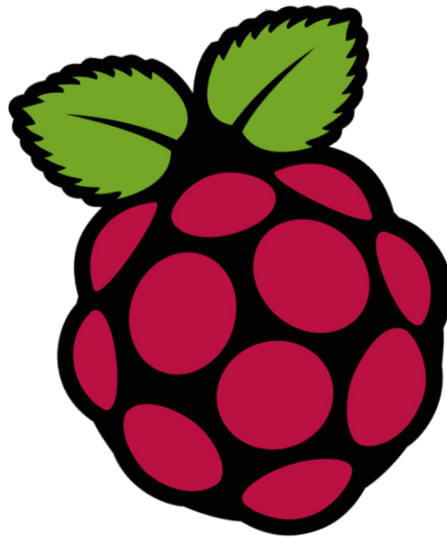


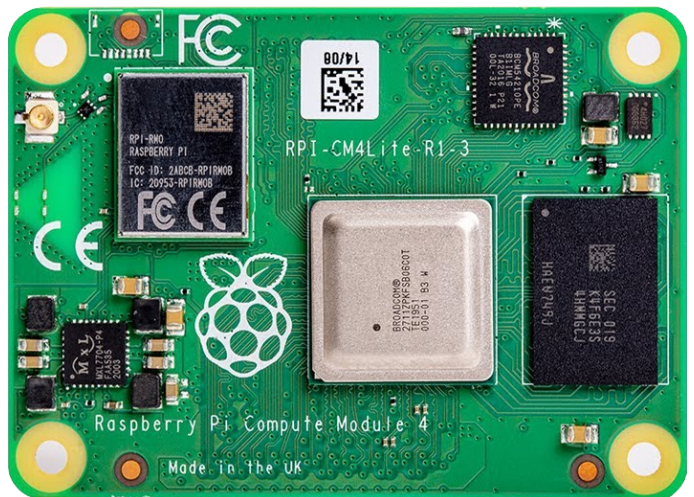
Raspberry Pi Compute Module 4



een Raspberry Pi voor de industrie

Mathias Claußen (Elektor)

De Raspberry Pi Compute Module 4 (CM4) is nu verkrijgbaar. Hij heeft een nieuwe vormfactor en nieuwe periferie, maar zaten we hier op te wachten? In combinatie met het Raspberry Pi Compute Module IO Board ontstaan nieuwe mogelijkheden om op de Raspberry Pi gebaseerde systemen te maken die met oudere modules niet mogelijk waren. Met de toegevoegde PCI Express interface kunt u nu kiezen uit high-speed periferie die gecombineerd kan worden met de Raspberry Pi.



Figuur 1. De bovenkant van de Raspberry Pi Compute Module 4.

Er gingen al een tijdje geruchten, maar nu is het officieel: de Raspberry Pi Compute Module 4, een op de Raspberry Pi 4 gebaseerde reken-module, is er – ik heb zo'n CM4 voor me liggen. De Compute Module is een 'uitgeklede' Raspberry Pi-module die bedoeld is om te worden opgenomen in andere producten die meer ontwerpflexibiliteit nodig hebben dan een 'normale' Raspberry Pi kan bieden. Hij stelt u ook in staat om klantspecifieke elektronica rond de Raspberry Pi SOC te integreren (bijvoorbeeld voor industrieel gebruik of digital signage). De CM's met op de Raspberry Pi Zero en Raspberry Pi 3B(+) gebaseerde SOC's waren vervaardigd met een SO-DIMM vormfactor, zoals RAM in uw PC. Hoewel dit een grote flexibiliteit bood, waren er ook enkele nadelen aan verbonden, omdat noch Ethernet noch een USB-hub geïntegreerd waren. Dit betekende dat u deze naar behoefte zelf moest toevoegen. Ook was er geen WLAN: dat moest op de eigen basisprint worden aangebracht wat de kosten vergrootte. Hierdoor

waren de Compute Module 3 en Compute Module 1 niet geschikt voor sommige applicaties. Ook ontbraken high-speed interfaces, aangezien beide modules slechts één USB2.0-poort hadden; het aansluiten van periferie met grote bandbreedte of kleine latency was daarom niet eenvoudig. Gezien de prijs van de Compute Module 1 en Compute Module 3 was voor sommige projecten een gewone Raspberry Pi beter geschikt, omdat alles op de CM's ontbrak al op de boards met de standaard-vormfactor was geïnstalleerd. De Compute Module 4 verandert dit drastisch ten goede omdat er veel over nagedacht is om hem beter te maken dan zijn voorgangers.

