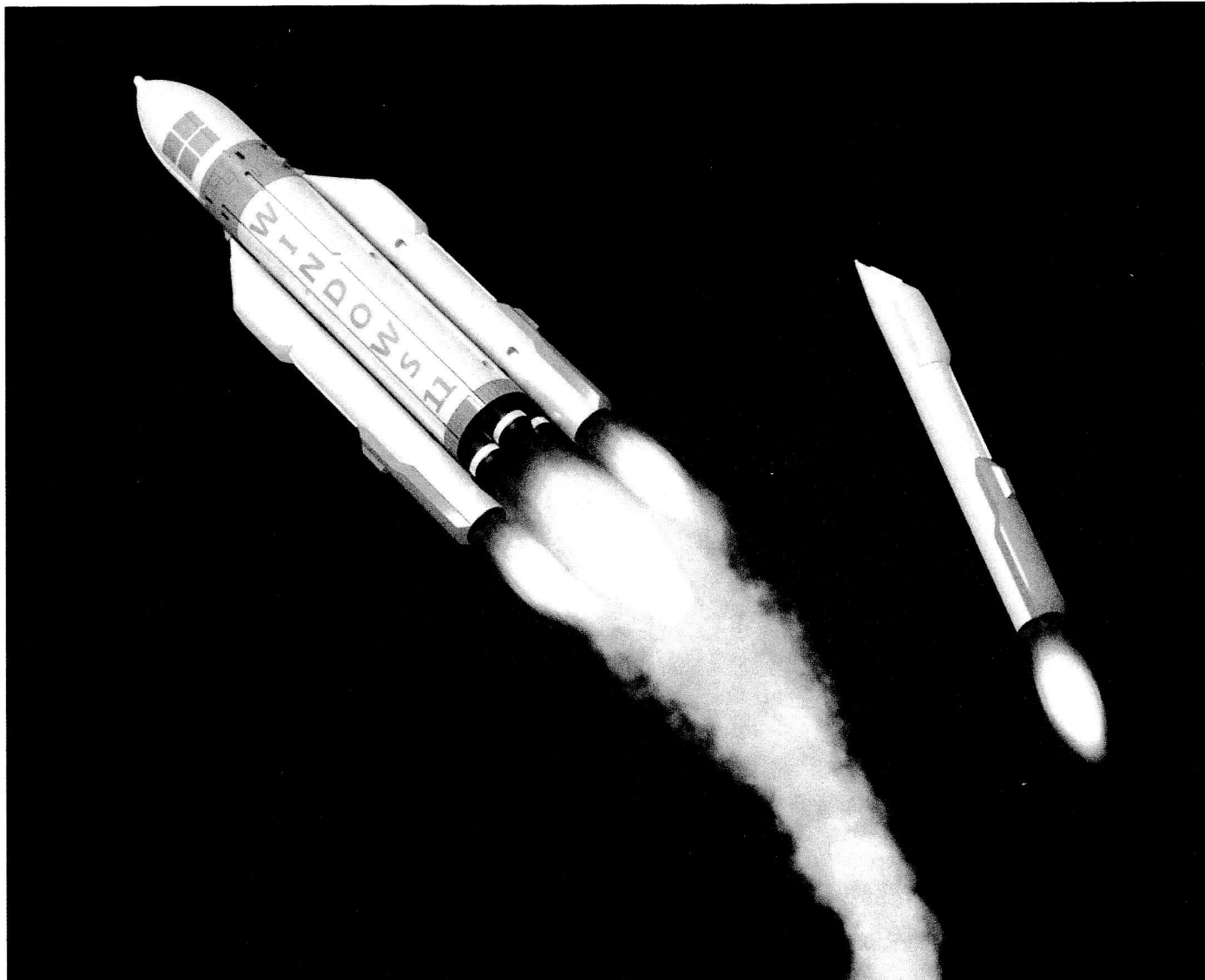




Illustratie Sven Hauth

EERSTE TRAP?

Zo herken je of je pc aan de hardware-eisen van Windows 11 voldoet

Windows 11 kan op een oudere computer alleen via enkele trucs geïnstalleerd worden en ontvangt dan mogelijk geen updates. Aan sommige hardware-eisen van Windows 11 kan echter worden voldaan door de pc-configuratie te wijzigen of te upgraden.

Christof Windeck en Noud van Kruysbergen

Microsoft heeft meer dan tien jaar lang de minimum hardware-eisen voor Windows-computers slechts matig verhoogd. Maar voor Windows 11 stelt Microsoft relatief hoge eisen. Zo mag de processor bijvoorbeeld niet ouder zijn dan vier jaar. Zelfs sommige jongere computers voldoen niet aan

alle eisen die Microsoft stelt aan Windows 11. Dat kan meestal echter worden gecorrigeerd door de configuratie te wijzigen. Als je wilt overschakelen naar de nieuwe Windows-versie, moet je je systeem daarom eerst goed onderzoeken – op de volgende pagina's lees je hoe.

