

Doe-het-zelf PC voor het elektronicalab

tips voor componentenkeuze en bouw

Dr. Thomas Scherer (Duitsland)

Veel kleine elektronicalaboratoria gaat het als kleine broertjes: ze moeten het met afdankertjes doen. Maar oude PC's zijn niet altijd ideaal, en nieuwe kant-en-klare PC's voldoen niet altijd. Een op maat gesneden PC is domweg beter. Hier leest u waar u bij zelfbouw op moet letten.



Figuur 1. De ingewanden van de van de lab-PC: moederbord, RAM, SSD, CPU en warmtegeleidende pasta.

Oude PC's hebben één voordeel in het lab: het is niet zo erg als ze door onoplettendheid de geest geven. Bovendien hebben deze technische antiquiteiten vaak verouderde interfaces van vóór USB en Ethernet, die nodig zijn voor oudere projecten en sommige dure meetapparatuur. Maar dat weegt eigenlijk niet op tegen de nadelen van oude PC's.

Allereerst is er de geringere betrouwbaarheid. Hoewel PC's soms wel tien jaar meegaan, zijn de meeste na zo'n drie jaar afgeschreven – en niet zonder reden. Niet alleen kan er op elk moment iets helemaal of deels kapot gaan, maar ook draait op oude PC's vaak een oud besturingssysteem, wat een veiligheidsrisico is. Wees eerlijk: gebruikt u zelf nog een PC met Windows XP? Nieuwere besturingssystemen kunnen vaak niet worden geïnstalleerd vanwege de verouderde uitrusting en ontbrekende drivers – of maken de boel onbruikbaar traag, wat ons bij het derde nadeel brengt: slechte prestaties.

Om dat alles te vermijden, bouwen we zelf een PC voor ons lab. Voor relatief weinig geld kunt u gemakkelijk iets samenstellen dat precies past.

PC-onderdelen

Voor een elektronicus is het zelf bouwen van een PC niets bijzonders. Wie weet dat rood ≠ blauw is en plus ≠ min, en wat statische elektriciteit met moderne elektronica kan doen, heeft nauwelijks bijles nodig bij het samenbouwen van de componenten (**figuur 1**). Dus heb ik voor mezelf ook een lab-PC samengesteld en in één avond in elkaar gezet.

Dit is nodig:

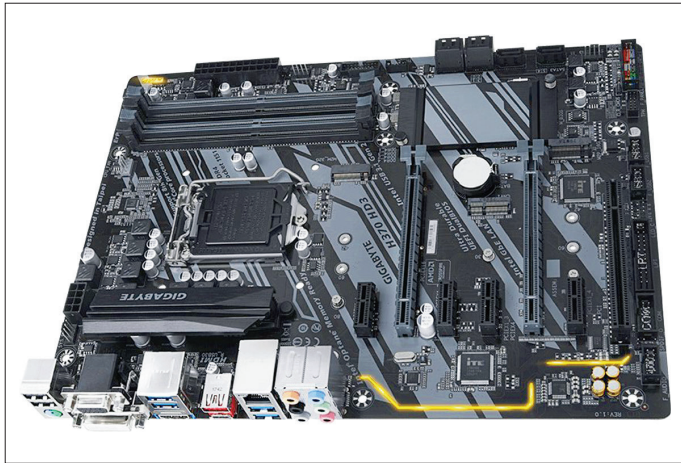
- moederbord
- CPU
- CPU-koeler
- RAM-modules
- SSD (harde schijf is *out*)
- voeding
- behuizing

Optioneel hebt u nog klein grut zoals slotplaten voor seriële en parallelle interfaces nodig, omdat deze vaak niet bij het board worden meegeleverd. Als u zware grafische eisen stelt (3D-rendering en dergelijke), kunt u een aparte grafische kaart overwegen in plaats van de in de CPU geïntegreerde grafische eenheid.

Natuurlijk hebt u een bijna onbeperkte keuze uit het aanbod van verschillende leveranciers en kunt u naar hartelust prijzen vergelijken. Maar het is de moeite waard om over elk van de afzonderlijke onderdelen van tevoren na te denken.

Moederbord

In de eerste plaats een gewetensvraag: Intel of AMD? De nieuwe processoren van AMD leveren momenteel iets meer “bang for the buck”. Dit zet Intel onder grote druk en zorgt voor meer acceptabele prijzen. Wanneer u alleen Windows 10 gebruikt, is AMD een goede keuze. Maar ik installeer op verschillende volumes niet alleen Windows 10, maar ook Linux en MacOS. Daarom moet ik voor Intel kiezen.



Figuur 2. Moederbord met Intel's H370-chipset voor de 1151-2 voet (foto: Gigabyte [1]).