Een eerste blik op de print

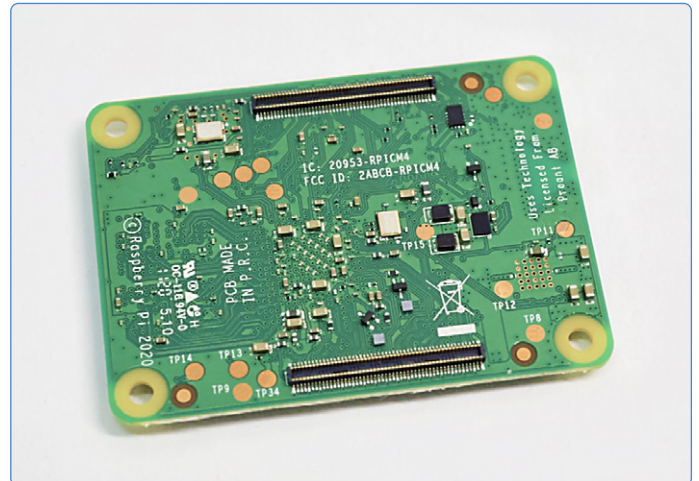
Figuur 1 en **figuur 2** geven een eerste impressie van de print. De Compute Module 4 is inmiddels verkrijgbaar in 32 varianten. U kunt kiezen uit wel of geen WLAN, onboard eMMC met 8, 16 of 32 GB

of zonder onboard eMMC en 1, 2, 4 en 8 GB RAM. Dit betekent dat u de versie kunt kiezen die precies bij u past. Raadpleeg het kader **Specificaties** voor – inderdaad – de specificaties, die dezelfde zijn als van de Raspberry Pi 4. **Figuur 3** toont de functieblokken van een Compute Module 4 met WLAN maar zonder EMMC. Links zit de PMIC die verantwoordelijk is voor de complete stroomvoorzieningen van de CM4 (**figuur 4**).

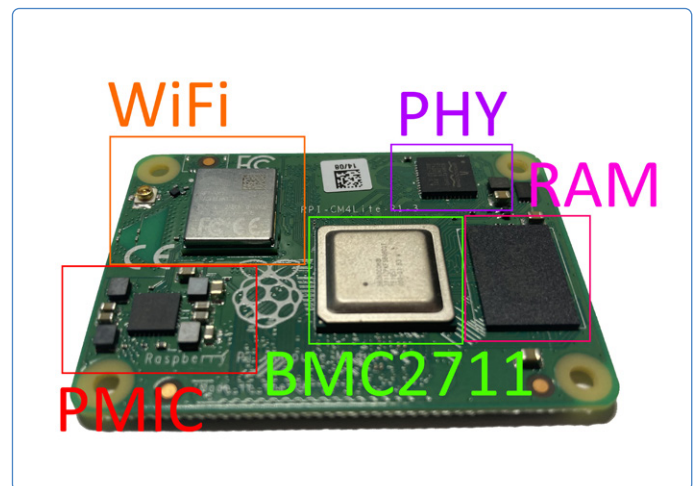
Daarnaast bevindt zich de draadloze module die 5 GHz en 2,4 GHz WiFi ondersteunt en ook Bluetooth-connectiviteit biedt. In het midden (**figuur 5**) zit de BCM2711, de SoC die het hart vormt van de Compute Module 4 en die vier Cortex-A72-kernen heeft. Rechtsboven (**figuur 6**) een BCM54210PE die 1000Base-T Ethernet-ondersteuning biedt, inclusief IEEE1588-2008-ondersteuning voor precisietiming. Dat houdt in dat u om voor uw eigen basisboard Ethernet-ondersteuning te krijgen gewoon een MagJack kunt monteren; het kan zeker geen kwaad om ESD-bescherming toe te voegen. Aan de rechterkant (**figuur 7**) hebben we een RAM-module en helemaal boven een kleine flashchip met de basis-bootinformatie.