BIJWERKINGSRISICO

Op een pc die niet voldoet aan de systeemeisen voor Windows 11, kan Windows 11 – volgens de huidige kennis – toch geïnstalleerd worden. Maar er zijn nadelen: ten eerste zijn systemen met hardware die niet 'ondersteund' wordt uitgesloten van de makkelijkste upgrademethode via Windows Update, omdat Microsoft de automatische upgrade aan die computers

waarschijnlijk niet zal aanbieden. Ten tweede weigert het set-upprogramma van Windows 11 ook om te installeren – tenzij je wat trucs gebruikt [1]. En ten derde – en dat is het ernstigste probleem – behoudt Microsoft zich het recht voor om geen (of niet permanent) updates te verstrekken aan systemen die niet door Windows 11 ondersteund worden. Dergelijke computers zouden daardoor worden buitengesloten van patches voor beveiligingslekken en ongeschikt zijn voor praktisch gebruik. Of en wanneer Microsoft dat dreigement zal uitvoeren, valt niet te voorspellen. Als je je hardware niet kunt upgraden of ombouwen voor Windows 11, kun je dus beter bij Windows 10 blijven, waarvoor Microsoft updates tot oktober 2025 belooft.

VRIENDELIJK VERZOEK ...

Het zou weinig zin hebben om te upgraden naar Windows 11 als het resultaat een halfslachtige pc is die niet overweg kan met een aantal van de nieuwe functies. Daarom is het zinvol dat Microsoft de minimale hardware-eisen als leidraad heeft gepubliceerd. Voor een moderne allround-pc raden we een AMD Ryzen- of Intel Core i-cpu aan met ten minste vier cores, evenals 8 GB RAM en 256 GB ssd opslagruimte.

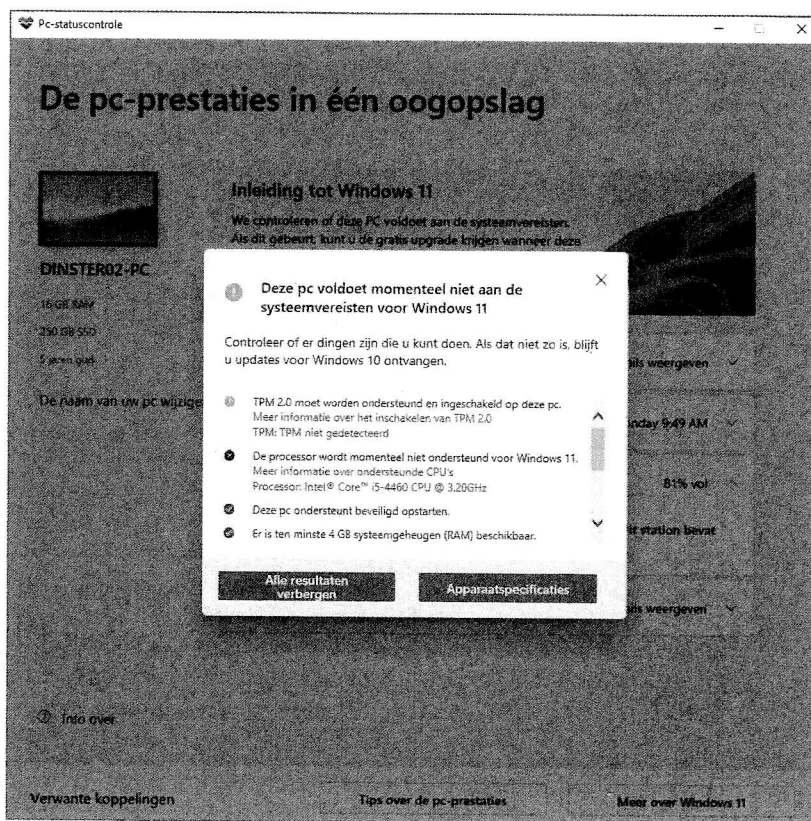
Microsoft blijft ver onder die minimeisen, waarvan er veel al door desktop-pc's en laptops van elf jaar oud kunnen worden vervuld: een dualcore-processor met een kloksnelheid van 1 GHz, 4 GB RAM, een gegevensdrager voor het systeem (harde schijf, ssd of flashchip) met een capaciteit van 64 GB en UEFI-BIOS. Daarbij moet de pc daadwerkelijk in de UEFI-modus opstarten en niet bijvoorbeeld in de BIOS-compatibele modus, waarin de UEFI-firmware een Compatibility Support Module (CSM) laadt. Bovendien moet Secure Boot worden geactiveerd, zoals aanbevolen voor Windows 8 sinds 2012.

