

CLUE van Adafruit

een slimme oplossing voor IoT-projecten

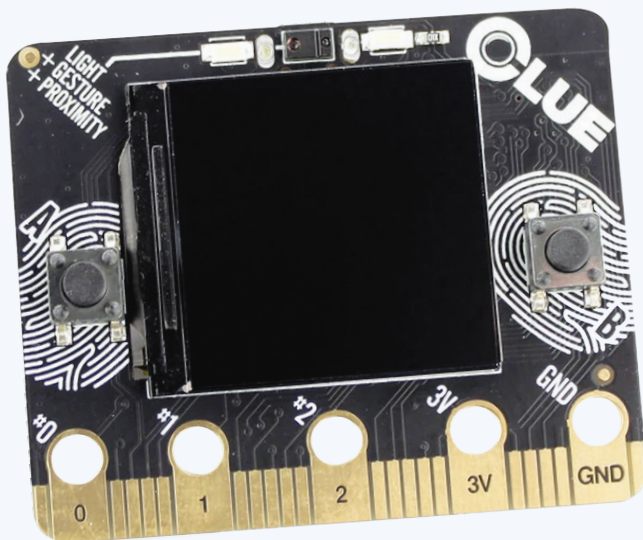
Tam Hanna (Slowakije)

De BBC micro:bit was een groot succes, en dat niet alleen op de educatieve markt waar hij voor bedoeld was. Nu komt Adafruit met de CLUE, compleet met een volwaardig display, veel meer geheugen, Bluetooth LE en een veelheid aan geïntegreerde sensoren, waarmee hij vooral geschikt is voor kleinere IoT-projecten.

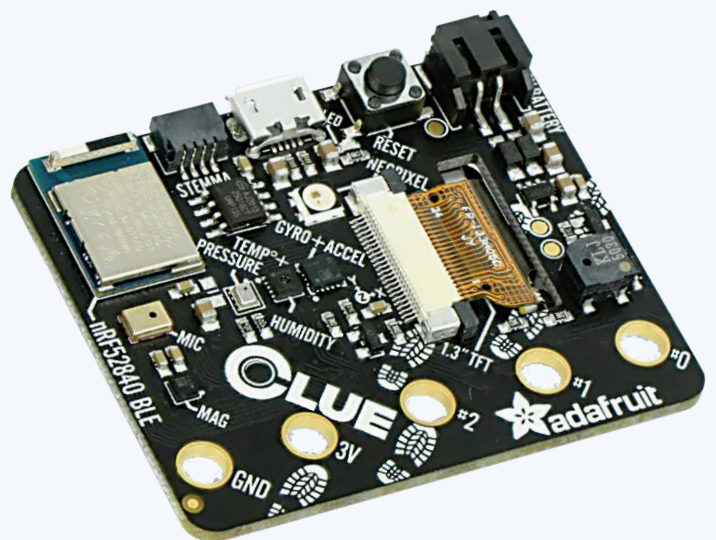
Sinds het succes van de Arduino en de Raspberry Pi is het duidelijk geworden dat er geld te verdienen valt met educatieve computers. In 2016 mengde de BBC zich in de strijd met de micro:bit, een single board-computer met een Bluetooth SoC van Nordic Semiconductor in plaats van een volwaardige voor Linux-compatibele processor. Sindsdien doen er ongelooflijke verhalen de ronde over ondernemingen als Spy oz in Slowakije, die uitsluitend bestaan van de

exclusieve distributie van het micro:bit-ecosysteem [1].

De bekende raad “ga met de tijd mee” geldt ook voor embedded computing. De niet aflatende vooruitgang op het gebied van Bluetooth SoC's heeft ertoe geleid dat de 16 MHz en 16 kB SRAM van de micro:bit inmiddels een armoedige indruk maken. Bovendien is het 5x5 LED-display slechts geschikt voor de allersimpelste afbeeldingen.



Figuur 1. De aanvaller van boven...



