen naar eerdere e-mails. Emotet gebruikte Outlook-harvesting om de gegevens te verzamelen die hiervoor nodig waren. Ondertussen hebben concurrenten als IcedID, Bumblebee en Qakbot dat ook allemaal in hun programma. De FBI legde vorig jaar augustus de hele infrastructuur plat van die laatste. Maar omdat er nog geen arrestaties zijn verricht, is het waarschijnlijk slechts een kwestie van tijd voordat Qakbot, net als Emotet daarvoor, weer op volle toeren draait.

IAB's hebben hiernaast andere methoden om hun infostealers te infiltreren. Heb je je ooit afgevraagd wie al die gekraakte versies van gespecialiseerde software in omloop brengt? Het kost veel werk om kopieerbeveiliging te omzeilen. Dit wordt vaak gedaan in opdracht van een IAB, die er vervolgens voor

zorgt dat de gebruiker zijn Infostealer mee installeert met de gekraakte CAD-software.

MALWARE EN RECLAME

In de loop van het afgelopen jaar zijn er herhaaldelijk grote malvertisingcampagnes geweest van een nieuw niveau. IAB's zoals IcedID kochten van Google of ook van Microsoft de topposities voor zoekresultaten naar bekende software zoals Audacity, Keepass, Blender3D of WinRAR. Recentelijk kwamen daar steeds meer advertenties bij voor tutorials over AI-tools zoals MidJourney, ChatGPT & Co.

Dankzij Googles inspanningen om verkeer naar zijn adverteerders te sturen, is het bijna onmogelijk om de advertenties te onderscheiden van de echte zoekresultaten. En natuurlijk doen de IAB's hun uiterste best om het allemaal zo echt mogelijk te laten lijken. Advertentieteksten en downloadpagina's zijn vaak overgenomen van het origineel of bootsen dat in elk geval zeer goed na. Desgewenst kan dit alles tegen een kleine vergoeding worden gedaan door gespecialiseerde Black SEO-professionals: industrialisatie tot in het kleinste detail.

Dit betekent dat voor de gewenste doelgroep als eerste zoekresultaat een bedrieglijk echte kopie van de originele site verschijnt, die natuurlijk tot in detail kan worden bepaald. Iedereen die even niet op het downloadt langs die weg een installatieprogramma met ingebouwde trojan en voert dat uit, uiteraard met beheerdersrechten. En natuurlijk wordt WinRAR zoals gewenst ook geïnstalleerd. Maar dat activeert op de achtergrond ook stiekem de infostealer Redline.

Als onderdeel van de serviceovereenkomst voor klanten met een abonnement garanderen de ontwikkelaars dat geen van de relevante antivirusprogramma's op dat moment alarm slaat. Dat is niet uniek aan Redline want concurrenten zoals Vidar en Racoon geven vergelijkbare garanties. Hoe dan ook, het kwaad is geschied en wachtwoorden en andere toegangsgegevens komen terecht bij de IAB. Die blijft via de Remote Administration Toolkit (RAT) van Redline volledige toegang houden tot het systeem. Die toegang verkoopt hij vervolgens aan een van zijn vaste klanten of op overeenkomstige IAB-platforms en in het ergste geval krijgt de werkgever van het slachtoffer bezoek van een gewetenloze Lockbit-afnemer.

GEÏNDUSTRIALISEERDE ZERO-DAYS

Kwetsbaarheden in de beveiliging zijn een andere belangrijke toegangspoort, vooral bij diensten die rechtstreeks vanaf het internet toegankelijk zijn. Traditioneel komt het grootste gevaar van bekende beveiligingslekken waarvoor al updates beschikbaar zijn. Dit komt omdat de fabrikant met zo'n update de exacte locatie van de kwetsbaarheid onthult en vaak zelfs hoe die kan worden uitgebuit. En natuurlijk zijn er criminele specialisten die deze informatie uit de patches halen en geschikte exploits schrijven die vervolgens kwaadaardige code binnenhalen en uitvoeren. Veel te vaak zijn ze sneller dan de beheer-

ders die de beschermende patches zouden moeten installeren.

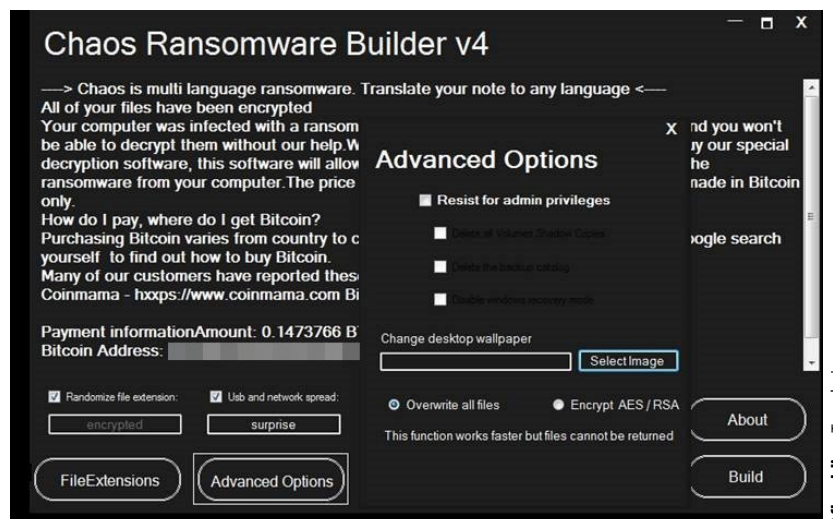
Naast dit bekende probleem heeft de industrialisatie nieuwe aanvalsvormen geopend voor de cybercrimemarkt. Bij zogenaamde zero-day kwetsbaarheden, of kortweg 0days, sporen aanvallers zelf nieuwe, voorheen onbekende beveiligingslekken op en schrijven daar exploits voor. Daar is dan nog geen eenvoudige bescherming tegen. Vanwege de vereiste vaardigheden en de investering – het duurt vaak weken of zelfs maanden om een volledig functionele, stabiele exploit te ontwikkelen – was dit lang voorbehouden aan door overheden gesponsorde hackers.

De bloeiende cybercrime-economie heeft het echter mogelijk gemaakt voor bendes om dergelijke specialisten in te huren of op zijn minst zakelijke relaties te onderhouden met groepen die er niet voor terugdeinzen om dergelijke zero-day exploits te verkopen. De ClOp ransomware-bende heeft bijvoorbeeld al systematisch gebruik gemaakt van verschillende zero-day kwetsbaarheden in software voor bestandsoverdracht: in Accellions File Transfer Appliance, Fortra's GoAnywhere Managed File Transfer en in Progress' MOVEit software voor bestandsoverdracht.

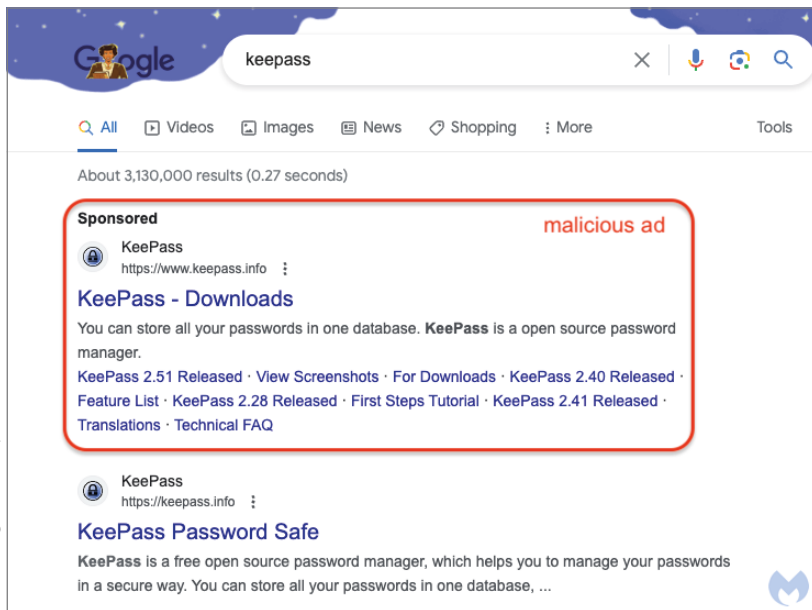
De bende veranderde bij MOVEit zelfs hun aanpak. De conventionele werkwijze om systematisch het ene slachtoffer na het andere aan te pakken zou niet goed hebben gewerkt. Dat komt omdat inbreken, verkennen, vastleggen en versleutelen van de gegevens tijd kost. En vanaf de eerste succesvolle aanval moeten de afpersers er rekening mee houden dat hun waardevolle zero-day exploit bekend wordt gemaakt en het lek wordt gedicht. In het beste geval kunnen ze dan pas enkele tientallen slachtoffers hebben gemaakt, waarvan er misschien één of twee zouden hebben betaald.

MOVEIT:

Dus veranderden ze de modus operandi: voor de MOVEit-aanval scanden ze eerst het hele internet op kwetsbare servers en verzamelden ze informatie over hun toekomstige slachtoffers, vermoedelijk om



De ontwikkelaars van Ransomware-as-a-Service (RaaS) bieden hun klanten grafische builders, waarmee ze de software aan hun wensen kunnen aanpassen.



Wie bij Google zoekt naar populaire, nuttige software kan terecht komen bij malware. Criminelen kopen namelijk topposities in bij de zoekmachine, zodat hun links bovenaan bij de resultaten verschijnen.

een geprioriteerde lijst van slachtoffers te maken die waarschijnlijk zouden betalen. Vervolgens werkten ze die lijst zo snel mogelijk af, waarbij ze in zeer korte tijd bij alle slachtoffers inbraken en alle gegevens stalen die ze te pakken konden krijgen. Ze staken geen moeite in tijdrovende versleuteling. Er werden zelfs geen backdoors gevonden op de gekraakte servers. Het was gewoon een kwestie van snel de gegevens stelen.

Bij de daaropvolgende chantage dreigde ClOp de gestolen gegevens te publiceren. Dat is een aanpak die nu gemeengoed aan het worden is. Het vervangt geenszins de bekende versleuteling van belangrijke gegevens, maar is een extra chantagemogelijkheid die afhankelijk van de situatie als alternatief of aanvulling wordt toegepast.

ClOp nam vervolgens de tijd voor de eigenlijke chantage. In elk afzonderlijk geval moesten immers eerst honderden of zelfs duizenden gigabytes aan gegevens worden bekeken om de onderhandelingen efficiënt te kunnen voeren en het dreigingsniveau te maximaliseren.

In oktober, meer dan vier maanden na de aanvallen, werden er nog steeds nieuwe slachtoffers gemeld. Volgens Emsisoft staat het aantal nu op maar liefst 2731 (zie de link bij dit artikel). Dit maakt het een van de grootste afpersingsacties in de geschiedenis van cybercriminaliteit. Zelfs als het percentage betalende slachtoffers in de enkele cijfers ligt, is de overval waarschijnlijk meer dan de moeite waard geweest voor ClOp. En de concurrentie zal zeker niet terughoudend zijn om zo'n succesvol concept te imiteren.

AI-PHISHING ALS VOLGENDE GOLF?

Industrialisatie versnelt de ontwikkeling van cybercriminaliteit op zo'n manier dat we de impact nog niet kunnen inschatten. Zolang er grote bedragen binnengehaald worden, zal de verdere ontwikkeling

versnellen. Er verschijnen voortdurend nieuwe aanbieders, gevestigde diensten vinden zichzelf opnieuw uit of worden aanzienlijk verbeterd. Het meest recente voorbeeld is phishing-as-a-service. De dagen van Nigeriaanse prinses die erfenissen willen parkeren zijn voorbij.

Bij de huidige diensten hoeven afnemers alleen nog maar het doelwit te specificeren. De aanbieders maken hiervoor vervolgens de juiste phishing-pagina uit een bouw pakket met sjablonen, uiteraard met een veilige host die alle klachten negeert en anonieme betalingen accepteert. Een botnet van de aanbieder verspreidt de mails, waarvan de links op het moment van verzending niet worden geblokkeerd. Dat wordt gegarandeerd door de aanbieder, die ook gedetailleerde statistieken levert over klikfrequenties. De ontvangerslijst wordt samengesteld volgens de wensen van de klant.

De eerste aanbieder die de phishing-teksten met een goede AI laat maken en ze na onderzoek zelfs personaliseert voor de slachtoffers, zal de markt overerven. Klanten zullen namelijk van aanbieder wisselen, afhankelijk van wie de beste voorwaarden of de nieuwste functies biedt.

In sommige gevallen zijn er verschillende aanbieders naast elkaar en kiezen ze de meest geschikte encryptiesoftware afhankelijk van het scenario. Dat kan bijvoorbeeld Black Basta zijn omdat die de beste voorwaarden hebben bedongen, Lockbit als het bijzonder snel moet gaan en Alphv/BlackCat voor weer een ander slachtoffer omdat die ransomware beter geschikt is voor aanvallen op VMware ESXi-servers. Lockbit adverteert inderdaad met een hoge versleutelingssnelheid, maar het voorbeeld om het principe te illustreren is fictief.

DE VOORDELEN VAN STANDAARD MALWARE

Vanuit forensisch oogpunt zegt de ransomware die wordt aangetroffen vrijwel niets over de daders die er achter zitten. Het is onmogelijk om te zeggen of het professionals of nieuwelingen zijn, evenmin is het mogelijk om een typische modus operandi af te leiden.

Het gaat om industrieel vervaardigde massaproducten die op elke hoek te koop zijn. Dit is overigens ook een reden waarom steeds meer professionele criminelen de voorkeur geven aan kant-en-klare malware in plaats van een zelfgeschreven oplossing. Ze willen zo sporen vermijden die mogelijk naar hen kunnen worden herleid.

En hiermee is de cirkel rond: in het verleden kopieerden cybercrime-bendes de trucs en technieken van elite-overheidshackers. Zero-day exploits en hands-on-keyboard-aanvallen, waarbij aanvallers zelf rondkijken op de gecompromitteerde computers en het netwerk, waren aanvankelijk het domein van deze hackers. Pas de laatste jaren zijn ze gemeengoed geworden bij gewone cybercrime-incidenten. Tegenwoordig shoppen zelfs staatshackers in de cybercrime-onderwereld – net zoals ze hun magnetron in een online webshop zouden kopen. **ct**



[www.ct.nl/softlink/
2405096](http://www.ct.nl/softlink/2405096)

ASUS – een goede kijk op monitoren

Scan de QR-codes voor meer informatie en verkooppunten.

Je brengt veel tijd door achter een beeldscherm en die tijd wil je graag zo efficiënt mogelijk gebruiken. Met de juiste monitor kun je een stuk productiever zijn. Ontdek aan de hand van verschillende ASUS-monitoren welke praktische en flexibele opties beschikbaar zijn voor jouw situatie.

Er zijn veel nieuwe en spannende ontwikkelingen gaande op het gebied van monitoren, zoals hogere ver-

versingsfrequenties voor een ergonomisch beeld en de opkomst van USB-C als universele aansluiting voor beeld, data, opladen, en nog meer.

Daarnaast zijn mensen meer gaan thuiswerken en sluiten draagbare schermen in veel gevallen beter aan op de woon- en werksituatie. De volgende voorbeelden laten zien hoe de juiste ASUS-monitor je productiever maakt.

ERGONOMISCHE DOCKING MONITOR VOOR JE LAPTOP

Veel werknemers moeten zich op kantoor redden met een standaard 24-inch full-hd monitor of hun kleinere laptopscherm. De ASUS VA27ACFSN Docking Monitor biedt een flinke upgrade: op het grote 27-inch scherm met hogere QHD-resolutie kun je veel meer informatie kwijt en daardoor productiever werken. De 100 Hz verversingsfrequentie van het scherm geeft bovendien een rustiger beeld dan de gangbare 60 Hz. De in de monitor ingebouwde docking station is ideaal voor laptops: via een enkele USB-C-kabel heb je voor je laptop een extra scherm, oplader, RJ45-netwerkaansluiting en een usb-hub. De monitor is tevens in hoogte verstelbaar, draaibaar, kan voor- en achterover gekanteld en naar portretstand gedraaid worden voor comfortabel en ergonomisch werken.

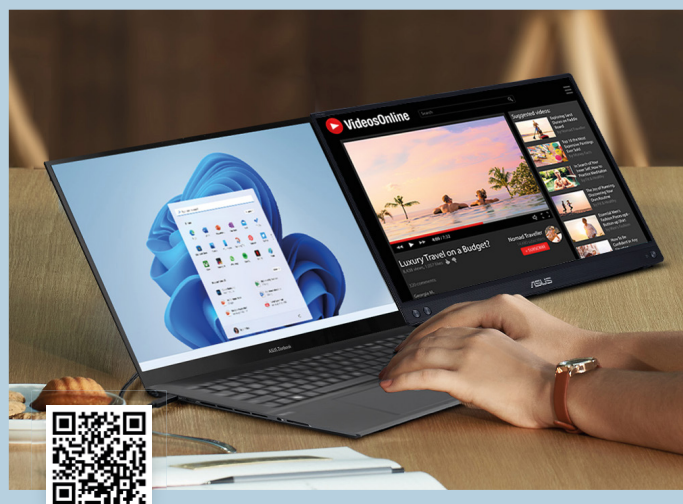


BETER BEELD ONDERWEG EN OP LOCATIE

Wil je ook als je op pad gaat – of dat nu voor werk, privé of beide is – beschikken over genoeg schermruimte? Met een extra scherm voor je laptop, zoals de ASUS ZenScreen MB16AHV Portable Monitor, heb je meer ruimte voor je werkvensters en ben je een stuk productiever. Je hoeft niet steeds te wisselen tussen vensters, maar kunt bijvoorbeeld in een document typen op het laptopscherm, terwijl je informatie raadpleegt op de ZenScreen. Met een gewicht van 0,9 kg en een slank ontwerp past de 15-inch monitor makkelijk in een (laptop)tas en met de ingebouwde kickstand zet je hem snel neer in portret- of landschapsmodus. Met een enkele USB-C-kabel sluit je hem aan en kan een laptop het beeld aan de monitor doorgeven en hem gelijk van stroom voorzien.

OVERAL SNEL EEN GOEDE WERKPLEK

Bij (hybride) thuiswerken is een klein laptopscherm niet ideaal. Met de ASUS ZenScreen MB249C portable monitor zet je overal in huis of op kantoor snel een tweede scherm neer met een fatsoenlijk 24-inch formaat. Met een profiel van 7,6 mm en een gewicht van 2,8 kg is de ZenScreen makkelijk op te bergen en neer te zetten. Hij heeft een ingebouwde kickstand/handgreep, bijgeleverde haken waarmee je de ZenScreen bijvoorbeeld eenvoudig aan een scheidingswand hangt op kantoor, en een hoogteverstelbare steun (C-klem) voor je bureau of (eet)tafel. Daarmee wissel je snel en makkelijk tussen verschillende plekken om te werken en kun je overal productief zijn. De monitor kan op bijna alle laptops worden aangesloten dankzij de aanwezige HDMI- en USB-C-aansluiting. Bij aansluiten via USB-C kan tevens de laptop opgeladen worden via dezelfde kabel, zodat je geen kabelkluwen krijgt.





MAINSTREAMING

Radeon Pro W7600 en W7500 workstation-gpu's

Niet alle grafische kaarten voor workstations kosten duizenden euro's. Voor veel taken zijn aanzienlijk goedkopere versies voldoende, maar ze moeten wel state of the art zijn qua techniek. AMD's efficiënte Radeon Pro W7600 en W7500 zijn ontworpen om deze markt te bedienen.

Carsten Spille en Alieke van Sommeren



Wie een grafische kaart nodig heeft voor professioneel gebruik, kijkt vaak naar de zogenaamde workstationmodellen. Dit zijn grafische kaarten voor gaming waarbij technische aanpassingen zijn gedaan. AMD brengt ze op de markt als Radeon Pro en Nvidia simpelweg als RTX. High-end varianten hiervan kosten tot 10.000 euro en hebben vaak twee keer zoveel grafisch geheugen als hun gaming-broers en -zussen [1]. De goedkoopste instapmodellen zoals de Radeon Pro W6400 [2] zijn een noodgreep voor als de cpu geen geïntegreerde graphics heeft, maar te traag voor complexe CAD-modellen of uitgebreide berekeningen.

De AMD Radeon Pro W7500 en W7600, die respectievelijk rond de 510 en 760 euro kosten, vullen het tussenliggende gat op en zijn betaalbaar voor een bredere gebruikersgroep. In tegenstelling tot de overigens nauw verwante gamingversie Radeon RX 7600, nemen ze slechts één slot in beslag [3]. Bovendien zijn ze veel zuiniger met respectievelijk 70 en 130 watt in plaats van 160 watt. De 7500 heeft met zijn 70 watt niet eens een aparte stroomaansluiting nodig. Met acht gigabyte aan grafisch geheugen hebben beide kaarten voldoende geheugen, maar ze hebben niet de dubbele capaciteit van de gaming versie. Je sluit monitoren aan via een van de vier DisplayPort-aansluitingen.

De HDMI-poort, die vooral interessant is voor je tv in de woonkamer, zie je bij deze professionele kaarten niet. Je kunt wel eventueel een adapter gebruiken als je toch via HDMI een monitor wilt aansluiten.

Nvidia's huidige tegenhangers, de RTX A2000 met 12 GB voor ongeveer 630 euro en de 6 GB versie voor ongeveer 520 euro, waren helaas niet beschikbaar als directe vergelijkingsmodellen voor de test.

TECHNIEKTRUCS

De Radeon Pro W7500 en W7600 worden aangedreven door de compacte en dus kosteneffectieve Navi33 grafische chip, die AMD nog steeds als enkele chip produceert, in tegenstelling tot de duurdere alternatieven. Technische hoogstandjes zoals chiplets of HBM gestapeld geheugen komen niet voor in deze prestatieklasse, maar dat is ook nog niet nodig.

Beide kaarten hebben DisplayPort-aansluitingen die compatibel zijn met versie 2.1 van de standaard. Er is 38,7 Mbit/s beschikbaar per aansluiting (UHBR 10), vergeleken met slechts 25,9 Mbit/s voor DP 1.4. Dit maakt hogere resoluties met hogere framerate's mogelijk, of de eliminatie van DSC kleurencompressie, ook al zou die optisch verliesvrij moeten zijn. In de praktijk zijn nu twee 8K-schermen in plaats van één 8K-scherm mogelijk, 8K met 120 Hz in plaats van 60 Hz of een resolutie van 10K60 in plaats van 'slechts' 8K60.

Er zijn verder nieuwe video-units aanwezig die niet alleen de processor ontlasten bij het afspelen van AV1 en VP9-gecodeerde films, maar ook video's met deze en andere codecs kunnen genereren.

In de W7600 heeft de grafische chip 32 Compute Units met in totaal 2048 shader-units, net als in

de gaming versie. Om ervoor te zorgen dat de koeling compact blijft en niet te luid wordt, heeft AMD het toegestane energiebudget gelimiteerd. De kaart mag slechts 130 watt verbruiken. Hij zit dus in dezelfde prestatierange als zijn voorganger, de Radeon Pro W6600, en vereist een 6-pins PCI Express-aansluiting. Vergeleken met zijn voorganger heeft hij niet alleen een modernere architectuur, maar ook sneller grafisch geheugen, dat tot 288 GB/s doorsluisst via de interface met 128 parallelle datalijnen. Dat is ongeveer 29 procent meer dan de W6600.

De Radeon Pro W7500 moet meer offers brengen en is met 28 Compute Units (1792 shader-units) teruggebracht tot het niveau van de Pro W6600. Hij heeft ook 23 procent langzamer geheugen dan zijn voorganger. Maar met 20 procent meer nominale rekenkracht vraagt hij slechts 70 watt en heeft hij geen aparte stroomaansluiting meer nodig. De slechts acht PCI Express 4.0-lijnen waarmee de kaarten op het systeem zijn aangesloten, spelen slechts een ondergeschikte rol in deze prestatieklasse. Iedereen die regelmatig te maken heeft met grotere datasets dan in het grafische geheugen passen, kan beter kiezen voor de Radeon Pro W7700 (en hoger) of een vergelijkbare Nvidia RTX.

Betaalbare workstation-gpu's: performance in Blender 3.6 LTS

Grafische kaart	Classroom RT/default ¹ [s]	Gooseberry Benchmark RT/default ¹ [s]	Lone Monk RT/default ¹ [s]
	← beter	← beter	← beter
AMD Radeon Pro W7600	55,6/61,8	0 ² / 460,8	453,1/531,6
AMD Radeon Pro W7500	76,7/84,7	0 ² / 564,2	643,4/741,6
ter vergelijking			
AMD Radeon Pro W7800	24,4/29,1	88,6/145,9	202,2/251,7
AMD Radeon Pro W6800	36,7/41,7	115,1/178,3	288,2/341
AMD Radeon Pro W6600	65,6/73,9	0 ² /0 ³	537,4/653,4
AMD Radeon Pro W5700 ⁴	0/88,6	0/401,7	0/714,8
AMD Radeon Pro WX 8200 ⁴	0/103,0	0/977,5	0/869,0
Nvidia RTX A5000	14,2/25,4	61,4/133,4	94,3/225,5
Radeon RX 7900 XTX	17,1/19,6	65,3/110,6	133,8/160,2
GeForce RTX 4090	6,4/10,0	33,3/64,8	43,2/83,0

gemeten onder Windows 11 22H2 met een Ryzen 9 7950X3D (16c/32t), 32 GB DDR5-5200, VSync uit, rBAR aan, driver: Nvidia PRD 536.25, AMD Pro 23.03, R5AE 23.7.1
¹ RT: Nvidia Optix, AMD HIP+RT; default: Nvidia CUDA, AMD HIP ² crash naar desktop ³ driver time-out ⁴ WX 8200 en W5700 hebben geen RT-units

Betaalbare workstation-gpu's: performance in SPEC ViewPerf 2020 v3.1

	3dsmax-07 ¹ [fps]	catia-06 ² [fps]	creo-03 ³ [fps]	energy-03 ⁴ [fps]	maya-06 ⁵ [fps]	medical-03 ⁶ [fps]	snx-04 ⁷ [fps]	sw-06 ⁸ [fps]
	beter ▶	beter ▶	beter ▶	beter ▶	beter ▶	beter ▶	beter ▶	beter ▶
AMD Radeon Pro W7600	67,5	62,1	97,4	26,2	162,2	32,2	215,5	97,2
AMD Radeon Pro W7500	46,7	46,9	70,0	15,8	112,9	20,8	155,6	69,1
zum Vergleich								
AMD Radeon Pro W7800	129,7	97,2	151	51,0	321,6	64,2	403,9	191,1
AMD Radeon Pro W6800	114,0	93,9	130,6	34,2	332,5	48,5	339,8	162,3
AMD Radeon Pro W6600	47,9	55,7	90,4	14,0	164,4	23,2	229,9	82,3
AMD Radeon Pro W5700	54,2	58,6	98,8	15,6	193,6	25,5	241,7	94,1
AMD Radeon Pro WX 8200	30,0	39,1	61,4	16,2	136,3	21,7	176,7	70,0
AMD Radeon Pro WX 7100	25,3	26,5	42,9	7,8	80,3	13,0	121,1	41,6
Nvidia RTX A5000	112,7	95,6	146,3	31,0	288,0	30,0	372,2	139,0
GeForce RTX 4090 ⁹	223,6	89,7	129,9	66,7	512,7	43,3	43,0	326,7

gemeten onder Windows 11 22H2 met een Ryzen 9 7950X3D (16c/32t), 32 GB DDR5-5200 ¹ 3dsMax 2016 (DirectX11) ² CATIA V5/3DExperience ³ PTC Creo ⁴ OpendTect ⁵ Autodesk Maya 2017 (View-Port2.0) ⁶ Tuvok library ⁷ Siemens PLM NX8.0 ⁸ Dassault Solidworks 2020 ⁹ gaming-gpu, deels zeer lage scores vanwege het ontbreken van optimalisaties



De kleine Navi33 grafische chip (midden) levert de nodige rekenkracht voor de Radeon Pro W7500 en W7600.

ZUINIG EN (NIET BEPAALD) STIL

De kleine radiale ventilatoren van de W7600 en W7500 stuwen de lucht door de koeler en blazen een groot deel van de restwarmte uit de computer via de bracket van het slot; ze stoppen niet met rondjes draaien in idle. De koeling van de W7600 was daarbij bijna onhoorbaar met 0,1 sone, terwijl die van de W7500 onder onze meetlimiet van 0,1 sone bleef. Onder belasting,

met bijna een verdubbeling van het verbruik, had het grotere koelsysteem van de langere W7600 iets meer problemen. Zelfs onder volledige belasting werd de chip niet kritisch warm, maar de ventilator moest sneller draaien en bereikte een hoorbare piek met 1,6 sone.

Daarentegen wordt de 70 watt van de W7500 fluisterstil gekoeld door de ventilator en koelribben: we maten een zeer goede 0,2 sone. Korte belastingspieken van een paar milliseconden overschreden echter de PCIe-specificatie van 75 watt op de Radeon Pro W7500, ook al is er geen acuut risico op schade aan het moederbord door de korte duur.

FOCUS OP EFFICIËNTIE

Geen van beide kaarten zorgt voor een wow-effect qua performance, maar de prestaties profiteren van de verbeteringen in architectuur en productieproces, of met andere woorden van het feit dat de kaarten meer werk per kloktik aankunnen, een hogere kloknelheid bereiken en zuiniger omgaan met energie. In onze tests kwam het geometrisch gemiddelde van de Spec ViewPerf2020 v3.1-resultaten van de Radeon Pro W7600 21 procent beter uit de test dan zijn voorganger, de Radeon Pro W6600. Hij presteerde vooral goed in de 3D-visualisatie van de subtests energy-03 en medical-03. De Pro W7500 haalde 84 procent van het geometrisch gemiddelde van de W6600 met slechts 54 procent van het verbruik.

Vergeleken met oudere Radeon Pro-modellen was de W7600 iets sneller dan het topmodel van de vorige generatie (Radeon Pro W5700). De W7500 overtrof net het prestatieniveau van het voormalige high-end model Radeon Pro WX 8200 uit 2018, die maar liefst 230 watt verstoekte in plaats van 70.

CONCLUSIE

Voor workstations met gemiddelde eisen biedt de Radeon Pro 7000-serie prima opties. De kaarten bieden moderne technische functies, bijvoorbeeld voor schermen met een bijzonder hoge resolutie of videobewerking. De ventilatoren blijven erg stil (W7500) of produceren acceptabel veel geluid (W7600) en versoren je dagelijkse kantoorwerk niet.

AMD moet zijn huidige ROCm-softwareplatform 5.7.1 en programmabibliotheken voor compute-taken en vooral AI-berekeningen nog aanpassen en voor de kleinere kaarten uitbrengen. Tot het zover is, zijn de RTX-kaarten van Nvidia op dat gebied nog steeds de betere keuze.