Aan de onderzijde (**figuur 2**) ziet u de benodigde condensatoren en oscillatoren voor de SoC. Ook zitten daar twee 100-polige Hirose-connectoren waarmee de Compute Module 4 op een basisboard wordt bevestigd. Dit is een belangrijke verandering ten opzichte van de vorige Compute Module. Aan de ene kant van de connector zijn alle stroom- en low speed-signalen aangesloten; de andere kant voert alle high speed-signalen, waardoor de routing van de basisprint eenvoudiger wordt. Voor de voeding volstaat 5 V; de onboard DC/DC-converter genereert alle benodigde spanningen voor de Compute Module 4. Meer informatie in het kader Specificaties.

De USB3.0-interface op de Raspberry Pi 4B staat er niet bij, en daar is een goede reden voor. Bij de Raspberry Pi 4B was er een USB3.0-controller aangesloten op de BCM2711 via een PCIe-2.0 single lane-verbinding. Deze schakeling is niet opgenomen in de Compute Module 4; dat maakt de PCIe-lane beschikbaar voor eigen gebruik. Dit creëert nieuwe mogelijkheden om een Raspberry Pi te gebruiken waar de vorige versies niet bruikbaar waren. Hieronder gaat het er om hoe u aan de slag kunt met de CM4 en hoe u uw eigen projecten kunt ontwikkelen.



Figuur 2. De onderkant van de Raspberry Pi Compute Module 4.



Figuur 3. De onderdelen van de Raspberry Pi Compute Module 4.



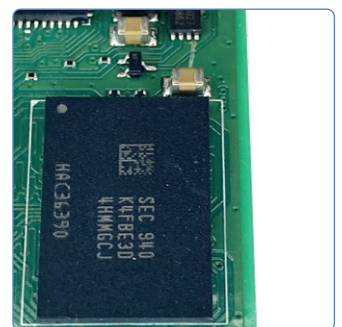
Figuur 4. PMIC.



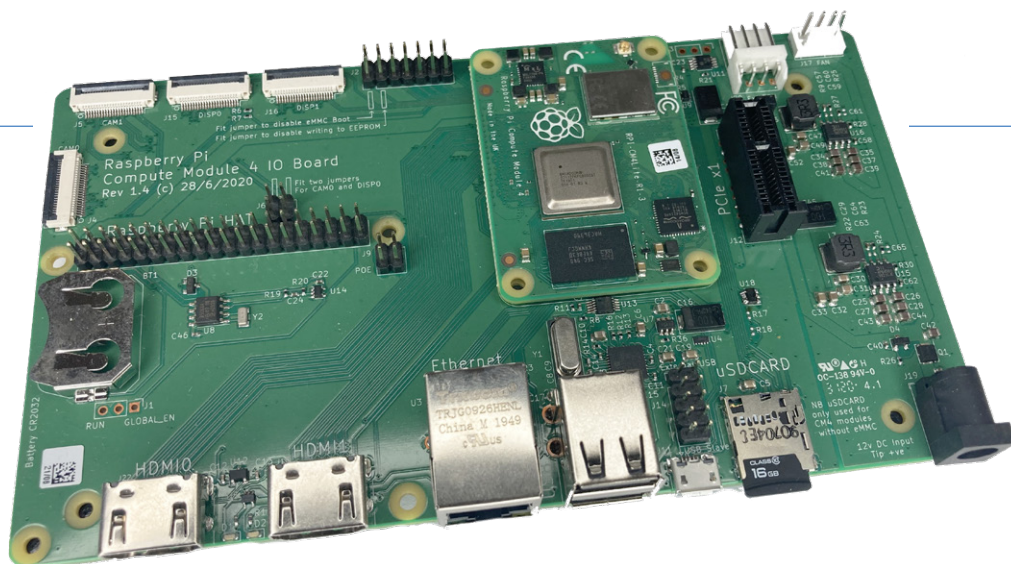
Figuur 5. BCM2711 SOC.