Als u ruimte nodig heeft voor insteekkaarten, kiest u natuurlijk voor een board in het standaard ATX-formaat. U kunt ook kiezen voor µATX. Maar ATX heeft nog een voordeel: in dit formaat zijn nog boards met een PCI-slot verkrijgbaar – hoewel dat waarschijnlijk niet lang meer zal duren. Dat is belangrijk als u oudere PCI-kaarten wilt gebruiken. Anders is men beperkt tot modernere PCIe-kaarten.

Als u voor een Intel-CPU kiest, dan heeft u de keuze uit boards met diverse varianten van de X3XX-chipsets. Hier moet u niet op een paar euro bekknibbelen en beslist de H310-, B360- en B365-chipsets vermijden. Die varianten, bedoeld voor eenvoudige kantoor-PC's, hebben een geringer aantal bruikbare PCIe-lanes, wat vooral bij gebruik van M2 NVME SSD's en grafische kaarten de datadoorvoer vertraagt. Het hoeft echter ook geen duur Z390-board te zijn. De H370- of Z370-varianten voldoen prima. Aangezien de "Z" in dat laatste typenummer staat voor een instelbare CPU-klok en ik mijn lab-PC toch niet wil overklokken, is een goedkoop H370-exemplaar voldoende. Mijn keuze viel op de Gigabyte H370 HD3 (**figuur 2**). Deze heeft het al genoemde PCI-slot en is te koop vanaf € 100.

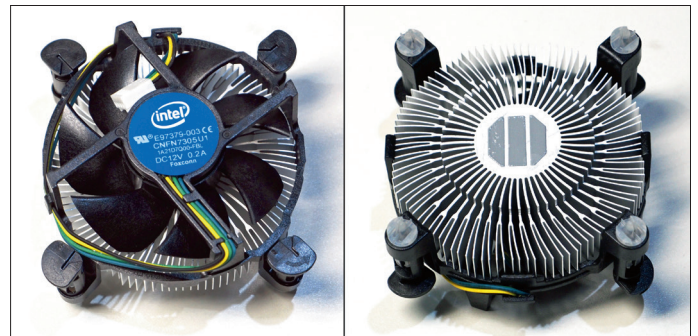
CPU

Na de keuze voor Intel of AMD is het volgende aspect de gewenste rekenkracht, die tegenwoordig ruwweg afhankelijk is van het aantal CPU-cores. Hoewel Intel ook moderne CPU's voor zo'n € 50 onder de naam "Celeron" of "Pentium" aanbiedt die voor veel toepassingen toereikend zijn, betreft dit relatief amechtige dual-core CPU's. U hoeft niet zoveel méér neer te tellen en dan hebt u al krachtige en snelle CPU's in de 100€-klasse in quad-core-uitvoering.

Bij AMD zouden dit de typen Ryzen 3 of 5 zijn – oudere en tragere CPU's (of typen die niet met een AM4-socket zijn uitgerust) dienen te worden vermeden. Bij Intel begint het met het type i3-9100 ergens op te lijken; u moet in de gaten houden dat de typen met een "F" aan het eind met een uitgeschakelde grafische eenheid iets goedkoper worden verkocht. Aangezien ik na het upgraden van mijn 'grote' PC een moderne grafische kaart van AMD over had, ging ik voor het rationale minimum: een "boxed" i3-9100F voor € 80 (**figuur 3**), die vier cores heeft bij een basisklokkrequentie van 3,6 GHz (turbo = 4,2 GHz). Vijf jaar geleden zouden deze prestaties gemakkelijk meer dan



Figuur 3. De "boxed" i3-9100F van Intel – een snelle quad-core CPU zonder GPU.



Figuur 4. De met de boxed uitvoering meegeleverde koeler.

400 euro hebben gekost. CPU's in OEM-uitvoering (die onder de benaming "tray" worden verkocht) zijn nauwelijks goedkoper – ik koop ze daarom liever in de originele verpakking met alles erop en eraan.

Op het moment dat dit nummer van Elektor verschijnt zijn er wellicht al opvolgers verschenen. In dat geval zou ik aan het type i3-10100 de voorkeur geven. Als u meer cores wilt, kunt u voor de Intel-CPU-typen i5, i7 en i9 kiezen – en daar erg veel voor betalen.

CPU-koeler

Een "boxed" i3-CPU wordt compleet met toereikende koeling geleverd (**figuur 4**). Die is niet bijzonder stil, maar voor mij is dat in orde.

Wanneer u een krachtiger CPU gebruikt, moet u voor extra koeling zorgen. In het lab hoeft het niet zo stil te zijn als op kantoor, maar reken op een investering van minstens € 20 voor een koeler met heatpipes en een 120mm-ventilator (**figuur 5**). Hier zijn extreem veel keuzemogelijkheden. Waterkoeling is waarschijnlijk overdreven, want in het lab speelt u toch geen games – of wel soms?