Betaalbare workstation-gpu's: technische gegevens en metingen

Model	AMD Radeon Pro W7500	AMD Radeon Pro W7600
Architectuur, grafische chip (procedé / chip-oppervlak / transistors)	RDNA3, Navi 32 (6 nm / 204 mm ² / 13,3 miljard)	RDNA3, Navi 32 (6 nm / 204 mm ² / 13,3 miljard)
API: Direct3D / OpenGL / OpenCL / Vulkan / overige	DX12 Ultimate (FL 12_1) / 4.6 / 1.3 / 2.0 / ROCm	DX12 Ultimate (FL 12_1) / 4.6 / 2.1 / 1.2 / ROCm
Compute Units (shader-ALUs / AI-versnellers / RT-units / texture units / ROP)	28 (1792 / 56 / 28 / 112 / 64)	32 (2048 / 64 / 32 / 128 / 64)
FP32-rekenperformance ¹	12,2 TFlops	19,99 TFlops
Voor FP32-doorvoer rekentechnisch noodzakelijke kloksnelheid	1701 MHz	2440 MHz
Videogeheugen: soort, hoeveelheid, type (snelheid) / ECC	8 GB, GDDR6 (173 GB/s) / –	8 GB, GDDR6 (288 GB/s) / –
Display-aansluitingen	4 × DP 2.1 (UHBR 10)	4 × DP 2.1 (UHBR 10)
Aantal schermen tegelijkertijd (max. refreshrate, 4K60 = 4096 × 2160, 60 Hz)	4 × 4K120 (DSC) / 4 × 5K60 / 2 × 8K60 / 1 × 10K120 (DSC)	4 × 4K120 (DSC) / 4 × 5K60 / 2 × 8K60 / 1 × 10K120 (DSC)
TDP / stroomaansluitingen	70 W / –	130 W / 1 × 6-polig
Verbinding met hostsysteem (PCIe-transferrate per richting)	PCIe 4.0 x8 (16 GB/s)	PCIe 4.0 x8 (16 GB/s)
Koeling	single-slot, actief (radiaalfan)	single-slot, actief (radiaalfan)
Lengte × hoogte × breedte / gewicht	217 × 11,2 × 19 mm / 338 g	242 × 11,2 × 19 mm / 566 g
Overig	32 MB Infinity Cache	32 MB Infinity Cache
Extra metingen		
Realistische 3D-kloksnelheid: korte max GPU-z	1894 MHz	2481 MHz
Realistische kloksnelheid: Blender Classroom (deels belast) / Furmark 1080p (voll. belast)	2160 MHz / 1045 MHz (95 fps)	2657 MHz / 1565 MHz (160 fps)
3DMark Firestrike Extreme / Time Spy / Port Royal (RT) / Speedway (RT)	9197 / 7336 / 3502 / 1235	13394 / 10502 / 5183 / 1861
Technische metingen		
Verbruik 2D ² / multimonitor ³	8 (18) / 16 (19) W	9 (32) / 19 (32) W
Verbruik 3D / belast (piek ⁴)	75 / 75 (89) W	135 / 137 (165) W
Geluidsproductie idle / belast / max	< 0,1 / 0,2 / 0,2 sone	0,1 / 1,3 / 1,6 sone
Prijs	€ 510	€ 760

¹ volgens fabrikant ² bij 60 (120) Hz ³ met 2 × 4K60 (3 × 1080p60 + 1 × 4K60) ⁴ korte piekwaarde van enkele milliseconden ✓ aanwezig – niet aanwezig

Literatuur

- [1] Carsten Spille en Jan Mulder, Grafische kaarten AMD Radeon Pro W7000 en Nvidia RTX 6000 ADA voor workstations, c't 11/2023, p. 74
- [2] AMD Radeon Pro W6400, c't 7/2022, p. 21
- [3] Carsten Spille en Alike van Sommeren, Middenklasse AMD RX- en Nvidia RTX-kaarten, c't 10/2023, p. 86



Het belang van securitytraining in het Zero Trust-tijdperk

Ryan Chapman, SANS Certified Instructor

De migratie naar Zero Trust krijgt steeds meer voet aan de grond binnen de (inter)nationale cybersecuritygemeenschap. Bijna 90% van organisaties wereldwijd is al begonnen met het implementeren van de basis van een Zero Trust-beveiligingsmodel. In het Forrester 2024-rapport voorspellen analisten dat functies met 'Zero Trust' in de titel naar verwachting in het komende jaar zullen verdubbelen.

De behoefte aan Zero Trust Authentication (ZTA) is nog nooit zo groot geweest. Traditionele cybersecurity wordt steeds kwetsbaarder in huidige bedrijfsomgevingen; de post-COVID digitale transformatie, software supply-chains, op afstand werken en bring your own device-afspraken hebben het aanvalsoppervlak vergroot: cyberaanvallen in de cloud zijn in 2022 met bijna 50% toegenomen. Ondertussen werden datzelfde jaar meer dan tien miljoen mensen getroffen door aanvallen in de supply-chain.

WAT HOUDT ZERO TRUST AUTHENTICATION IN?

Bij ZTA wordt afscheid genomen van op netwerkperimeter gebaseerde securitycontroles. In plaats daarvan wordt de verdediging van binnenuit opgebouwd om de beveiliging rond bedrijfskritische data te versterken. Het geeft de voorkeur aan voortdurende verificatie en levert verbeterde bescherming door middel van gebruikersverificatie, het principe van de minste privileges, data-segmentatie en voortdurende monitoring.

Door Zero Trust-principes te volgen, kunnen organisaties een dynamische vorm van security creëren om zo gevoelige data te beveiligen – ongeacht de locatie van de gebruiker of het toegangspunt tot het netwerk.

BELANGRIJK OM REKENING MEE TE HOUDEN

Het is echter belangrijk te onthouden dat de implementatie van een Zero Trust-raamwerk een grotere complexiteit met zich meebrengt. Dit vanwege de behoefte aan extra beleidsregels, workflows en onderhoudstaken. Organisaties moeten hun IT-medewerkers (van wie velen hun carrière zijn begonnen in het traditionele netwerkbeveiligingstijdperk) zo positioneren dat ze de Zero Trust-implementatie kunnen faciliteren. Dat begint met ervoor te zorgen dat ze worden getraind op de fundamentele pijlers van CISA's Zero Trust Maturity Model: identiteit, apparaten, netwerk, gegevens en toepassingen/werklasten. Daarnaast moeten de 'silos' tussen beveiligingsteams worden doorbroken om zo de effectiviteit van Zero Trust te bevorderen.

HET CRUCIAAL BELANG VAN BIJ- EN HERSCHOLINGSTRAININGEN

Het omarmen van een nieuw securitymodel zonder overgangsmaatregelen kan de security attitude negatief beïnvloeden. Bij- en herscholingstrainingen over het Zero Trust-beleid zijn cruciaal voor het succesvol uitvoeren van de implementatie. Deze trainingen helpen eventuele onderliggende vaardigheidstekorten binnen beveiligingsteams op te vullen en zorgen ervoor dat ze een goed begrip hebben van de processen en technologieën. Denk aan oplossingen voor Identity Access Management (IAM), MFA, endpointbeveiliging, cloudbeveiliging, et cetera. De bruikbare richtlijnen stemmen hun expertise af op de unieke behoeften van de beveiligingsomgeving van de organisatie.

FINANCIËEL OOGPUNT

Vanuit financieel oogpunt kan training op basis van vaardigheden helpen de kosten te verlagen die gepaard gaan met de implementatie van Zero Trust. Uit recent onder-

zoek blijkt dat de gemiddelde kosten voor organisaties om over te stappen op Zero Trust hoger lagen dan zo'n 600.000 euro. Op vaardigheden gebaseerde trainingsprogramma's kunnen op maat worden gemaakt om te focussen op het gebruik van de huidige infrastructuur ten behoeve van het herconfigureren (en valideren) van security-architecturen voor Zero Trust-implementatie. Deze kennis stelt securityteams ook in staat om tekortkomingen in bestaande oplossingen te identificeren, analyseren en begrijpen die Zero Trust-workflows zouden kunnen verstoren.

TOT SLOT

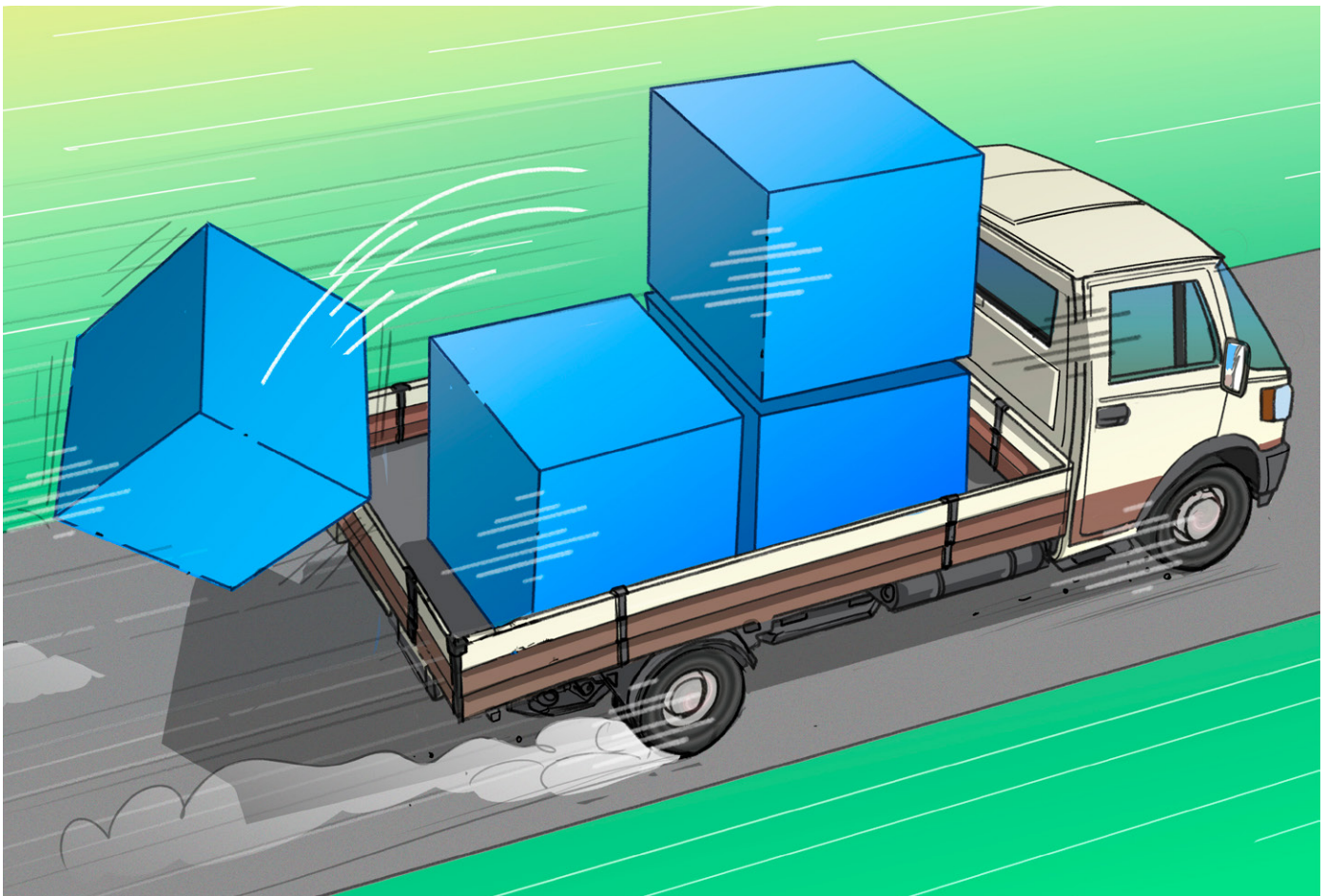
Om van Zero Trust een succes te maken, dient het een culturele prioriteit te worden op elk niveau van de onderneming. Het vereist een security first-mentaliteit die verder gaat dan alleen IT-medewerkers. Iedereen speelt een rol in de verdediging van de gevoelige data van multi-cloud omgevingen.

Bewustzijnstrainingen voor gebruikers die cloud security en Zero Trust-principes combineren, zijn van cruciaal belang. Ze wapenen niet-technische medewerkers met de kennis en middelen die ze nodig hebben om zich niet alleen aan te passen aan een Zero Trust-omgeving. Vereenvoudigde instructies helpen de technische aspecten van beveiliging te versimpelen en biedt een basis om actief deelnemer aan het Zero Trust-model te worden.



Leer meer over Zero Trust en moderne cybersecurity – kijk bij SANS voor up-to-date trainingen.

sans.org/emea



Illustratie Thorsten Hübner

UIT HET RAAM SMIJTEN

Afgeschreven functies in Windows

Naast de berichtgeving over nieuwe Windows-functies die worden geïntroduceerd, blijft één ding vaak bijzaak: na verloop van tijd stopt Microsoft ook met een aantal functies – veel daarvan zijn vaak ook nutteloos, maar in sommige gevallen is het toch wel spijtig. We geven een overzicht.

Jan Schüßler en Daniel Dupré

Alleen al in het afgelopen jaar heeft Microsoft 18 functies in Windows 10 en 11 toegevoegd aan de lijst van 'deprecated'-functies, oftewel tools en functies die het bedrijf gaat uitfasen (zie de link aan het einde van dit artikel). Hoewel deze functies voorlopig nog wel in Windows zitten, worden ze expliciet niet meer verder ontwikkeld: ze blijven bij wijze van spreken enkele maanden tot jaren op een zijspoor liggen voordat ze definitief worden geschrapt. De belangrijkste boodschap die Microsoft daarmee naar beheerders stuurt, is dat ze zich het beste nu al verdiepen in de opvolger van de functie en waar nodig de bedrijfsprocessen aanpassen, zodat je niet voor verrassingen komt te staan als de functie op een dag echt verdwenen is.

De meerderheid van dergelijke functies zijn niet alleen al lang verouderd, maar hebben in veel gevallen beveiligingslekken en zouden daarom niet meer gebruikt moeten worden. Soms zijn het ook functies die misschien niet zo oud zijn, maar waar niemand op zat te wachten. De eerste categorie omvat bijvoorbeeld het SMB v1-netwerkprotocol (ongeveer 40 jaar oud) en de tweede de spraakassistent Cortana (slechts negen jaar oud, maar een complete mislukking).

RECENTE AFSCHRIJVINGEN

Het is niet verwonderlijk dat Microsoft een aantal functies uit 2023 heeft verwijderd. Bijvoorbeeld de mogelijkheid om software uit te voeren op apparaten met ARM-cpu-architectuur die was gecompileerd als UWP-app (Universal Windows Platform) voor 32-bits ARM-cpu's. Ook zullen de Microsoft Support Diagnostic Tool (msdt.exe) en de Problem Steps Recorder (psr.exe) binnen afzienbare tijd verdwijnen. Beide zijn oude on-board-tools die bedrijfsbeheerders konden gebruiken bij het identificeren, oplossen en documenteren van problemen.

Een functie die Microsoft pas met Windows 10 introduceerde was de 'Timeline', waarmee het systeem

kon onthouden wanneer je welke documenten met welke apps had bewerkt en deze ook kon synchroniseren met andere apparaten via een Microsoft-account. De functie liet niet alleen gebruikers, maar ook ontwikkelaars koud. Het idee was dat apps ook met de tijdlijn moesten communiceren om later in de gebruiksgeschiedenis te verschijnen – en afgezien van Microsofts eigen programma's gebeurde dat bijna nooit. Voor normale Microsoft-accounts is de functie al lang afgeschreven en niet meer opgenomen in Windows 11 – in oktober vorig jaar schrapte Microsoft de functie ook voor Entra ID-accounts (voorheen Azure AD).

Sommige apps moeten er ook aan geloven. De Cortana-app voor Windows gaat bijvoorbeeld verdwijnen. Microsoft realiseerde zich jaren geleden al dat de assistent-functie bij lange na niet de populariteit had bereikt waarop het bedrijf had gehoopt. Hetzelfde geldt voor de Tips-app, waarmee gebruikers informatie over nieuwe functies in Windows konden bekijken. Windows Mixed Reality, de omgeving voor virtual reality (VR) en augmented reality (AR), gaat ook verdwijnen. Niet alleen de app, maar ook de mixed reality-ondersteuning voor Steam VR zal in november 2027 verdwijnen. Microsoft HoloLens, de AR-bril die vooral gericht is op zakelijke klanten, blijft echter een actueel en ondersteund product.

Terwijl sommige standaard Windows-programma's in de loop der tijd zijn bijgewerkt en uitgebreid (prominente voorbeelden: het tekenprogramma Paint en de Windows-editor Kladblok), is er nu een einde gekomen aan een andere bekende toepassing: Microsoft WordPad. Het ietwat onopvallende tekstverwerkingsprogramma is al talloze jaren het kleine broertje van Microsoft Word en beschikt over basisfuncties voor het opmaken van tekst. In de zeldzame gevallen dat je het nog nodig zou kunnen hebben, zal het vooral gaan om bestanden in Rich Text Format (RTF), die de gewone editor niet kan weergeven en waarvoor je voortaan een officepakket zoals Microsoft Office of LibreOffice moet gebruiken.

De klassieke Windows Spraakherkenning zal ook niet langer ondersteund worden door Microsoft. Deze oudere optie om Windows met spraakcommando's te bedienen maakt momenteel geleidelijk plaats voor het nieuwere Spraaktoegang (Voice Access), hoewel de Nederlandse versie nog niet klaar is.

ESSENTIËLE ONDERDELEN

Sommige onderdelen die uit Windows verdwijnen zijn (of beter gezegd: waren) essentiële systeemonderdelen die in de afgelopen tijd steeds minder belangrijk zijn geworden. Dit zijn bijvoorbeeld de oude console host (conhost.exe), die verantwoordelijk was voor het weergeven van opdrachtpromptvensters voordat deze werd vervangen door de huidige Windows Terminal. Ook de 'Computer Browser Service' ligt inmiddels officieel op de schroothoop – een verouderde service voor het opsommen van netwerkapparaten binnen een lokaal netwerk (LAN). De client voor het WebDAV netwerkprotocol ondergaat hetzelfde lot.

Als je WebDAV wilt blijven gebruiken, kun je de Windows WebDAV-client voorlopig handmatig activeren of een opensourceclient zoals WinSCP gebruiken. Daarnaast is de scripttaal Visual Basic Script (afgekort VBScript) nu officieel verouderd. Voorlopig kan VBScript nog optioneel worden geïnstalleerd voordat het volledig uit Windows verdwijnt, wat waarschijnlijk over een paar jaar zal gebeuren.

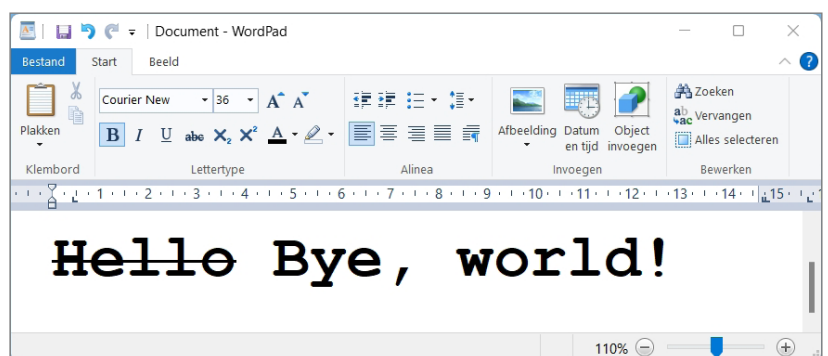
Andere netwerkprotocollen die Microsoft langzaam maar zeker uitfaseert zijn onder andere het catastrofaal verouderde korte berichtensysteem Remote Mailslots (sommige lezers herinneren zich misschien nog de 'Messenger Service'-vensters), de zwaar verouderde versies 1.0 en 1.1 van het TLS-encryptieprotocol en het IoT framework AllJoyn.

Op het eerste gezicht klinkt het een beetje vreemd dat de beveiligingsfunctie Windows Defender Application Guard voor Office en Edge for Business, inclusief de Isolated App Launcher API, nu ook op een zijspoor is gezet. Zijn dit niet beveiligingsfuncties die elk bedrijf zou moeten gebruiken? Ja – alleen worden de functies niet volledig afgeschaft, maar geherstructureerd. Beheerders zouden moeten overwegen om op korte termijn over te stappen op Attack Surface Reduction Rules en Windows Defender Application Control (zie ook de gedetailleerde documentatie van Microsoft via de link aan het einde).

LANG VERDWENEN

Van 2020 tot 2022 zijn er relatief weinig functies verwijderd. Dat is geen toeval, want Microsoft heeft Windows in die jaren nauwelijks ontwikkeld: niet alleen gebeurde er wat betreft Windows 10 weinig nieuws; ook de eerste versie van Windows 11 was vooral een visuele update van Windows 10. Er staat daarom niet zo heel veel noemenswaardigs in de lijst.

Net als de Window Defender Application Guard-functies die hierboven werden genoemd, markeerde Microsoft Windows Information Protection (WIP) halverwege 2022 als verouderd. Die functie, waarmee beheerders sinds Windows 10 versie 1607 een bescherming konden instellen om te voorkomen dat werknemers per ongeluk gevoelige gegevens konden lekken, sterft echter niet een stille dood, maar wordt vervangen door Microsoft Purview Information Protection. Sinds het voorjaar van 2021 verzorgt



Het doek valt langzaam voor Wordpad – de mini-tekstverwerker wordt niet langer ondersteund.



[www.ct.nl/softlink/
2405106](http://www.ct.nl/softlink/2405106)

Microsoft ook niet meer de functie om instellingen voor bureaubladpersonalisatie zoals achtergrond, accentkleur en dergelijke te synchroniseren.

Het is verder niet verwonderlijk dat Microsoft niet langer garandeert dat verwijderbare opslagapparaten die zijn versleuteld met BitLocker To Go-schijfversleuteling nog steeds leesbaar zijn op Windows XP en Vista met de daarvoor ontwikkelde Reader-app.

De legacy-versie van de Edge webbrowser (dus de versie die gebaseerd was op de door Microsoft zelf ontwikkelde EdgeHTML-engine die tot 2019 werd gebruikt en die niet was gebaseerd op Chromium) is ook stopgezet. Het einde dreigt daarnaast voor ‘dynamische’ gegevensdragers – sinds Windows 8 is er een veel flexibeler alternatief met Storage Spaces.

WAT?!

Soms heeft Microsoft ook functies weggegooid en gebruikers verrast. Een goed voorbeeld hiervan zijn de zogenaamde Thuisgroepen. Deze functie werd met Windows 7 geïntroduceerd en had eigenlijk een geweldige insteek: Windows 7-computers binnen een thuisnetwerk kon je met elkaar verbinden door eenmalig een tiencijferige passphrase in te voeren,

waarna je met minimale inspanning bestanden kon uitwisselen, printers delen, et cetera. In eenvoudige scenario’s werkte dit ook vrij goed, maar bij interactie met andere netwerkshares leidde het vaak tot een chaos van autorisaties die soms moeilijk te overzien was, zelfs na het verlaten van een Thuisgroep.

Toen apparaten steeds mobieler werden en cloudopslag steeds populairder, stopte Microsoft uiteindelijk met de verdere ontwikkeling en verwijderde de Thuisgroepen actief met de update naar Windows 10 versie 1803 – tot grote ergernis van iedereen die ze gebruikten omdat ze voor hen perfect werkten.

Een functie die Microsoft begin 2018 (ook met Windows 10 versie 1803) heeft afgeschreven, maar nog niet heeft verwijderd, kan zeker als een verlies worden gezien: de Software Restriction Policies (SRP). Deze kun je gebruiken om whitelisting-regels te configureren.

Met tools van derden was het zelfs mogelijk om dit met de Home-editie van Windows te gebruiken, omdat de functie niet alleen via groepsbeleid, maar ook via registervermeldingen kan worden geregeld. Helaas is de SRP-functie niet meer volledig bruikbaar, omdat hij soms botst met het relatief nieuwe, op reputatie gebaseerde Smart App Control (SAC). De SRP-opvolger Microsoft AppLocker is iets ingewikkelder in het gebruik [1].

De functie ‘Systeemkopie maken’, bij sommige gebruikers beter bekend als ‘Back-up maken en terugzetten’, was populair, maar nooit echt goed. Dit ingebouwde hulpprogramma was bedoeld om op eenvoudige wijze systeemback-ups te maken. In de praktijk mislukte het alleen opvallend vaak om het systeem met zo’n image te herstellen, bijvoorbeeld als de partitie-indeling tussentijds was gewijzigd, of om andere onbegrijpelijke redenen (er werden geen begrijpelijke foutmeldingen gegenereerd). Bizar genoeg zit het programma nog steeds in de huidige Windows 11 versie 23H2.

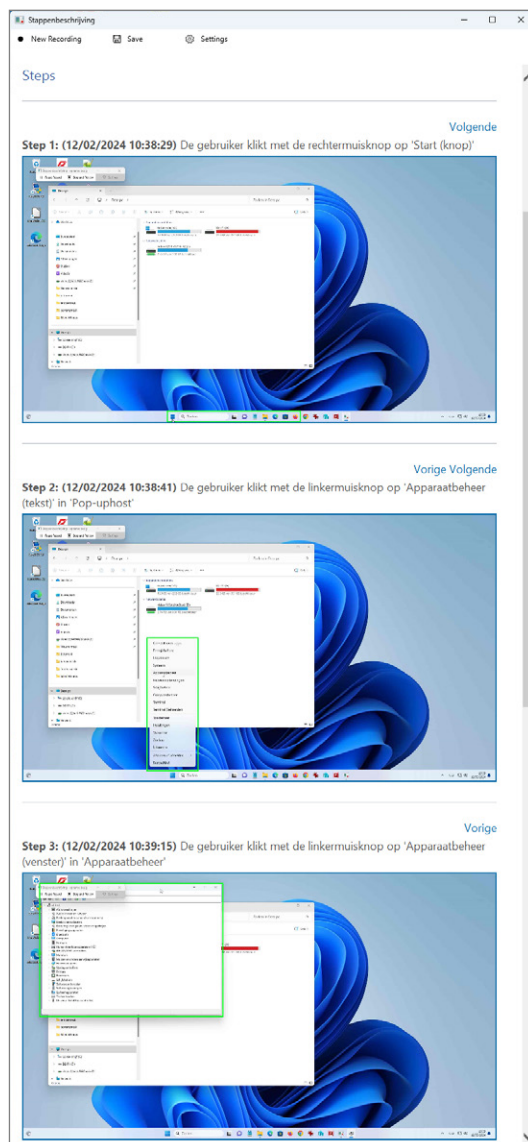
Omdat dergelijk gedrag volstrekt onaanvaardbaar is, zeker voor een back-upprogramma, raden we al jarenlang dringend af om de tool ook maar aan te raken – en Microsoft zelf adviseert gebruikers ook om hun persoonlijke bestanden naar de OneDrive-cloudopslag te back-uppen of om back-upsoftware van een andere fabrikant te gebruiken. We willen je graag als tip geven om ons back-upscript c’t-WIMage eens uit te proberen (zie de link op deze pagina) .

CONCLUSIE

Gelukkig verdwijnen de meeste functies niet abrupt, maar wordt hun exit van tevoren aangekondigd – meestal zelfs met jaren voorbereidingstijd. Het is daarom altijd een goed idee om op z’n minst zo af en toe een blik te werpen op Microsofts lijst met functies die uit Windows gaan verdwijnen, om te voorkomen dat je op een bepaald moment naar wordt verrast. **ct**

Literatuur

[1] Hajo Schulz en Noud van Kruysbergen, Professionele bescherming voor Windows met AppLocker, c’t 12/2023, p. 104



Ken je het toeltje Problem Steps Recorder (psr.exe)? Het zit al tientallen jaren in Windows – maar niet lang meer.



DESKTOPDUEL

De Raspberry Pi 5 als pc-ervanger

De nieuwe Raspberry Pi 5 is meer dan tweemaal zo snel als zijn voorganger. We hebben uitprobeerde hoe hij presteert als alternatief voor een goedkope desktop-pc of laptop.

Christof Windeck en Jan Mulder

Een Raspberry Pi 5 is veel sneller dan de bijna even dure Raspberry Pi 4. Met vier relatief moderne ARM-kernen, een klokfrequentie van 2,4 GHz en 4 of 8 GB werkgeheugen is hij in principe geschikt als pc-ervanger – als je de grenzen van zijn bescheiden techniek goed inschat. We nemen de proef op de som en vergelijken de Raspberry Pi 5 met een mini-pc van rond de 160 euro.

Om maar meteen met de deur in huis te vallen: als je Windows of macOS nodig hebt, hoef je niet naar een Raspberry Pi te kijken, want daarop draait alleen Linux. Bovendien is duidelijk dat een Raspberry Pi niet opgewassen is tegen de pc-techniek van de huidige middenklasse. Een computer met een AMD Ryzen 5 of Intel Core i5 reageert veel sneller op gebruikersinvoer, bovendien kun je een pc upgraden en voorzien van meer dan 16 GB RAM, een ssd van ettelijke terabytes en een grafische kaart waarmee je kunt gamen of die je voor AI kunt gebruiken.

De Raspberry Pi 5 werkt ook met een via usb aangesloten ssd, er zijn ook al adapters voor M.2-ssd's leverbaar – zie c't 4/2024 op pagina 24. Daarmee start hij sneller op, en ook apps starten wat soepeler, maar de Raspberry Pi wordt dan de helft duurder en aan de cpu-performance verandert er niets. Voor het gebruik als een zo goedkoop mogelijke pc-ervanger werkt dat soort upgrades dus averechts.

KOELING RASPBERRY PI

Een Raspberry Pi 5 met 4GB RAM kost circa 70 euro, de 8GB-versie kost 90 euro. Beide zijn op het moment van schrijven relatief goed leverbaar. Daarnaast heb je minstens nog een adapter en een microSD-kaart nodig, en ook een behuizing. Die laatste is vooral bij het gebruik als pc-ervanger zinvol, hoewel een Raspberry Pi ook wel zonder behuizing werkt.

Omdat de Broadcom ARM-chip BCM2712 van de Raspberry Pi 5 meer energie verbruikt dan de zwakkere BCM2711 van de Raspberry Pi 4, zit er in de officiële Pi 5-behuizing een ventilator. Bovendien zit er een kleine heatsink bij, die je met een warmtegeleidende kleefpad op de BCM2712 bevestigt. Zonder ventilator warmt de chip in de krappe Pi-behuizing snel tot ruim 80 graden Celsius op en begint hij zijn kloksnelheid te verlagen om niet oververhit te raken. Daarmee dalen ook de prestaties. Dat kun je bij Raspberry Pi OS in de gaten houden met de commando's `vcgencmd measure_temp` en `vcgencmd measure_clock arm`.

Als je de ventilator op de aansluiting FAN van de Raspberry Pi 5 aansluit, draait hij zachtjes. Bij een langer aanhoudende cpu-belasting draait hij harder, zodat je hem hoort. Maar met 0,3 sone is het geluid nog lang niet hinderlijk. Er zijn ook aluminium behuizingen met grote koelribben te koop, die voor een volledig stille computer zorgen.



Wanneer hij in een krap bemeten behuizing moet werken, kan een Raspberry Pi 5 niet zonder ventilator – maar hij blijft wel stil.

De Raspberry Pi 5-behuizing kost inclusief heat-sink en ventilator 12 euro. De aan-uitknop van de Raspberry Pi kun je bij die behuizing van buitenaf bedienen, daarvoor druk je op de statusled. Die kleurt rood als de Pi afgesloten is, waarbij hij helaas nog 1,8 watt onnodig verbruikt. Wat adapter betreft raden we de 27W-adapter van Raspberry Pi aan, die 14 euro kost. Andere adapters kunnen problemen veroorzaken, omdat de Pi 5 de voor USB-C-adapters ongebruikelijke combinatie van 5 ampère stroom bij 5 volt spanning nodig heeft.

Als opslag raden we een snelle microSD-geheugenkaart aan, die minstens 60 MB/s bij het schrijven haalt en een A2-classificatie heeft. Dat laatste vereist minstens 4000 IOPS bij het lezen van willekeurig verdeelde datablokken en 2000 IOPS bij het schrijven. Met een mindere microSD-kaart voelt de Raspberry Pi trager aan. Een 128GB-kaart van een gerenommeerd merk als SanDisk, Samsung of Lexar met die eigenschappen is te koop vanaf 15 euro. In totaal bedragen de kosten voor een Raspberry Pi 5 met 4 GB RAM zo minstens 111 euro. Toetsenbord, muis, monitor en HDMI-kabel rekenen we daarbij niet mee, omdat je die ook bij een x86-pc nodig hebt. Over monitor gesproken: een Raspberry Pi 5 heeft evenals de Pi 4 micro-HDMI-aansluitingen, waardoor je een paar euro extra voor een geschikte adapter of kabel moet incalculeren.

RASPBERRY PI-TEGENSPELER

Voor 111 euro koop je bij de lokale webshops op dit moment geen mini-pc met een fatsoenlijke x86-processor. Bij Chinese webshops zou dat nog kunnen, maar dergelijke apparaten vinden we niet vergelijkbaar. Je weet nooit hoe lang ze voor dezelfde prijs verkrijgbaar zijn, en daar komen nog de onzekere factoren van verzending en inklaring bij.

Ook veel tweedehands computers zijn geschikt als eenvoudige desktop-pc. Maar daar zitten haken en ogen aan. Je hebt wel wat kennis van zaken nodig om een echt goede aanbieding te herkennen. Veel oude pc's zijn luidruchtig of verbruiken in rust al 30 watt. Andere hebben supertrage processors – de Raspberry Pi 5 presteert altijd nog even goed als de in 2015 geïntroduceerde Intel Core i3-6100U dualcore.

We hebben voor deze vergelijking daarom bij de lokale (online)shops gezocht naar een mini-pc met een even krachtige x86-cpu. Onze keus viel op de in 2018 geïntroduceerde Gigabyte Brix GB-BLCE-4105 met een Intel Celeron J4105 (Gemini Lake) uit 2017. Bij het schrijven van dit artikel kostte hij als barebone, waar nog het RAM en een ssd in moet, zo'n 105 euro. Toen het artikel klaar was, was dat al circa 120 euro – zie de tabel op de volgende pagina. Een mini-pc met de nieuwere Celeron N5105 zou sneller zijn, of nog beter met een Intel N100. Maar die vallen sowieso buiten het budget, net als een passief gekoelde x86-computer die geruisloos werkt. We hebben de Brix voorzien van een 4GB SO-DIMM en een NVMe-ssd van 256 GB, eveneens van Gigabyte. Een 128GB-ssd was nauwelijks goedkoper geweest. Een M.2-ssd met PCIe 3.0 is voldoende, bij de Brix is het M.2-slot sowieso slechts verbonden met PCIe 2.0 x2 – meer dan 1 GB/s gaat er niet doorheen.