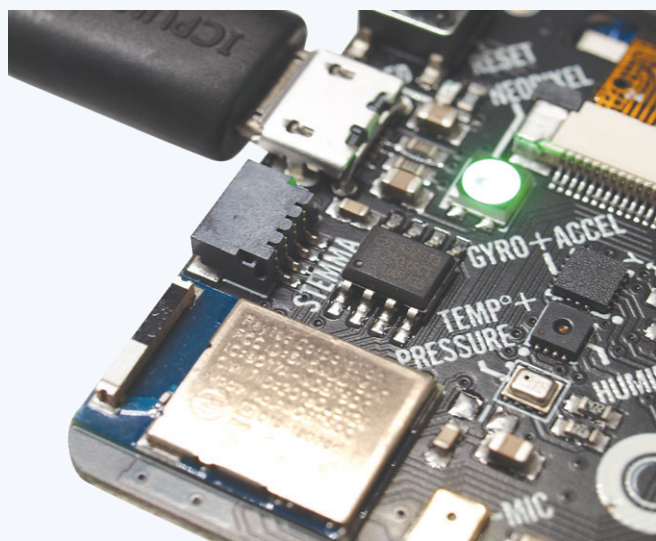
Figuur 2. ...en van onder.

EIGENSCHAPPEN

- › Nordic nRF52840 Bluetooth LE-processor: 1 MB flash, 256 kB RAM, 64 MHz Cortex M4 processor
- › 1.3" 240×240 IPS TFT-kleurendisplay voor tekst en afbeeldingen
- › voeding uit willekeurige 3,6V-batterij (interne stabilisator en beveiligingsdiodes)
- › twee door de gebruiker te programmeren knoppen en een resetknop
- › bewegingssensor, versnellingsmeter/gyrometer en magnetometer
- › nabijheids-, licht-, kleur- en gebarensensor
- › PDM-microfoon geluidssensor
- › SHT-vochtigheidssensor
- › BMP280 sensor voor temperatuur en luchtdruk/hoogte
- › RGB NeoPixel indicator-LED
- › 2 MB intern flash-geheugen voor datalogging, afbeeldingen, lettertypen of CircuitPython-code
- › zoemer/speaker (toon, piep)
- › twee heldere witte LED's aan voorzijde voor verlichting/kleurdetectie
- › Qwiic/STEMMA QT-connector voor aansluiting van meer sensoren, motorcontrollers of displays via I²C. GROVE I²C-sensoren ondersteunen ook het gebruik van een adapterkabel
- › programmeerbaar met Arduino IDE of CircuitPython

Adafruit in de aanval

Met de lancering van de Nordic Semiconductor nRF52840, een single-core Bluetooth-SoC waarvan de ARM processor 64 MHz haalt en die is voorzien van 256 kB RAM, werd het startschot voor de aanval gegeven. **Figuren 1 en 2** tonen het resultaat – de Adafruit CLUE, die sterk op de BBC micro:bit lijkt. Naast de SoC, die niet onmiddellijk zichtbaar is op deze foto's, valt vooral het veel grotere scherm aan



Figuur 3. De STEMMA-poort maakt het mogelijk om uitbreidingsprinten op de Adafruit CLUE aan te sluiten.

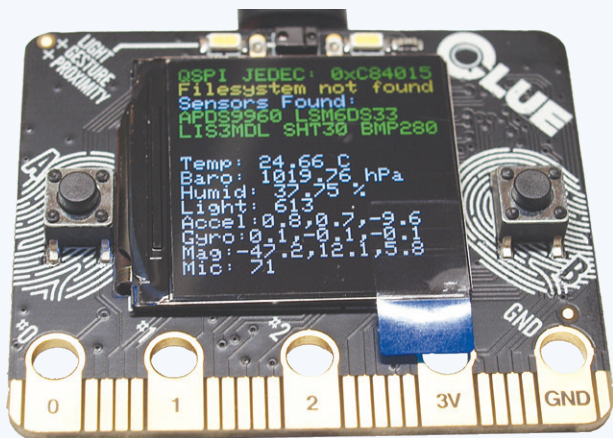
de voorzijde op. In plaats van LED's hebben we nu een 240×240-pixel kleurendisplay op basis van een klassiek IPS-LCD (dus geen OLED). Een ander aardig detail van de module is de connector aan de achterkant, te zien in **figuur 3**. Deze connector heeft een I²C-bus in Adafruit's eigen formaat waarop gemakkelijk andere sensoren kunnen worden aangesloten. Er is ook een adapter voor het Grove-formaat dat gebruikt wordt door Seeed, dat verschillende redelijk geprijsde sensoren levert.