De met DirectX 12-compatibele grafische processors, die Microsoft ook vereist voor Windows 11, kwamen vanaf 2014/2015 op de markt, namelijk met Nvidia-gpu's vanaf GeForce GTX 900 en AMD-gpu's vanaf Radeon R300. Intels geïntegreerde processorgraphics (IGP) ondersteunt DirectX 12 vanaf Core i-6000 (Skylake).

Microsoft vereist ook een zogeheten WDDM 2.0 grafisch stuurprogramma voor Windows 11 dat voldoet aan de DCH-specificatie. DCH staat voor Declarative Componentized Hardware en beschrijft een modulaire driverstructuur die verondersteld wordt de stabiliteit en veiligheid te verbeteren. AMD, Intel en Nvidia bieden met Windows 11 compatibele grafische stuurprogramma's. AMD heeft de driverondersteuning voor grafische kaarten van vóór de Radeon RX 400 Polaris-serie echter stopgezet, en Intel-processors zijn pas geschikt voor Windows 11 vanaf Core i-8000 (Coffee Lake).

... BOTTE AFWIJZING

Microsoft legt Windows 11 echter nog twee, veel hogere obstakels in de weg: een Trusted Platform Module volgens de specificatie TPM 2.0, alsmede een processor die op een van de twee compatibiliteitslijsten



De PC Health-app (Pc-statuscontrole) van Microsoft onderzoekt je pc op compatibiliteit met Windows 11.

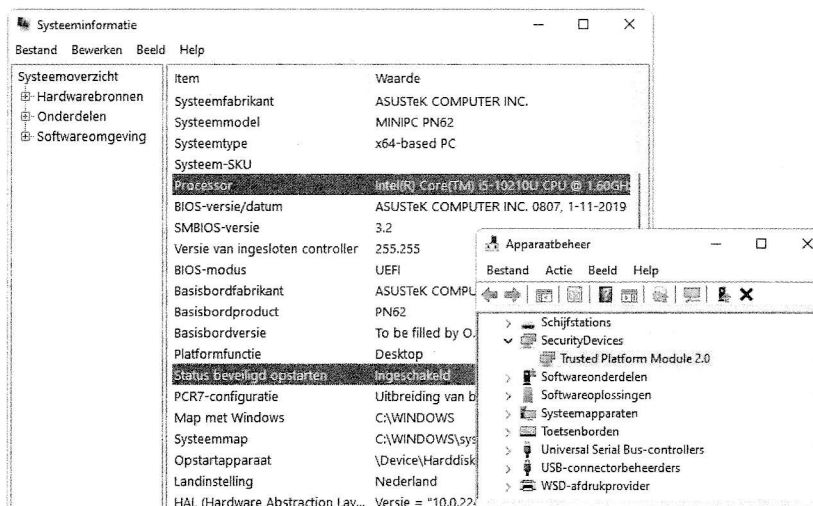
staat, één voor AMD- en één voor Intel-processors (zie de tabellen in dit artikel en de link op de laatste pagina).

Hoewel een TPM 2.0 bij sommige desktopcomputers met terugwerkende kracht kan worden geactiveerd of geüpgraded (meer daarover hieronder), zijn de cpu-lijsten een probleem. We hebben de AMD- en Intel-processors in de tabellen gesorteerd per generatie en ook het jaar van uitgave en de codenamen toegevoegd.

Als je processor niet op de lijst voorkomt, betekent het voor oudere laptops en mini-pc's meestal helaas pindakaas omdat hun cpu's niet kunnen worden vervangen. In principe kunnen desktop-pc's worden geüpgraded, maar dat is niet voor alle pc's zinvol

Systeemeisen voor Windows 11

Pc-componenten	Minimum eisen
Processor	64-bit cpu met 2 kernen en 1 GHz, moet op de lijst staan
Werkgeheugen	4 GB fysiek (3686 MB vrij bij processor-graphics)
Opslagruimte	64 GB capaciteit (ssd, harde schijf of eMMC-flash)
UEFI-BIOS	UEFI-bootmodus met Secure Boot (veilige opstartmodus)
Trusted Platform Module	TPM 2.0 of fTPM 2.0
Grafische processor	DirectX 12 met WDDM 2.0-driver
Display	resolutie 1280 × 720 pixels (720p)
Netwerkverbinding	internetaansluiting voor Microsoft-account (Windows 11 Home/S)
Hardwaredrivers	DCH-type: Declarative Componentized Hardware



De Windows 10-tool Systeeminformatie (msinfo32) onthult de processornaam en de UEFI-opstartmodus, het Apparaatbeheer toont de TPM – indien aanwezig.