Alles bij elkaar kostte de concurrent van de Raspberry Pi 5 ons 162 euro – een stuk meer dus. Maar hij heeft wel voordelen: meer usb-poorten, een aansluiting voor een analoge headset en ruimte voor een extra 2,5-inch ssd. Als je wilt, kun je de Brix voorzien van 32 GB RAM. Zijn ventilator blijft heel stil, maar in rust is hij luider dan die van de Raspberry Pi 5. Idle verbruikt de Brix met 6,5 watt circa 85 procent meer energie dan een Raspberry Pi 5. Met powertop was daar nog circa 0,5 watt van af te halen.

RASPBERRY PI OS VERSUS UBUNTU

Op de Raspberry Pi 5 installeerden we het door de makers van de Pi onderhouden Raspberry Pi OS Bookworm in de aanbevolen 64-bit versie van oktober 2023. Dat draaide iets beter dan bij een eerste test, zo vraagt de Chromium-browser nu bij YouTube automatisch om H.264-video's en niet die met VP9, waar de Raspberry Pi 5 zich in verslikt. Je hoeft echter niet per se Raspberry Pi OS te gebruiken – veel andere Linux-distributies bieden ook Pi-versies aan. Maar met Ubuntu 23.10 (Mantic Minotaur) werkte het aansturen van de Pi-ventilator niet. Die was dan hinderlijk luid.

Benchmarks: Raspberry Pi 5 versus Celeron J4105 onder Linux (Raspberry Pi OS/Ubuntu 23.10.1)

computer	7-Zip compress / decompress	openSSL aes-128-cbc	JetStream 2.1	Basemark Web 3.0	Geekbench 6.2.2	
		[MB/s]	[punten]	[punten]	single [punten]	multi [punten]
	beter ▶	beter ▶	beter ▶	beter ▶	beter ▶	beter ▶
Raspberry Pi 5	2866/10.894	1862	92	211	800	1557
Brix J4105 mini-pc	2208/8519	933	79	332	354	749

Voor de Gigabyte Brix J4105 kozen we de genoemde Ubuntu 23.10.1. Zoals je bij een pc met techniek die al zes jaar op de markt is mag verwachten, verliep het installeren probleemloos. Op de Brix zou ook Windows 11 kunnen draaien.

Dat een Raspberry Pi 5 een stuk sneller is dan een Pi 4 merk je al bij het opstarten, dat met circa 20 seconden iets sneller verloopt. Ubuntu had op de Brix 9 seconden meer (29 s) nodig.

MEESTAL SOEPEL

Als het besturingssysteem eenmaal gestart is, dan voelen de Raspberry Pi 5 en de Brix erg vergelijkbaar aan – hoewel de tabel laat zien dat de ARM-kernen van de Raspberry Pi bij enkele benchmarks hoger scoren dan de x86-kernen van de Brix.

We gebruikten op beide systemen Chromium als browser omdat die bij de benchmarks JetStream 2.1 en Basemark Web 3.0 telkens duidelijk voorlag op Firefox. Chromium heeft voor het opstarten bij beide vier tot vijf seconden nodig – bij het browsen merk je geen grote verschillen tussen de twee computertjes.

YouTube-video's draaiden in Chromium op beide apparaten in full hd-resolutie vloeiend. De Celeron J4105 heeft een hardwaredecoder voor VP9. Op de Raspberry Pi vraagt de browser zoals gezegd om H.264-streams, die de cpu-kernen softwarematig verwerken. Daarbij ligt de cpu-belasting afhankelijk van de resolutie en beeldsnelheid (24, 30, 60 fps) tussen de 20 en 50 procent en draait de ventilator iets harder.

We speelden ook enkele video's van de ssd en de microSD-kaart af, wat in 4K-resolutie en met 60 fps lukt – maar afhankelijk van de codec in verschillende mate. De Raspberry Pi kon door zijn H.265-/HEVC-decoder met dergelijk materiaal goed uit de voeten, maar de Brix niet – hoewel ook de Celeron een HEVC-decoder heeft. De bij Ubuntu meegeleverde videoplayer Totem kon de hardwaredecoder van de Celeron sowieso niet gebruiken, en ook het via snap geïnstalleerde VLC niet. Pas nadat we VLC via `apt install` opnieuw geïnstalleerd hadden, draaiden full hd- en 4K-video's vloeiend – ook al was dat nog steeds niet bij HEVC.

Op de Raspberry Pi 5 werkte onder Chromium ook de door veel bedrijven gebruikte videoconferentie-software Microsoft Teams (teams.microsoft.com). Het laden duurt circa 15 seconden. Zelfs via Teams gedeelde Office 365-documenten konden we bewerken, zij het een beetje moeizaam. Het programma teams-for-linux liet zich niet op de Raspberry Pi installeren omdat daar tot nu toe geen 64-bit ARM-versie van is. Op de Brix draaide dat goed, zij het niet erg snel.

Tot slot hebben we nog LibreOffice Writer, Calc en Impress, het e-mailprogramma Thunderbird en het beeldbewerkingsprogramma GIMP uitgeprobeerd. Het opstarten duurt steeds enkele seconden, daarna verloopt het werken ermee behoorlijk soepel. Het exporteren van een presentatie van 18,5 MB met 44 pagina's vanuit Impress naar een pdf-document duurde minder dan 10 seconden. De Gnome-documentviewer Evince opende dat bestand van 5,5



In de mini-pc Gigabyte Brix zit de oudere x86-processor Celeron J4105 die vergelijkbare prestaties levert als de ARM-chip in een Raspberry Pi 5.

MB snel. Ook in een 123 pagina's dikke pdf-catalogus van 120 MB kun je snel bladeren.

Met GIMP zijn afzonderlijke foto's goed te bewerken. Dat probeerden we uit met foto's die typerend zijn voor een mobieltje (3 tot 4 MB) en 5MB-JPEG's uit een systeemcamera (4600 × 2600 pixels).

Veel Linux-software is er niet in een ARM-versie, zoals de Foxit PDF Reader, waarmee je pdf-bestanden van commentaar kunt voorzien en kunt invullen. Het alternatieve PDF Studio 2023 draaide wel, maar heeft hinderlijke reclame.

CONCLUSIE

De Raspberry Pi 5 presteert als desktop-pc verbaazingwekkend goed – maar heeft zijn grenzen. De performance ligt op het niveau van een zes jaar oude goedkope laptop, bij video's hangt het van de codec af en veel Linux-apps zijn er (nog) niet in een ARM-versie. Bij de officiële Raspberry Pi 5-behuizing kun je niet zonder ventilator.

Een x86-pc met een even snelle processor als de Raspberry Pi 5 is een stuk duurder tenzij je een voordelig tweedehandsje vindt. Als je een geruisloze en enigszins fatsoenlijke mini-pc wilt, kun je beter wat moderne techniek kopen, zoals een passief gekoelde computer met een Intel N100. Maar daar betaal je dan wel meer dan 200 euro voor.

ct

Raspberry Pi 5 versus Celeron-pc: gegevens en prijzen

Computer	Raspberry Pi 5	Gigabyte Brix GB-BLCE-4105
Processor	Broadcom BCM2712	Intel Celeron J4105
Cpu-kernen / kloksnelheid	4 × ARM Cortex-A76 / 2,4 GHz	4 × x86 / 2,5 GHz
RAM / opslag	4 GB onboard / 128 GB MicroSD	4 GB SO-DIMM / 256 GB M.2 NVMe
Wifi / ethernet	Wi-Fi 5, 1x1, 2,4 / 5 GHz / 1 × 1 Gbit/s	Wi-Fi 5, 1x1, 2,4 / 5 GHz / 1 × 1 Gbit/s
USB 3.2 Gen 1 (5 Gbit/s)	2 × USB-A	3 × USB-A, 1 × USB-C
Monitoraansluitingen / audio	2 × Micro-HDMI / alleen via HDMI	1 × HDMI, 1 × mini-DP / Jack analoog + HDMI
2 × 4K met 60Hz mogelijk	✓	✓
Externe voeding	27 watt USB-C	65 watt
Ventilator / behuizing	optioneel / optioneel	✓ / ✓
Energieverbruik en geluid		
Soft-off (afgesloten)	1,8 watt	0,43 watt
Idle / vol belast	3,5 / 8,0 watt	6,4 / 15 watt
Idle / vol belast	< 0,1 / 0,3 sone	< 0,1 / < 0,1 sone
Prijzen		
Computer / RAM	70 € (8 GB: € 90) / – (onboard)	€ 120 / € 15
microSD / M.2-ssd	€ 15	€ 27
Behuizing met ventilator / adapter	€ 12 / € 14	– / – (inclusief)
Kant-en-klare computer	€ 111 (8 GB: € 129)	€ 154



HPE ProLiant Gen11-servers met nieuwe Intel Xeon processors

HPE is 2024 goed begonnen met een reeks nieuwe en geavanceerde tower- en rackservers. De servers zijn uitgerust met de nieuwste vijfde generatie Intel Xeon-processors.


Hewlett Packard
Enterprise

Met een intuïtief en vertrouwd ontwerp zijn de HPE ProLiant ML30 Gen11, de DL20 Gen11 en de HPE ProLiant DL380 Gen11 klaar om alle werklasten aan te pakken met geoptimaliseerde prestaties.

De HPE ProLiant ML30 Gen11 is een de nieuwste entry-level towerserver van HPE die een betaalbare, compacte en stille optie biedt voor de moderne kleine onderneming. De HPE ProLiant DL20 Gen11 is een veelzijdige, compacte 15inch-diepe rackserver die toonaangevende beveiliging, uitgebreide connectiviteit en beheerbaarheid op meerdere locaties biedt. De HPE ProLiant DL380 Gen11 is een dual-socket, schaalbare serveroplossing geschikt voor data-analyse of hybride cloud workloads.

VIJFDE GENERATIE INTEL XEON-CPU'S

Nog geen jaar nadat de vorige generatie verscheen, heeft Intel de nieuwe vijfde generatie Xeon-processors uitgebracht. De nieuwe serverprocessors bieden meer prestaties in algemene werkbelastingen. Dit is voornamelijk te danken aan de 25 procent snellere Ultra Path Interconnect (UPI) van de processors, 7 procent meer cores, 17 procent sneller DDR5-geheugen en drie keer

zoveel level 3-cache. Een andere nieuwe functie is de ondersteuning van geheugenuitbreiding via Memory Buffer met Compute Express Link, dat twee extra geheugenkanalen mogelijk maakt. Deze kunnen apart worden aangestuurd en zo bijvoorbeeld in-memory databases aanzienlijk versnellen, of samen met het DDR5-geheugen in het interleaved-proces worden gebruikt als een gestandaardiseerd geheugengebied.

De nieuwe Xeon-modellen hebben een nieuwe energiebesparende modus, die tot 110 watt kan besparen bij laag tot gemiddeld gebruik.

Intel biedt in zijn nieuwe generatie serverprocessors ook wederom de Xeon E-modellen, die geschikt zijn voor kleinere servers met een enkele processorsocket en die nauw verwant zijn aan de huidige Core i-cpu's. Intel biedt de Xeon E-2400 'Raptor Lake' in acht nieuwe uitvoeringen met vier, zes of acht performance-cores. De cpu's tellen evenveel cores als de voorgaande generatie, maar bieden wel tot 68 procent meer rekenkracht. Ook zijn er 16 PCIe 5.0-lanes, DDR5-ECC RAM en USB 3.2 Gen 2 met 10 Gbit/s.

HPE PROLIANT DL380 GEN11

De HPE ProLiant DL380 Gen11 server is een schaalbare 2U 2P-oplossing die uitzonderlijke rekenprestaties, geheugendichtheid met schaalbaarheid en hoge snelheid dataoverdracht levert om de meest veeleisende applicaties te draaien.

De HPE ProLiant DL380 Gen11 server wordt aangedreven door 5e generatie Intel Xeon Scalable processors met maximaal 64 cores, 8 TB geheugen en 20 EDSFF-drives, evenals verhoogde geheugenbandbreedte en high-speed PCIe Gen5 I/O. De ProLiant DL380 Gen11 is een perfecte oplossing voor toepassingsgebieden waarvoor krachtige prestaties vereist zijn, zoals software-defined storage, video-transcoding en gevirtualiseerde applicaties.

De HPE ProLiant DL380 Gen11 server is ontworpen om IT te optimaliseren met een cloud-ervaring, ingebouwde beveiliging en geoptimaliseerde prestaties voor workloads voor elk bedrijf.

De HPE ProLiant ML30 Gen11 is een krachtige maar betaalbare towerserver en levert enterprise-class prestaties, beveiliging, betrouwbaarheid en uitbreidbaarheid tegen lage kosten. Hij is ontworpen voor het MKB, dependances en bijkantoren om on-premises en hybride cloud-oplossingen te draaien.



HPE PROLIANT ML30 GEN11

Samen met de vijfde generatie Xeon E-2400-procesor zijn de nieuwste HPE ProLiant servers geavanceerder dan ooit tevoren. De ProLiant ML30 Gen11 is de nieuwste entry-level towerserver van HPE die een betaalbare, compacte en stille optie biedt voor de moderne kleine onderneming. Naast de nieuwste Intel Xeon E2400-processors, die beschikken tot maximaal acht cores, ondersteunt de ML30 Gen11 uitgebreide netwerk mogelijkheden, RAS-functies op enterprise-niveau en de HPE-exclusieve silicon root of trust-beveiliging – plus, met de optie van integrated Lights Out (iLO6), is beheer op afstand een fluitje van een cent. Daarnaast biedt DDR5 tot 4400 MT/s verbeterde geheugencapaciteit met tot 128 GB RAM.

HPE PROLIANT DL20 GEN11

Naast de ML30 maakt een andere server zijn debuut. De HPE ProLiant DL20 Gen11 is een compacte 1U-rackserver met een diepte van 15 inch. Zoals je van HPE mag verwachten, biedt deze server toonaangevende beveiliging, uitgebreide connectiviteit en beheerbaarheid vanuit meerdere locaties.

Deze nieuwe server heeft eveneens de HPE silicon root of trust-technologie als basis en maakt ook gebruik van de nieuwste Intel Xeon E2400-processors. Daarnaast beschikt hij over verbeterde DDR5 geheugenopties tot 4400 MT/s en zeer efficiënte AC- of DC-voedingen. Dit maakt de ProLiant DL20 Gen11 tot het ideale platform voor gerichte hybride-cloudomgevingen.

VOOR WELKE BEDRIJVEN IS DE ML30 OF DL20 GESCHIKT?

Hewlett Packard Enterprise bouwt beveiliging direct in de server met HPE iLO silicon root of trust. Een redundante voeding en diverse opties voor hot-plug HDD's zorgen voor beschikbaarheid en flexibiliteit. Met de verbeterde uitbreidingsmogelijkheden, nu inclusief PCIe Gen 5, zijn diverse upgrademogelijkheden eenvoudig beschikbaar, wat een extra voorsprong kan geven.

Of een bedrijf nu een tower- of rackserver nodig heeft, de HPE ProLiant ML30 en DL20 Gen11 hebben opties met tal van vereisten in het achterhoofd. Als een bedrijf op zoek is naar een towerserver, dan zit je met de ML30 Gen11 helemaal goed. Deze krachtige maar betaalbare instapoplossing biedt robuuste prestaties en is ontworpen voor MKB- en edge-inzet, en biedt beveiliging, flexibiliteit, betrouwbaarheid en beheer op afstand, vanaf meerdere locaties voor groeiende bedrijfsbehoeften.

Tegen een betaalbare startprijs komt de ML30 Gen11 tegemoet aan de steeds veranderende budgetten van MKB's en de inzet in kantoren of filialen (ROBO's, Remote Office/Branch Office) die on-premises of hybride cloud workloads uitvoeren. Prestaties, beveiliging en uitbreidingsmogelijkheden maken de ML30 geschikt voor point-of-sale, bestands-, print- en opslagtoepassingen, evenals beveiligingsbewaking op franchise- of ROBO-locaties.



De betrouwbare HPE ProLiant DL20 Gen11 is een compacte en veelzijdige 1U-rackserver met verbeterde beveiliging tegen een betaalbare prijs. Hij is geschikt als een flexibele configuratie voor maatwerk in omgevingen met beperkte ruimte.

Als een rack-style serveroplossing een betere oplossing is, dan is de HPE ProLiant DL20 Gen11 klaar voor elk bedrijf. Deze compacte en veelzijdige server is ideaal voor transport-, retail- en horecabedrijven die in kleine, afgelegen locaties of met filialen werken. Hij is optimaal voor edge-computing-toepassingen en biedt mobiliteit en eenvoudige implementatie in uiteenlopende omgevingen als een krachtig point-of-sale platform.

Met zijn configuratieflexibiliteit die tegemoet komt aan de veranderende bedrijfsvereisten en klanten, is het moeilijk om de DL20 Gen11 te overtreffen als basis om de werklasten beter te beheren.

WAAROM UPGRADEN?

De nieuwe HPE ProLiant servers zijn klaar om bedrijven naar het volgende niveau te tillen. Of je nu op zoek bent naar edge-, MKB- of krachtige AI-oplossingen, deze servers bieden een solide platform om een bedrijf te helpen groeien en te ontwikkelen.

De ML30 Gen11 is een geweldige optie voor een instap towerserver. Met een compromisloze kwaliteit en functieset, is het een 'echte' ProLiant met alle unieke en complete HPE functies en mogelijkheden. Zijn uitbreidbaarheid maakt hem zeer geschikt voor externe kantoren of filialen in de detailhandel, bankinstellingen of elke andere locatie waar een betrouwbare towerserver nodig is.

De DL20 Gen11 beschikt over HPE's enterprise-class ProLiant prestaties, betrouwbaarheid en vertrouwde beveiliging in een compacte vormfactor die net zo gemakkelijk inzetbaar is in near-edge omgevingen zoals back-office kasten of in winkelruimtes, als in een typische datacenter-omgeving of -rack.

De HPE ProLiant DL380 Gen11-servers zijn ontworpen voor een hybride wereld. De servers vereenvoudigen het beheer van een bedrijf – van edge tot cloud – met een cloud operating experience. De DL380 is een uitstekende keuze voor reken- en dataopslag en veelzijdige workloads (AI, ML, telco, DB analytics, VDI, containers) die een maximaal aantal cores, GPU-mogelijkheden en netwerk- en I/O-bandbreedte vereisen.



De Intel Xeon E-2400 'Raptor Lake' heeft evenveel cores als de voorgaande generatie, maar biedt tot wel 68 procent meer rekenkracht.



Illustratie AI Stable Diffusion, bewerking ct

ZO DENKT AI

Neuronale netwerken vertonen menselijke denkwijzen

Tot nu toe laten heatmaps zien waar een AI vooral op let als bijvoorbeeld een afbeelding beoordeeld wordt. Dankzij een nieuwe methode kunnen de complexe criteria van krachtige AI's achterhaald worden. Daardoor zijn hun beslissingen beter te begrijpen.

Arne Grävemeyer en Marco den Teuling

Hoe schat kunstmatige intelligentie de leeftijd van een persoon op een foto in? Hoe herkent het een roodborstje, een zebra of huidkankersymptomen in een dermatologische praktijk? Vooral het medische voorbeeld laat zien hoe belangrijk het is om de concepten achter een AI-beslissing precies te begrijpen. De complexe modellen die worden gecreëerd in geautomatiseerde processen voor machinaal leren en die zich manifesteren in netwerken van tienduizenden onderling verbonden neuronen, ge-

ven hun interne processen echter niet zo makkelijk prijs. De LRP-methode (Layer-wise Relevance Propagation) bood tot nu toe enig inzicht. Met die methode kunnen de processen in het neurale netwerk laag voor laag worden herleid van de classificatie aan het eind tot de invoergegevens aan het begin. In het geval van een beeldherkenner berekent de LRP-methode bijvoorbeeld een heatmap na een beslissing ('het is een zebra'). Daarmee worden precies die beeldpixels gemarkeerd die in dit specifieke geval het grootste effect op de classificatie hadden. Hier zou de heatmap waarschijnlijk gebieden van de afbeelding markeren die strepen in de vacht van het dier en zijn paardachtige kop tonen.

WAT ZIT ER ACHTER DE PIXELS?

Een dergelijke heatmap verklaart veel, maar laat ruimte voor interpretatie, zoals Wojciech Samek uitlegt. Hij is hoofd van de AI-afdeling aan het Fraun-

hofer Heinrich Hertz Institute (HHI) en doceert machinaal leren aan de TU Berlijn. Hij laat de heatmap zien van de foto van een jonge vrouw waarvan de AI de leeftijd schatte op 25 tot 30 jaar. Dat blijkt te kloppen. Pixels in het gebied van de lachende mond en ogen van de vrouw zijn gemarkeerd. 'Maar wat was de doorslaggevende factor in de beslissing: het soort glimlach, de vorm van de lippen, de kleur van de tanden of hun vorm? De heatmap zegt daar niets over', benadrukt Samek.

Wetenschappers noemen die onzekerheid de interpretatiekloof. De werkelijke semantische concepten achter de AI-categorisatie blijven verborgen. Het is ook niet duidelijk hoeveel verschillende evaluatiepatronen de beslissing ondersteunen, voor welke van die concepten het individuele pixel in aanmerking komt en welk aandeel de individuele criteria hebben in de totale beslissing. Heatmaps zeggen alleen iets over waar de relevante delen zich bevinden, maar ze onthullen niet wat er significant aan is.

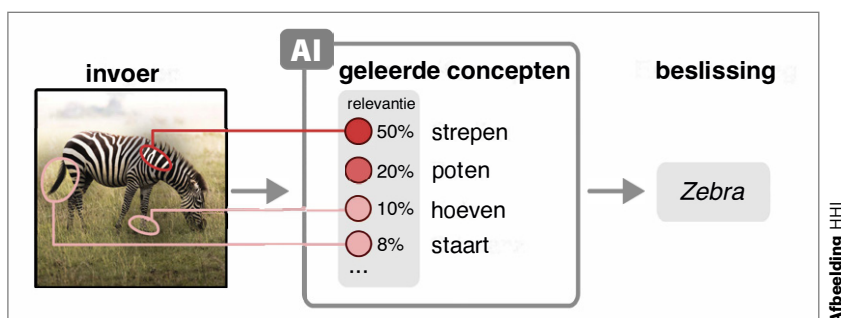
Samek en zijn collega's van het HHI, de TU Berlijn en het Berlin Institute for the Foundations of Learning and Data (BIFOLD) zochten naar een manier om de LRP-methode uit te breiden. Hun hypothese: de hogere lagen van een neuraal netwerk vertegenwoordigen vaak concepten die voor mensen begrijpelijk zijn. In hun laatste publicatie presenteren de onderzoekers hun CRP-methode (Concept Relevance Propagation) [1]. Daarin laten ze zien hoe ze de basis voor beslissingen vinden in krachtige modellen. En die semantische concepten lijken vaak op het beeld dat mensen van de wereld hebben.

HEATMAPS VOOR INHOUDELIJKE CONCEPTEN

De CRP-methode bepaalt eerst de relevantie van de afzonderlijke kanalen in de hogere lagen van het onderzochte neurale netwerk, vlak voor de outputlaag. 'De LRP-methode geeft ons die relevantiewaarden al bij de eerste berekeningsstappen,' zegt Samek. In tegenstelling tot LRP rekent CRP echter niet door alle lagen terug naar het ingangsniveau, maar in plaats daarvan kijkt de nieuwe methode naar de meest relevante kanalen en berekent alleen daar de bijbehorende conditionele heatmaps voor. 'We berekenen dus alleen de verdeling van de beslissende pixels op de inputlaag voor één specifiek kanaal. De methodologie is overigens dezelfde als die van de LRP-methode,' legt Samek uit. Dat resulteert in heatmaps voor de verschillende concepten.

Je kunt bij de foto van een zebra bijvoorbeeld zien dat hoewel de staart en de hoeven worden benadrukt in de algemene heatmap, het criterium van de gestreepte vacht veel hoger wordt gewogen dan 'hoeven' en 'staart'. Dat valt minder op als je het over veel meer pixels verdeelt.

De nieuwe methode biedt twee manieren om de herkende concepten te beschrijven. Ten eerste bepaalden de onderzoekers welke referentiebeelden uit de trainingsgegevens van een AI-model hoge waarden voor de kanalen hebben. Die voorbeelden



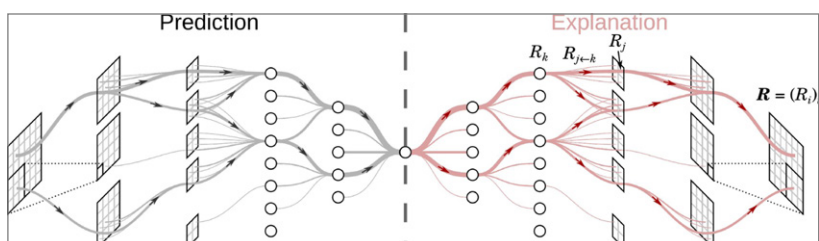
Het belangrijkste aan een zebra zijn de strepen. Met de nieuwe methode kun je de concepten achterhalen waarmee een AI een object classificeert.

hebben meestal een opvallende gelijkenis en weerspiegelen dus het onderliggende patroon. Afbeeldingen van zebra's, tijgers, cyperse katten en gestreepte bontjassen zouden samen bijvoorbeeld het criterium 'gestreept bont' kunnen vertegenwoordigen, vooral omdat de bijbehorende conditionele heatmaps ook de aandacht vestigen op de gestreepte patronen. Een gebruiker kan concepten die op die manier worden gepresenteerd meestal makkelijk begrijpen en benoemen.

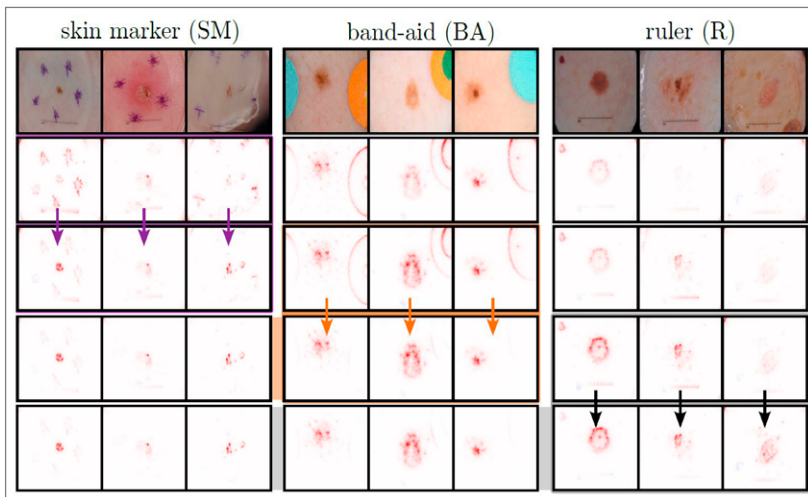
Een tweede manier om concepten te categoriseren is het gebruik van aanvullende gegevens, die elk worden samengevat onder een label. Dat kunnen bijvoorbeeld beeldverzamelingen zijn die bepaalde lichaamsdelen, vleugels, hoeven, snuiten of uiers benadrukken. Andere gelabelde collecties zouden lichamen met huid, vacht of veren kunnen bevatten. Gelabelde gegevensverzamelingen kunnen worden gemaakt voor elk verwacht concept, zoals opvallende vormen, kleuren en patronen. Het voordeel van die methode is dat de trainingsgegevens niet beschikbaar hoeven te zijn. Bovendien kun je, zodra je datasets hebt samengesteld voor geschikte generieke termen, die gebruiken om verschillende AI-versies te testen. Op die manier kun je ze automatisch controleren welke concepten een AI-model gebruikt en in welke kanalen van de hogere netwerklagen die gepresenteerd worden.

HUIDKANKER OPSPOREN

Samek en zijn collega's proberen niet alleen de concepten te achterhalen die worden gebruikt om zebra's te herkennen of de leeftijd van mensen in te schatten. Het Fraunhofer HHI is ook betrokken bij het EU-project IToBoS (Intelligent Total Body Scanner for Early Detection of Melanoma), waar het verantwoordelijk



Terwijl het neurale netwerk een invoer laag voor laag verwerkt om die te classificeren (links), keert de LRP-methode de berekeningen om en bepaalt een heatmap die de betekenis van elk invoerpixel voor het eindresultaat weergeeft (rechts).



Penmarkeringen, gekleurde pleisters en linialen duiken op in de heatmaps van een AI voor het herkennen van huidkanker. Die worden herkend als aanwijzing voor een gevaarlijk melanoom. Met debuggingtools waren die incorrecte aftakkingen in het herkenningsmodel te verwijderen om de bias te elimineren.

is voor modellen voor het detecteren van huidkanker. Hoe bepalen de bestaande herkenningsmodellen dat een foto een gevaarlijk melanoom vertoont? Is het de vorm, de kleur of komt het door bepaalde onregelmatigheden?

‘We gebruikten onze CRP-methode om te kijken of AI-modellen dezelfde vaste criteria controleren die dermatologen gebruiken om een verdenking van huidkanker te rechtvaardigen,’ meldt Samek. Tot zijn verbazing stuitte hij op een duidelijke bias in een grote internationale dataset die doorgaans wordt gebruikt om modellen te trainen voor het opsporen van huidkanker. Er zaten namelijk oneigenlijke trainingsgegevens in de gebruikte foto’s: veel van de gebruikte afbeeldingen lieten niet alleen

huidvlekken zien. Met name in kritieke voorbeeldgevallen hadden dermatologen het huidgebied in kwestie omkaderd met een pen of gemarkeerd met kleurige pleisters voordat ze de foto’s namen. In sommige gevallen waren er ook linialen zichtbaar op de foto’s om de grootte te bepalen.

De CRP-methode detecteerde meteen de concepten ‘pen-markering’, ‘gekleurde pleisters’ en ‘liniaal aan de rand van het beeld’ in de herkennings-AI. Die waren duidelijk geïdentificeerd als sterke aanwijzingen voor gevaarlijke huidveranderingen.

FOUTE CONCEPTEN ELIMINEREN

In dit voorbeeld konden methoden om AI-beslissingen te verklaren juist foutieve concepten in een AI-model blootleggen. Daarom werkt het team van Samek nu ook aan debuggingtechnieken om foutieve concepten te elimineren.

Heatmaps zeggen alleen iets over waar de relevante delen zich bevinden, maar ze onthullen niet wat er significant aan is

Een eenvoudige manier zou zijn om de trainingsgegevens van afbeeldingen met ongewenste beeld-elementen op te schonen en die vervolgens te gebruiken om een nieuw model te trainen. Mocht dat echter niet mogelijk zijn, dan ontwikkelen de onderzoekers hulpmiddelen waarmee ze de foutieve takken in het neurale netwerk kunnen herkennen en deactiveren of verzwakken. Controle-heatmaps laten dan zien dat de invloed van de verraderlijke herkennings-elementen afneemt, hoewel die niet noodzakelijkerwijs helemaal verdwijnt. De kennis in neurale netwerken is in het algemeen redundant verdeeld over meerdere gebieden.

Vergeleken met de heatmaps van de LRP-methode verklaart CRP het gedrag van een AI op een semantisch abstracter niveau, dat erg lijkt op de manier waarop mensen met elkaar communiceren. Wat is een zebra? Hij heeft een hoofd als een paard, hoeven, een staart en – het belangrijkste – strepen in zijn vacht. Hoe kun je huidkanker herkennen? Er zijn bijvoorbeeld speciale kenmerken qua vorm, kleur en randen van de onderzochte huidvlek.