RAM

Bij het werkgeheugen is de eerste vraag: hoeveel? Tegenwoordig is 16 GB gebruikelijk en bijna altijd voldoende. Bestel daarom



Figuur 5. Een typische koeler: de Arctic Freezer 34 met vier heatpipes (figuur: Arctic [2]).

een kit van twee 8GB-modules voor een snellere ("interleaved") toegang. Bij 32 GB verbruikt een 2x16-kit minder energie dan een 4x8-kit.

CPU's gebruiken al lang DDR4-geheugen. Deze 260-pins modules zijn nodig voor Ryzen CPU's met een maximale kloksnelheid van 2933 MHz en hoger. Voor de Coffee Lake CPU's van Intel (iX-8XXX en iX-9XXX) is 2400 MHz al voldoende. Meer gaat ook en kan in het BIOS (XMP = eXtreme Memory Profile) worden vrijgeschakeld, maar het kost ook meer.

Naast de kloksnelheid is de latentietijd ook relevant voor RAM-modules, die als "CLXX-XX-XX-XX-XX" is gespecificeerd. Minder is meer. Ik heb het bescheiden gehouden met een 2x8-GB-kit voor 1,2 V van G.Skill uit de Value-serie met CL15-15-15-35 voor slechts € 55.

SSD

Er zijn hier twee duidelijke criteria: capaciteit en snelheid. Hoeveel ruimte u nodig hebt is helemaal uw zaak. Voor Windows 10 inclusief diverse ontwikkelomgevingen en CAD-software plus



Figuur 6. Snelle M2 NVME-SSD ACE-A80 van Silicon Power (foto: Silicon Power [3]).

Office-pakket is 250 GB ruimschoots voldoende.

Belangrijker is de kwestie van de interface. Hoewel mijn board zes SATA-3 interfaces heeft, haalt hun datadoorvoer maximaal 'slechts' 600 MB/s. Beter en niet veel duurder zijn SSD's met een M2-NVME-interface. Mijn board heeft hiervoor twee slots in de aanbieding. Dankzij vier PCIe 3 -lanes is een doorvoer van maximaal 4 GB/s (theoretisch) mogelijk. Echte SSD's halen op hun sloffen 3 GB/s.

Een niet zo voor de hand liggend criterium is hoeveel I/O-bewerkingen per seconde mogelijk zijn, omdat dit bepalend is voor het reactiesnelheid van moderne besturingssystemen die voortdurend het massageheugen gebruiken. De ACE-A80 van Silicon Power die ik heb gekozen (**figuur 6**) haalt met 500/600 k/s (lezen/schrijven) vijf keer meer dan doorsnee SATA 3-exemplaren. Ook de gegevensdoorvoer is met 3400/3000 MB/s (lezen/schrijven) niet slecht; dit ligt dicht bij de theoretische limiet. Aangezien zo'n SSD slechts € 45 kost, denken we over conventionele elektromechanische harde schijven verder niet meer na.

Nog een tip: vermijd QLC-SSD's! Deze "Quad Level Cells" werken eigenlijk met 16 spanningsniveaus per cel en kunnen 4 bit per cel opslaan. Dit maakt ze goedkoop, maar ook traag en niet bijzonder duurzaam. Zonder kunstgrepen van de controller (trefwoord "Wear Leveling" en reserve-blocks) zou een sector al na ongeveer 200 schrijfoperaties onstabiel worden (vergeleken met 2000 bij TLC). Daarmee spaart u op de verkeerde plaats!

Voeding

Om milieuredenen moet hier aandacht worden besteed aan het rendement. Voedingen met het label "80 plus" zijn onderverdeeld in de categorieën brons, zilver en goud. Minder dan brons moet u niet kopen.

Verder is het geleverde vermogen relevant. Als u een CPU van 65 W hebt en de daarin geïntegreerde grafische eenheid gebruikt, dan zal het hele systeem bij maximale belasting zeker niet meer dan 100 W verbruiken. Met een separate grafische kaart moet diens verbruik worden meegerekend. Topmodellen voor gamers verstoken een paar honderd watt, maar voor lab-PC's zijn die niet relevant. Een PC met een 'normale' grafische kaart uit de lagere middenklasse zou het met iets meer dan 200 W moeten kunnen redden. In de regel pruttelt een lab-PC op 20...40 W als hij niets bijzonders te doen heeft.

Helaas zijn er al langer geen bruikbare 250 W ATX-voedingen meer verkrijgbaar. Maar bij een hoger vermogen is het rendement van deze voedingen niet optimaal. Voor mij vormde een 350W-exemplaar van LC-Power (type LC420-12, **figuur 7**) het beste compromis, dat me slechts € 25 kostte. De connectoren voldoen aan de ATX-standaard V2.31. De voeding heeft een rendement van 88% en is vooral in de slaapmodus bijzonder efficiënt. Daarnaast is de ingebouwde ventilator een lekker stil 120mm-exemplaar (hoe groter hoe stiller).