– vooral niet voor die met Intel-cpu's. Dat komt omdat er geen Intel-cpu is die compatibel is met Windows 11 en op een ouder moederbord past. Het vervangen van het moederbord loont daarentegen zelden.

De situatie is beter voor veel desktop-pc's met de destijds populaire AMD Ryzen 1000, die in de AM4-socket past: een Ryzen 3000 van de Zen 2-generatie past daar ook in, maar het systeem heeft er een geschikt BIOS voor nodig. Het uitsluiten van de Ryzen 1000 geldt helaas ook voor ons allround Ryzen-pc-bouwvoorstel uit c't 3/2018 (zie de link op de laatste pagina), waar we de upgrade meteen op hebben uitgeprobeerd.

Let op: sommige retailers verkopen nog steeds verouderde desktop-pc's en laptops als nieuw met een processor die niet geschikt is voor Windows 11. We kochten half september een Lenovo IdeaCentre 310S met een AMD A9-9425 – bijna een kwart jaar nadat

Windows 11 aangekondigd was. Er werd geen waarschuwing gegeven over mogelijke upgradeproblemen. Let daarom ook bij tweedehands pc's goed op de systeemeisen.

GEHEIM GEDOE

Helaas geven zowel Microsoft als AMD en Intel tot dusver geen concrete technische redenen waarom Windows 11 bepaalde oudere processors niet ondersteunt. Vragen daarover werden door Microsoft, AMD en Intel alleen beantwoord met verwijzingen naar de openbaar bekende informatie die te vinden is bij de link op de laatste pagina. Die websites bevatten echter alleen nogal vage verwijzingen naar specificaties van drivers en virtualisatiefuncties. Volgens hen moeten stuurprogramma's voor Windows 11 voldoen aan de specificatie Windows Driver, de oudere specificatie Windows Desktop Driver is niet voldoende. Voor welke hardware dergelijke drivers ontbreken, blijft open. Daarnaast spelen functies een rol die Microsoft heeft geïntroduceerd onder de overkoepelende term Virtualisation-Based Security (VBS, zie het kader op deze pagina). Maar Microsoft heeft ook aangekondigd dat VBS geenszins verplicht is voor Windows 11-pc's. In de toekomst zal VBS echter een grotere rol gaan spelen.

In ieder geval heeft de keuze van processors die door Windows 11 ondersteund worden niet alleen te maken met VBS, want Microsoft laat ook AMD-processors met Zen+-technologie toe, zoals de Ryzen 2000 en Athlon 3000G, die de handige GMET-functie missen (zie kader). De Intel Core i-7000-serie staat daarentegen niet op de lijst, hoewel die MBEC biedt – met één pikante uitzondering: de Core i7-7820HQ, die Microsoft zelf in de Surface Studio 2 all-in-one pc gesoldeerd heeft. Dat versterkt de indruk dat Microsoft de systeemeisen met wat eigenbelang heeft vastgesteld.

HULPPROGRAMMA

Om de systeemeisen voor Windows 11 op een Windows 10-pc te controleren, biedt Microsoft de PC Health Check-app (Windows Pc-statuscontrole). Download die als een MSI-pakket (zie de link op de laatste pagina) en installeer hem lokaal. Voor een ruwe eerste controle van de compatibiliteit met Windows 11 volstaat het echter om een kijkje te nemen bij het Apparaatbeheer (te vinden door op Windows+X te drukken) en de systeeminformatie (typ msinfo32 in het zoekveld). Beide Windows-programma's tonen de naam van de processor, die je kunt opzoeken op de compatibiliteitslijsten.

Als er een TPM aanwezig en ingeschakeld is, verschijnt die bij het Apparaatbeheer onder Beveiligingsapparaten (SecurityDevices). De systeeminformatie laat op zijn beurt zien of UEFI Secure Boot actief is (Status beveiligd opstarten). Zo niet, kijk dan eens naar de regel BIOS-modus: als daar UEFI staat, kan Secure Boot meestal eenvoudig worden geactiveerd in de BIOS-set-up. Als er echter zoiets als 'vorige versie' staat, zal het systeem opstarten in BIOS-compatibele modus en zul je meer omslachtig werk moeten verrichten – zie hieronder.

VBS: Virtualisation-Based Security

Een van de Windows 11-functies die nieuwere processors, UEFI Secure Boot en een TPM 2.0 vereisen, is Virtualisation-Based Security (VBS). VBS kan al worden geactiveerd onder Windows 10 (onder Apparaatbeveiliging alias Device Security) en omvat kernisolatie (core isolation), geheugenintegriteit (memory integrity) en Hypervisor-Protected Code Integrity (HVCI).