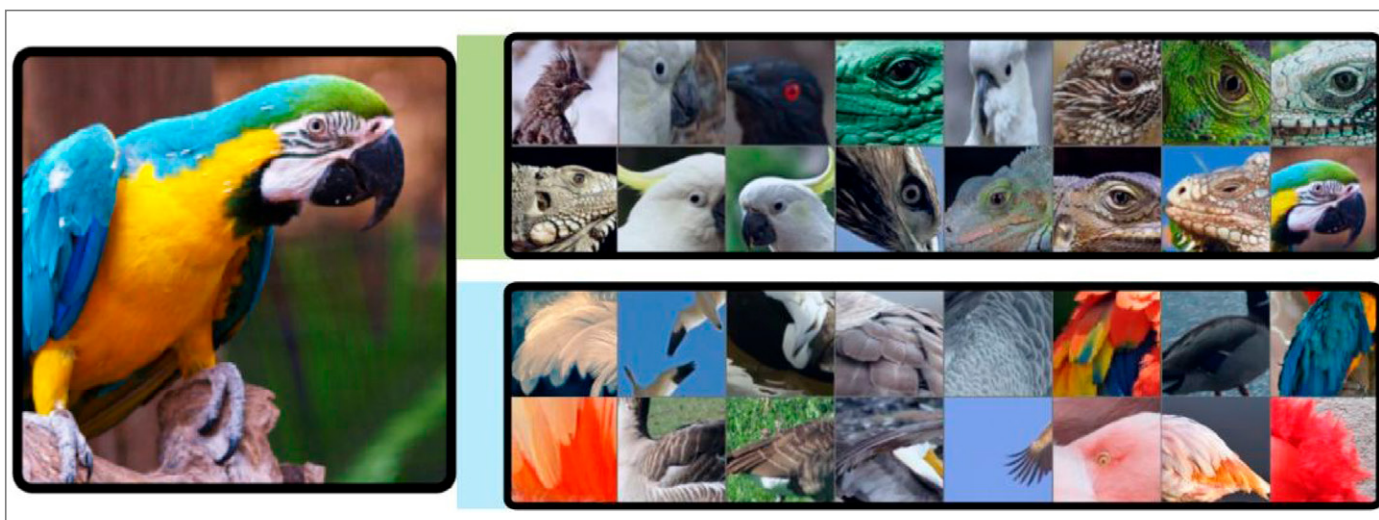
Debuggingtools stellen je niet alleen in staat om corrigerende maatregelen te nemen. In de toekomst zou je ook interactief de betekenis van concepten of de robuustheid van een model kunnen testen en bijvoorbeeld uitproberen hoe classificaties veranderen als individuele beoordelingspatronen uitgeschakeld worden. Je zou de denkwijzen actief kunnen toetsen. In de toekomst is een soort discussie denkbaar op een abstract, inhoudelijk niveau, waarbij je individuele concepten in het AI-model aan en uit kunt zetten, versterken en verzwakken.

NIEUWE KENNIS VAN AI

Het is ook mogelijk om de AI te laten leren van datasets en vervolgens de verklaarbaarheid die via CRP is verkregen te gebruiken om nieuwe kennis uit het model te halen. De wetenschappers noemen dat de ‘verkennende benadering’. Omdat de modellen de concepten onthullen die tot hun beslissingen hebben geleid, is het voor een gebruiker mogelijk om nieuwe relaties te ontdekken. Dat geldt misschien niet voor het opsporen van huidkanker. Maar op verschillende gebieden in de geneeskundige radiologie kunnen nieuwe inzichten sluimeren in complexere gegevens die AI-modellen leren, zonder dat die al volledig zijn onderkend door artsen.

Samek ziet de CRP-methode voor AI-inzicht niet als beperkt tot beeldgegevens. Hij verwijst bijvoorbeeld naar complexe datasets over gensequenties of electrocardiogrammen (ECG’s) die de prestaties van het hart weergeven op basis van elektrische spanningscurves. Op dergelijke terreinen, waar zelfs experts moeizaam moeten leren om de belangrijkste structuren in de gegevens en meetcurves te herkennen, zullen AI-modellen eerder verbanden vinden die mensen over het hoofd kunnen zien.

De vertaling naar meer abstracte semantische concepten biedt de mogelijkheid om de beslissingen van het AI-model te begrijpen en te analyseren en zo



Afbeelding: HHI

Waarom herkent een AI een papagaai? Onder andere aan de ogen en het verendek. Voorbeelduitsneden verduidelijken die concepten.

nieuwe kennis op te doen. De heatmap, die begrijpelijke informatie geeft over foto's, is echter niet noodzakelijkerwijs geschikt om relevante invoerpixels te markeren op sequenties en ECG-curves. Welke regelmatigigheden of onregelmatigheden in het ECG zijn significant, wat betekent een bepaalde piek? Het is een uitdaging om AI-concepten bij die gegevens zo te markeren dat de onderzoekers en artsen die ermee werken er iets in kunnen herkennen. AI-onderzoekers moeten tevens nieuwe manieren vinden om concepten uit de modellen te visualiseren en vervolgens te benoemen.

HET HERKENNEN VAN DIALECTEN

In een huidig onderzoek proberen Samek en zijn team uit te vinden hoe ze de CRP-methode ook kunnen toepassen op spraakherkenners. Het gaat daarbij om vragen als: welke sequenties in een audio-opname kunnen worden gebruikt om een bepaald dialect te herkennen of welke combinaties duiden op een bepaalde taal? De nieuwe aanpak is dat de onderzoekers virtuele lagen aan het AI-model toevoegen die het besluitvormingsproces niet beïnvloeden, maar bepaalde frequentiebereiken uit de frequentiespectra benadrukken.

Uiteindelijk zouden concepten vergelijkbare audiosequenties met typische uitdrukkingen of uitspraakkenmerken moeten weergeven. In plaats van verwarrende frequentiebanden zou je een keuze krijgen uit eigenaardige accenten en regionale termen als geluidsbestanden: 'kap nâh', 'mich', 'kiek'n', 'wiedwoagen'.

Een ander onderzoeksgebied voor de nabije toekomst van AI zijn de grote taalmodellen zoals ChatGPT en Bard. In hun netwerken zijn zogenaamde attention-layers ingebouwd. Die helpen om afhankelijkheden te herkennen, zelfs in grote teksten en tussen zinnen die ver uit elkaar liggen. Die netwerkkarchitectuur veroorzaakt echter problemen voor de CRP-methode. Ze maken het lastiger de relevantieverdeling van knooppunten in de hogere lagen te bepalen in relatie tot de invoer. Maar de onderzoek-

kers hopen die hindernis binnenkort te overwinnen. Het Duitse bedrijf Aleph Alpha, dat met Luminous een taalgenerator aanbiedt die vergelijkbaar is met ChatGPT, heeft al een oplossing voor dergelijke problemen gepresenteerd. Binnen de Luminous-familie is een versie beschikbaar met de naam Control, die bedoeld is om delen van de output toe te lichten.

Concreet betekent dit dat je op individuele uitspraken in een antwoord kunt klikken, waarna Control in kleur de zinnen in de vraagprompt uitlicht die relevant waren voor de uitvoer. Dat geeft je informatie waarmee je de geldigheid van de gegenereerde tekst kunt controleren.

LICHT IN DE ZWARTE DOOS

Hoewel AI-modellen op veel punten doordringen in de technologie en het dagelijks leven, maakt hun onderliggende netwerkstructuur het moeilijk om hun besluitvorming te controleren. Ze zijn wat dat betreft een soort ontoegankelijke blackbox (zwarte doos). Heatmaps, zoals de LRP-methode berekent, geven slechts een indicatie of een AI beslissingen neemt volgens zinnige criteria.

De nieuwe CRP-methode laat zien dat veel modellen in feite meer abstracte semantische concepten ontwikkelen die lijken op de concepten die mensen gebruiken om hun omgeving te ordenen. Als je die beoordelingscriteria kent, kun je AI-modellen controleren op veiligheid en betrouwbaarheid. Zo kun je zelfs kenmerken bespreken met de AI en individuele concepten als test uitschakelen in de what-if-modus.

In de toekomst zullen exploratieve AI-systemen in staat zijn om zeer complexe trainingsgegevens door te spitten en de gevonden relaties en concepten op een begrijpelijke manier te communiceren. Wetenschappers zouden dat kunnen gebruiken om nieuwe onderzoeksgebieden te ontwikkelen.

ct

Literatuur

- [1] Sebastian Lapuschkin, Wojciech Samek, Thomas Wiegand et al., From attribution maps to human understandable explanations through Concept Relevance Propagation, nature machine intelligence, online: 20. September 2023, <https://doi.org/10.1038/s42256-023-00711-8>



Illustratie Midjourney, bewerking ct

LEUGEN OM BESTWIL

Gemanipuleerde beelden tegen beeldgeneratoren

Onderzoekers hebben methoden ontwikkeld waarmee kunstenaars hun creaties kunnen beschermen tegen imitatie door AI's. Die methoden zorgen ervoor dat beeldgeneratoren objecten en stijlen anders interpreteren dan mensen. Ze maken handig gebruik van gebreken en gaten in het trainingsproces.

Andrea Trinkwalder en Marco den Teuling

Schilders, fotografen, schrijvers en andere makers hebben een serieus probleem: hun op internet gepubliceerde werken worden in grote hoeveelheden verzameld en naar AI beeld- en tekstgeneratoren gestuurd voor trainingsdoeleinden. Midjourney, Dall-E, Stable Diffusion & Co. leren niet alleen om honden, katten en andere objecten te schilderen en overtuigende composities te maken. Ze kunnen ook de stijlen imiteren die in de loop der jaren door

alle historische en hedendaagse kunstenaars ter wereld zijn ontwikkeld en die toepassen op nieuwe motieven – onvermoeibaar, als aan een lopende band. Dat levert misschien leuke momenten op voor miljoenen gewone stervelingen die gezegend zijn met een beperkt artistiek talent, maar het valt bij veel makers niet in goede aarde. Zij zien het AI-kunstkopieerapparaat als een existentiële bedreiging. Tot nu toe waren ze echter niet in staat om zich effectief te verdedigen tegen de toe-eigening van hun creaties.

Wetenschappers van de Universiteit van Chicago, onder leiding van Ben Zhao, zijn te hulp geschoten. Hij leidt het Security, Algorithms, Networking and Data Lab, kortweg SAND Lab. Met behulp van de daar ontwikkelde methoden kunnen kunstenaars hun werken zo manipuleren dat de AI hun individuele stijl niet kan herkennen of reproduceren. Om dit te doen, gebruiken ze een tool genaamd Glaze, gepubliceerd in juni vorig jaar. Die tool voegt specifieke interferentiepatronen toe in afbeeldingen. Het menselijk oog

merkt ze nauwelijks op, maar een beeldgenerator die is opgebouwd als een gangbaar diffusiemodel is zich er des te meer van bewust: de subtiele aanpassingen kunnen het AI-model laten geloven dat het een compleet andere afbeelding betreft. Als het gemanipuleerde materiaal in voldoende aantallen de trainingspool van de beeldgeneratoren bereikt, nemen die alleen de gemanipuleerde stijl over.

Het nieuwste wapenfeit van het SAND Lab heet Nightshade en gaat nog een stap verder: het moet in staat zijn om de AI letterlijk te laten denken dat het geen X maar een U ziet, oftewel een kat voor een hond aanziet. In een onderzoeksverslag beschrijft de groep van Zhao hoe hun methode kan worden gebruikt om individuele concepten gericht te manipuleren – en hoe die aanval ook andere gerelateerde concepten beïnvloedt.

FALSE BOODSCHAPPEN

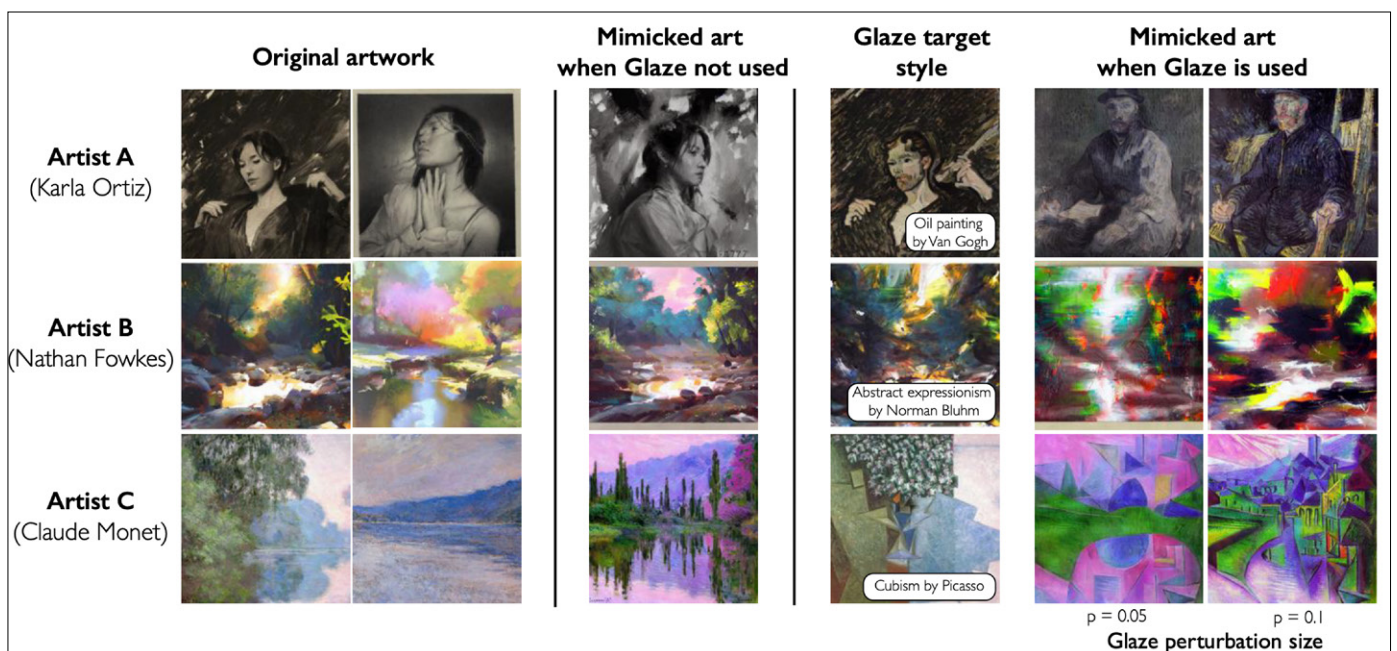
Net zoals het moeilijk is voor auteurs om te voorkomen dat hun werken worden misbruikt voor AI-training, is het moeilijk om te voorkomen dat gemanipuleerde beelden in de database terechtkomen. Die moeten echter zo goed vermomd zijn dat noch mensen noch machines ze gemakkelijk kunnen detecteren en automatisch uifilteren.

AI-beeldgeneratoren zoals Midjourney of Dall-E gebruiken beeld-tekstparen om te leren hoe een grote verscheidenheid aan motieven is opgebouwd. Waar zitten de oren van een kat, hoe groot zijn ze in vergelijking met het hoofd en welke vorm en textuur hebben ze? Hoe rangschik je een paard en ruiter op een persoon die op een stoel zit? Wat zijn realistische verhoudingen tussen voor- en achtergrond? Waarin verschilt een foto van een olieverfschilderij? Nog specifieker: hoe imiteer ik de karakteristieke stijl van Ansel Adams?

Er zijn miljoenen afbeeldingen met meer of minder uitgebreide inhoudelijke details beschikbaar op internet. Bijna elke afbeelding heeft een bijschrift of zelfs een alternatieve tekst die de inhoud in detail beschrijft voor gebruikers met een visuele beperking. Webcrawlers verzamelen de links naar deze bronnen in databases en werken die regelmatig bij. Het grootste archief heet LAION-5B en bestaat uit 5,85 miljard meertalige vermeldingen. Het wordt onderhouden door de gelijknamige non-profitorganisatie, het Large-scale Artificial Intelligence Open Network. LAION beheert ook verschillende sub-archieven: bijvoorbeeld visueel bijzonder aantrekkelijke werken in LAION-Aesthetics.

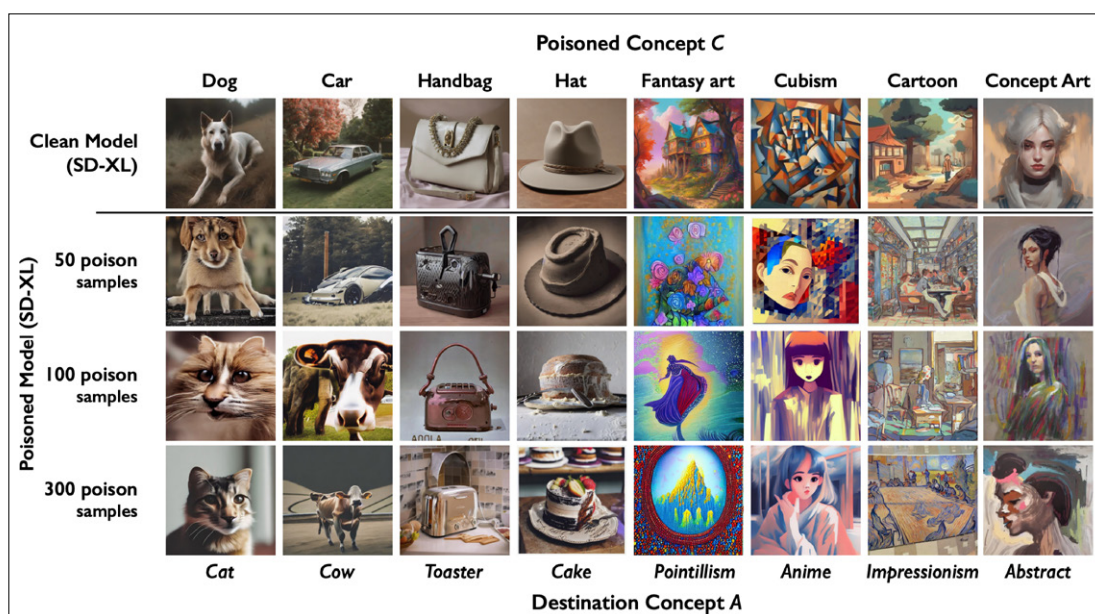
Beeldgeneratoren zijn zogenaamde diffusiemodellen die een tekstinput (prompt) vertalen naar een bijpassend beeldmotief. Ze bestaan uit een tekst- en een beeldcoder (transformer). Deze constructie kan worden voorgesteld als een tekstvertaler op basis van neurale netwerken, behalve dat het geen Engels of Nederlands vertaalt in een andere taal, maar eerder opeenvolgende tekstfragmenten (tokens) in pixels. Om dit te doen, worden ze tegelijkertijd getraind met een grote verscheidenheid aan tekst-beeldcombinaties van LAION. Aan het einde van de training moet het duo in staat zijn om een visueel bijpassende pixelmatrix te vormen op basis van woordsequenties.

Dit gebeurt niet rechtstreeks, maar via een omweg: het taalmodel codeert de tekst in een hoogdimensionale vector, terwijl de afbeeldingscodeerder ook de pixelmatrix in een vector verwerkt. De bijbehorende vectorruimte wordt de latent space genoemd, en daarin liggen verwante beeld- en tekstcodes bij het begin van de training nog ver uit elkaar. Met elk nieuw voorbeeld worden de parameters van de twee netwerken bijgesteld zodat het verschil geleidelijk kleiner wordt. Daardoor wordt het team van



'Glaze' is een aanval op het trainingsproces van beeldgeneratoren. Subtiele ruispatronen laten de AI denken dat een Picasso een Monet is.

Des te meer voorbeeldafbeeldingen met Nightshade zijn gemanipuleerd, des te groter de invloed op het gehele concept. Bij slechts 50 valse afbeeldingen verslechteren de door Stable Diffusion gegenereerde honden, auto's, handtassen, hoeden en stijlen al zichtbaar.



Afbeelding Zhao et al., University of Chicago

tekst- en beeldcoder steeds succesvoller in het toewijzen van zinsfragmenten aan hetzelfde gebied in de latente ruimte als de corresponderende motief-elementen. Deze vector dient als leidraad voor de beeldgenerator om geleidelijk een scène op te bouwen die overeenkomt met de prompt: beginnend met pure ruis, via ruwe vormen naar de fijne details die foto's en schilderijen er authentiek laten uitzien.

SMALLE BASIS

Een voor de hand liggende maar zeer eenvoudige methode van manipulatie is simpelweg het systematisch vervalsen van de beschrijvende teksten van alle werken van een kunstenaar, bijvoorbeeld door elke Rembrandt als Monet te bestempelen. Zulke duidelijk gemanipuleerde gegevens worden echter snel opgemerkt en kunnen dan gemakkelijk automatisch worden gecorrigeerd.

Daarom zochten Zhao en zijn collega's naar een subtielere strategie die individuele pixels in de afbeelding onmerkbaar maar strategisch en behendig verandert. Deze veranderingen moeten beginnen waar ze het grootste effect hebben met de minste inspan-

ning, namelijk in de grensgebieden waar het neurale netwerk maar net voor de juiste classificatie kiest: hoort een bepaalde verzameling pixels op het oor meer bij het concept 'kat' of 'hond'? Als een paar van deze kleine beslissingen anders uitvallen, kan er een kettingreactie in gang worden gezet: de hond wordt uiteindelijk herkend als kat.

Dergelijke aanvallen zijn vooral effectief bij concepten die worden ondersteund door relatief weinig trainingsgegevens, zoals de auteurs uitleggen. Het totale aantal instanties dat is opgeslagen in LAION klinkt misschien indrukwekkend, maar het is ook verspreid over duizenden concepten.

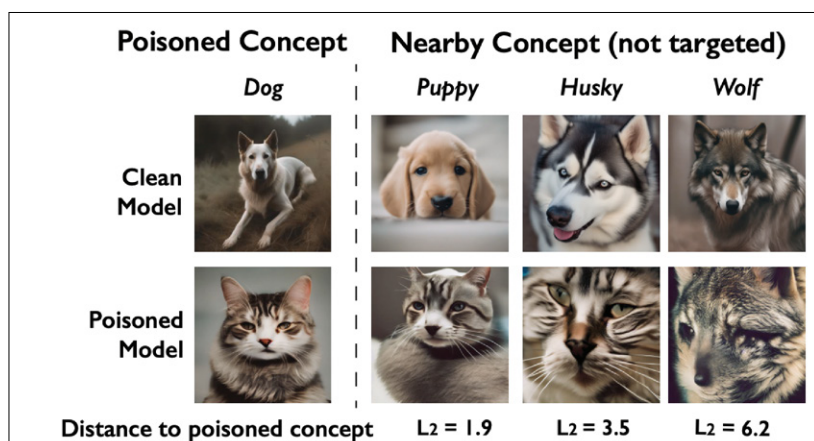
In een afbeelding zijn dit niet alleen fysieke objecten zoals een bal, kat of mens, maar ook eigenschappen zoals stuiten, vallen of stromen, evenals stemmingen en esthetische kenmerken die een gehele scène karakteriseren. Volgens de onderzoekers is het concept 'hond' gebaseerd op slechts 0,1 procent van de set afbeeldingen, terwijl bij 'fantasie' slechts 0,04 procent hoort.

In LAION-Aesthetics, dat voor de meeste trainingsdoeleinden wordt gebruikt en 600 miljoen tekst-beeldparen bevat, wordt 92 procent van de concepten geassocieerd met minder dan 0,04 procent van de samples: in absolute termen zijn dat er slechts 240.000.

In eerste tests met alleen snel en grof gemanipuleerde tekstbeschrijvingen ontdekten Zhao en zijn collega's dat ze een effectieve aanval al konden uitvoeren met 1000 gemanipuleerde afbeeldingen en dat stijlen veel beter te beïnvloeden zijn dan objecten.

OMSLAGPUNTEN EN VERHULLING

De eigenlijke aanvalsmethode moet niet alleen zo opvallend mogelijk zijn, maar ook een minimale hoeveelheid gemanipuleerd trainingsmateriaal vereisen. Daarom analyseerden de onderzoekers eerst welke soorten aanwijzingen een bijzonder sterke in-



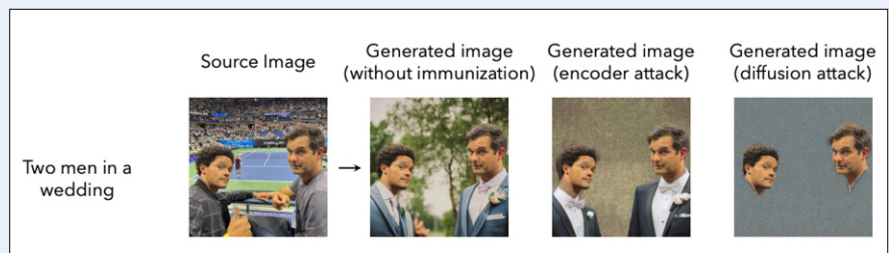
Als de AI-beeldgenerator eenmaal zo is gemanipuleerd dat het concept 'hond' als kat wordt geïnterpreteerd, worden ook husky's en wolven gemuteerd tot katachtigen.

Onzichtbare bescherming tegen AI-nepbeelden

Het door onderzoekers van MIT ontwikkelde PhotoGuard werkt op een soortgelijke manier als Glaze en Nightshade: wederom speelt het een soort onzichtbaar schild of bescherming tegen nepperij. Het voegt ook subtiele aanpassingen toe aan afbeeldingen, die echter niet zijn bedoeld om de training van generatieve AI's te verstoren.

De gewijzigde pixels moeten verhinderen dat een op internet gepubliceerde foto wordt gebruikt om een overtuigende fake-afbeelding te maken.

De zogeheten diffusie-aanval is bijzonder effectief gebleken. Dit type aanval is rechtstreeks gericht op de manier en werkwijze waarmee Stable Diffusion en



Ook PhotoGuard geeft beelden een inenting met stoorpixels. Die voorkomen dat diffusiemodellen zoals Stable Diffusion er fake-beelden uit genereren.

andere diffusie-modellen een tekstprompt meerdere malen doorlopen om er een scène mee op te bouwen en te verfijnen. De toegevoegde stoorpixels zorgen ervoor

dat het diffusiemodel de tekstaanwijzingen negeert en in plaats daarvan een ander resultaat oplevert, namelijk een egaal grijs vlak.

Afbeelding: Salman et al., MIT

vloed hebben op bepaalde concepten, zoals 'een foto van een hond' en 'een hondenportret' in het geval van hond-kat-verwisseling. Vervolgens lieten ze een opensource-beeldgenerator prototypes maken voor het doelconcept op basis van deze prompts, analoog aan 'een foto van een kat' en 'een kattenportret'. Ze bestempelden deze grotendeels vergelijkbare maar semantisch totaal verschillende motieven als anker-afbeeldingen.

Ze gingen vervolgens aan de slag met een verzameling echte hondenafbeeldingen en een verzameling van soortgelijke gegenereerde kattenafbeeldingen. Voor elke prompt selecteerden de onderzoekers vervolgens het normale tekst-afbeeldingpaar uit de hondenverzameling en de bijpassende AI-gegenereerde ankerafbeelding uit de kattenverzameling.

Op basis van de overeenkomsten met de ankerafbeelding van de kat berekenen optimalisatiealgoritmen welke pixels in de hondenfoto moeten worden gewijzigd en hoe, om de beslissing van de generatieve AI met minimale inspanning in de richting van 'kat' te sturen. Zoals je kunt zien (of eigenlijk juist niet kunt zien met het blote oog) zijn subtiele veranderingen op de juiste punten genoeg om het systeem om de tuin te leiden, zie de afbeelding op pagina 120.

Met deze gerichte strategie hadden de onderzoekers slechts 100 gemanipuleerde trainingsvoorbeelden nodig in hun experimenten: een vijfde van de inspanning die nodig was voor het eenvoudige aanvalsscenario dat aan het begin werd geschetst. Hoe robuuster een concept is, hoe meer moeite het kost. Uit hun onderzoeksresultaten leiden de wetenschappers af dat voor een succesvolle aanval het aantal gemanipuleerde gegevens ongeveer twee procent moet zijn van het aantal correcte gegevens.

UNIVERSEEL EFFECT?

Dergelijke aanvallen met opzettelijk toegevoegde ruis zijn in principe niets nieuws. Zelfs toen de eerste diepe neurale netwerken voor objectherkenning opkwa-

men, demonstreerden onderzoekers al verschillende zogenaamde adversarial attacks om AI's te verwarren en te misleiden: de olifant in de woonkamer, de sticker op het verkeersbord, interferentiepatronen voor gezichtsherkenning en subtiele ruis voor gericht verkeerd labelen.

Wat echter nieuw is, is hoe universeel de aanval van de werkgroep in Chicago lijkt te werken. Enerzijds werkt Nightshade ook op verwante concepten; in de experimenten van de werkgroep produceerde de beeldgenerator die werd beïnvloed met gemanipuleerde honden ook bij husky's en wolven een verkeerd resultaat.

Aan de andere kant kan Nightshade gebruikt worden om elke beeldgenerator aan te vallen. Veel andere aanvalsmethoden hebben het nadeel (of voordeel, afhankelijk van je perspectief) dat aanvallers veel moeten weten over de interne structuur en functionaliteit van het doelnetwerk om de zwakke plekken te kunnen uitbuiten.

Zhao en zijn collega's hebben met verschillende modellen geëxperimenteerd en ze met succes gemanipuleerd. De resultaten van hun studie hebben echter alleen betrekking op laboratoriumresultaten met hun eigen Stable-Diffusion-instanties en DeepFloyd. Het is onduidelijk in hoeverre commerciële beeldgeneratoren zoals Midjourney of Dall-E ook kwetsbaar zijn. Dit komt omdat ze in elk geval de meeste gangbare concepten al hebben geleerd met behulp van schoon trainingsmateriaal en die concepten enkel verfijnen met specifieke alignment- en specialisatieprocessen.

Bovendien gaan zelfs de onderzoekers ervan uit dat Nightshade en Glaze de creaties van makers niet permanent zullen beschermen, maar ze alleen wat tijd zullen geven. Tot nu toe heeft elke aanval van tegenstanders op een AI tot gevolg gehad dat zwakke punten werden gecorrigeerd en dat de modellen werden verbeterd, hetzij door meer divers trainingsmateriaal, hetzij door robuustere processen.



www.ct.nl/softlink/2405118





Afbeelding Midjourney | bewerking: c't

GOED INGEREGELD

Richtlijnen voor zakelijk gebruik van AI

Na er eerst nieuwsgierig mee te experimenteren, passen inmiddels veel ondernemingen AI al productief toe. Dit roept nieuwe vragen op over auteursrecht en gegevensbescherming. Om deze kwesties zo goed mogelijk op te helderen, is het slim om een beleid op te stellen voor de omgang met AI binnen een bedrijf. Dit creëert duidelijke richtlijnen voor het dagelijkse gebruik van ChatGPT en andere AI-tools.

Joerg Heidrich en Alieke van Sommeren



Al is de wereld van tekst, foto's en graphics onherroepelijk aan het veranderen. Veel bedrijven gebruiken dergelijke software al lang voor het genereren van tekst, programmeren of illustreren. Generatieve taalmodellen zoals die achter ChatGPT trainen met miljarden stukjes content van het web die afkomstig zijn van andere mensen of bedrijven. De vraag is welke juridische implicaties dit heeft voor de content die de AI genereert en wie er op zijn beurt rechten kan claimen op deze content.

Ook andere kwesties moeten worden opgehelderd, zoals gegevensbescherming. Hierbij gaat het bijvoorbeeld om de belangrijke vraag welke informatie mag worden ingevoerd in AI als onderdeel van de prompts. Dit is ook van invloed op compliance-issues, zoals de wet op de bescherming van geheimen. Bedrijven die AI-systemen en -resultaten gebruiken zonder na te denken, begeven zich op zeer glad ijs.

AUTEURSRECHT VS. MACHINE

De Nederlandse Auteurswet stamt uit het begin van de 20e eeuw (aangenomen in 1912 om precies te zijn), en beschermt zowel afbeeldingen als schilderijen, films, code, teksten en foto's. Echter kunnen alleen persoonlijke intellectuele creaties 'werken' zijn in de zin van de wet en daarmee ook bescherming genieten. Daardoor is alleen het resultaat van een menselijke creatie beschermd, niet het resultaat van een algoritme dat door een machine wordt uitgevoerd. Als iemand software gebruikt om een afbeelding te bewerken, wordt dit beschouwd als een menselijke cre-

atie, aangezien het gepland en uitgevoerd wordt door de gebruiker en de computer dit slechts ondersteunt. In dit opzicht is het een creatieve menselijke activiteit die leidt tot een persoonlijke intellectuele creatie. Het resultaat is dan auteursrechtelijk beschermd voor de gebruiker van de software.

Een AI-afbeelding wordt echter anders gecreëerd: een gebruiker geeft een grove richting aan via een prompt, het eindresultaat blijft willekeurig en kan niet identiek gereproduceerd worden. In dit opzicht is een vergelijking met een opdracht aan een schilder door een opdrachtgever meer op zijn plaats. De opdrachtgever wordt niet de auteur van het opgedragen werk, zelfs als hij precieze instructies geeft over hoe zijn schilderij eruit moet zien.

De situatie is vergelijkbaar met door machines gegenereerde gegevens, die ook niet beschermd zijn door auteursrecht, omdat ze niet door de menselijke geest zijn gemaakt. Uiteindelijk zijn de meeste juristen het erover eens dat AI-gegenereerde teksten en afbeeldingen normaal gesproken niet onder het auteursrecht vallen.

De eerste beslissing over de auteursrechtelijke classificatie van door AI gegenereerde afbeeldingen werd genomen door het U.S. Copyright Office (USCO) in februari 2023. Het kantoor moest beslissen over auteursrechtelijke bescherming voor de comic 'Zarya of the Dawn', waarin de afbeeldingen waren gemaakt met behulp van Midjourney. Bescherming voor de afbeeldingen die met AI waren gemaakt werd geweigerd, omdat ze niet gebaseerd waren op menselijke creativiteit. De doorslaggevende factor hierbij was dat de resultaten van Midjourney onvoorspelbaar waren en een menselijke gebruiker de tool niet voldoende kon controleren en sturen om een specifiek beeld te creëren. Er werd dus slechts een gedeeltelijk copyright toegekend: de tekst hoe het werk in elkaar werd gezet (opzet) kwam namelijk wel voort uit de geest van de artiest.