Opgemerkt moet worden dat de CLUE slechts gedeeltelijk compatibel lijkt met zijn voorganger. Hoewel de connector langs de onderkant fysiek identiek is, betekent het gebruik van een ander display dat veel van de beschikbare behuizingen voor de BBC micro:bit niet geschikt lijken te zijn voor de Adafruit CLUE.

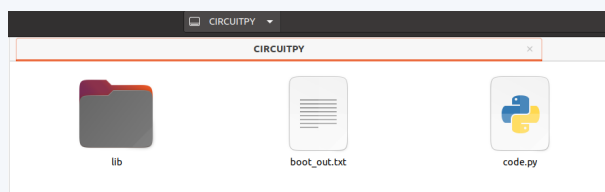
De auteur testte deze veronderstelling met een Thingiverse-behuizing, verkrijgbaar via [2]. Het front paste duidelijk niet omdat het display van de CLUE veel groter is dan de LED-matrix van de BBC. Met dit in het achterhoofd vond de auteur het bijzonder verrassend dat het achterpaneel van de behuizing – ondanks de extra aansluitingen – wel goed paste. Bij nader inzien is dit waarschijnlijk te danken aan het relatief ruime ontwerp van de behuizing. Als de behuizing een strakkere passing had, zou hij waarschijnlijk niet bruikbaar zijn geweest.

Een kwestie van programmeren

Omdat het een educatief systeem is, gaat het ontwikkelen met een micro:bit anders dan bij het gebruik van klassieke embedded ontwikkelomgevingen zoals ARM Keil. Dit kan vervelend zijn voor embedded puristen, maar het is in de praktijk noodzakelijk omdat veel universiteiten niet genoeg bekwaam personeel hebben voor het debuggen van C++ (geloof me: studenten maken soms ongelooflijk stompzinige programmeerfouten).



Figuur 4. Deze vooraf geïnstalleerde app toont de door de sensoren geretourneerde informatie.



Figuur 5- De Python-runtime stelt ook een virtueel station ter beschikking.

In plaats daarvan wordt over het algemeen vertrouwd op het bekende kwartet: Arduino IDE, CircuitPython, MakeCode en Scratch. Voor CLUE zijn momenteel echter slechts twee van deze omgevingen beschikbaar. Aan MakeCode wordt gewerkt zonder bekende leverdatum, en er is geen informatie over Scratch. Wat wel wordt meegeleverd is een seriële bootloader om code te kunnen gebruiken, net als bij de Raspberry Pi Pico.

Laten we als eerste klein experiment CircuitPython aan de praat proberen te krijgen. Als u een nieuw board op een computer aansluit via de micro-USB connector aan de achterkant, toont het display een statuspagina (**figuur 4**) die informatie geeft over de bedrijfstoestand.

Tweemaal indrukken van de reset-knop op de achterkant van het board zorgt er eerst voor dat de framebuffer in de displaycontroller van het scherm bevroert. Het aangesloten werkstation (de auteur gebruikt Linux) ziet dan een nieuwe USB-drive waar gecompileerde code kan worden geplaatst.

Interessant is dat de Adafruit CLUE altijd zichtbaar is voor de computer. Als hij niet in bootloader-mode is, detecteert `dmesg` hem als volgt:

```
tamhan@TAMHAN18:~$ dmesg
```

```
...
```

```
[28292.202193] usb 1-2.7: Manufacturer: Adafruit LLC
```

```
[28292.202195] usb 1-2.7: SerialNumber: 7687A137B6FDB874
```

```
[28292.204040] cdc_acm 1-2.7:1.0: ttyACM0: USB ACM device
```

Na dubbel indrukken van de resetknop verschijnt in plaats daarvan een USB-stick, zoals hier te zien:

```
tamhan@TAMHAN18:~$ dmesg
```

```
...
```

```
[28371.624193] sd 10:0:0:0: Attached scsi generic sg6 type 0
```

Dit station blijft niet voor altijd ingeschakeld! Als het langer dan 30 seconden ongebruikt blijft, schakelt de firmware terug naar de normale werking.