De details zijn ingewikkeld, maar uiteindelijk zet VBS virtuele enclaves op in het RAM die zijn afgesloten van de rest van het systeem om ze te beschermen tegen malware-aanvallen (Secure Enclaves). Windows voert daar veiligheidskritieke code in uit en

kan er hashes van wachtwoorden in opslaan. In de toekomst zou VBS ook bank-apps en anticheatsoftware voor pc-games beter kunnen beveiligen.

Om aanvallen te bemoeilijken, maakt VBS onderscheid tussen kernel- en gebruikersmodus, en tussen uitvoerbare code en gegevens bij geheugenbenaderingen. Cpu-functies gebaseerd op het VM-geheugenbeheer Second-Level Address Translation (SLAT) helpen daarbij: Intel-processors vanaf Core i-7000 (Kaby Lake) bieden Mode-Based Execution Control for Extended Page Tables (MBEC), AMD-cpu's vanaf Ryzen 3000 (Zen 2) bieden Guest Mode Execute Trap for Nested Page Tables (GMET).

Als je processor niet geschikt is voor Windows 11, kun je je een test met de PC Health-app besparen. Als dat wel het geval is, moet je die tool gebruiken. Als de app tevreden is over de processor, maar een ander aspect niet goed vindt, kan het probleem in de meeste gevallen opgelost worden.

UEFI-OMSCHAKELING

Het wijzigen van de pc-bootmodus van BIOS naar een met UEFI compatibele start in de BIOS-set-up is niet moeilijk, maar heeft een lastig bijeffect. Dat laatste volgt uit Microsofts arbitraire koppeling van de opstartmodus aan de beheermodus van de systeemschijf. Als Windows in de BIOS-modus start, moet de bootloader op een gegevensdrager met een master-boot-record (MBR) staan, oftewel hij mag niet op een schijf met een GUID-partitietabel (GPT) staan. In de UEFI-bootmodus is het precies andersom. Als je de opstartmodus wijzigt, zal Windows dus niet meer opstarten.

In principe kan de systeemschijf worden gewijzigd in GPT met het hulpprogramma MBR2GPT [2]. Dat kan echter mislukken, bijvoorbeeld als er een ingewikkelde partitionering is. Als je Windows 11 wilt installeren als een verse installatie zonder oude problemen, kun je dat zonder omschakeling doen. Nadat het set-upprogramma gestart is, zal het klagen over een ongeschikt medium als systeemdrager. Maar dat geeft niet: bij de selectiedialoog voor de doelpartitie verwijder je gewoon alle bestaande partities. Het set-upprogramma zal dan de systeemgegevensdrager instellen met het juiste partitieschema.

Secure Boot kan voor UEFI-compatibele systemen ook worden geactiveerd bij de BIOS-set-up. Op sommige computers moeten echter eerst de Factory Default Keys worden geladen in een ander menu-item en moet daarna opnieuw worden opgestart, om pas daarna Secure Boot te kunnen activeren. Die sleutels zijn cryptografische certificaten en handtekeningen

Pluton aan de horizon

Het was te verwachten dat Microsoft met Windows 11 de bescherming tegen malware en aanvallers zou versterken. Sinds 2019 zijn er zogenaamde Secured-Core pc's waarvan de UEFI-firmware beter beschermd moet zijn tegen manipulatie. Het betreft daarbij enkele zakelijke laptops van Dell, HP, Fujitsu, Lenovo en Microsoft (Surface) zelf.

Over enkele jaren zullen processors van AMD, Intel en Qualcomm verschijnen waarin de door Microsoft ontwikkelde hardwarebeveiligingsmodule Pluton zal worden geïntegreerd. De AMD-processor in de Xbox One bevat reeds een voorloper. Pluton zal aanvankelijk op dezelfde manier werken als een TPM 2.0. Later kan Pluton betalingsfuncties beveiligen of gegevens versleutelen, zie het voorbeeld van Apple's T2.

waarmee het BIOS de Windows-bootloader controleert. Voor de volledigheid: Secure Boot is niet beschikbaar in de BIOS-compatibele bootmodus omdat het een pure UEFI-functie is.