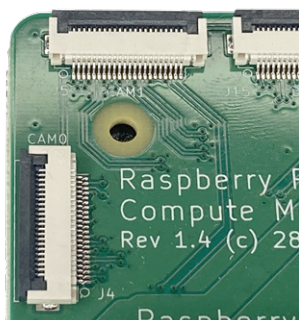
Figuur 6. Ethernet.



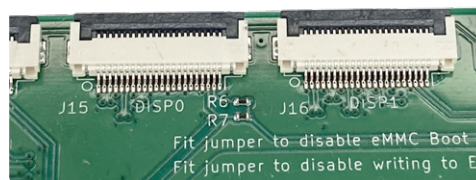
Figuur 7. RAM-chip en EEPROM.



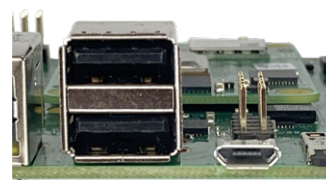
Figuur 8. I/O-board.



Figuur 9. CSI-poorten.



Figuur 10. DSI-poorten.



Figuur 11. USB-poorten.

I/O-board voor de CM4

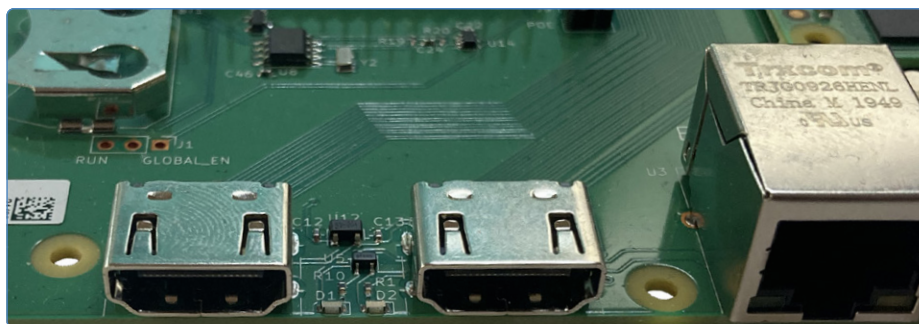
Voor de eerste experimenten met de Raspberry Pi 4 Compute Module heeft de Raspberry Pi Foundation ook een I/O-board ontwikkeld (**figuur 8**) dat alle fraaie mogelijkheden van de Compute Module toegankelijk maakt en ook een PCIe-x1 slot bevat. Het board biedt meer connectiviteit dan andere Raspberry Pi 4-producten. Daartoe behoren twee camera-ingangen (CSI-2 interface met twee of vier kanalen, te zien in **figuur 9**) en twee display-aansluitingen (DSI met twee of vier kanalen, **figuur 10**). Meerdere monitoren en beeldverwerking zijn dus geen probleem. Wilt u een muis en toetsenbord aansluiten? De interne USB2.0-poort van de CM4 is uitgebreid met een USB 2.0-hub op het I/O-board zodat vier USB2.0-poorten beschikbaar zijn (**figuur 11**).

Het I/O-board heeft ook een RTC-module die kan worden gebruikt als watchdog of om het systeem op bepaalde momenten op te starten. Voor de voeding heeft u alleen een toereikend gedimensioneerde 12V-netvoeding nodig (als u PCIe-kaarten gebruikt). Als u daar geen gebruik van maakt, mag de ingangsspanning maximaal 26 V zijn. Een welkome verandering zijn de twee gewone HDMI-poorten op het I/O-board waarin normale HDMI-kabels passen (**figuur 12**).