Zoek de bestanden

Door de URL https://circuitpython.org/board/clue_nrf52840_express/ te bezoeken, kunnen we onze eerste stap zetten en het bestand `adafruit-circuitpython-clue_nrf52840_express-en_US-6.1.0.uf2` downloaden. Dit bevat de runtime die op de USB-drive moet worden geplaatst.

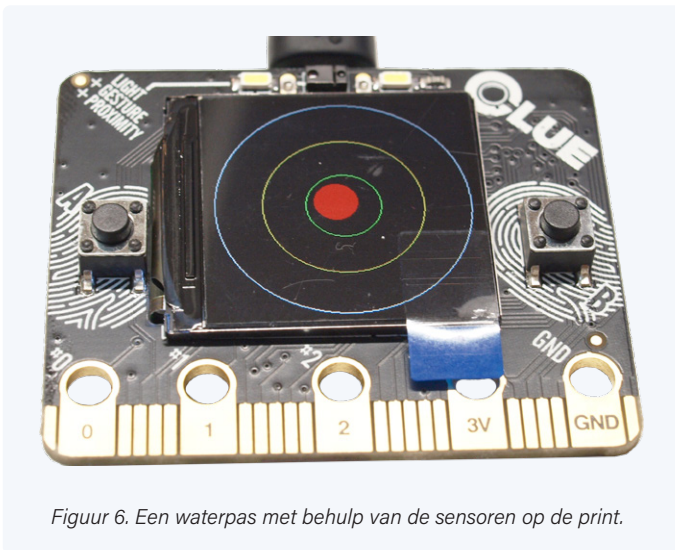
Het is interessant om op te merken dat u ook een bestand met de naam `CURRENT.UF2` op de drive zult vinden. Hiermee kunt u de firmware downloaden die zich momenteel in het geheugen van het doelsysteem bevindt.

Vreemd genoeg wordt de runtime niet geleverd met een volledige bibliotheek die alle beschikbare sensoren ondersteunt. In plaats daarvan moeten we naar de URL <https://circuitpython.org/libraries> gaan om het archief `adafruit-circuitpython-bundle-6.x-mpy-20210329.zip` te downloaden en het dan uit te pakken in een handige map in het bestandssysteem.

Op dit punt moet u nog eens naar het display van de CLUE kijken, aangezien de runtime permanent de inhoud van de console weergeeft. Een leuke bijkomstigheid is dat het apparaat op de PC – zoals te zien in **figuur 5** – het interne geheugen van de Python werkomgeving blootlegt.

Het is belangrijk om de volgende mappen uit het archief in de map `Libs` op het board te plaatsen:

```
adafruit_apds9960
adafruit_bus_device
adafruit_display_shapes
adafruit_display_text
```



Figuur 6. Een waterpas met behulp van de sensoren op de print.

`adafruit_lsm6ds`
`adafruit_register`

Alsof dit nog niet genoeg werk is, verwacht Adafruit ook nog dat u de volgende individuele bestanden verzamelt. Waarom deze niet allemaal gebundeld zijn in één enkel archief is onduidelijk:

`adafruit_bmp280.mpy`
`adafruit_clue.mpy`
`adafruit_lis3mdl.mpy`
`adafruit_sht31d.mpy`
`adafruit_slideshow.mpy`
`neopixel.mpy`

Codevoorbeeld

Voor een eerste eenvoudige kennismaking met de Python-omgeving kunt u het voorbeeld gebruiken dat op <https://learn.adafruit.com/adafruit-clue/clue-spirit-level> staat. Dit implementeert een waterpas-applicatie die gebruikmaakt van verschillende CLUE-specifieke idiomen.

De eerste stap in de code is het invoegen van een groep bibliotheken:

```
import board
import displayio
from adafruit_display_shapes.circle import Circle
from adafruit_clue import clue
```

Naast het `clue`-object, dat verschillende board-gerelateerde functies biedt, is hier ook het importeren van de `Circle`-klasse interessant. De GUI-stack maakt zowel direct tekenen in een framebuffer



ONS ASSORTIMENT VAN TECHNICI VOOR TECHNICI

The best part of your project:
www.reichelt.com

**Voor u alleen het beste -
van meer dan 900 merkfabrikanten**

Onze productmanagers zijn al vele jaren bij reichelt actief en kennen de eisen van onze klanten. Zij stellen een breed scala aan kwaliteitsproducten samen, optimaal afgestemd op de behoefte bij onderzoek en ontwikkeling, onderhoud, IT-infrastructuur, kleine serieproducties en makers.