TPM ACTIVEREN

Een Trusted Platform Module (TPM) is een beveiligingsmodule die vergelijkbaar met een smartcard functioneert: een hardwarematig vertrouwensanker en beschermde opslag voor cryptosleutels [3]. Win-

Voor Windows 11 vrijgegeven Intel-processors

Cpu-serie	Codenaam	Jaar
Processors voor desktop-pc's		
Core i-11000	Rocket Lake	2021
Core i-10900X	Cascade Lake	2019
Core i-10000/Celeron G5900	Comet Lake	2019
Core i-9800X	Skylake	2018
Core i-9000	Coffee Lake R	2018
Core i-8000/Celeron G4900	Coffee Lake	2017
Core i-7900X	Skylake	2017
Pentium Gold G6500/G6600	Comet Lake	2020
Pentium Gold G5400/G5600	Coffee Lake	2018
Mobiele processors voor laptops, tablets en mini-pc's		
Core i-1100G (11000H)	Tiger Lake	2020/21
Core i-10000H	Comet Lake	2020
Core i-1000G	Ice Lake	2019
Core i-10000U/Celeron 5000U	Comet Lake	2019
Core i-9000H	Coffee Lake R	2019
Core i-8000U/Celeron 4000U	Whiskey Lake	2018
Core i-8000U/Celeron 3800U	Kaby Lake R	2017
Core i7-7820HQ ¹	Kaby Lake	2017
Core m3-8100Y	Amber Lake	2018
Pentium Gold 6000U	Comet Lake	2019
Pentium Gold 5000U	Whiskey Lake	2019
Pentium Gold 4000U	Kaby Lake R	2019
Processors voor goedkope apparaten en embedded systemen		
Atom x6000E/Celeron J6400	Elkhart Lake	2020
Pentium Silver N6000	Jasper Lake	2021
Celeron N4500/N5000	Jasper Lake	2021
Pentium Silver J/N5000	Gemini Lake	2017
Celeron J/N4000	Gemini Lake	2017
Processors voor workstations en servers (M: mobiel workstation)		
Xeon W-1200	Comet Lake	2020
Xeon E-2200(G/M)	Coffee Lake R	2019
Xeon E-2100(G/M)	Coffee Lake	2018
Xeon W-11000M	Tiger Lake	2021
Xeon W-10000M	Comet Lake	2020
Xeon W-2200 (3200)	Cascade Lake	2019
Xeon W-2100	Skylake	2017
Xeon-SP Gen 3	Ice Lake	2021
Xeon-SP Gen 3	Cooper Lake	2020
Xeon-SP Gen 2	Cascade Lake	2019
Xeon-SP Gen 1	Skylake	2017
voor Windows 11 niet vrijgegeven Intel-processors (selectie)		
Core i-7000, Pentium G4600	Kaby Lake	2016/17
Core i-6000	Skylake	2015
Celeron G3900	Skylake	2015
Core i-5000U	Broadwell	2015
Pentium J/N4000	Apollo Lake	2016
Celeron J/N3000	Apollo Lake	2016
Atom x5-Z8000	Cherry Trail	2016

¹ de Core i7-7820HQ wordt alleen bij 3 systemen ondersteund, waaronder de Microsoft Surface Studio 2

Secure Boot		Platform Key (PK)	
Secure Boot	[Disabled]	Type	Contents
Secure Boot Mode	User Mode	1. X.509	Lenovo Ltd. PK CA 2012
Secure Boot Key State	Customized	Key Exchange Key (KEK)	
Reset to Setup Mode	[Enter]	Type	Contents
Restore Factory Keys	[Enter]	1. X.509	Lenovo Ltd. KEK CA 2012
Clear All Secure Boot Keys	[Enter]	2. X.509	Microsoft Corporation KEK CA 2011
Key Management		Authorized Signature Database (DB)	
		Type	Contents
		1. X.509	ThinkPad Product CA 2012
		2. X.509	Lenovo UEFI CA 2014
		3. X.509	Microsoft Corporation UEFI CA 2011
		4. X.509	Microsoft Windows Production PCA 2011
		Forbidden Signature Database (DBX)	
		Type	Contents
		1. SHA256 Hash	80 B4 D9 69 31 BF 0D 02...

Om UEFI Secure Boot op sommige pc's te activeren, moeten eerst de nodige cryptosleutels in de BIOS-set-up geladen worden.

dows integreert dat bijvoorbeeld in de BitLocker-encryptie van een ssd of harde schijf – en in VBS.

Als de PC Health-app een TPM mist, kijk dan eerst bij Apparaatbeheer onder Beveiligingsapparaten. Als dat volledig ontbreekt, zijn er twee redenen: of je pc heeft geen TPM of hij is gedeactiveerd in het BIOS. Als het apparaatbeheer daarentegen een TPM toont, kan het er een zijn volgens de oudere specificatie TPM 1.2.