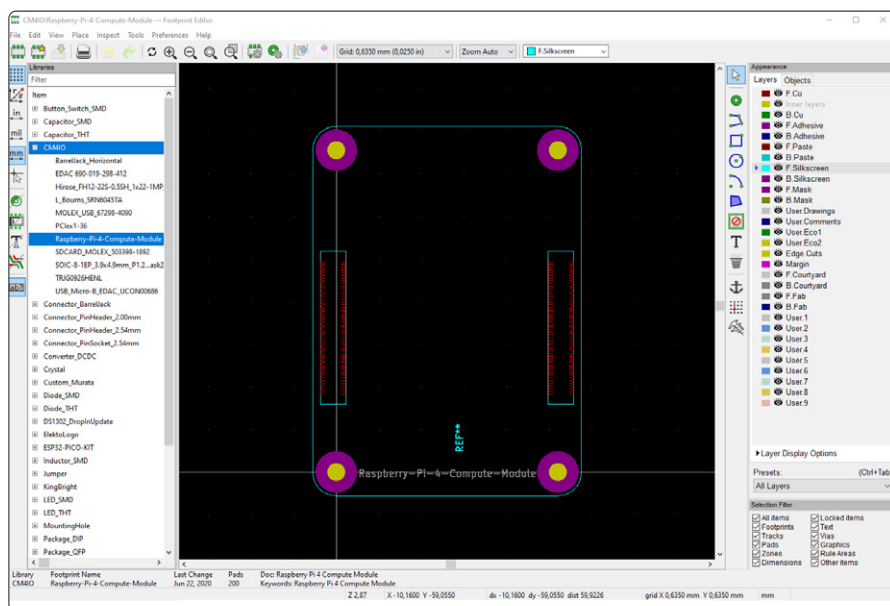
Tot slot krijg zijn er ook nog een LAN-poort en een microSD-slot. Wat het I/O-board interessant maakt zijn de gratis beschikbare KiCad-projectbestanden en die een snelle start mogelijk maken (als u KiCad

Specificaties

- > Broadcom BCM2711 quad-core Cortex-A72 (ARM v8) 64-bit SoC @ 1,5GHz
- > 1, 2, 4 of 8 GB LPDDR4 (afhankelijk van de variant)
- > Optioneel WLAN, 2,4 en 5,0 GHz conform IEEE 802.11b/g/n/ac
- > Bluetooth 5.0, BLE met opties voor geïntegreerde en externe antennes
- > Geïntegreerde Gigabit Ethernet PHY conform IEEE1588
- > 1 × USB2.0-interface PCIe Gen 2 1x interface
- > 28 GPIO-signalen
- > Interface voor SD-kaart of extern eMMC (alleen voor gebruik met CM4 zonder eMMC)
- > Dual HDMI-interface (maximaal 4Kp60)
- > 2-lane MIPI DSI display-interface
- > 2-lane MIPI CSI camera-interface
- > 4-lane MIPI DSI display-interface
- > 4-lane MIPI CSI camera-interface
- > Multimedia: H.265 (4Kp60-decodering); H.264 (1080p60-decodering, 1080p30-codering)
- > OpenGL ES 3.0 graphics
- > Voeding: 5 V DC
- > Werktemperatuur: -20 °C tot +85 °C
- > Productbeschikbaarheid: de Raspberry Pi Compute Module 4 zal tot tenminste januari 2028 in productie blijven



Figuur 12. HDMI-poorten.



Figuur 13. Screenshot van het CM4-layoutsymbool in KiCad.

gebruikt). De Compute Module 4 is hier als 'component' aanwezig en kan zo eenvoudig aan eigen boards en ontwerpen worden toegevoegd (figuur 13). Alleen een 3D-model ontbreekt.

De delen combineren

Als u van plan bent de CM4 te gebruiken, is het I/O-board een geweldig hulpmiddel, omdat het alle interfaces op een bruikbare manier beschikbaar maakt en ook een PCIe-slot heeft. Aan de slag gaan is net zo eenvoudig als met een gewone Raspberry Pi 4: schrijf een image op een SD-kaart en start hiervan op. Als er een muis en toetsenbord op de USB-poorten zijn aangesloten, zullen deze niet verschijnen of werken zoals op de Raspberry Pi 4. Als u de USB-poorten met randapparatuur wilt gebruiken, moet u een regel toevoegen aan het bestand `config.txt`, dat zich in de BOOT-partitie van de SD-kaart bevindt. Voeg de regel `dtoverlay=dwc2,dr_mode=host` toe aan het einde van `config.txt`, om de volgende keer dat u opstart de USB-poorten ter beschikking te hebben.