Voor sommige sectoren is dit in de praktijk iets eenvoudiger omdat ze geholpen worden door bijkomend auteursrecht. Dit beschermt AI-afbeeldingen bijvoorbeeld als ze worden gebruikt in games of films. Deze werken vallen dan automatisch onder het auteursrecht vanwege de speciale bescherming op deze gebieden. Dit is echter een uitzondering.

GEEN AUTEURSRECHT: EN NU?

Wat betekent het in de praktijk als er geen auteursrecht rust op een foto, graphics of tekst? De gevolgen zijn opvallend: de foto's zijn 'publiek domein'. Ze zijn niet beschermd en kunnen vrij gebruikt worden door iedereen, zonder licentie. Dit maakt dergelijke werken de natuurlijke vijand van bedrijven die hun geld verdienen met het verhandelen van afbeeldingen of teksten. Aanbieders van fotobibliotheken (stockfoto's) hebben hier massaal last van, vooral in het geval van meer alledaagse symbolische afbeeldingen zonder artistieke waarde. Het is dan ook niet verwonderlijk dat bedrijven als Getty Images juridische stappen ondernemen tegen de aanbieders van AI-beeldmate-

riaal. Een zeer impopulaire handel zal waarschijnlijk ook in gevaar komen in het tijdperk van AI-beelden: massale waarschuwingen voor ontbrekende of onjuiste labeling van stockfoto's.

Het categoriseren van werk als vrijwel vrij van rechten heeft echter nog veel meer implicaties. Wie bijvoorbeeld marketingteksten maakt en deze aan bedrijven verkoopt, draagt niet alleen de tekst over als onderdeel van het contract, maar ook de wettelijke gebruiksrechten op de gemaakte bijdragen. Dit is echter niet mogelijk met een AI-gegenereerd artikel vanwege een gebrek aan rechten. Er zijn namelijk geen gebruiksrechten die kunnen worden overgedragen.

Dit betekent natuurlijk niet dat dergelijke transacties in de toekomst niet meer mogelijk zullen zijn. De contracten moeten echter worden aangepast aan de nieuwe feiten van het AI-tijdperk. De gebruiksrechten worden dan niet overgedragen, maar de contractpartner wordt in feite beloond voor het maken en overdragen van de teksten. Het is waar dat de maker zich er contractueel toe kan verbinden om de resultaten van zijn werk niet aan derden ter beschikking te stellen. Geen van beide partijen kan echter voorkomen dat derden deze resultaten voor hun eigen doeleinden gebruiken.

Het feit dat er auteursrechten rusten op de prompts waarmee de AI werkt, is minder controversieel. De corresponderende invoer hoeft alleen maar origineel genoeg te zijn. Dit geldt bijvoorbeeld als een kort verhaal over een afbeelding of een invoer wordt verteld als onderdeel van de prompt. Puur technische prompts met weinig eigen originele inhoud zijn daarentegen over het algemeen niet beschermd.

COPYRIGHTVERMELDING

Dit leidt tot het volgende probleem: wie mag of moet genoemd worden als de auteur van een door AI gegenereerd werk? De Auteurswet is duidelijk in het geval van klassieke werken. De maker kan beslissen of zijn naam moet worden vermeld in verband met zijn afbeeldingen of tekst. Hij kan er ook voor kiezen om dat niet te doen, maar het is gebruikelijk om je naam wel te vermelden.

Bij AI is de situatie anders. Niet alleen is er al geen maker. Integendeel, iedereen die bijvoorbeeld de prompt invoert, is niet de auteur en mag het resultaat niet als zijn werk bestempelen. Doen ze dat wel, dan kan dat juridisch lastig zijn. Door de naam te noemen, presenteert de gelabelde persoon zich namelijk ten onrechte als de auteur van de bijdrage, die er rechten op heeft. In individuele gevallen kan dit zelfs een strafbaar feit zijn.

HOEVEEL AI-WERK?

Deze relatief duidelijke juridische situatie is echter alleen van toepassing in gevallen waarin afbeeldingen of teksten volledig of voornamelijk door een AI zijn gegenereerd. De situatie wordt moeilijker als het gaat om 'hybride' werken, oftewel als een deel is gegenereerd door ChatGPT of andere AI, en de rest door een

mens. Dit conflict is vooral moeilijk op te lossen in gevallen waarin beide delen ongeveer de helft van het werk uitmaken. Deze gevallen worden steeds belangrijker wanneer iemand AI gebruikt als copiloot om taken uit te voeren. Dan wordt AI een onlosmakelijk onderdeel van het menselijke werkproces.

Uiteindelijk rijst de vraag hoeveel AI is toegevoegd in een werk om nog steeds binnen de bescherming van het auteursrecht te vallen. Er zijn eenvoudige gevallen, zoals wanneer teksten worden bewerkt met AI-tools zoals DeepL Write. De software reviseert teksten, corrigeert fouten en scherpt formuleringen aan. Een dienst die vooral advocaten, met hun eigen schrijfstijl, waarschijnlijk zullen waarderen. Het is vergelijkbaar met het geautomatiseerd 'opleuken' van een foto met behulp van geschikte software. Zolang het alleen gaat om het verfijnen van een tekst of foto, is dit juridisch niet problematisch. Maar als de tekst uiteindelijk voornamelijk bestaat uit formuleringen die uit een computer komen rollen, bijvoorbeeld als je hem uitgebreid laat herschrijven door ChatGPT, dan kan het zijn dat je eigen auteursrecht verloren is gegaan met de revisies.

In de praktijk doet deze vraag zich echter vaak andersom voor: hoe uitgebreid moet bijvoorbeeld een

AI-tekst worden herschreven of een afbeelding worden bewerkt door Dall-E om deze aanpassing een apart recht te laten worden? Het auteursrecht heeft altijd hoge eisen gesteld aan dergelijke aanpassingen, dus het percentage moet hoog zijn en boven de 50 procent liggen.

Uiteindelijk gaat het bij deze vragen echter altijd om ingewikkelde individuele beslissingen die alleen met veel moeite kunnen worden opgelost. Het is daarom raadzaam om dergelijke gevallen zoveel mogelijk te vermijden. Dit geldt met name voor contractuele relaties waarin de overdracht van gebruiksrechten verschuldigd is. Als je twijfelt, kun je beter afzien van het noemen van jezelf als auteur om niet tegen mogelijke juridische problemen aan te lopen. Deze kunnen uiteindelijk meer kosten veroorzaken dan je hebt bespaard door AI in te zetten.

OPLETTEN BIJ AI EN CODE

Veel ontwikkelaars genereren en beoordelen hun programmacode nu met ChatGPT en specifieke AI-codeservices zoals Alpha Code of GitHub Copilot. Juridische kwesties rond het gebruik van AI-generators bij het programmeren zijn nog niet opgelost. In eerste instantie werd keer op keer opgemerkt dat AI



De comic Zarya of the Dawn van AI-kunstenaar Kris Kashtanova was het uitgangspunt voor de eerste beslissing van het U.S. Copyright Office over auteursrechten op AI-gegenereerde beelden.

gebruik maakt van reeds bekende en gedocumenteerde regels code, die mogelijk ook auteursrechtelijk beschermd zijn. Aan de andere kant is voor veel taken het aantal mogelijke oplossingen ook eindig, dus is het ook mogelijk dat er geen andere manier voor de AI is om deze uit te voeren.

De vraag hoe het zit met de licenties van de vele programma's die tijdens de training zijn uitgelezen, is nog volledig onduidelijk. Dit gebruik van verschillende software kan betekenen dat de verschillende AI's rekening moeten houden met hun licenties of dat de licentie zelfs een besmettelijk effect kan hebben met betrekking tot verder gebruik. Iedereen die generatieve AI gebruikt om op grote schaal te programmeren zou deze opkomende discussie op de voet moeten volgen.

Ook de controle mogelijkheden die AI-software nog meer dan andere programma's biedt, vragen om een kritische blik. Vooral het aanbod aan Amerikaanse diensten bevat gedetailleerde functies die het mogelijk maken om de prestaties van werknemers te controleren, wat in Europese landen grotendeels verboden is.

AI EN AVG

Meer nog dan auteursrechtenkwesties richt het publieke debat zich momenteel op AVG-kwesties rond het nieuwe generatieve AI-aanbod. ChatGPT wordt bijvoorbeeld onder de loep genomen door de AVG-autoriteiten. Deze geschillen gaan echter vooral over juridische kwesties voor de exploitanten. Maar waar moet rekening mee worden gehouden met de AVG als de diensten voor zakelijke doeleinden worden gebruikt?

Gegevensbescherming is relevant wanneer persoonlijke gegevens worden gebruikt. Dit kan snel het geval zijn, bijvoorbeeld bij het inloggen met een gebruikersnaam en wachtwoord. De systemen geven ook het ip-adres van de gebruiker door. En op het laatst wanneer namen of andere persoonlijke gegevens worden ingevoerd als onderdeel van een prompt, moet gegevensbescherming in elk geval in acht worden genomen.

Dit vereist een paar elementaire zaken: naast een wettelijk conform contractontwerp en algemene voorschriften voor gegevensbescherming is het belangrijk om duidelijke grenzen te stellen voor werknemers met betrekking tot het invoeren van gevoelige gegevens. Dit omvat bijvoorbeeld een strikt verbod op persoonlijke gegevens in prompts. Daar mogen geen namen van collega's, klanten of leveranciers worden ingevoerd. Het zou ook verboden moeten zijn om foto's door te sturen in de context van beeldgenerator-AI's waarin mensen geïdentificeerd kunnen worden.

Gebruikers van AI-diensten negeren vaak de bescherming van vertrouwelijkheid. Verplichtingen om bepaalde informatie geheim te houden komen voort uit de wet op bedrijfsgeheimen, maar ook uit het beroepsrecht, bijvoorbeeld voor advocaten, artsen of belastingadviseurs. Contractuele overeenkomsten

zoals geheimhoudingsovereenkomsten (NDA) kunnen ook verbieden om bepaalde informatie openbaar te maken. Dit geldt zowel voor je eigen bedrijfsgeheimen als voor bedrijfsgeheimen van derden. Dergelijke informatie mag in geen geval terechtkomen in de invoervelden van AI-tools op internet.

RISICO'S MINIMALISEREN:

RICHTLIJNEN OPSTELLEN

Om de problemen in verband met het gebruik van AI in een bedrijfscontext te vermijden, is het raadzaam om een AI-beleid te formuleren en in te voeren. Het lastige is dat aan de ene kant je werknemers wilt motiveren om gebruik te maken van de nieuwe mogelijkheden, door ze toegang te geven en ze verdere training aan te bieden. Aan de andere kant moeten bedrijven duidelijke specificaties en richtlijnen introduceren die juridische risico's minimaliseren en werknemers en managers een gevoel van juridische zekerheid bieden. Tegelijkertijd moet je werknemers bewust maken van dreigende risico's en bepaalde vormen van gebruik duidelijk verbieden. Wat er in zo'n beleid precies thuishoort, hangt sterk af van de vereisten van het bedrijf in kwestie. De volgende gebieden kunnen bijvoorbeeld worden geregeld:

1. Beperking tot bepaalde providers waarvan de licentie is gecontroleerd en goedgekeurd voor het betreffende gebruik. Een wildgroei waarbij verschillende werknemers verschillende AI-software gebruiken waarvan de gebruiksvoorwaarden onduidelijk zijn, moet worden vermeden.
2. Duidelijke grenzen aan voor welke doeleinden AI binnen het bedrijf wel en niet mag worden gebruikt.
3. Eisen voor het labelen van AI-gegenereerde inhoud.
4. Omgang met externe partijen: mogen AI-resultaten worden doorgegeven aan derden? Omgekeerd: mogen externe dienstverleners AI-inhoud doorgeven aan jouw bedrijf?
5. Regels voor het gebruik van AI-beeldgenerators: mogelijke toepassingen en beperkingen. Bijvoorbeeld, geen gebruik van foto's of AI-afbeeldingen van levende personen, geen vernederende beelden.
6. Richtlijnen voor het gebruik van AI-generators bij het programmeren.
7. Omgang met bedrijfsgeheimen.
8. Regels voor gegevensbescherming, vooral met betrekking tot gevoelige gegevens. Geen invoer van namen en gevoelige informatie in online AI-diensten.
9. Een contactpersoon voor vragen en onduidelikheden.
10. Toezicht op de eisen en sancties bij overtredingen. Bij het opstellen van een dergelijke overeenkomst is het overigens wel handig om ChatGPT een eerste opzet te laten schrijven. Als het resultaat bruikbaar is, hoeft je het alleen nog maar aan te passen en eventueel te laten controleren door gespecialiseerde juristen.



Afbeelding AI Midjourney, bewerking c't

WEBWIJZERS

Inzicht in het Domain Name System

Er is nauwelijks een essentiëler onderdeel van het internet dan het Domain Name System. Hapert daar iets, dan reageren websites en andere internettoepassingen meteen trager of helemaal niet meer. Maar om problemen te traceren en verhelpen, heb je als (thuis)beheerder diepgaandere kennis nodig.

Johannes Weber en Marco den Teuling



Wat is een DNS-server en waar wordt hij voor gebruikt? Alle IT-specialisten hebben meteen een antwoord op deze ogenschijnlijk eenvoudige vraag: een apparaat stuurt een DNS-query (een domeinnaam met een verzoek om resolutie) naar de DNS-server en ontvangt een antwoord in de vorm van een IP-adres. Dat is niet verkeerd, maar iets genuanceerder: DNS is een verzameling van verschil-

lende DNS-servers met duidelijk gedefinieerde rollen. Er zijn ook vele soorten DNS-query's en antwoorden. We hebben de belangrijkste elementen, functies en gegevensstromen samengevat in een infographic, zodat verwijzingen en tegenstrijdigheden duidelijk worden. Eerst de belangrijkste functies: het DNS is een wereldwijd gedistribueerde database gebaseerd op het Internet Protocol (IP). Vanuit hiërarchisch oogpunt zijn de verschillende servers georganiseerd in een gedecentraliseerde boomstructuur. De belangrijkste taak is het onderhouden van relaties tussen domeinnamen (afgekort domeinen) en IP-adressen en het uitgeven van IP-adressen op verzoek van internet- en intranethosts (clients). Hoewel hosts zoals pc's, smartphones, smart-tv's of routers uitsluitend via IP-adressen met servers en cloudservices communiceren, zouden ze overbelast raken met de taak om de IP-adressen van alle servers ter wereld te onthouden, terwijl ze er maar een fractie van nodig hebben.

Omdat serveradressen altijd kunnen veranderen, is het DNS opgezet als een abstractie laag voor het bepalen van adressen. Hosts en internetgebruikers gebruiken domeinnamen als aanduiding voor servers die ze willen adresseren, en halen uit het DNS alleen de IP-adressen op die ze op dat moment nodig hebben. Alleen de operators van DNS-servers kunnen adrestoewijzingen wijzigen, verwijderen of toevoegen. Ze kunnen dat alleen op de server die verantwoordelijk is voor hun domein (authoritative server). Domeinen bestaan uit opeenvolgende labels

die worden gescheiden door punten en eigenlijk ook worden afgesloten met een punt, bijvoorbeeld 'www.ct.nl.'. De laatste punt scheidt het label van het eerste hiërarchieniveau van de root (geen label) en strikt genomen worden domeinen alleen als volledig beschouwd als ze eindigen met een punt (Fully Qualified Domain Name, FQDN). De laatste punt wordt bij het invoeren vaak weggelaten en toepassingen, servers en besturingssystemen gaan hier verschillend mee om. Veel voegen stilzwijgend de laatste punt toe voor hun eigen verwerking. Echter, iedereen die servers configureert moet nauwgezet aandacht besteden aan de punten op het einde, anders kan dat problemen geven.

Sommige applicaties helpen door de laatste punt af te dwingen, waaronder de DNS-server BIND9 en de DHCP-server Kea. Er zijn echter ook applicaties die een ontbrekende punt accepteren. Daarom geldt de volgende vuistregel: voor DNS-software zoals servers en DNS-gerelateerde applicaties zoals DHCP-servers moet de punt worden opgegeven. In de meeste andere gevallen kan hij worden weggelaten. In dalende volgorde in de hiërarchie en in omgekeerde leesrichting komt vanaf de meest rechtse punt het toplevel-domein (TLD zoals nl, be, com), het domein op het tweede niveau (bijv. ct, rijksoverheid,...) en tot slot de hostnaam (mail, www, chat of een andere tekenreeks). Een domein kan onder de TLD verder worden onderverdeeld met een willekeurig aantal subdomeinen (bijvoorbeeld test.www2.cluster4.wetten.overheid.nl), maar de naam mag niet langer zijn dan 255 bytes inclusief alle punten.

Aan het begin van het internettijdperk in de jaren 1970 gebruikten beheerders nog eenvoudige tekstbestanden als algemene database voor netwerk-informatie en legden ze naast netwerkadressen bijvoorbeeld ook namen van besturingssystemen en services van externe hosts vast. Dergelijke bestanden moesten echter handmatig op elke host worden bijgehouden. Aan het begin van de jaren tachtig ontwierp de Internet Engineering Task Force het DNS als een generieke database (RFC 882 en 883, nu vervangen door RFC 1034 en 1035). Je hoeft alleen die op alle hosts te integreren (dus via een DHCP-verzoek de DNS-resolver opvragen en configureren), wat het gegevensonderhoud enorm vereenvoudigt. Domeinen en IP-adressen zijn slechts twee van de vele gegevenstypen. Desondanks werd het DNS aanvankelijk alleen gebruikt voor adresinformatie en mailrouting.

Als een client de IP-adressen voor een hostnaam wil achterhalen, stuurt hij een recursief verzoek naar de geconfigureerde DNS-server (resolver). Recursief betekent dat de client alleen het uiteindelijke antwoord wil (positief of negatief) en geen tussenliggende antwoorden van servers in de queryketen of onvolledige antwoorden. Op Windows haalt het Powershell-commando `Resolve-DnsName -Name www.ct.nl` de IPv6- en IPv4-adressen van de ct-webserver op bij de resolver (we raden het gebrekkige `nslookup` af), op Linux het commando `host www.ct.nl`. De informatie wordt vastgelegd in het DNS als

resource records (RR). IPv6-records worden AAAA-records genoemd (ook bekend als Quad-A), IPv4-records worden A-records genoemd. Omgekeerd kan het DNS ook worden gevraagd naar de domeinnamen voor een IP-adres. Dit type DNS-vermelding wordt een Pointer Resource Record (PTR RR) genoemd. Verzoeken om PTR's worden bijvoorbeeld verzonden door firewall-logprogramma's, maar ook door netwerkanalyseprogramma's zoals Wireshark. Die verzamelen in eerste instantie alleen IP-adressen en de domeinen worden opgehaald voor verdere analyse en om het overzicht te verbeteren.

Hier is echter een struikelblok: sommige beheerders bevragen de PTR's om alle domeinen te bepalen die vanaf hun netwerk worden benaderd, bijvoorbeeld voor beveiligingscontroles. Omdat echter meerdere domeinen onder hetzelfde IP-adres geregistreerd kunnen zijn, maar niet alle hosters alle adres-domein relaties invoeren, kunnen PTR-query's een onvolledig beeld geven. Ook haalt sommige logsoftware niet alle namen uit de DNS-reacties, maar alleen de generieke naam van de webserver. De vele klant-domeinen van webhosters ontbreken dan nog steeds (zie het schema 'Query's voor IP-adressen en pointers'). Voor een volledig beeld van de opgevraagde websites heb je dus tools nodig die in de pakketten kijken (deep packet inspection).

Naast AAAA, A en PTR zijn er nog veel andere resource records gedefinieerd (zie de link bij dit artikel), waarvan het HTTPS-record momenteel het op twee na meest opgevraagde is (na A/AAAA). Moderne browsers zoals Firefox, Chrome, Edge en Vivaldi en bijna alle HTTP/REST-gebaseerde clients op macOS, iOS, iPadOS en watchOS gebruiken dit record om websites en servers te vinden. Verder wordt ook veel gebruikgemaakt van MX-records voor mailservedomeinen, TXT-records voor platte tekst (bijvoorbeeld om spam tegen te gaan via het Sender Policy Framework) en Canonical Name Records (CNAME) die verwijzen naar andere domeinen (aliasvermeldingen).

AUTHORITATIVE EN RECURSIVE DNS-SERVERS

De categorisatie van DNS-servers en DNS-berichten speelt een sleutelrol bij het analyseren van DNS-verbindingen. Vanuit het oogpunt van de client lijkt het alsof er maar één DNS-server is die domeinnamen naar IP-adressen omzet. Beter gezegd is dit echter een recursieve DNS-server, of kortweg resolver (paars in het schema). Deze ontlast de clients van hele netwerken door voor hen de namen om te zetten naar IP-adressen en deze te bewaren in de cache voor later gebruik. Dit betekent dat een client slechts één query naar de resolver hoeft te sturen (recursieve DNS query, grijze pijlen) en slechts één antwoord van de resolver ontvangt, ongeacht hoe diep de resolver in het DNS heeft moeten graven. De resolver krijgt het antwoord van de DNS-server die verantwoordelijk is (authoritative) voor het betreffende domein. Daar heeft de DNS-beheerder het IP-adres ingevoerd in de DNS-zone, die is opgeslagen in een tekstbestand of

een database. Om storingen te voorkomen, moeten er ten minste twee name servers (NS) naar elk domein wijzen, die zich in verschillende layer 3-subnetten bevinden. De zone wordt enkel onderhouden op de authoritative server, de primary. Die bewaart het SOA-record (start of authority) met informatie over de zone. Als een zone wordt gewijzigd, ontvangen de secondary servers de bijgewerkte versie door middel van zone-overdracht via het Transmission Control Protocol (groene pijlen). Deze zone-overdracht bestaat uit DNS-pakketten van het type AXFR of IXFR (AXFR: overdracht van een hele zone, IXFR: incrementele overdracht).

DNS-RESOLUTIE IN DETAIL

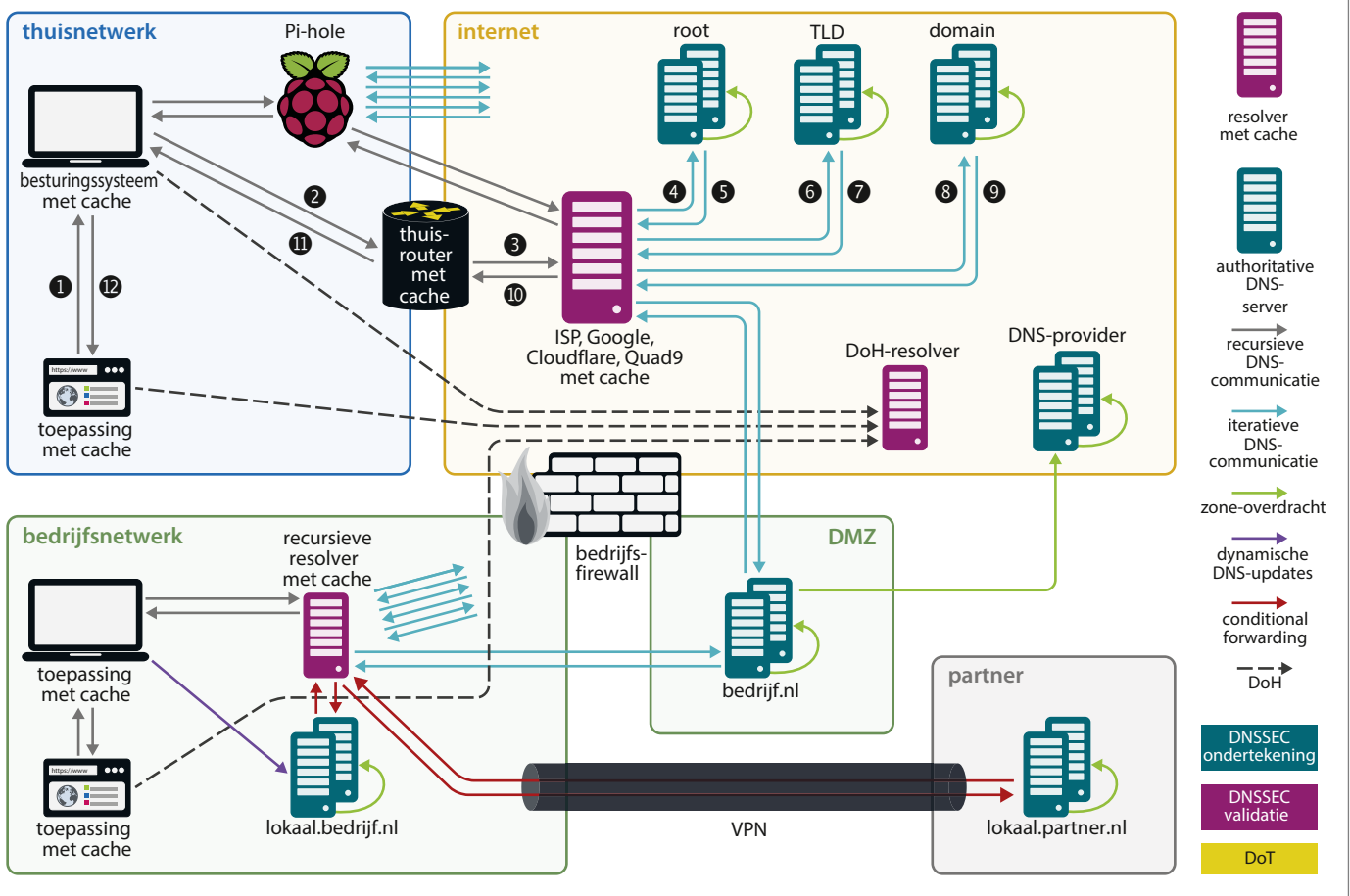
Net zoals hosts geen volledige database van alle servers ter wereld nodig hebben, hebben resolvers ook geen lijst nodig van alle servers voor alle domeinen wereldwijd. Dat hoeft niet omdat alle DNS-domeinen uniek zijn en de verantwoordelijke servers kunnen worden vastgesteld door de DNS-hiërarchie van onder naar boven te doorlopen. De resolver begint met de rootserver waarvan hij af fabriek de IP-adressen aan boord heeft en gebruikt iteratieve DNS-query's (turquoise pijlen) om de naam en het IP-adres van de DNS-server op te halen die verantwoordelijk is voor

het volgende hiërarchieniveau. Hij ontvangt het gevraagde record pas in de laatste stap. Alle voorgaande stappen bevatten alleen verwijzingen naar NS-records van gezaghebbende DNS-servers op een hoger niveau. Als je een URL zoals www.ct.nl typt, begint de naamomzetting. De browser stelt een vraag aan het besturingssysteem (1), dat de vraag doorstuurt naar de geconfigureerde DNS-resolver, bijvoorbeeld een router (2). Die bevat echter geen volledige resolver, maar alleen een DNS-proxy (DNS-forwarder). Deze stuurt het verzoek door naar de eigenlijke resolver (3). Die resolver klopt vervolgens aan bij de root-server (4) om de rest van de DNS-boom te doorlopen.

De rootserver antwoordt met een verwijzing naar de nameservers van nl (5). Een daarvan levert de verwijzing naar de nameservers van ct.nl (6 & 7). Tot slot beantwoordt de authoritative server bij Cloudflare de FQDN www.ct.nl (8 & 9; de website van c't gebruikt DNSSEC via Cloudflare). Met de berichten 10, 11 en 12 komen de IP-adressen in de browser terecht, die nu de HTTP(S)-verbinding met de webserver tot stand brengt. DNS-query's lopen overigens zowel via IPv6 als IPv4 en alle gedefinieerde DNS-records kunnen via beide protocollen worden opgevraagd. Je kunt bijvoorbeeld IPv6 gebruiken om een resolver te vragen naar het IPv4-adres (A-record) van een domein.

DNS-pakketten in allerlei soorten

Van eenvoudige recursieve DNS (grijs, aanvragen van clients naar resolvers), via iteratieve aanvragen (turkoois, resolutie via de DNS-hiërarchie) tot en met zone-overdracht (groen) en versleutelde DNS (stippellijnen) – het plaatje bij het Domain Name System is complex.



Windows heeft echter een kleine valkuil in petto. Dat besturingssysteem stuurt DNS-query's in dual-stack omgevingen alleen via IPv6 als de resolver via DHCPv6 is toegewezen. Als je hem echter configureert via router advertisement (RDNS), stuurt Windows zijn DNS-query's nog steeds via IPv4.

UDP, TCP EN EDNSO

Er zijn nog veel meer valkuilen en het vinden van de oorzaak kan lastig zijn. DNS-resolutie verloopt alleen soepel als alle elementen die betrokken zijn (servers, firewalls, loadbalancers, enzovoort) niet alleen UDP op poort 53 voor DNS doorlaten, maar ook TCP op poort 53 (RFC-specificatie 7766) en uitgebreide DNS-pakketten in overeenstemming met de EDNSO-specificatie (RFC 6891). Dit gaat niet altijd goed, omdat sommige fabrikanten de DNS-protocollen verkeerd implementeren of dingen weglaten. De Internet Engineering Task Force heeft een groot aantal obstakels verzameld in RFC-document 8906.

Sommige fabrikanten behandelen DNS-communicatie via TCP bijvoorbeeld als een optie en laten deze weg. Als gevolg hiervan mislukt naamresolutie soms geruisloos. Eén reden hiervoor is dat DNS-antwoorden alleen hun bestemming bereiken mits ze kleiner zijn dan 512 bytes. Dat komt omdat sommige firewallbeheerders instellen dat grotere UDP-pakketten worden weggegooid omdat de fragmentatie die hiervoor nodig is per abuis wordt geïnterpreteerd als een aanval. Zulke misconfiguraties komen steeds vaker voor omdat DNS-antwoorden steeds meer beveiligd worden via DNSSEC, en de DNSSEC-handtekeningen maken DNS-pakketten vaak groter dan 512 bytes. Een DNS-server moet zulke pakketten via UDP versturen in overeenstemming met EDNS0 (een maximum van 4096 bytes is toegestaan) of TCP gebruiken. Hoewel er geen bovengrens is gedefinieerd voor TCP, is het langzamer vanwege de 3-way handshakes.

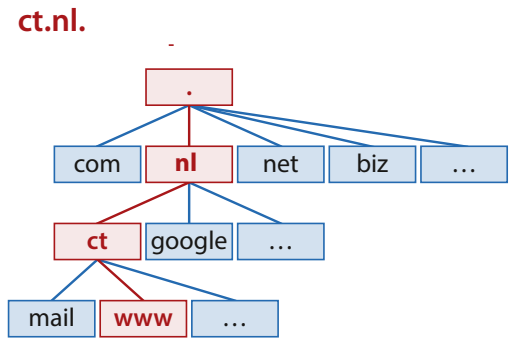
Beide kunnen op elk punt op het internet mislukken door verkeerd geconfigureerde firewalls, defecte loadbalancers of verouderde DNS-servers, zodat de resolver geen DNS-antwoord ontvangt en de client geen toegang kan krijgen tot de website. Gelukkig zijn er anderen die zowel UDP als TCP hebben ingeschakeld voor inkomende DNS in hun firewall of, nog beter, een firewall van de volgende generatie hebben die de DNS-toepassing ongeacht het transportprotocol herkent en doorlaat. Tip voor je thuisnetwerk: gebruik een Pi-hole zoals in het diagram wordt getoond. Met behulp van openbare lijsten blokkeert die DNS-verzoeken voor veelgebruikte advertentienetwerken, trackers en malwaresites. Pro tip: configureer die meteen met een DNS-resolver inclusief DNS-anonimisering en DNSSEC-validatie, bijvoorbeeld met DNSCrypt-proxy. Anders geef je je surfbestemmingen op een presenteerblaadje door aan de operators van publieke DNS-resolvers.

CACHING: ALLES DRAAIT OM TIMING

DNS-caching is een nuttige maar niet onproblematieke techniek. Om de soms lange DNS-query's te be-

DNS-boom

In de DNS-hiërarchie staat de punt (root-element) bovenaan. Daarna volgen het Top-Level-Domain (bijvoorbeeld nl), het domein (bijvoorbeeld ct) en tot slot een of meer subdomeinen (bijvoorbeeld www).