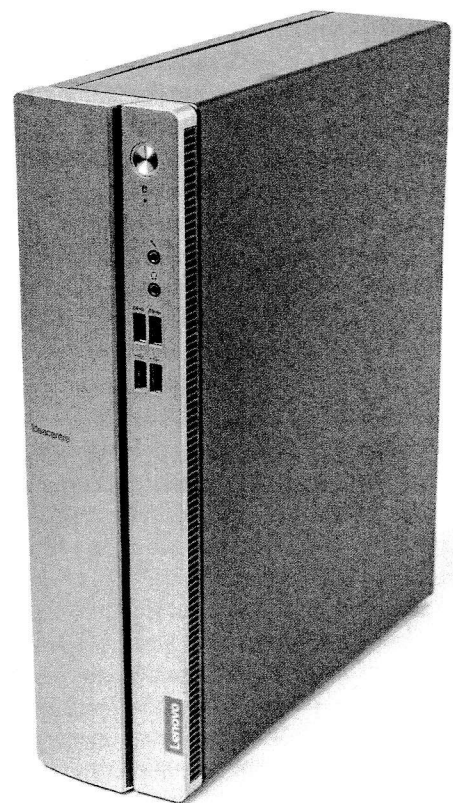
Kijk in het geval van 'geen TPM' in de BIOS-set-up om te zien of hij geactiveerd kan worden. In het eenvoudigste geval werkt dat omdat een firmware-TPM is ingebouwd in de processor of chipset van het systeem.

Dan is alles in orde: zo'n fTPM voldoet altijd aan de TPM 2.0-specificatie (fTPM 2.0), oudere versies zijn niet beschikbaar [3].

Het wordt een ingewikkelder verhaal bij computers die een afzonderlijke TPM-chip hebben, bijvoorbeeld van Infineon, Nuvoton of STMicroelectronics (ST). Die zitten vooral in zakelijke laptops en kantoorcomputers van grote merken als Dell (OptiPlex/Latitude/Precision), Fujitsu (Esprimo), HP (Elite) en Lenovo (ThinkPad, ThinkSystem, ThinkStation) met processors en chipsets uit Intels vPro-reeks. Dergelijke afzonderlijke TPM-chips kunnen vaak ook via de BIOS-

Voor Windows 11 vrijgegeven AMD-processors

Cpu-serie	Codenaam	Architectuur / jaar
Processors voor desktop-pc's (socket AM4)		
Ryzen 5000	Vermeer	Zen 3 / 2020
Ryzen (Pro) 5000G	Cezanne	Zen 3 / 2021
Ryzen (Pro) 4000G	Renoir	Zen 2 / 2020
Ryzen (Pro) 3000	Matisse	Zen 2 / 2019
Ryzen (Pro) 2000	Pinnacle Ridge	Zen+ / 2018
Athlon 3000G	Dali (14 nm)	Zen+ / 2019
Athlon Pro 300GE	Picasso	Zen+ / 2019
Mobiele processors		
Ryzen (Pro) 5000U/H	Cezanne	Zen 3 / 2021
Ryzen 5000U	Lucienne	Zen 2 / 2021
Ryzen (Pro) 4000U/H	Renoir	Zen 2 / 2020
Ryzen (Pro) 3000U/H	Picasso	Zen+ / 2019
Athlon Gold 3100U/E	Dali (14 nm)	? / 2020
Athlon Silver 3000E	Dali (14 nm)	? / 2020
Athlon 300U	k. A.	? / 2019
AMD 3015e/3020e	Dali (14 nm)	? / 2020
Processors voor workstations en servers		
Epyc 7003	Milan	Zen 3 / 2020
Epyc 7002	Rome	Zen 2 / 2019
Ryzen Threadripper (Pro) 3900	Castle Peak	Zen 2 / 2019
Ryzen Threadripper 2900	Colfax	Zen+ / 2018
Voor Windows 11 niet vrijgegeven AMD-processors (selectie)		
Ryzen Embedded V2000	Grey Hawk	Zen 2 / 2020
Ryzen Embedded V1000	Great Horned Owl	Zen / 2018
Ryzen (Pro) 2000G	Raven Ridge	Zen / 2018
Ryzen (Pro) 2000U	Raven Ridge	Zen / 2017
Ryzen (Pro) 1000	Summit Ridge	Zen / 2017
Athlon 200G	Raven Ridge	Zen / 2018
A-typen	diverse	Bulldozer / voor 2017



Medio september werden er nog pc's en laptops verkocht met processors die Windows 11 niet ondersteunt, zoals de Lenovo IdeaCentre 310S met een AMD A9-9425.

set-up worden ge(de)activeerd. Maar dat is van weinig nut als het een TPM 1.2 is – Windows 11 vereist 2.0.