Dankzij het PCIe-1x slot is het gebruik van compatibele kaarten geen probleem, maar u moet er wel rekening mee houden dat die kaarten gevoed worden met 12 V, dus zorg ervoor dat er voldoende stroom kan worden geleverd. De specificatie van PCI Express maakt het mogelijk dat kaarten die ontworpen zijn voor 4x-, 8x- of 16x-slots ook overweg kunnen met minder lanes – in 1x-slots zouden ze dus ook moeten

werken. Vanwege mechanische beperkingen kunnen we zo'n kaart niet direct in het Raspberry Pi I/O Board steken. Interessant is dat dit probleem zich tijdens de toename van GPU-gebaseerde crypto-mining ook voordeed bij moderne PC-systemen en zijn er passende oplossingen ontwikkeld. Een geschikte adapterprint met een eigen voeding is verkrijgbaar voor minder dan 10 dollar (figuur 14) en kan op het I/O-board worden aangesloten.

Nadat de Raspberry Pi Compute Module 4 is opgestart en Linux draait, is met `lspci` een korte blik op de gedetecteerde PCIe-kaarten mogelijk. Zoals u kunt zien in figuur 15, is er een Intel dual-port netwerkkaart aangesloten.

Gerelateerde producten

- **Raspberry Pi Compute Module 4 (CM4)**
www.elektor.nl/raspberry-pi-compute-module-4-cm4
- **Raspberry Pi Compute Module 4 IO Board**
www.elektor.nl/raspberry-pi-compute-module-4-io-board
- **Raspberry Pi Compute Module 4 Antenna Kit**
www.elektor.nl/raspberry-pi-compute-module-4-antenna-kit



Figuur14. PCIe-adapterprint.



Figuur 15. CM4 + I/O-board + andere componenten.

Vragen of opmerkingen?

Hebt u technische vragen op opmerkingen naar aanleiding van dit artikel? Stuur een e-mail naar de redactie van Elektor via redactie@elektor.com.

Hiervoor bestaat een werkende Linux-driver; deze kaart zou extra netwerkpoorten moeten toevoegen aan de CM4. De uitvoer van `lspci` ziet er veelbelovend uit, de kaart wordt herkend, maar er is geen driver geladen. De reden daarvoor is vrij eenvoudig: de standaard-kernel die met het Raspberry Pi OS wordt geleverd heeft alleen drivers ingebouwd die nodig zijn voor het dagelijkse gebruik. Vraagt u zich af of u zo ook een grafische PCIe-kaart zou kunnen aansluiten? Verbinding maken is mogelijk, maar het zal niet werken zoals u in deze video [1] kunt zien. Voor een Ethernet-controller en andere PCIe-apparaten zoals SATA-kaarten moet u de RPi-kernel hercompileren om ze aan de praat te krijgen. Aangezien dit 'slechts' een softwareprobleem is, kan het worden opgelost; maar het is op dit moment niet mogelijk om een nieuwe kernel voor de basisdriver samen te stellen. Software, kernelbouw en driver zijn een apart onderwerp dat in de toekomst aan de orde zal komen. Ook werken sommige PCIe-apparaten helemaal niet met de CM4 omdat de driver uitgaat van iets dat alleen in de X86/AMD64 wereld te vinden is, zoals momenteel het geval is met drivers voor grafische kaarten.

Klaar om te innoveren?

De Compute Module komt nu in een nieuwe vormfactor en maakt de layout van een eigen basisboard eenvoudig. Met de KiCad-symbolen en schema's van het I/O-board wordt de productontwikkeling een stuk makkelijker. Waarom geen CM4 toepassen in een set-top box of een zelfgebouwde handheld? Met de vrij beschikbare PCIe-lane kunnen we quad port ethernetkaarten toevoegen om in totaal vijf gigabit-poorten te verkrijgen. Dat klinkt als het recept voor een CM4-gebaseerde router, of niet soms?

Gezien de prijs van de CM4 en het I/O-board is de instap niet al te duur. Als u iets rond de Raspberry Pi wilt ontwikkelen, is dat met de huidige generatie Compute Modules eenvoudiger dan ooit. 

200590-03

Een bijdrage van

Review en tekst: **Mathias Claußen**

Redactie: **Jens Nickel**

Vertaling: **Hans Adams**

Layout: **Jack Jamar || Graphic Design**

WEBLINKS

- [1] **GPU op de Raspberry Pi:** www.youtube.com/watch?v=ikpgZu6kLKE
- [2] **Quad port NIC op de Raspberry Pi 4:** www.youtube.com/watch?v=KL0d68j3aJM