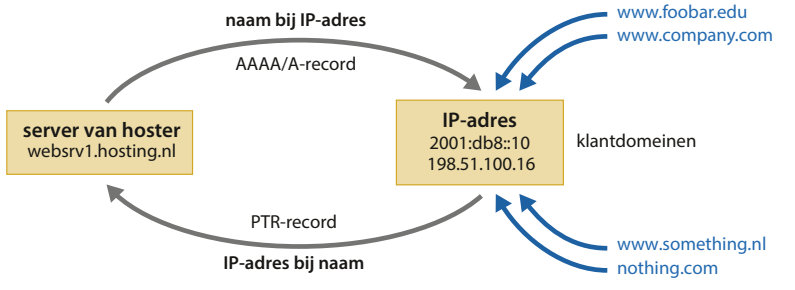
spoedigen, bewaren veel clients en servers de ontvangen DNS-antwoorden in caches. Hoe lang ze dat doen hangt af van de TTL-waarde (time-to-live, niet te verwarren met de TTL van de IPv4-pakketheader). De DNS-beheerder voert de TTL-waarde voor domeinen in op de authoritative server. Hoe korter de TTL-waarde, hoe sneller het item uit de cache verdwijnt, wat handig is bij tests. Hoe langer de TTL, hoe minder vaak de authoritative DNS-server moet worden benaderd door resolvers.

DNS-caches zijn geïmplementeerd in resolvers, DNS-proxy's, besturingssystemen en applicaties zoals browsers. Voor elke cachevermelding tellen ze de TTL-waarde per seconde af en verwijderen de vermelding wanneer deze 0 bereikt. Als een client na het verwijderen weer toegang wil tot hetzelfde domein, begint het hele DNS-omzettingsproces opnieuw. Dat caching vooral de belasting van resolvers vermindert, wordt snel duidelijk als je weet hoeveel DNS-pakketten nodig zijn voor resolutie: om alleen het domein www.netflix.net te resoluten, moet een resolver maar liefst 110 DNS-pakketten verzenden en ontvangen (zie link).

De reden hiervoor is dat Netflix en veel andere providers hun servers in datacenters over de hele wereld opzetten en de belasting verdelen (via content delivery networks, load-balancing). Dit vereist onder andere een groot aantal redirects via CNAME. Als de informatie echter in de cache zit, levert een resolver deze binnen milliseconden en bespaart cpu-cycli en transmissievolume omdat de anders vereiste serie DNS-pakketten wordt geëlimineerd. Een DNS-cache wordt een probleem wanneer de zone verandert, waardoor de items in de cache verouderd zijn. Voorbeeld: de website van je bedrijf moet op korte termijn verplaatst worden vanwege een probleem met de webserver. Om dit te doen, wijzig je de AAAA- en A-records in de authoritative server zodat ze naar de vervangende webserver wijzen. Helaas is de TTL van de records van de defecte webserver zeven dagen. Het gevolg is dat alle resolvers die het domein van je bedrijf in de afgelopen zeven dagen hebben opgelost, de clients vanuit de cache voorzien van verouderde IP-adressen, totdat de TTL verloopt. Als gevolg hiervan kunnen browsers de je bedrijfswebsite niet openen, ondanks dat de DNS-vermeldingen up-to-date zijn. Er is niet veel wat je in deze situatie

Aanvragen voor adressen en pointers

Terwijl toepassingen doorgaans alleen de IP-adressen voor domeinen opvragen (bovenste traject), zoekt log-software aan de hand van IP-adressen in het DNS naar de bijbehorende domeinen. Daarbij hangt het echter wel af van de hoster en de software of alle namen goed opgelost en in de logs geregistreerd worden.



kunt doen. In je eigen netwerk kun je de DNS-caches legen (flushen). Maar je hebt geen invloed op alle andere resolvers in de wereld. Om dit soort gevallen te voorkomen, is het raadzaam om de TTL al eerder in te korten, bijvoorbeeld tot tien minuten. Zogeheten negative caching kan ook voor hoofdpijn zorgen: dit betekent dat resolvers ook de resource records voor (nog) niet toegewezen domeinen in de cache opslaan (bijvoorbeeld een NXDomain-antwoord voor kattenfasen.nl of reuzenprint.be). Hiervoor wordt een standaard-TTL opgeslagen op de authoritative server voor elke zone. RIPE beveelt één uur of 3600 seconden aan (zie link).

Dit kan tot problemen leiden als je opdracht geeft een nieuw domein aan te maken en van tevoren hebt getest of het al bezet is. Bij die test is de NXDomain-info terechtgekomen bij elke resolver op weg naar de authoritative server. Als je vervolgens het nieuwe domein registreert, krijg je nog steeds NXDomain-reacties omdat de TTL voor de verouderde NXDomain-info eerst moet verlopen.

RESOLVERS VAN DERDEN

In bedrijfsomgevingen moeten publieke DNS-resolvers zoals die van Google (8.8.8.8) of Cloudflare (1.1.1.1) worden vermeden. De lijst met opgevraagde hostnamen weerspiegelt immers een-op-een het surfgedrag van alle werknemers en geeft dus informatie over de bedrijfsactiviteiten. Dit zou ook particulieren aan het denken moeten zetten, maar een bedrijf kan op deze manier bedrijfsgeheimen prijsgeven. Bedrijven zouden daarom hun eigen recursive resolver moeten gebruiken. Een andere reden is dat DNSSEC-ondertekende antwoorden, die de resolver heeft gecontroleerd en als betrouwbaar heeft geclassificeerd, een zo kort mogelijke weg naar de clients moeten afleggen. Zo wordt latere manipulatie zoveel mogelijk uitgesloten.

Bedrijven kunnen de authoritative server voor hun eigen domeinen ook zelf beheren, maar schakelen daarvoor vaak over naar DNS-providers (zoals Cloudflare) omdat die beproefde DNS-servers bieden met een hoge beschikbaarheid. De zones van dergelijke servers kunnen worden beheerd via een website

of API. In de 'Hidden Primary'-variant beheert het bedrijf de primary authoritative DNS-server (met de schrijfzone) verborgen in zijn DMZ, maar zonder de DNS-poort naar het internet te openen. Dit beschermt de server tegen aanvallen vanaf het internet en maakt hem intern goed beschikbaar. Om ervoor te zorgen dat de domeininfo ook toegankelijk is vanaf internet, worden als secondary servers die van de DNS-provider benut. Als de zone wordt gewijzigd, stuurt de verborgen primary de gegevens naar de secondary via zone-overdracht. In het schema bevindt de authoritative server zich in de DMZ en beantwoordt query's voor het voorbeelddomein firma.nl.

In bedrijfsomgevingen is het gebruikelijk om de recursive DNS-servers te scheiden van de authoritative servers voor interne domeinen. De redenen hiervoor zijn beter beheersbare toegangsregels en de mogelijkheid om de serverprestaties af te stemmen op de vraag. Om te zorgen dat de resolvers met de juiste authoritative DNS-servers spreken voor query's naar interne zones, is een geschikt routeringsbeleid nodig, namelijk conditional forwarding (zie de rode pijlen). Voorbeelden zijn eigen interne zones of interne zones van partnerbedrijven die via een VPN bereikbaar zijn.

VOORZICHTIG MET INTERNE ZONES

Over het algemeen moet je ofwel een subdomein voor interne domeinen gebruiken onder het domein home.arpa dat voor dit doel gereserveerd is of een subdomein van het hoofddomein van het bedrijf dat niet gedelegeerd is op het internet, bijvoorbeeld lokaal.bedrijf.nl. Het voor de hand liggende TLD .local moet koste wat het kost worden vermeden omdat dit is gereserveerd voor mDNS, dat tegenwoordig niet alleen wordt gebruikt door iOS, macOS, Android en Linux, maar ook door Windows voor lokale, serverloze naamresolutie. Ook .lokaal of .prive kun je beter niet gebruiken, omdat de IANA dergelijke namen op een gegeven moment als TLD's zou kunnen definiëren. Als dat gebeurt, moet de hele DNS-infrastructuur worden gereorganiseerd, vaak inclusief de Active Directory: een kostbare aangelegenheid. Een vaak verkeerd begrepen DNS-communicatie heeft betrekking op de dynamische DNS-update, die voornamelijk een rol speelt bij de Active Directory van Windows. Dit moet niet worden verward met de DynDNS van thuisrouters, die hun dynamisch toegewezen WAN IP-adres rapporteren aan een DynDNS-provider via HTTPS. Een client gebruikt de dynamische DNS-update nadat hij een IP-adres via DHCP heeft ontvangen om dat samen met zijn hostnaam naar de authoritative DNS-server van het domein te sturen (paarse pijl).

Als de DNS-servers in het bedrijfsnetwerk gescheiden zijn in recursive en authoritative servers, kan de beheerder in verwarring raken door het feit dat allerlei clients DNS-query's niet alleen naar de resolver lijken te sturen, maar ook naar de authoritative server. Die indruk is echter misleidend: dit zijn geen DNS-query's, maar dynamische DNS-updates, te herkennen aan de vlag in de DNS-header (OpCode 5, zie link).

DNS BEVEILIGING

Standaard DNS-pakketten zijn onversleuteld en reizen meestal via het stateless transportprotocol UDP. Dit betekent dat aanvallers met toegang tot het netwerkverkeer niet alleen alle DNS-query's kunnen lezen, maar ze ook naar believen kunnen wijzigen (spoofing). DNSSEC (Domain Name System Security Extensions) helpt dit te voorkomen. Daartoe ondertekent een beheerder de zones op zijn autoritative servers en geeft een digest (hash) van zijn publieke sleutel door aan de beheerder van de bovenliggende zone. De beheerder van die bovenliggende zone ondertekent de digest en slaat deze op in de bovenliggende zone.

Vanaf dat moment levert de autoritative DNS-server verifieerbaar ondertekende antwoorden en kan een resolver dus garanderen (valideren) dat de inhoud ongewijzigd is en dat het antwoord afkomstig is van een betrouwbare bron. Een gedetailleerde beschrijving van dit proces is te vinden via de link bij dit artikel. De duidelijke aanbeveling geldt daarom voor alle operators van DNS-resolvers: valideer waar mogelijk via DNSSEC. Zelfs ondertekende DNS-pakketten zijn echter onversleuteld en kunnen door derden worden gelezen. Om mee te lezen uit te sluiten, is het raadzaam om het verkeer tussen de client en de resolver te versleutelen. Hiervoor kun je verschillende methoden inzetten. De meer recente zijn DNS-over-HTTPS (DoH), DNS-over-TLS (DoT) en DNS-over-QUIC (DoQ). In het schema bij dit artikel hebben we alleen DoH als voorbeeld opgenomen (stippellijnen). Een speciaal kenmerk bij versleuteld DNS-verkeer is dat individuele apps zoals browsers de geconfigureerde resolver omzeilen en hun verzoeken rechtstreeks naar een resolver op het internet sturen (zoals Firefox en Chrome). Dit heeft ongewenste gevolgen, vooral in bedrijfsomgevingen. Browsers die op deze manier geconfigureerd zijn, kunnen geen lokale servers vinden omdat externe resolvers de interne servers niet herkennen. Bovendien omzeilen ze DNS-beveiligingsmechanismen. DNS-resolvers en firewalls, die verondersteld worden DNS-query's naar kwaadaardige domeinen te blokkeren, bieden daardoor plotseling geen bescherming meer.

Om die ongewenste gevolgen te voorkomen, kun je groepsbeleid gebruiken om DoH, DoT, DoQ en wat al niet meer te verbieden op de pc's van je werknemers. Nog beter: activeer DoH en DoT in je eigen resolver en maak het verplicht voor je hele netwerk. Interne netwerken zijn namelijk niet per se betrouwbaarder dan het internet (zero trust benadering).

Het minder gebruikelijke DoT is de versleutelde tegenhanger van het gangbare DNS voor recursieve query's. Het beveiligt het DNS-verkeer tussen de client of de router en de resolver. Het verkeer loopt via de TCP-poort 853 die voor dit doel is gereserveerd. Zoals de naam al doet vermoeden, versleutelt DoT met behulp van Transport Layer Security (TLS). Android is standaard uitgerust met DoT, net als routers gebaseerd op OpenWrt en de Fritzboxen van AVM. Linux, macOS en Windows kunnen er ach-

teraf mee worden uitgerust met Stubby (zie link). De zeer moderne protocollen Oblivious-DNS (ODNS, zie afbeelding) en een variant van het DNSCrypt-protocol gaan nog een stap verder. Beide versleutelen niet alleen DNS-verkeer, maar verbergen ook het IP-adres van de client. Oblivious DNS is gestandaardiseerd onder de paraplu van de IETF. Verschillende bedrijven gebruiken de technologie al ongeveer twee jaar in commerciële producten: Apple in Private Relay voor macOS en iOS, Google in One VPN voor macOS, iOS en Android, Microsoft via Cloudflare in Windows en de oorspronkelijke uitvinder Invisv in Pretty Good Phone Privacy voor Android.

MEER WETEN

In dit artikel hebben we slechts het topje van de ijsberg besproken. Voor de duidelijkheid hebben we veel details met betrekking tot DNS slechts aangestipt of helemaal niet uitgelegd, zoals TSIG, DNS-cookies, de beveiligingstechnieken DANE, TLSA, SSHFP of CAA.

Ook hebben we de lokale serverloze DNS-resoluties op basis van de multicast-technologie mDNS, SSDP en LLMNR overgeslagen. Alleen daarmee kunnen smartphones automatisch printers, televisies of luidsprekers in het thuisnetwerk vinden. Maar dat is een ander verhaal. Wil je toch een overzicht van alle DNS-specificaties? Dat is geen sinecure, want er zijn alleen al bijna 300 (!) typen Resource Record (RR). Je vindt een overzicht via de link bij dit artikel.

VERDER

De uitdrukking 'It's always DNS' en aanverwante memes zijn berucht, want als er iets misgaat, krijgt DNS vaak de schuld. Dit maakt het des te belangrijker voor IT-beheerders om de basisprincipes van de belangrijkste processen te kennen. Met een beetje oefening en geschikte tools, die we in een volgende uitgave zullen presenteren, kun je zelfs complexe problemen tot op de bodem uitzoeken.

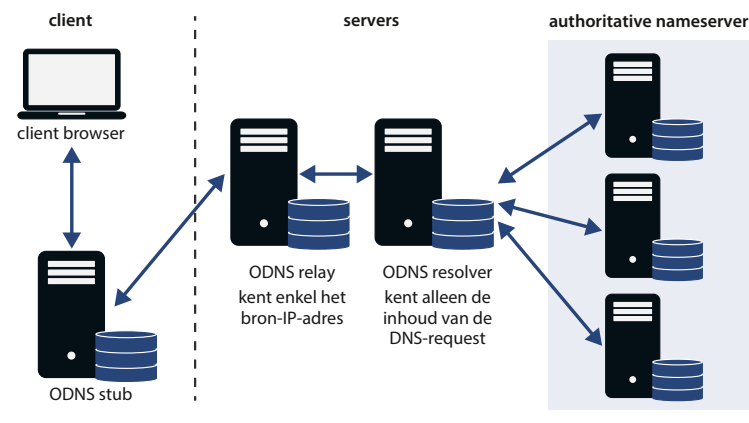
ct

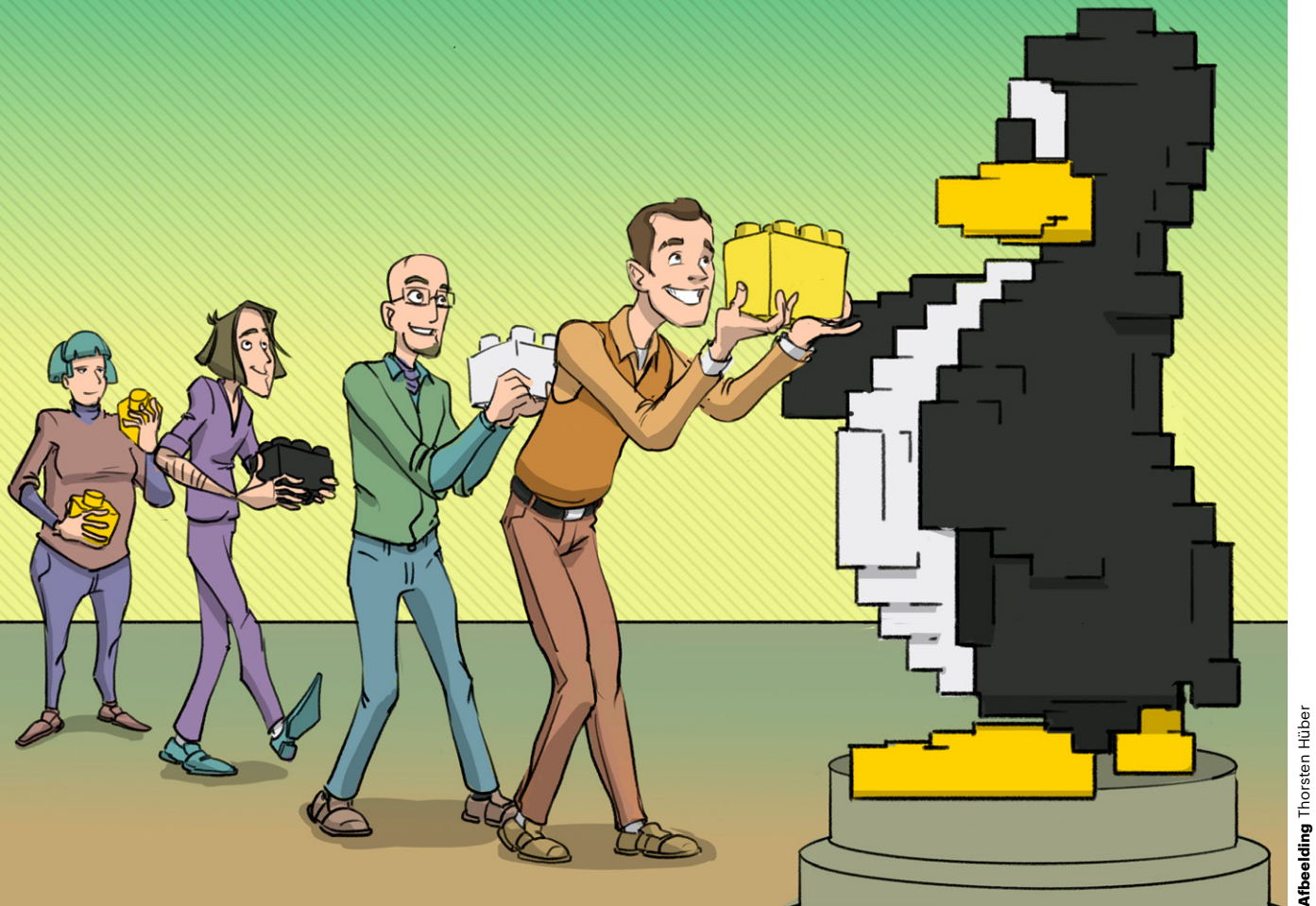


www.ct.nl/softlink/2405126

Anonieme naamresolutie

Een extra laag in de DNS-hiërarchie verbergt het bron-IP-adres van de client voor de resolver. De beheerder van de resolver kan zo geen gebruikersprofielen meer opstellen. Voorwaarde hiervoor is dat relay en resolver door verschillende instellingen of bedrijven worden beheerd.





Afbeelding Thorsten Hüber

KERNWAARDEN

Kernel-ontwikkelaars drukken open grafische stuurprogramma's door

Zelfs de grote fabrikanten van grafische chips zijn gezwicht en bieden tegenwoordig opensource Linux-drivers aan. Ontdek waarom fabrikanten dat doen en daarmee gebruikers meer vrijheid bieden.

Thorsten Leemhuis en Marco den Teuling



De beschuldiging is zo oud als Linux: de kernel-ontwikkelaars bemoeilijken de onafhankelijke ontwikkeling van grafische stuurprogramma's voor Linux. Dit zou nadelig zijn voor de Linux-wereld; ze zouden er beter aan doen om licentiebarrières af te breken en stabiele programmeerinterfaces voor stuurprogramma's te bieden. Een blik op de recente ontwikkelingen laat echter zien dat het voor de kernelontwikkelaars heeft geloond om voet bij stuk te houden. Juist omdat ze het externe stuurprogramma's altijd moeilijk hebben gemaakt, zijn er nu opensource kerneldrivers voor alle gangbare grafische chips. In bijna alle gevallen zijn deze zelfs

afkomstig van de fabrikanten zelf en maken ze deel uit van Linux, precies zoals Linus Torvalds en zijn bondgenoten willen. Toch blijft de situatie met grafische stuurprogramma's lastig.

NVIDIA BUIGT VOOR DE DRUK

GeForce-gpu's zijn het bekendste voorbeeld van grafische chips waarvan de fabrikanten lang en met succes volledig hebben vertrouwd op propriëtaire Linux-drivers. Dit veranderde pas in mei 2022, toen Nvidia verrassend genoeg een kerneldriver publiceerde onder een opensourcelicentie (zie de link bij dit artikel).

Deze driver, die kan worden gecompileerd als een achteraf geladen kernelmodule, zal echter waarschijnlijk nooit worden opgenomen in de kernel van het besturingssysteem Linux, waarin altijd de basis infrastructuur en drivercode zijn gecombineerd. Linux profiteert desondanks: ontwikkelaars van Red Hat verbeteren momenteel de Nouveau-driver in de kernel met code en informatie van de module van Nvidia. Dankzij de aanpassingen heeft Nouveau ge-

leerd om 'Ada Lovelace'-gpu's van GeForce 40xx-grafische kaarten te ondersteunen in Linux 6.6 en versie 6.7, die begin januari is uitgebracht. Op de middellange termijn moet het geheel ook de eerder nogal rudimentaire ondersteuning voor de voorgangers 'Ampere' (30xx-serie) en 'Turing' (20xx-serie) aanzienlijk verbeteren en de 3D-prestaties flink verhogen. De code hiervoor zit al in de kernel, maar is voorlopig nog inactief. Verdere verbeteringen, die indirect te danken zijn aan Nvidia's open driver, zijn al in ontwikkeling en zullen worden opgenomen in de volgende Linux-versies.

NVIDIA'S 3D-DRIVERS BLIJVEN PROPRIËTAIR

Opgemerkt moet worden dat Nvidia alleen de code van een kernelmodule heeft vrijgegeven, die slechts de basis vormt van de grafische driver-stack. De hierop gebaseerde drivers blijven propriëtair, zoals die voor 3D (OpenGL en Vulkan), videoweergave (NVDEC), videocodering (NVENC) of algemene berekeningen met de gpu (CUDA). Hier zijn geen open stuurprogramma's voor. Daarom gebruiken Linux-ontwikkelaars ze niet, omdat propriëtaire stuurprogramma's een goede kwaliteitscontrole onmogelijk maken en het moeilijk maken om latere wijzigingen te valideren. Sowieso zijn Torvalds & co over het algemeen tegen het opnemen van stuurprogrammacode voor hardware waarvoor de kernel al ondersteuning biedt.

Deze drivers, die niet in de kernel draaien maar in user space, werken niet samen met Nouveau. Als je ze wilt gebruiken, heb je een van de twee kernelmodules van Nvidia zelf nodig. Voorlopig is dit vooral de bekende propriëtaire module, omdat de opensource-module nog verschillende functies mist die belangrijk zijn voor desktop- en laptop-gpu's. Nvidia is die langzaam aan het toevoegen.

Op een gegeven moment kan de module het misschien makkelijker maken om met Nvidia's driver-stack om te gaan, die soms problemen oplevert tijdens de installatie en snel kuren vertoont bij kernel-updates. Distributies moeten de module hiervoor echter voorgecompileerd aanbieden. Sommige zijn terughoudend om dit te doen omdat ze pas kunnen overschakelen naar een nieuwe kernelversie als Nvidia of iemand anders de module er compatibel mee heeft gemaakt. Andere distributies gaan deze afhankelijkheid niet uit de weg en hebben in sommige gevallen zelfs de propriëtaire module voorgecompileerd meegeleverd, hoewel delen van de open source gemeenschap dit zien als een schending van de GPLv2-licentie van Linux.

NIEUWE ONAFHANKELIJK ONTWIKKELDE STUURPROGRAMMA'S

Dankzij toegewijde opensource-ontwikkelaars hebben sommige gebruikers binnenkort geen eigen GeForce-stuurprogramma's meer nodig. Onder leiding van een Collabora-medewerker is er een userspace 3D-stuurprogramma ontwikkeld op basis van Nouveau dat al Vulkan 1.0 beheerst: NVK. Het werd onlangs opgenomen in de Mesa grafische biblio-

theek, die ook de open 3D-drivers bevat voor AMD- en Intel-gpu's. Debian, Fedora, Ubuntu & co installeren deze bibliotheek standaard. Ondertussen bevindt een nieuw userspace-stuurprogramma voor video-versnelling via Nouveau, waar een Red Hat-medewerker aan werkt, zich nog in de experimentele fase. Voor kantoor-pc's met moderne Gnome- en KDE-desktops zullen deze drivers op de middellange termijn waarschijnlijk voldoende zijn. Voor high-end gamen, grafische workstations of berekeningen op de gpu zullen Nvidia's eigen userspace-drivers echter nog lange tijd de betere keuze blijven.

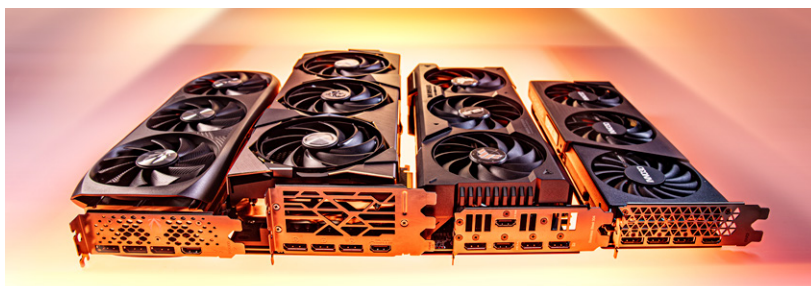
Zonder de open kernelmodule van de GeForce-fabrikant zouden de twee nieuwe opensource-drivers waarschijnlijk nooit zijn gemaakt. Een groot obstakel was het gebrek aan informatie om de noodzakelijke basis in Nouveau te creëren. Het nog grotere probleem was echter de beperkte firmware die Nvidia jarenlang leverde voor Linux. Die was niet in staat om vrij recente gpu's in hun zuinigste of krachtigste modus te zetten. Als gevolg leverde het OpenGL-stuurprogramma van Mesa, ook wel Nouveau genoemd, vaak slechts erbarmelijke 3D-prestaties.

REDEN VOOR NVIDIA'S OMMEKEER

Dankzij deze ontwikkelingen zullen Linux-distributies voor pc's de nieuwste GeForce-chipgeneraties binnenkort beter standaard al ondersteunen. Live Linux-systemen waarvoor propriëtaire stuurprogramma's vaak geen optie zijn, zullen hierdoor ook beter draaien. Dit was echter duidelijk niet de reden voor Nvidia's ommezwaai. Dat blijkt uit de opensource-module, die momenteel vooral bedoeld is voor AI-versnellers. Dat is een sterke aanwijzing dat de exploderende markt voor AI-supercomputers en high-performance computing (HPC) tot de ommezwaai heeft geleid. Nvidia domineert deze markt met rekenversnellers die voorheen nauw verwant waren aan game-gpu's. In de AI- en HPC-markt werd het echter steeds moeilijker voor het bedrijf om componenten die nodig zijn voor de best mogelijke prestaties te realiseren met een propriëtaire Linux-driver.

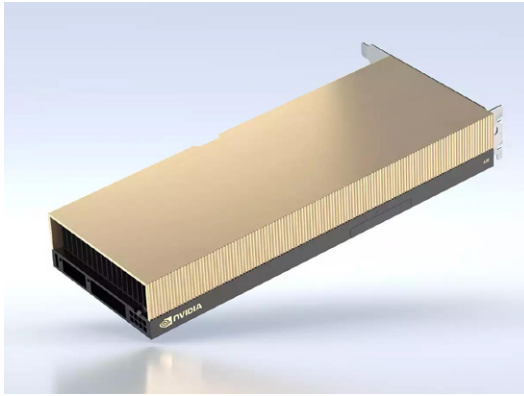
KERNELONTWIKKELAARS WERPEN LICENTIEBARRIÈRE OP

Dit is deels te wijten aan een licentiebarrière, omdat Linux-ontwikkelaars al twee decennia lang sommige methoden alleen exporteren naar kernelmodules via de `EXPORT_SYMBOL_GPL`-macro. De auteurs van de



Dankzij informatie uit Nvidia's opensource-driver ondersteunt Linux ondertussen standaard Nvidia's recente grafische kaarten zoals de GeForce-40-serie.

Niet grafische kaarten, maar AI-versnellers zoals de A30, zijn de belangrijkste reden voor Nvidia om opensource drivers beschikbaar te maken.



onderliggende code willen daarmee duidelijk maken: deze functies mogen alleen gebruikt worden door stuurprogramma's die, net als Linux zelf, onder de GPLv2 of een compatibele licentie vallen. Controles bij het laden van modules proberen dit af te dwingen, maar hebben gebreken. Nvidia's eigen kernelmodule is in staat geweest om methodes die op deze manier gelabeld zijn te vermijden zonder merkbaar het aantal functies en de snelheid te beperken. Er zijn echter aanwijzingen dat de niet inzichtelijke code soms smerige trucjes gebruikt die de stabiliteit van het systeem in gevaar brengen.

De speelruimte werd in de loop der jaren bovendien steeds kleiner naarmate het aantal GPLv2-exports toenam. De Linux-makers hebben verder enkele achterpoortjes in de licentiecontrole gedicht. Drie jaar geleden bijvoorbeeld, nadat Facebook-ontwikkelaars een reeks kernelwijzigingen hadden ingediend. Die waren bedoeld om de netwerkdrivers van de kernel in staat te stellen binnenkomende gegevens rechtstreeks naar het geheugen van de gpu te sturen met behulp van de eigen driver van Nvidia. Dat zou de prestaties verhogen van machine learning met Nvidia's versnellers, waarbij enorme hoeveelheden

gegevens binnenstromen. Incidenten als deze tonen Nvidia's eigen agenda voor de verandering: om versnellerchips de best mogelijke prestaties te laten leveren, moeten ze steeds nauwer samenwerken met de rest van het systeem. Dit aspect wordt momenteel opnieuw versterkt door de toenemende verspreiding van Compute Express Link (CXL), een nog jonge technologie voor hardwareverbindingen die een revolutie teweegbrengt in het ontwerp van systemen in grote datacenters.

Een zo nauw mogelijke samenwerking is eenvoudigweg niet mogelijk met een externe propriëtaire driver. De licentiebarrière is een probleem, maar niet het enige. Er zijn ook beperkingen voor de drivercode in Linux om risico's te beperken die de stabiliteit van het systeem in gevaar brengen.

NVIDIA KAN NU BETER CONCURREREN

Linux-ontwikkelaars staan echter open voor aanpassingen aan de basisinfrastructuur van de kernel op één voorwaarde: als die de prestaties van de drivercode in Linux verbeteren. Nvidia kan nu dergelijke wijzigingen doorvoeren – bijvoorbeeld om het geheugenbeheer voor zijn AI-versnellers te optimaliseren of om nieuwe hooks voor Nouveau te maken zodat de driver sneller gegevens ontvangt of sneller resultaten kan teruggeven. Nvidia zou deze verbeteringen vervolgens ook kunnen gebruiken in zijn externe opensource-module, zodat zijn eigen producten beter gepositioneerd zijn op de markt. Het zijn precies deze aspecten die een van de redenen zijn waarom honderden andere bedrijven al lange tijd betrokken zijn bij de ontwikkeling van Linux. Ze maken niet alleen de kernel beter, maar zorgen ook voor een stroom van ontwikkelaars.

Nvidia heeft waarschijnlijk ingezien dat een propriëtaire driver op de middellange tot lange termijn tot concurrentienadelen zou hebben geleid, het bedrijf is immers al lange tijd bezig met het voorbereiden van de openbaarmaking van een kernelmodule. Jaren geleden begon het bedrijf met het integreren van een RISC-V kern met de naam GSP (GPU System Processor) in zijn gpu's. Deze voert een eigen firmware uit die de kernelmodule tijdens de initialisatie naar de gpu stuurt. Die firmware neemt allerlei taken over die voorheen door drivers van het besturings-systeem moesten worden uitgevoerd. Dit betekent dat Nvidia's opensource-module slanker kan zijn en geen interne informatie hoeft te bevatten die het bedrijf voor nieuwsgierige ogen wil verbergen. Dit kan ook nodig zijn voor DRM-technologieën.

Nvidia's aanpak is niet ongewoon, want iets soortgelijks is ook te vinden in de grafische stuurprogramma's die AMD en Intel al lange tijd ontwikkelen als onderdeel van de Linux-kernel. Nvidia's GSP-firmware is echter aanzienlijk groter en duidelijk verantwoordelijk voor meer taken. Overigens is Nvidia's toewijding aan opensource-drivercode die is ontwikkeld als onderdeel van de kernel alleen nieuw als het gaat om grafische en acceleratorchips voor pc's en servers. Het bedrijf werkt al lange tijd aan de kernel om

strange on big-endian platforms though so it is a good idea not to do this.

Symbols

Within the kernel proper, the normal linking rules apply (ie. unless a symbol is declared to be file scope with the `static` keyword, it can be used anywhere in the kernel). However, for modules, a special exported symbol table is kept which limits the entry points to the kernel proper. Modules can also export symbols.