Er zijn echter speciale gevallen: pc's van 2015 tot en met 2018 met een TPM 2.0 die echter een TPM 1.2-firmware uitvoert omdat de pc toen nog verondersteld werd Windows 7 te draaien. Voor sommige van die pc's kun je op de ondersteuningswebsite van de desbetreffende fabrikant een (Windows-)tool vinden om de TPM die geflashed is naar TPM 1.2 terug te zetten naar TPM 2.0. Let op: als je de TPM-firmware flasht, deactiveer dan van tevoren een eventueel geactiveerde BitLocker-versleuteling, anders gaan er gegevens verloren.

Tenslotte zijn er ook moederborden die niet over een fTPM 2.0 en ook niet over een TPM-chip beschikken, maar wel over een TPM-optie in de BIOS-set-up. In dat geval zit er meestal een pinconnector op het moederbord waar je een TPM-kaart op kunt aansluiten. Omdat daar geen uniforme norm voor bestaat, moet je een TPM-kaart kopen die precies past bij het betreffende moederbord – de website van de fabrikant daarvan kan uitsluitsel bieden.

UPGRADE

Als je een desktop-pc hebt met een AMD Ryzen 1000, kun je wellicht een jongere Ryzen 2000 of Ryzen 3000 installeren. Dat hangt echter af van de vraag of er een BIOS-update voor het bestaande moederbord bestaat die de nieuwere processoren herkent. Informatie daarover – evenals over de BIOS-update zelf – kun je vinden op de ondersteuningswebsite van de fabrikant van de pc of het moederbord. Je moet de BIOS-update installeren voordat je de processor vervangt. Aangezien alleen de Zen 2-Ryzens in staat zijn de GMET-functie te gebruiken, raden wij een Ryzen 3000 aan – helaas zijn er bottlenecks in de levering en rekenen sommige dealers huizenhoge prijzen. Er lijkt momenteel geen met Windows 11 compatibele quadcore Ryzen beschikbaar te zijn voor minder dan 150 euro.

Bij een (mini-)desktop-pc kunnen het RAM en de ssd relatief makkelijk opgewaardeerd worden. Bij processors met een gpu nemen de ingebouwde graphics 32 tot 256 MB van het RAM in beslag. Als er slechts 4 GB fysiek geheugen beschikbaar is, blijft er minder dan 4 GB vrij geheugen over. Windows 11 tolereert dat echter, zelfs 3,7 GB is nog voldoende.

Op de moederborden van moderne laptops – vooral met een platte behuizing – is het RAM vaak op het moederbord gesoldeerd en niet upgradebaar. Soms geldt dat ook voor de ssd. Dergelijke toestellen hebben echter meestal minstens 4 GB RAM of meer. Sommige tablets en goedkope laptops hebben geen SATA- of NVMe-ssd, maar eMMC-flashgeheugen, waar soms maar 32 GB in kan. Helaas heeft een uitbreiding via een (micro-)SD-kaart dan geen zin. Maar de meeste van die koopjes hebben sowieso ook een processor die geschikt is voor Windows 11.

CONCLUSIE

De meeste pc's met een processor die vanaf eind 2017 geïntroduceerd is door AMD en Intel zijn geschikt voor



Zelfs bij Windows 10 kunnen de VBS-functies kernisolatie en geheugenintegriteit worden ingeschakeld bij Apparaatbeveiliging – als de pc-hardware aan de nodige eisen voldoet.

Windows 11. Sommige obstakels kunnen worden weggelaten, bijvoorbeeld door achteraf UEFI Secure Boot en fTPM 2.0 te activeren.

Het wordt lastiger als de processor niet op de compatibiliteitslijst staat. Windows 11 weigert dan zelfs geïnstalleerd te worden op een systeem met een twaalf-core cpu, 128 GB RAM en een grafische kaart van 1000 euro. Microsoft maakt daarmee een te strenge scheiding, die niet meer van deze tijd is: de klimaatverandering vraagt om het zuinig omspringen met resources, en er is ook een tekort aan chips – waarbij de systeemeisen voor Windows 11 olie op het vuur gooien. Hopelijk wordt Microsoft daar wat soepeler in, zodat niet te veel oude systemen op de elektrische schroothoop belanden.

ct



www.ct.nl/softlink/2112046



Als je computer geen TPM-chip heeft, kan dat wellicht opgelost worden door de fTPM-optie van het moederbord bij de BIOS-instellingen.

Literatuur

- [1] Axel Vahldiek en Noud van Kruysbergen, Windows 11: hardware-eisen getest in de praktijk, c't 11/2021, p.16
- [2] Axel Vahldiek en Marco den Teuling, Windows 10 omzetten van klassiek booten naar UEFI-boot, c't 9/2019, p.124
- [3] Christof Windeck en Marco den Teuling, FAQ: TPM 2.0, c't 11/2021, p.102