Behuizing

Het inkasten van de PC is min of meer een kwestie van smaak. Ik heb gekozen voor het model CS-1103 van Aerocool, dat met € 20 bijzonder voordelig is en twee USB 2.0- en één USB 3.0-aansluiting boven aan de voorzijde heeft. En wat wil je met een fraai zwart alu-frontpaneel (**figuur 8**) nog meer?

Extra's

De grafische kaart waar ik het al over had is een Radeon 560

van Sapphire met 2 GB RAM. Dat is genoeg voor een 4K-monitor bij 60 Hz. Daar kwam nog een eenvoudige 90mm-ventilator met lage snelheid bij voor de achterzijde van de behuizing. Als u veel lucht nodig hebt, kunt u beter een kast kiezen die geschikt is voor een paar 120- of zelfs 140-mm-ventilatoren. Tenslotte heb ik nog een slotplaat met kabels toegevoegd, omdat ik ook de seriële en parallelle interface van het board wilde gebruiken. Een via USB geëmuleerde seriële poort veroorzaakt vaak problemen wanneer veel snelle transfers van slechts enkele bytes plaatsvinden.

Samenbouwen

Niet voor niets zijn de meeste onderdelen verpakt in antistatische folie. Een professioneel uitgeruste werkplek met een geaarde polsband zou goed zijn, maar het is ook voldoende als u weet wat u doet.

Ervan uitgaande dat u geen vette en/of anderszins vuile vingers hebt, kunt u gewoon alle onderdelen aanpakken – maar indien mogelijk aan massa-voerende delen en niet over kunststof vloeren of tapijten lopen.

Een board kunt u gerust bij het deel met de interfaces beetpakken, daar zit veel metaal met aardpotentiala. Voordat u het board in de kast inbouwt, moet u eerst de CPU monteren. Ook die kunt u met één hand vastpakken terwijl u met de andere hand het board bij de interfaces aanraakt voordat u de hendel van de CPU-voet opent, het zwarte plastic afdekplaatje verwijderd en de CPU correct plaatst. Dankzij pasnokjes kan dit nauwelijks misgaan. Vervolgens vergrendelt u de CPU, plaatst u het afdekplaatje op de interfaces en monteert u het board. Meestal worden er zes tot negen passende schroeven met de behuizing meegeleverd.

Nu is de CPU-koeler aan de beurt. Deze is meestal al van een laagje warmtegeleidende pasta voorzien – bijna altijd te veel. Druk de koeler op de CPU, draai hem een beetje en haal hem er dan weer af; daarna kunt u het teveel aan pasta van de CPU afvegen met een papieren zakdoekje. Zelf heb ik *alle* pasta verwijderd en met een spatel een betere, metaalhoudende pasta zeer dun aangebracht.

Nu zijn de SSD en de twee RAM-modules aan de beurt. De handleiding maakt duidelijk welke slots bij elkaar horen, zodat de interleaving werkt. Daarna is het een kwestie van alle kabels van de behuizing conform de handleiding aan te sluiten.

Dan komen de voedingsconnectoren. U moet erop letten dat dat een zespolige stekker meestal bedoeld is voor de grafische kaart. De extra 12V-voeding van het board heeft een vier- of achtpolige connector nodig. Dit is heel belangrijk!

Een eventuele grafische kaart komt in het PCIe-slot met 16 lanes dat het dichtst bij de CPU zit.

Nu kunt u de PC inschakelen. Op een aangesloten monitor moet het BIOS zichtbaar zijn. Voor Windows 10 kunt u volstaan met met de standaardinstellingen. Voor andere besturingssystemen moet u hier en daar wat aanpassen.



Figuur 7. 350-W LC420-12 voeding van LC-Power (foto: LC-Power [4]).

Deze bijzonder goedkope lab-PC leek subjectief bijna net zo goed te zijn als mijn veel duurdere ‘grote’ computer. Nu moet ik nog alle vereiste software installeren. De ervaring leert dat dit veel langer duurt. De tijd die nodig is om de PC te bouwen legt dus eigenlijk geen gewicht in de schaal. ◀

(191191-03)



Figuur 8. De compleet opgebouwde lab-PC van buiten en van binnen.

Weblinks

- [1] www.gigabyte.com/de/Motherboard/H370-HD3-rev-10#kf
- [2] www.arctic.ac/de_de/freezer-34.html
- [3] www.silicon-power.com/web/product-P34A80
- [4] www.lc-power.com/produkte/pc-netzteile/office-serie/lc420-12-v231/