EXPORT_SYMBOL()

Defined in `include/linux/export.h`

This is the classic method of exporting a symbol: dynamically loaded modules will be able to use the symbol as normal.

EXPORT_SYMBOL_GPL()

Defined in `include/linux/export.h`

Similar to `EXPORT_SYMBOL()` except that the symbols exported by `EXPORT_SYMBOL_GPL()` can only be seen by modules with a `MODULE_LICENSE()` that specifies a GPL compatible license. It implies that the function is considered an internal implementation issue, and not really an interface. Some maintainers and developers may however require `EXPORT_SYMBOL_GPL()` when adding any new APIs or functionality.

Routines and Conventions

Ontwikkelaars exporteren methode via `EXPORT_SYMBOL_GPL` naar modules om duidelijk te maken dat dit alleen geldt voor code waarvan de licentie compatibel is met die van Linux.

ervoor te zorgen dat Linux zijn eigen Tegra-processors zo goed mogelijk ondersteunt. In 2014 heeft het bedrijf zelfs voor het eerst rechtstreeks bijgedragen aan de nouveau-code van de kernel, zodat deze in elk geval de basisfuncties ondersteunt van de gpu's die worden gebruikt in deze embedded processors met ARM-kernen.

KEERPUNT BIJ EMBEDDED

Naast Nvidia hebben twee andere industriereuzen zich onlangs geëngageerd aan opensource Linux grafische drivers (zie link). Eén daarvan is net zo belangrijk voor de computerwereld: ARM. Het bedrijf heeft een ambivalente relatie gehad met opensource drivers, omdat ARM ook al lange tijd intensief werkt aan de Linux-kernel. Dit maakt zijn cpu-ontwerpen aantrekkelijker op de markt, omdat die meestal worden verkocht aan bedrijven die ze gebruiken om processors te bouwen die bedoeld zijn voor Linux-gebruik. Voor zijn gpu-ontwerpen in de Mali-serie heeft ARM echter altijd de hand op de knip gehouden en vertrouwd op eigen stuurprogramma's die in Linux zijn geïntegreerd via zijn eigen opensource kernelmodule. Processors met dergelijke gpu's zijn te vinden in allerlei producten, vooral in smartphones, tablets, Chromebooks en single-board computers.

Drie jaar geleden begon ARM discreet aan een ommekeer. Via contracten met Collabora begon het bedrijf de ontwikkeling van opensource kernel- en OpenGL-drivers voor de nieuwere Mali ontwerpen te promoten. Deze drivers, die zijn opgenomen in Linux en Mesa, waren eerder onafhankelijk van ARM ontwikkeld onder de naam 'Panfrost', waarbij Collabora al een sterke impuls had gegeven.

In juli 2023 kondigde ARM een samenwerking aan met Collabora en sindsdien worden drivers volledig ondersteund. Vanaf nu is Panfrost de 'driver voor de Linux-gemeenschap'. Om ervoor te zorgen dat kernel- en OpenGL-drivers in de toekomst eersteklas ondersteuning bieden voor Mali-gpu's, willen de twee bedrijven de prestaties verbeteren en ondersteuning voor toekomstige Mali-generaties garanderen.

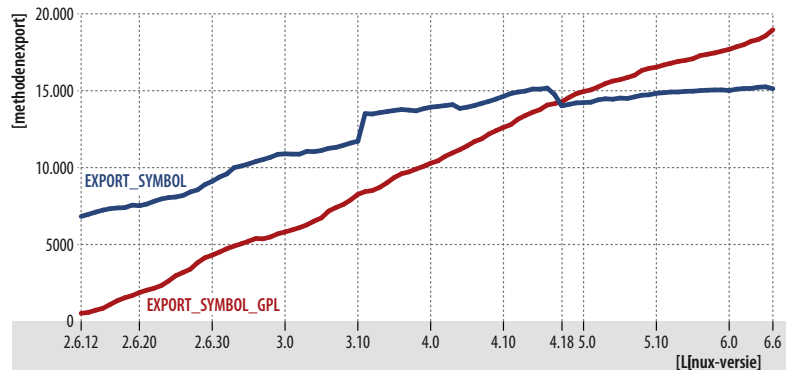
Net als Nvidia blijft ARM zijn kernelmodule en eigen userspace-drivers onderhouden. ARM is echter niet zo goed in het tijdig compatibel maken van de code voor het bouwen van zijn eigen kernelmodule met nieuwe Linux-versies. Dit is meestal om de paar maanden nodig omdat de kernelontwikkelaars van tijd tot tijd de methodes veranderen waarmee verschillende delen van Linux (en dus ook de drivercode) met elkaar communiceren. Hierdoor veranderen ook de symbolen die naar modules worden geëxporteerd om kernelmethoden te kunnen gebruiken.

VOORTDUREND VERANDERENDE COMMUNICATIEKANALEN

Ze maken deze aanpassingen om de prestaties te optimaliseren of de code te vereenvoudigen. Meestal maken kernel-ontwikkelaars echter infrastructuur om nieuwe toepassingsgebieden, apparaatklassen of hardwarefuncties te ondersteunen. Door de basis

Methodenexport voor kernel-modules

Vanaf Linux 4.18 heeft meer dan de helft van de naar modules geëxporteerde code een kenmerk dat aangeeft: code die dit heeft mag enkel modules benutten waarvoor alleen de GPL of daarmee compatibele licenties geldt. Dit aandeel groeit zichtbaar sneller.



kernel-infrastructuur en drivercode samen te voegen, hoeven Torvalds & co geen rekening te houden met achterwaartse compatibiliteit. Ontwikkelaars die een methode willen veranderen die geëxporteerd wordt naar modules, moeten tegelijkertijd alle delen van de kernelcode aanpassen die deze methode gebruiken – zelfs als niemand zich actief bezighoudt met de betreffende delen van de code. Dat laatste is niet ongewoon bij drivercode, aangezien die normaal gesproken pas wordt verwijderd wanneer hij niet langer productief lijkt te worden gebruikt met Linux. Dat is precies de reden waarom de huidige kernels veel hardware ondersteunen die meer dan tien jaar geleden voor het laatst werd verkocht en die niet meer werkt met huidige Windows-versies.

Linux kan zichzelf dus compatibiliteitscode besparen om oude drivers te ondersteunen en het tijden wanneer technische omwentelingen of flagrant verkeerde beslissingen in het codeontwerp dit noodzakelijk maken. Dit was bijvoorbeeld meerdere keren nodig met de usb-stack. De kernel-ontwikkelaars waren ook in staat om op een efficiëntere manier bescherming te realiseren tegen kwetsbaarheden in de processorbeveiliging zoals Spectre dan bij Windows mogelijk was, juist omdat ze de code van alle gangbare stuurprogramma's bij de hand hadden om die allemaal tegelijk aan te passen.

Het ontbreken van stabiele module-interfaces bemoeilijkt echter de externe ontwikkeling en het onderhoud van kerneldrivers. Programmeurs moeten de code flexibel ontwerpen en af en toe bijwerken zodat het past bij de module-exports van zowel oudere Linux-versies als gloednieuwe versies.

MOTIVATIE OM AAN DE KERNEL TE WERKEN

De reden dat de Linux-ontwikkelaars hier nooit rekening mee hebben gehouden: het gebrek aan stabiele interfaces heeft indirect bijgedragen aan het succes van de kernel. En aanzienlijk bijgedragen zelfs. Dit komt omdat duizenden bedrijven eerst hun drivers in Linux hebben geïntegreerd, maar later ook

andere verbeteringen aan de kernel hebben aangebracht. Gebruikers profiteren hiervan omdat de Linux-ontwikkelaars de bijdragers dwingen om samen te werken aan de basisinfrastructuur voor alle stuurprogramma's in een apparaatklasse. Daardoor kan bijvoorbeeld Nvidia een optimalisatie bijdragen aan de basis voor grafische stuurprogramma's, waardoor ook gpu's van AMD sneller werken – of omgekeerd.

De Linux-ontwikkelaars gebruiken hun regels ook om fabrikantspecifieke interfaces voor het gebruik en de configuratie van hardware te voorkomen. Met Linux-distributies of desktops kun je een schermconfiguratie tool gebruiken om de grafische chips van verschillende fabrikanten steeds op dezelfde manier in te stellen. Dit maakt fabrikanteigen tools overbodig, die je misschien kunnen bespioneren of zelfs de systeemveiligheid in gevaar kunnen brengen.

Een ander nogal verborgen voordeel van drivers in de kernel moet genoemd worden: fabrikanten hebben geen controle over de code. Ze kunnen klanten niet dwingen om geld te investeren in nieuwe producten door de ondersteuning van een stuurprogramma stop te zetten.

Bekwame ontwikkelaars voegen ook functies toe die de fabrikant misschien liever voor latere productgeneraties had gereserveerd. Of ze maken het stuurprogramma en daarmee de hardware geschikt voor toepassingsgebieden waarin de fabrikant niet geïnteresseerd is, zoals ondersteuning voor andere processorarchitecturen naast ARM en x86.

NOG MEER INKEER

Naast ARM levert nu nog een andere partij in de embedded markt opensource-drivers voor zijn grafische kernen: Imagination Technologies. Diens PowerVR-kernen zijn minder gangbaar dan ARM's eigen ontwerpen, maar zijn te vinden in allerlei mobiele apparaten en single-board computers. Imagination heeft een slechte reputatie in de opensource scene. Dit komt door de stuurprogramma's die het bedrijf jarenlang heeft geleverd die vaak alleen geschikt waren voor verouderde Linux-versies of alleen voor de

kernel die voorgeïnstalleerd was op het apparaat. Als gevolg daarvan zijn veel producten met PowerVR-graphics moeilijk of niet te gebruiken met nieuwe Linux- of besturingssysteemversies. Vijftien jaar geleden waren er soortgelijke problemen in de pc-wereld met de eerste generaties Atom-processors van Intel, die ook PowerVR-kernen van Imagination bevatten. Zulke cpu's zaten vaak in netbooks of tablets met Linux-gebaseerde besturingssystemen.

De standaard-distributies draaiden echter vaak niet al te best op deze apparaten. De stuurprogramma's van Imagination werkten namelijk vaak niet met de kernels van Fedora, Ubuntu & co, of alleen met beperkingen, zelfs als de kernels maar iets recenter waren. Die situatie verslechterde binnen een paar maanden en veroorzaakte veel problemen voor gebruikers.

In de lente van 2022 kondigde het bedrijf aan dat het in de toekomst zou vertrouwen op opensource-drivers. Dat begon met een Vulkan-driver die werd opgenomen in Mesa, gevolgd door een kernel-grafische driver voor de nieuwste generatie PowerVR-grafische cores.

ANDEREN TOONDEN EERDER INZICHT

Dit betekent dat er nu opensource kerneldrivers zijn van alle grote bedrijven die grafische cores ontwerpen voor processors die worden gebruikt in embedded systemen ontworpen voor Linux. Broadcom heeft drivers bijgedragen aan Linux die de eigen Videocore grafische kernen aansturen, die onder andere worden gebruikt in de processors van de Raspberry Pi-serie. De kernel bevat ook een driver voor Qualcomm's Adreno-gpu's van de Snapdragon-processors die in talloze Android-apparaten en Chromebooks zitten. Die is aanvankelijk door de community ontwikkeld, maar Qualcomm levert er nu een grote bijdrage aan. Beide bedrijven werken ook aan opensource Mesa-drivers voor OpenGL.

VeriSilicon, het bedrijf achter de Vivante grafische kernen, ontwikkelt ook al lange tijd opensource kerneldrivers, zij het extern. Deze drivers werden door opensource-ontwikkelaars gebruikt als bron voor een alternatief stuurprogramma dat al vele jaren in Linux al zit. VeriSilicon vertrouwt op eigen stuurprogramma's voor OpenGL, maar programmeurs hebben ook hier een alternatief gemaakt. Slechts één grotere speler in de gpu-industrie levert geen opensource Linux-stuurprogramma's: Apple. In tegenstelling tot alle anderen die genoemd zijn, heeft Apple zijn processors niet bedoeld voor Linux-gebruik. De opensource-gemeenschap vult dit gat. Het Asahi-project werkt aan kernel- en userspace-drivers voor de gpu's in de ARM-gebaseerde cpu's.

Vanuit een opensource- en Linux-perspectief klinkt het rooskleurig. In de praktijk is er echter veel te wensen over. Individuele gevallen zijn vaak ingewikkelder dan we hier kunnen beschrijven zonder te ver te gaan. Zo ondersteunen de drivers die bij Linux worden geleverd sommige grafische cores soms helemaal niet of slechts enkele van de hardware-eigenschappen; dit komt vooral voor bij oudere of bij

Eigenlijk bestaan er geen kernel-drivers

Linux is een vrij monolithische kernel. Simpel gezegd is het één groot uitvoerbaar bestand dat alle functies bevat die het ondersteunt. Code voor het aansturen van grafische kernen is daarom net zo deel van de kernel als al het andere en is aan geen enkele beperking onderhevig. Dit onderscheidt Linux van microkernels of de hybride kernel van Windows: daar kan de kernel meer worden gezien als het basisraamwerk met een abstractie laag waaraan de drivers koppelen, die tot op zekere hoogte geïsoleerd

werken. Omdat het 'uitvoerbaar bestand' steeds groter werd, voegden de ontwikkelaars van Linux 2.0 de mogelijkheid toe om delen van het bestand uit te besteden aan modules die de kernel alleen laadt wanneer dat nodig is. Hiervoor creëerden ze communicatiepaden die de Linux ontwikkelaars beschouwen als kernel-interne interfaces. Ze passen deze van tijd tot tijd aan, wat betekent dat extern onderhouden drivers zoals die van Nvidia af en toe de mist in gaan, omdat ze ook inhaken via de module-interface.

zonder nieuwe gpu's. Ondersteuning is vaak wel te vinden in drivers die van de fabrikant komen. Ongeacht of die opensource of propriëtair zijn: vaak zijn ze alleen geschikt voor specifieke, doorgaans verouderde kernelversies. En zelfs als een bedrijf zich ermee bemoeit en de drivers vrij snel compatibel maakt met nieuwe Linux-versies: terwijl Linux-ontwikkelaars hun drivercode meestal een decennium of langer onderhouden, worden drivers van fabrikanten vaak na een paar jaar stopgezet.

UPGRADEPROBLEMEN DOOR EXTERNE DRIVERS

Externe drivers kunnen besturingssysteem- en kernel-upgrades bemoeilijken of volledig blokkeren. De eerder genoemde problemen met de eigen drivers van Imagination laten dat zien. Maar dat is slechts één voorbeeld. Dergelijke beperkingen zijn een van de belangrijkste redenen voor de update-ellende van Android. Ook ontwikkelaars van LineageOS en andere van Android afgeleide besturingssystemen moeten hierdoor soms support voor apparaten opgeven.

Het probleem heeft zelfs de makers van de eerste Fairphone en andere bedrijven die hun smartphones wilden voorzien van nieuwe Android-versies jarenlang laten struikelen. Android is echter slechts het topje van de ijsberg, want soortgelijke problemen doen zich ook voor bij veel andere producten die gebruik maken van embedded processors of printplaten die daarmee zijn gebouwd, zoals IoT-apparaten, robots, wasmachines, televisies, auto's en meer.

Ontwerpers van grafische kernen, processorfabrikanten en bedrijven die zulke cpu's gebruiken hebben zich hier lang niets van aangetrokken. In de embedded markt is het lang gebruikelijk geweest om hardware te leveren met een aangepast besturingssysteem. De software daarvan was vaak al verouderd toen het product werd gelanceerd en bleef bijna altijd op hetzelfde niveau; beveiligingspatches waren er vaak helemaal niet of slechts korte tijd beschikbaar.

In de loop der jaren hebben steeds meer klanten deze ongelukkige situatie onderkend en druk uitgeoefend op bedrijven om zich te committeren aan opensource-drivers die als onderdeel van Linux worden onderhouden. Het gaat daarbij niet zozeer over consumenten, maar vooral over de bedrijven die processors installeren met deze grafische kernen, zoals autofabrikanten en hun toeleveranciers, industriële IT-leveranciers en talloze andere bedrijven uit allerlei sectoren.

MEER OP ÉÉN LIJN

Deze aspecten worden echter ook steeds belangrijker voor Android-apparaten. Google zet zich daarom steeds meer in om minder afhankelijk te worden van propriëtaire Linux-drivers, die kernel-beveiligingspatches en versie-upgrades moeilijk of zelfs onmogelijk maken. Naast Google hebben ook allerlei andere bedrijven de problemen van externe of propriëtaire drivers onderkend. Daarom zijn ze er bij het ontwerpen van producten op gaan letten of er wel geschikte



In goedkope Atom-tablets en -laptops zat vaak een PowerVR grafische kern, die voor problemen zorgde met populaire Linux-distributies.

drivers voor de beoogde componenten in Linux zitten. Dit is niet alleen te danken aan inzicht, maar ook aan nieuwe richtlijnen van wetgevers. De EU-verordening 2023/1670 voor ecologisch ontwerp van smartphones en tablets die in het najaar van 2022 is aangenomen en het onlangs bereikte compromis over de Europese Cyber Resilience Act, verplichten fabrikanten om hun apparaten gedurende meerdere jaren te voorzien van beveiligingsupdates.

Drivercode die is opgenomen in Linux maakt dit gemakkelijk voor bedrijven. Het alternatief is zelfstandig aan hun verplichting voldoen. Maar dan moeten ze bij problemen aankloppen bij elders gevestigde ontwikkelaars van de grafische kernel voor aangepaste kernelmodules. Dat is kostenintensief en misschien niet eens mogelijk, bijvoorbeeld als de betreffende fabrikant failliet is.

Met drivercode in de kernel kunnen leveranciers ook problemen oplossen die vandaag de dag nog onbekend of ver weg zijn – zoals het naderende jaar 2038-probleem met 32-bit processors, dat de Linux-systemen van sommige auto's die momenteel te koop zijn in de war dreigt te sturen.

CONCLUSIE

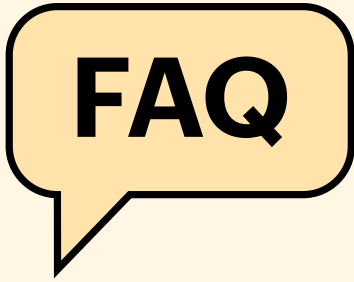
Het combineren van de basis kernel-infrastructuur met talloze stuurprogramma's, terwijl tegelijkertijd wordt afgezien van stabiele stuurprogramma-interfaces, levert verschillende voordelen op. Het is precies deze speelruimte die Linux in staat heeft gesteld om herhaaldelijk nieuwe en onvoorziene toepassingsgebieden en markten te veroveren. Het heeft ook herhaaldelijk verrassende prestatie-optimalisaties mogelijk gemaakt.

Maar bovenal bevrijdt het gebruikers van afhankelijkheid van fabrikanten. Gebruikers kunnen hun hardware vaak veel langer gebruiken dan bijvoorbeeld onder Windows. Ze hoeven daardoor geen geld te investeren in nieuwe apparaten omdat de fabrikant gierig is met de kwaliteit en duurzaamheid van zijn drivers. Met stabiele stuurprogramma-interfaces zouden veel voordelen van de Linux-kernel voor gebruikers verloren gaan.



www.ct.nl/softlink/2405132

ct



De optimale pc 2024

We kregen verschillende vragen en opmerkingen binnen over onze bouwvoorstellen voor een allround gaming-pc en compacte kantoor-pc in c't 4/2024. De belangrijkste tips en trucs hebben we hier voor je verzameld.

Christian Hirsch en Marco den Teuling

STRUIKELSTEKKER ATX12V

? Ik heb de gaming-pc in elkaar gezet en hij is klaar voor gebruik, maar na het inschakelen gaan de ventilators draaien, maar krijg ik geen beeld.

! Je bent waarschijnlijk vergeten om de acht-pins ATX12V-stekker van de voeding voor de cpu aan te sluiten op de overeenkomstige connector op het moederbord. Helaas bevindt die zich op de meest ontoegankelijke plek op de pc, namelijk in de linkerbovenhoek van het moederbord.

Hij wordt daar ook nog eens aan het zicht onttrokken door de processorkoeler. Als je de connector moeilijk kunt bereiken, moet je tijdelijk de bovenkant van de behuizing verwijderen om de ATX12V-kabel met het label 'CPU' aan te sluiten.

Op het MSI-moederbord dat wij gebruikten in ons bouwvoorstel, zijn er twee acht-pins voedingsaansluitingen voor de processor. Je kunt de tweede gewoon vrijlaten. De AMD Ryzen 7 7800X3D is zo zuinig dat een enkele ATX12V-kabel van de voeding voldoende is.

Belangrijk: let wel goed op de labeling van de kabels: sluit niet de 6+2-pins kabel met het label 'PCIE' die is bedoeld voor de grafische kaart aan op de ATX12V-connector van het moederbord, want de polariteit is precies omgekeerd!



De ATX12V-stekker voor voeding van de cpu wordt vaak vergeten. Als die niet is aangesloten, start de pc niet.

TE STERKE CPU VOOR OFFICE?

? Ik snap niet waarom c't bij de compacte office-pc een processor heeft gekozen met acht cores. Is voor kantoorgebruik een dual-core niet genoeg?

! Dat hangt een beetje af van wat je definitie is van 'office'. Als je dat beperkt tot tekstverwerking, internetten en mailen heb je wel gelijk. Het gebruik in een kantooromgeving is de laatste jaren echter veranderd. Op veel kantoor-pc's draaien nu meerdere applicaties parallel. Videoconferentieprogramma's vereisen rekenkracht voor functies zoals de achtergrond wazig maken. Daarnaast zijn er steeds meer kantoorbanen en thuiswerkers die bijvoorbeeld beeld- en videobewerking nodig hebben. Dergelijke toepassingen hebben veel baat bij processors met meer dan twee kernen.

Ook financieel is een dual-core nauwelijks de moeite waard. De Ryzen 7 5700G die wij gebruikten kost slechts 180 euro; als je geld wilt besparen, kun je ook de zes-core Ryzen 5 5600G installeren voor 120 euro. Veel goedkoper dan dat wordt het niet, want AMD biedt geen processors met redelijk moderne Zen 3-technologie en geïntegreerde gpu voor minder dan 100 euro. Zelfs met de verouderde Zen 2-architectuur is de goedkoopste cpu de Ryzen 3 4300G met vier cores, die met 90 euro slechts 10 euro goedkoper is dan de Ryzen 5 4600G met zes cores.

LEVERINGSPROBLEMEN VERMIJDEN

? Ik sta op het punt de hardware voor de allround gaming-pc te bestellen. Maar verschillende onderdelen zijn al weken niet beschikbaar bij de gangbare webwinkels. Wat zijn er voor alternatieven aan te raden?

! Hiervoor geldt hetzelfde als andere jaren: zelfs zonder chiptekorten, pandemieën of containerschepen die het Suezkanaal blokkeren, zijn er wel ergens tekorten bij de aanbevolen onderdelen voor de c't-bouwvoorstellen nadat ze zijn gepubliceerd.

Deze keer gaat het om de grafische kaart, de voeding en het RAM-geheugen van de allround gaming-pc. Voor het RAM kun je ook elk ander SPD-compliant DDR5-5200 RAM met JEDEC-profiel en 1,1V-voltage gebruiken, let op die specificaties als je andere modules wilt bestellen. In plaats van de GeForce RTX 4070 van PNY kun je ook kiezen voor de overgeklokte variant

PNY GeForce RTX 4070 XLR8 Gaming Verto Epic-X RGB Overclocked Triple Fan, die echter ook sterk in prijs is gestegen. Een ander alternatief is de Asus Dual GeForce RTX 4070 OC (DUAL-RTX4070-O12G), die iets luider is onder belasting dan de PNY-kaart.

Voor de voeding kun je ook de Seasonic Focus GX 750W ATX 2.4 installeren in plaats van de aanbevolen 650 watt versie.

ALLROUNDER BOOT PAS VIA RESETKNOP

? Ik heb de allround gaming-pc uit het c't-bouwvoorstel in elkaar gezet. Maar na inschakelen blijft het scherm zwart. Pas als ik op de resetknop hebt gedrukt, start de pc op naar Windows. Hoe komt dat?

! Helaas is er bij enkele BIOS-versies van het MSI B650 GAMING PLUS WIFI-moederbord, zoals versie 7E26v15, een incompatibiliteit ingeslopen met grafische kaarten uit Nvidia's RTX 4070-serie. Bij versie 7E26v17 en nieuwer doet het probleem zich niet meer voor. Ons advies is dan ook, zoals beschreven in het bouwvoorstel, om voordat je een besturingssysteem installeert eerst de actuele versie van de BIOS-firmware te installeren vanaf een usb-stick.

ONBEKENDE SCHAKELAAR BIJ VOEDING

? Bij de Seasonic-voeding van de allround gaming-pc heb ik achterop een schakelaar ontdekt voor de 'Hyrid Mode'. Wat doet die?

! Als je die schakelaar indrukt, werkt de semi-passieve modus van de voedingsventilator niet meer. Dat betekent dat die ventilator altijd draait. We raden aan om de schakelaar in de uit-stand te laten staan voor een zo stil mogelijke werking. De ventilator gaat dan pas draaien bij circa 30 procent van de nominale belasting, oftewel bij een verbruik van circa 200 watt.

RAM NIET OP COMPATIBILITEITSLIJST

? Zowel bij het MSI-moederbord als bij de Asrock-barebone voor de acht-core mini-pc heb ik het door c't genoemde geheugen niet gevonden in de compatibiliteitslijsten van de fabrikanten. Geeft dat geen problemen?

! De compatibiliteitslijsten geven eigenlijk alleen aan wat de fabrikanten hebben getest en wat goed werkt. Dat wil niet zeggen dat DIMM's die niet op de lijst staan niet werken. Bovendien hebben we de door ons gebruikte modules intensief getest met exact de combinatie van hardwarecomponenten die in het bouwvoorstel zijn gebruikt. We gebruiken uitsluitend DIMM's die voldoen aan de normen van de JEDEC



Laat de Hybrid mode-schakelaar van de voeding in de uitgeschakeld stand, zodat de ventilator pas gaat draaien bij hogere belasting.

Solid State Technology Association. In tegenstelling tot bij overklokmodules met Expo- of XMP-profielen zijn problemen daarmee zeldzaam. Het doel van de specificatie is ook juist dat alles werkt zolang de betreffende componenten en fabrikanten zich netjes aan de specificatie houden.

Overklokmodules overschrijden juist meestal de norm, waardoor processor-, moederbord- en DIMM-fabrikanten ze moeten onderwerpen aan uitgebreide tests, om te bepalen met welke verhoogde spanning en met welke timings bepaalde snelheden stabiel werken.

Afhankelijk van de capaciteit van de module worden echter verschillende RAM-chips gebruikt. Bovendien zijn er bij alle productieprocessen bepaalde fabricagetoleranties. De compatibiliteitslijsten zijn dan ook slechts een momentopname, maar geen absolute garantie voor een goede werking.

EXTRA SSD IN GAMING-PC

? Ik wil graag een tweede M.2-ssd in de allround gaming-pc inbouwen. Heeft dat invloed op de beschikbare PCIe-lanes voor de grafische kaart en daarmee op de 3D-prestaties?

! Zo'n beperking geldt niet voor de MSI B650 GAMING PLUS WIFI in het bouwvoorstel. Beide M.2-slots zijn rechtstreeks verbonden met de cpu via vier PCIe 4.0-lanes. De PEG-sleuf voor de grafische kaart is verbonden met de processor via 16 aparte PCIe 4.0-lanes, zodat de gpu altijd de volledige doorvoersnelheid beschikbaar heeft. Je kunt dus zonder aarzelen twee M.2-ssd's met PCI Express-interface in de allround gaming-pc plaatsen. M.2-ssd's met het oudere en langzamere SATA-protocol zullen echter niet werken, omdat de Ryzen 7000-processors geen SATA-controller meer bevatten.

Hotline

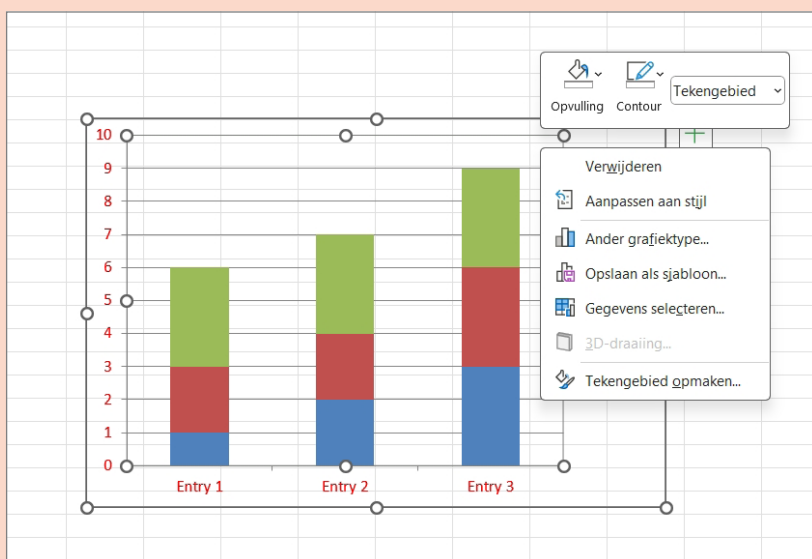
EXCEL-GRAFIEK ALS TRANSPARANTE BITMAP

? Ik wil een grafiek uit Excel als een afbeelding met een transparante achtergrond opslaan om die vervolgens in PowerPoint te gebruiken. Hoewel ik de grafiek heb opgeslagen in png-formaat, heeft hij een witte achtergrond. Moet ik de grafiek en de tekstlabels eerst vrijmaken in een apart beeldbewerkingsprogramma?

! Nee, dat kan makkelijker. Het is niet genoeg om de grafiek op te slaan in png-formaat, hoewel dat formaat transparantie in het algemeen ondersteunt. De truc is om de witte achtergrond van het diagram transparant te maken in Excel.

Klik daarvoor met de rechtermuisknop op de grafiek. Boven het eigenlijke menu is er een kleine extra balk met twee pictogrammen en een snelmenu. Stel dat laatste in op Grafiekgebied. Selecteer onder 'Opvullen van vorm' de optie 'Geen opvulling' en zet 'Omtrek van vorm' op 'Geen kader'. Je kunt zien of dat heeft gewerkt doordat het raster van de Excel-tabel dan door de achtergrond van de grafiek schijnt.

Exporteer de grafiek vervolgens als afbeelding. Klik met de rechtermuisknop in het smalle gebied tussen de twee buitenste kaders (de binnenste is voor het tekengebied, de buitenste voor het algemene diagram), selecteer 'Opslaan als afbeelding ...' in het contextmenu en stel bij het volgende bestandsdialoogvenster indien nodig het formaat in op png. De gegenereerde bitmap-afbeelding heeft dan een transparante achtergrond – als die wordt ingevoegd in een programma dat transparantie ondersteunt tenminste, wat PowerPoint ook doet.



Een grafiek in Excel kun je eenvoudig exporteren als afbeelding zonder achtergrond, zodat je het bij een PowerPoint-presentatie kunt invoegen waarbij een gekleurde achtergrond doorschijnt.

AIRPODS PRO2 ALS GEHOORBESCHERMING

? Apple adverteert zijn nieuwe adaptieve ruisonderdrukking van iOS 17 met de AirPods Pro 2 als bescherming tegen luide sirenes of ander lawaai op straat. Is het ook mogelijk om de AirPods Pro 2 te gebruiken als gehoorbescherming bij luide muziekconcerten?

! We hebben dat uitgeprobeerd tijdens een concert. Het geluidsvolume van de band ging soms over de 100 decibel heen, wat voor ons te luid was. Sommige nummers waren echter stiller en bleven ruim onder de 90 decibel. Passieve oordopjes bleken onpraktisch: enerzijds dempen ze de hoge frequenties te veel, waardoor het geluid dof werd. Anderzijds dempten ze te sterk waardoor we de stillere nummers nauwelijks konden horen.

De AirPods Pro 2 past in de adaptieve modus van iOS 17 de ruisonderdrukking daarentegen aan, zodat de muziek altijd op een waargenomen kamervolume bleef. Het niveau kan niet worden gewijzigd. Daarnaast egaliseerde de actieve demping de frequentierespons zodat de muziek niet zo dof klonk als met passieve pluggen.

Zolang de band nummers op een constant volume speelde, werkte de adaptieve gehoorbescherming erg goed en was die aanzienlijk beter dan de standaard ruisonderdrukkingmodus. Er ontstonden alleen problemen als luide en rustige passages elkaar snel afwisselden in een nummer. Dat komt omdat de adaptieve modus het volume met intervallen van ongeveer een seconde aanpast, wat leidt tot het soort 'pompen' dat muzikanten kennen van slecht afgestelde compressors.

Voor een optimale adaptieve gehoorbescherming zou Apple de reactietijd van de demping moeten verlengen of een modus moeten inbouwen waarin de sterkte van de actieve demping handmatig kan worden ingesteld.

THUNDERBIRD E-MAIL BESCHADIGD

? Ik probeer een e-mail in Thunderbird te openen, maar het programma doet er extreem lang over om het weer te geven. De bijlagen bij dat bericht kan ik niet openen of opslaan. Thunderbird maakt de bestanden wel aan, maar ze hebben geen inhoud.

! Dergelijke problemen kunnen zich voordoen als de lokale berichtenindex van Thunderbird beschadigd is. Het programma toont dan een lijst met berichten die niet meer bestaan, laat bestaande berichten niet zien of er treden andere vreemde fouten op – zoals bijlagen waarvan de inhoud niet beschikbaar is.

Helaas treden bij Thunderbird dergelijke indexproblemen van tijd tot tijd op, maar er is een ingebouwde oplossing: klik met de rechtermuisknop op de map met het defecte bericht en selecteer Eigenschappen in het contextmenu. Het venster dat dan wordt

geopend, bevat de knop 'Map repareren'. Dat zorgt ervoor dat Thunderbird alle mails in de map ophaalt van de IMAP-server en de index opnieuw opbouwt. Afhankelijk van het aantal berichten kan dat enige tijd duren. Je kunt het mapeigenschappenvenster echter meteen sluiten en de voortgang volgen in de statusbalk van het mailprogramma.

DIAGNOSE-LEDS OP MOEDERBORD

? Mijn nieuwe zelfbouw-pc wil niet starten. Van de vier diagnostische leds op het moederbord licht de RAM-led op. Ik heb het werkgeheugen vervangen, maar dat heeft het niet opgelost. Bij een nieuw moederbord werkt het allemaal prima. Wat kan het probleem zijn?

! Veel moderne moederborden hebben diagnose-leds die een indicatie geven van de oorzaak van opstartproblemen. Er zijn er meestal vier: CPU, RAM, GPU/VGA en BOOT. Die geven echter alleen een indicatie van de oorzaak van de fout, omdat er geen geavanceerde diagnostische functie achter zit. In principe laten ze alleen zien waar het bootproces vastloopt.

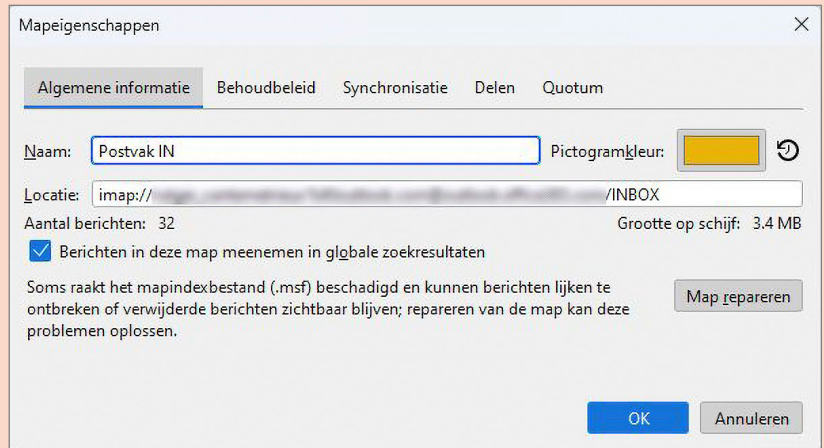
Als de RAM-led bijvoorbeeld continu brandt, kan het RAM defect zijn. Het is echter ook mogelijk dat de processor een probleem heeft, aangezien de geheugencontroller zich in de cpu bevindt. Verkeerde BIOS-instellingen voor het werkgeheugen, vreemde voorwerpen in de cpu-socket of een defect moederbord veroorzaken die foutmelding ook. Bij GPU/VGA en BOOT is het duidelijker. De eerste geeft een probleem aan met het initialiseren van de grafische kaart of de geïntegreerde gpu. In het tweede geval kan het moederbord geen geschikt bootapparaat vinden, het herkent dan bijvoorbeeld de ssd niet of de opstartmodus (UEFI of CSM) komt niet overeen met het besturingssysteem op de gegevensdrager.

MQTT EXPLORER EN TLS

? Ik word niet goed van MQTT Explorer: ik heb mijn MQTT-server van buitenaf toegankelijk gemaakt via port-forwarding in de router. Trafiek voorziet hem van certificaten van Let's Encrypt via TCP-proxy. Wanneer ik echter de optie 'Validate certificate' in MQTT Explorer instel, zegt het programma 'certificate has expired'. Wat is het probleem?

! Je hebt waarschijnlijk alles goed gedaan: MQTT Explorer gebruikt de Electron-ontwikkelomgeving als basis, waarmee je lokaal uitgevoerde JavaScript-programma's kunt schrijven. De gebruikte Electron-versie vertrouwt de certificaatketen waarop het Let's Encrypt-certificaat is gebaseerd helaas echter niet.

Je kunt het programma een beetje helpen door via de knop ADVANCED naar de instellingen voor je



Thunderbird beschadigt soms zijn indexbestanden, maar het programma kan ze ook zelf weer repareren.

MQTT-verbinding te gaan. Klik daar op CERTIFICATES en vervolgens op SERVER CERTIFICATE (CA). Dan kun je het ontbrekende certificaat toevoegen zodat deze verbinding Let's Encrypt vertrouwt – je moet eerst het ISRG Root X1-certificaat downloaden (zie de link op de laatste pagina van dit artikel).

Dat het probleem bij de MQTT Explorer ligt kun je controleren door de veilige toegang tot je MQTT-server te testen met het openssl-commando in een Unix/Linux-omgeving. Het commando

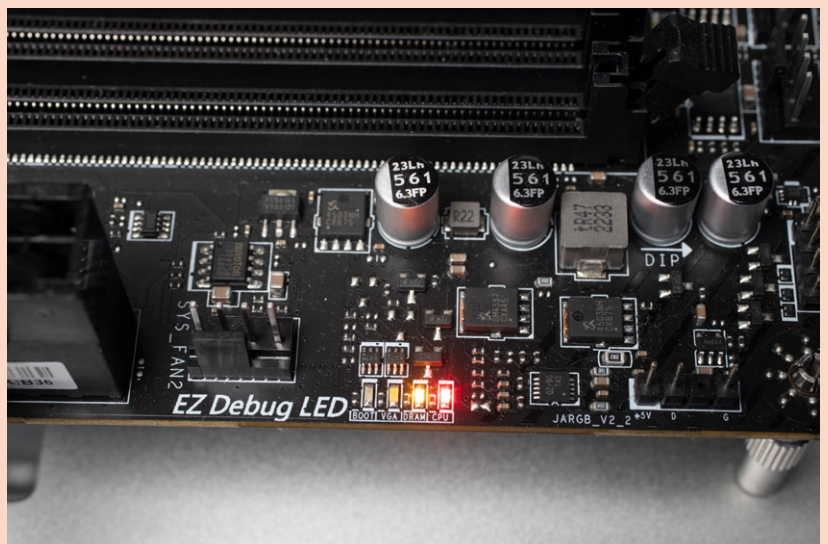
```
openssl s_client -connect <jouw server>:8883
-showcerts
```

moet informatie geven over de certificaten die door Let's Encrypt uitgegeven zijn.

Als je alleen verwijzingen krijgt naar een TRAEFIK DEFAULT CERT, test je misschien met een iets oudere macOS-versie. Die gebruikt openssl afkomstig van LibreSSL en stuurt de servernaam niet mee met de benaderingspoging (geen SNI). In dat geval moet je het commando

```
openssl s_client -connect <jouw server>:8883
-servername <jouw server> -showcerts
```

gebruiken.



De diagnose-ledjes op moderne moederborden kunnen helpen bij het oplossen van problemen, maar ze geven hooguit een indicatie van waar het probleem ongeveer zit.



Inmiddels zijn er enkelzijdige M.2-ssd's met 4 TB, zoals de prijzige Samsung 990 Pro met 4 TB (zie afbeelding). Een goedkoper maar trager alternatief is de Crucial P3 Plus, die eveneens als enkelzijdig model met 4 TB verkrijgbaar is.

PAGINA IN PDF DIRECT OPROEPEN

? Ik probeer met PDF-XChange Viewer tevergeefs een specifieke pagina in een pdf direct te openen. Hoewel het de bestandsspecificatie 'C:\Pad\ naar\ct2403.pdf#16' accepteert om pagina 16 van het pdf-document ct2403 te openen, toont het geen resultaten. Hebben jullie enig idee hoe ik dat kan oplossen?

! Windows begrijpt een opdracht als 'xyz.pdf#16' niet als een bestandsspecificatie die 'zomaar' kan worden opgeroepen zonder het bijbehorende programma te noemen. Wat wel zou moeten werken: de viewer expliciet oproepen en de syntaxis van de opdrachtregel gebruiken om een pagina direct te openen. Volgens de documentatie (zie de link op de laatste pagina) is dat voor de PDF-XChange Viewer:

```
"C:\Waar\dan\ook\PDFXCview.exe" /A "page=16"
"C:\Pad\naar\ct2403.pdf"
```

Je moet dan natuurlijk de paden aanpassen aan jouw situatie. Het geheel moet dan ingevoerd worden in het 'doel' van een nieuw aangemaakte link in jouw map. De wizard voor het maken van een snelkoppeling vraagt naar de opslaglocatie.

HOE SNEL MOET MIJN INTERNETVERBINDING ZIJN?

? Ik wil een zo goedkoop mogelijke internetverbinding hebben. De goedkoopste snelheid die wordt geboden is 50 Mbit/s. Kan ik daarmee films in hoge resolutie streamen of moet ik 100 Mbit/s of meer nemen?

! Met 50 Mbit/s kom je al een heel eind. Alle gangbare videostreamingdiensten raden een minimale datasnelheid van 5 tot 8 Mbit/s aan voor full hd-video's. 50 Mbit/s is dus voldoende voor meerdere streams tegelijkertijd.

De situatie is anders als je 4K wilt streamen: daarvoor raden providers datasnelheden van 25 tot 40 Mbit/s aan, en dan is een 50 Mbit/s verbinding net voldoende voor één stream. Maar dat kan snel veran-

deren: Sony heeft zijn eigen streamingdienst, Bravia Core, opgezet voor kopers van zijn Bravia-televisies. Die verstuurt content in bijzonder hoge kwaliteit met een snelheid tot 80 Mbit/s – dan is 50 Mbit/s dus al te knap.

Ook boet je bij een lage datasnelheid in wat het gebruiksgemak betreft. Het bufferen voordat een stream kan starten duurt merkbaar korter bij een snellere verbinding. Bij een langzamere verbinding kan het voorkomen dat de datasnelheid aan het begin van de stream wordt verlaagd, waardoor details ontbreken. Als de datasnelheid echter voldoende is voor een betere kwaliteit, wordt de resolutie meestal na korte tijd automatisch verhoogd.

TOETS VOOR SLAAPSTAND

? Op mijn vorige toetsenbord zat een aparte toets waarmee ik de computer in de slaapstand kon zetten. Op het toetsenbord dat ik nu gebruik zit zo'n knop niet, maar ik vond dat wel heel handig. Is er een manier om die functie aan een andere toets toe te wijzen?

! Belangrijk daarbij is de scancode voor de slaapstandtoets. Die is 0xe05f. De eenvoudigste manier om een andere toets toe te wijzen is met een extern hulpprogramma. SharpKeys en AutoHotkey zijn daar bijvoorbeeld geschikt voor. Gedetailleerde instructies over het toewijzen van toetsen met beide tools vind je in c't 9/2020 vanaf pagina 100, de tools vind je via de link op de laatste pagina van dit artikel.

Bij SharpKeys staat de toets die je zoekt in de toetsenlijst als 'Special: Sleep (E0_5F)', bij AutoHotkey heet hij {Sleep}. Die methode werkte bij een test echter niet op alle systemen. Als alternatief kun je ook een DLL-oproep toewijzen aan een toets in AutoHotkey. De codereguleer voor de Pause-toets ziet er bijvoorbeeld als volgt uit

```
Pause::DllCall("PowrProf\SetSuspendState",
"Int", 0, "Int", 0, "Int", 0)
```

Als je een andere toets wilt gebruiken, vervang dan het woord `Pause` links van de twee dubbele punten. Houd daarbij wel de AutoHotkey-conventies aan.

MAXIMALE CAPACITEIT VAN SSD

? In mijn laptop zit een 2280 M.2-ssd (8 centimeter lang) met PCIe 3.0 x4 (NVMe). Volgens de fabrikant kan er een ssd in met een maximale capaciteit van 1 TB. Kan ik er ook een met 2 of 4 TB installeren?

! Het ontwerp van een M.2-ssd, de PCIe-generatie, het aantal PCIe-lanes en de opslagcapaciteit zijn niet direct aan elkaar gerelateerd. Het is echter mogelijk dat er alleen een M.2-ssd in een specifiek apparaat past waar de chips alleen aan de bovenkant (enkelzijdig) zijn aangebracht – dus niet een ssd

waarbij de chips ook aan de onderkant (dubbelzijdig) zitten. Dat beperkt de capaciteit: er passen gewoon minder chips op. Omdat NAND-flashchips bij elke generatie meer en meer gegevens kunnen opslaan, is het inmiddels mogelijk om M.2-ssd's met 2 TB aan één kant te plaatsen – in het verleden waren daarvoor meer chips nodig en moesten sommige aan de onderkant geplaatst worden.

Er zijn ook beperkingen vanwege validatie en ondersteuning: misschien heeft de fabrikant het apparaat destijds alleen getest met ssd's met een maximale capaciteit van 1 TB. Als het apparaat enkele jaren oud is, waren er op het moment van ontwikkeling misschien nog geen ssd's met een hogere capaciteit. In dat geval betekent de beperking dat als je er een met meer capaciteit installeert, je dat op eigen risico doet.

Over enkele jaren oud gesproken: vooral als het een ouder Windows-apparaat betreft, zal dat mogelijk in de BIOS-compatibele modus opstarten. Daarvoor moet de bootloader zich op een opslagmedium met een Master Boot Record (MBR) bevinden. Dat betekent dat er maximaal 2 TB mogelijk is.

Moderne Windows 11-systemen booten daarentegen op in de UEFI-modus, waarin opslagmedia als GPT (Globally Unique Identifier, kortweg GUID Partition Table) worden geïntegreerd. Die beperking speelt daar geen rol.

Nog een opmerking: PCIe is zowel naar upwards als downwards compatibel. Een NVMe-ssd met een PCIe 4.0-controller werkt ook in een PCIe 3.0-slot en vice versa. Het is echter wel mogelijk dat een PCIe 4.0-ssd zijn maximale gegevensoverdrachtsnelheid niet haalt in een PCIe 3.0-slot.

PINCODE VAN DE TV RESETTEN

? We hebben een pincode ingesteld op onze Samsung-tv om het ouderlijk toezicht voor tv-kanalen in te kunnen stellen en, je raadt het al, we zijn de pincode vergeten. Ik heb hem nu nodig om de tv te kunnen resetten. Is er een manier waarop ik dat kan doen?

! Je kunt de pincode van je Samsung-tv resetten naar 0000 met deze toetsencombinatie op de afstandsbediening (zet de tv wel eerst aan): mute – volume omhoog – terug – volume omlaag – terug – volume omhoog – terug.

Als je Samsungs Smart Remote hebt, dan druk je eenmaal de kantelende volumeknop recht omlaag in plaats van de muteknop, duw je de volumeknop omhoog of omlaag in plaats van 'volume omhoog' en 'volume omlaag', 'terug' is het pijlsymbool links boven de volumeknop.

Tijdens dat proces wordt er niets weergegeven op de tv, dus verwacht geen feedback. Je kunt alleen te weten komen of het gewerkt heeft door bijvoorbeeld 0000 in te voeren bij het instellingenmenu voor ouderlijk toezicht. Als er niets veranderd is, probeer het dan gewoon opnieuw.

TEAMS-LINKS OPENEN IN TEAMS-APP

? Sinds de update naar Android 13 opent mijn Samsung-tablet niet langer Microsoft Teams-links naar vergaderingen in de Teams-app, maar in de browser. Is er een manier om te zorgen dat mijn smartphone wel de app gebruikt?

! Android-apps kunnen registreren voor welke inhoud en url's ze ingeschakeld kunnen worden. Bij het openen van url's doorloopt Android de lijst en geeft een keuzemenu weer als meerdere apps beweren de link af te kunnen handelen. In dat menu kun je ook de standaardtoepassing instellen. De browser voelt zich verantwoordelijk voor alle url's. Als die direct wordt geopend, is de app Teams niet geregistreerd voor die link.

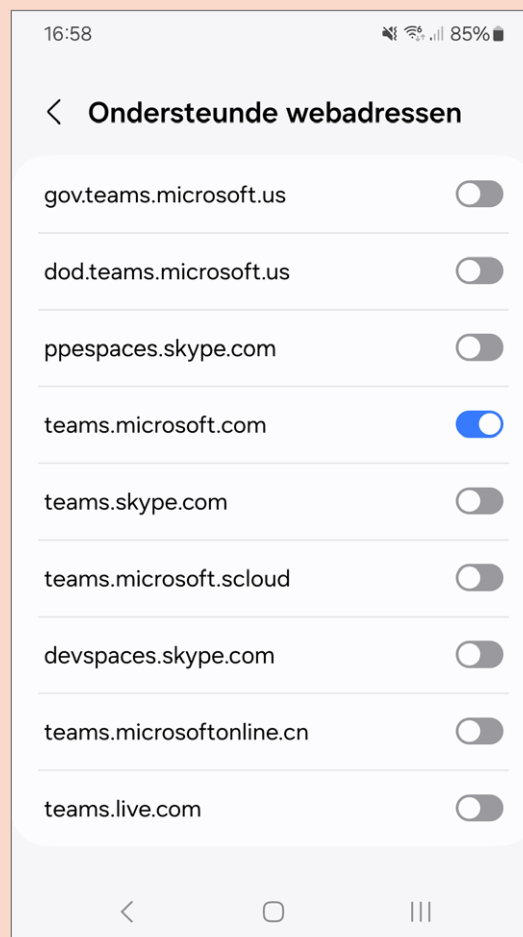
Je kunt dat echter achteraf aanpassen: selecteer bij de Android- of OneUI-instellingen Apps en vervolgens 'Standaard apps kiezen'. Klik op 'Links openen' om naar het menu 'Apps die links openen' te gaan. Controleer eerst of 'Koppelingen in apps openen' bovenaan ingeschakeld is. Selecteer vervolgens de app Teams in de lange lijst eronder en tik erop.

Bij de instellingenpagina die wordt geopend, moet 'Ondersteunde koppelingen openen' geactiveerd zijn. Tik vervolgens op 'Ondersteunde webadressen'. Schakel in de lijst het domein in waarmee je vergaderingskoppelingen beginnen. Dat kan bijvoorbeeld `teams.microsoft.com` zijn.

ct



www.ct.nl/softlink/2405140



Als uitnodigingen voor vergaderingen in Android niet met de Teams-app maar in de browser worden geopend, moet je de instellingen van Android aanpassen.

NIEUWE INSTAP-XEON

Intel Xeon E-2400 voor kleine servers

Na meer dan twee jaar komt Intel met nieuwe processors voor kleine servers: ze bieden meer rekencapaciteit, sneller DDR5-RAM en PCI Express 5.0.

Christof Windeck en Marco den Teuling

Voor kleine servers met een enkele processorsocket verkoopt Intel al jaren de Xeon E-modellen, die nauw verwant zijn aan de huidige Core i-cpu's. Nu zijn er acht uitvoeringen van de Xeon E-2400 'Raptor Lake' met vier, zes of acht performance-cores (P) – Intel laat de E-cores weg. De prijzen variëren van ongeveer 210 tot 600 euro, de Thermal Design Power (TDP) van 55 tot 95 watt.

Vergeleken met de voorgaande serie Xeon E-2300 die in de herfst van 2021 werden gepresenteerd, bieden de nieuwkomers niet meer cpu-cores, maar wel tot 68 procent meer rekenkracht. Ook zijn er eindelijk 16 PCIe 5.0-lanes (direct aan de processor verbonden), DDR5-ECC RAM (tot 4800 MT/s) en USB 3.2 Gen 2 met 10 Gbit/s en USB 3.2 Gen 2x2 met 20 Gbit/s.

Hiermee komt de Xeon E-2400 op gelijke hoogte met de AMD Ryzen 7000, waarvoor nu enkele servermoederborden beschikbaar zijn. De Ryzen 7000 heeft echter tot 16

cpu-cores en 32 threads en PCIe 5.0 x4 voor een snelle ssd.

MOEDERBORDEN MET C266 OF C262

De Xeon E-2400 past in de LGA1700-socket, maar vereist een moederbord met een C266- of C262-chipset. De fabrikanten Asrock Rack, Asus, MSI, Supermicro en Tyan hebben dergelijke moederborden al aangekondigd. Prijzen zijn nog niet bekend, maar de voorgangers met LGA1200/C256 kosten minstens 300 euro.

AMD Ryzen 7000-moederborden met een chip voor remote beheer (Baseboard Management Controller, afgekort BMC) zijn minstens 100 euro duurder.

De eerder genoemde fabrikanten plus Gigabyte presenteerden ook server-barebones voor een Intel Xeon E-2400 cpu. Gigabyte levert de platte R133 1HE plug-in unit met een Xeon- of Ryzen-moederbord, namelijk als R133-X10/X11/X13 of als R133-C10/C11/C13.

De '11'-versies hebben extra 10 Gbit/s ethernet-aansluitingen, terwijl de '13'-versies redundante 800-watt voedingseenheden hebben en ruimte bieden voor één of twee rekenversnellingskaarten.

Terwijl veel van de huidige moederborden voor desktop-pc's met het moderne DDR5-RAM ook geheugenmodules accepteren met een capaciteit tot 48 GB (of zelfs al 64 GB) zijn serverproducten op dat punt nog een stukje conservatiever. Ze hebben een maximum van 128 GB RAM in de vorm van vier 32 GB ECC-UDIMM's. Registered DIMM's (RDIMM's) zijn gereserveerd voor de 'grote' Xeons.

In tegenstelling tot hun E-2300 voorgangers hebben de acht Xeon E-2400's geen geïntegreerde gpu's. Voor een workstation met ECC-RAM wordt normaal gezien een Core i5/i7/i9 uit de 12000- of 13000-serie gebruikt op een moederbord met de W680- of R680E-chipset.

ct



Foto Gigabyte

Van de rackserver R133X11 voor Xeon E2400-cpu's biedt Gigabyte ook de R133C11 variant met een moederbord voor een AMD Ryzen 7000.



Foto Asus

Het Asus R13RM servermoederbord met LGA1700-socket en C266-chipset voor een Xeon E2400. Er is ook een variant met 10Gbit/s-netwerkcontroller.

Intel Xeon E-2400 (Raptor Lake, LGA1700)

Processor	kernen/threads	kloksnelheid/turbo	TDP	prijs
Xeon E-2488	8/16	3,2/5,6 GHz	95 W	\$ 606
Xeon E-2478	8/16	2,8/5,2 GHz	80 W	\$ 556
Xeon E-2468	8/16	2,6/5,2 GHz	65 W	\$ 426
Xeon E-2486	6/12	3,5/5,6 GHz	95 W	\$ 506
Xeon E-2456	6/12	3,3/5,1 GHz	80 W	\$ 375
Xeon E-2436	6/12	2,9/5,0 GHz	65 W	\$ 319
Xeon E-2434	4/8	3,4/5,0 GHz	55 W	\$ 281
Xeon E-2414	4/4	2,6/4,5 GHz	55 W	\$ 213



Klantenservice

Wil je abonnee worden of heb je vragen over je abonnement? Op onze website vind je antwoord op de meeste vragen.



www.ct.nl/contact

Wist je dat je tegenwoordig eenvoudig zelf je adres kan wijzigen? Ga naar www.ct.nl/adreswijzigen om je nieuwe adres door te geven. Het nieuwe adres wordt vervolgens automatisch in ons systeem gewijzigd.

Telefoon

We zijn er maandag tot en met vrijdag van 09.00 tot 17.00 uur om je vragen te beantwoorden.
+31 (0)24-2027 825

E-mail

Stel je vraag per e-mail aan een van onze servicemedewerkers.
klantenservice@ct.nl

ABONNEMENTSINFORMATIE c't magazine kost € 8,99 per nummer. De abonnementsprijs is in Nederland € 79,00 en in België € 82,50 (10 nummers). Deze prijs geldt bij betaling per automatische incasso. Voor betaling via een (digitale) factuur geldt een toeslag van € 2,50. Je kunt eenvoudig een machtiging afgeven via www.magazineshop.nl/machtigen. Abonnementen worden automatisch verlengd, tenzij anders vermeld. Het opzeggen van een abonnement kan eenvoudig telefonisch via +31 (0)24 2027825 of per mail via klantenservice@ct.nl.

ct IT-magazine
voor de
liefhebber

c't is een uitgave van F&L Media B.V.

in licentie van Heise Medien GmbH & Co. KG, Hannover

Hoofdredacteur Noud van Krusbergen

Redactie Daniel Dupré, Elwin Hodžić, Alieke van Sommeren, Marco den Teuling

Met medewerking van

Ernst Ahlers, Stephan Bäcker, Robin Brand, Niklas Dierking, Wilhelm Drehling, Hartmut Gieselmann, Arne Grävemeyer, Joerg Heidrich, Steffen Herget, Guido R. Hiertz, Christian Hirsch, Berti Kolbow-Lehradt, Ulrike Kuhlmann, Thorsten Leemhuis, Jan Mahn, Urs Mansmann, Sebastian Max, Pina Merkert, Jan Mulder, Jürgen Schmidt, Hajo Schulz, Jan Schüßler, Peter Siering, Carsten Spille, Kathrin Stoll, Sylvester Tremmel, Andrea Trinkwalder, Axel Vahldiek, Christof Windeck, Stefan Wischner

Art Direction Nick Groenewold

Vormgeving Mylene Nales, Tom Gerrits, Lisanne Cobussen, Susan Gerbrands-Derksen, Ferry Dorresteijn en Ellen Willemsen

Sales Thijs de Hoogh +31 (0)24 2404641
tdhoogh@fnl.nl

Marketing José Snel jsnel@fnl.nl

Drukkerij Senefelder Misset Doetinchem B.V.

Vragen aan de redactie

Heb jij opmerkingen, suggesties of vragen aan de redactie? redactie@ct.nl

Nieuwsredactie / Pers

redactie@ct.nl of het onderstaande adres o.v.v. F&L Media / redactie c't
Jonkerbosplein 52, 6534 AB Nijmegen

F&L Media



COPYRIGHT Het auteursrecht op deze uitgave en de gedrukte uitgave en op de daarin verschenen artikelen wordt door de uitgever voorbehouden. De vertaalrechten berusten bij F&L Media B.V. te Nijmegen/ Nederland. Het verlenen van toestemming tot publicatie in de gedrukte uitgave houdt in dat de auteur de uitgever, met uitsluiting van ieder ander onherroepelijk machtigt de bij of krachtens de auteurswet door derden verschuldigde vergoedingen voor kopiëren te innen en dat de auteur alle rechten overdraagt aan de uitgever, tenzij anders bepaald. Niets uit deze uitgave en de gedrukte uitgave mag worden overgenomen, vermenigvuldigd of gekopieerd zonder uitdrukkelijke schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele onjuistheden, welke in deze uitgave of de gedrukte uitgave mochten voorkomen.

In de volgende c't

Nummer 6 ligt op
2 mei thuis bij de
abonnees

ADBLOCKERS GETEST

Veel websites worden gefinancierd door reclame. Maar als je de inhoud niet meer kunt zien door talloze banners en video's, heb je een adblocker nodig. We vergelijken een aantal browsersversies en geven tips om je hele netwerk advertentievrij te houden met Pi-hole of AdGuard Home.



INTERNETSNELHEDEN METEN

Het meten van je internet-snelheid is lastig. Bovendien kun je de gemeten waarden alleen op de juiste manier interpreteren als je de kenmerken van de verschillende diensten en tools begrijpt. We beschrijven de beste tools en trucs om ermee aan de slag te gaan.

BOVENDIEN

4K-FILMS MET HDR AF SPELEN MET RASPBERRY PI 5 EN KODI

De gloednieuwe Raspberry Pi 5 kan bioscoopfilms in hoge resolutie afspelen met een uitgebreide kleurruimte en een verhoogde contrastratio. We laten zien hoe dat werkt en waar er nog problemen zijn – en waarom de Raspberry Pi 4 er niet voor onder doet.

WARMTEBEELDCAMERA'S GETEST

Infraroodcamera's laten zien of je huis goed geïsoleerd is en helpen bijvoorbeeld de brandweer om mensen en dieren in dikke rook te kunnen zien. Er zijn een paar dingen waar je op moet letten, omdat niet elk oppervlak hetzelfde reflecteert en niet elke camera even goed ziet.

HARDE SCHIJVEN TOT 24 TB

De laatste drie overgebleven fabrikanten van harde schijven drijven de capaciteit steeds verder op: Seagate en Western Digital hebben inmiddels schijven met 24 TB in hun assortiment, terwijl Toshiba tot 22 TB komt. We hebben die schijven getest en leggen de technologie erachter uit.



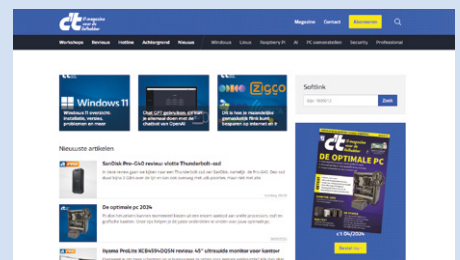
ChatGPT
online en in de winkel



Windows Praktijkhandboek
online en in de winkel

Meer lezen?

Voor het laatste nieuws op ICT-gebied, extra reviews, achtergronden en IT-vacatures kun je terecht op onze website: www.ct.nl



 [linkedin.com/company/ctmagazine](https://www.linkedin.com/company/ctmagazine)

 **c't** – IT-magazine voor de liefhebber

 lezersvragen@ct.nl

Mis geen nummer meer!

Neem nu een abonnement en krijg voortaan elke uitgave van c't automatisch in je brievenbus én digitaal.

Ga naar www.ct.nl/abo

of bel gratis naar +31 (0)24 2027 825

 **IT-magazine
voor de
liefhebber**

Liquid Cooling

Superior Effectiveness of Liquid Cooling with Proven Deployments at Scale for Direct-to-Chip, RDHx, and Immersive Cooling Solutions



Cooling Capacity



H₂O
has
1000X
more
cooling capacity
than **Air**



Thermal Conductivity

Water
is
25X
Better
at transferring

Heat



Transport Energy

Water
requires
10X Less
Energy

to move **Heat**



SMBE Belgium

+32 495 533 245
www.smbe.be
sales@smbe.be

TWP Computer

+31 20 638 9057
www.twp.nl
info@twp.nl

Server Storage Solution

+32 9 261 5310
www.s3s.be
sales@s3s.be

NCS International

+31 544 47 0000
www.ncs.nl
info@ncs.nl

ServerDirect BV

+31(0) 85-3018585
www.ServerDirect.nl
sales@serverdirect.nl



Learn More at www.supermicro.com

© Supermicro and Supermicro logo are trademarks of Super Micro Computer, Inc. in the U.S. and/or other countries.

HETZNER

MULTITASKING AT ITS FINEST



ONZE NIEUWE DEDICATED SERVER AX162 MET AMD EPYC™ 9454P

De perfecte oplossing voor uw parallelle werklasten -
dankzij 48 CPU cores met 96 threads en tot 1152 GB DDR5 RAM

DEDICATED SERVER AX162-R

- ✓ AMD EPYC™ 9454P
48-Core, Genoa (Zen4)
- ✓ 8 x 32 GB DDR5 RDIMM
- ✓ 2 x 1,92 TB NVMe SSD
- ✓ Ongelimiteerd traffic
- ✓ Locatie Duitsland & Finland
- ✓ Geen minimale contractduur
- ✓ Setupkosten € 79,00

per maand vanaf **€ 199,00**

DEDICATED SERVER AX162-S

- ✓ AMD EPYC™ 9454P
48-Core, Genoa (Zen4)
- ✓ 4 x 32 GB DDR5 RDIMM
- ✓ 2 x 3,84 TB NVMe SSD
- ✓ Ongelimiteerd traffic
- ✓ Locatie Duitsland & Finland
- ✓ Geen minimale contractduur
- ✓ Setupkosten € 79,00

per maand vanaf **€ 199,00**

Alle prijzen zijn exclusief BTW en onder voorbehoud van de gebruikersvoorwaarden van Hetzner Online GmbH. Prijzen kunnen wijzigen. Alle rechten voorbehouden door de respectievelijke uitgevers.

www.hetzner.com