Arduino bij reichelt

De TinkerKit Braccio is een volledig functionele robotarm die bestuurd wordt via Arduino. Hij kan op verschillende manieren worden samengesteld voor verschillende taken, zoals het verplaatsen van voorwerpen.

- SpringRC SR431 - Dubbele uitgang servo
- Maximaal bereik: 80 cm
- Maximale hoogte: 52 cm
- Draagvermogen: maximaal gewicht bij 32 cm reikwijdte: 150 g

Bestelnr.:
ARD TINKER BOT

238,94

(197,47)



Ontdek nu ► www.reichelt.com/arduino

Betaalwijzen:

DAGPRIJZEN! Prijzenstand: 15. 2. 2022

- Geweldige prijs-kwaliteitverhouding
- Meer dan 120.000 geselecteerde producten
- Betrouwbare levering - vanuit Duitsland over de hele wereld

reichelt

elektronik – The best part of your project

www.reichelt.com

Bestelservice: +31 85 208 62 94

De wettelijke herroepingsregelingen zijn van toepassing. Alle aangegeven prijzen in euro inclusief de wettelijke BTW, excl. verzendkosten voor de totale winkelwagen. Uitsluitend onze Algemene Voorwaarden (zie hiervoor <https://rcl.it/AV-NL> of op aanvraag) zijn van toepassing. Afbeeldingen kunnen afwijken. Drukfouten, vergissingen en prijswijzigingen voorbehouden. reichelt elektronik GmbH & Co. KG, Elektronikring 1, D-26452 Sande, Tel.: +31 85 208 62 94

mogelijk, als het werken met objecten die door de firmware worden omgezet in elementen die op het display verschijnen.

In de volgende sectie initialiseert de firmware een verwijzing naar het display en stelt een displaygroep-object samen:

```
display = board.DISPLAY
clue_group = displayio.Group(max_size=4)
```

Het `clue_group`-object is interessant in die zin dat het een 'ouder-element' genereert dat doet denken aan een DOM-boom. Onze code schrijft dan min of meer willekeurige objecten naar deze boom voor weergave.

Als we naar **figuur 6** kijken, zien we dat de volgende stap van het programma is om de drie cirkels te genereren die verantwoordelijk zijn voor de weergave van de scheefstand en om ze te registreren voor de uitvoer:

```
outer_circle = Circle(120, 120, 119, outline=clue.WHITE)
middle_circle = Circle(120, 120, 75, outline=clue.
    YELLOW)
inner_circle = Circle(120, 120, 35, outline=clue.GREEN)
clue_group.append(outer_circle)
clue_group.append(middle_circle)
clue_group.append(inner_circle)
```

Daarna komen een paar huishoudelijke taken, waarvan de betekenis het snelste begrepen kan worden door de onderstaande voorbeeld-code te bestuderen:

```
x, y, _ = clue.acceleration
bubble_group = displayio.Group(max_size=1)
level_bubble = Circle(int(x + 120), int(y + 120), 20,
    fill=clue.RED, outline=clue.RED)
bubble_group.append(level_bubble)

clue_group.append(bubble_group)
display.show(clue_group)
```

Ten slotte hebben we een lus nodig die de positiewaarden, die door de Adafruit-bibliotheek via het `acceleration`-attribuut worden uitgevoerd, analyseert en naar de coördinaat-eigenschappen van het `bubble_group`-object schrijft:

```
while True:
    x, y, _ = clue.acceleration
    bubble_group.x = int(x * -10)
    bubble_group.y = int(y * -10)
```

De handigste manier om snel code uit te voeren op de CLUE is door gebruik te maken van het code.py bestand zoals te zien in figuur 5. De CircuitPython-firmware voert dit automatisch uit als onderdeel van elke startup. Figuur 6 laat zien wat u kunt verwachten.

Door de aanwezigheid van een Bluetooth-module kan de Clue ook gebruikt worden om te communiceren met de host-computer. Op [3] geeft Adafruit een leuk voorbeeld dat het gebruik illustreert van de web-Bluetooth-API geïmplementeerd in Google Chrome.

En dan nu met C

Python kan een snelle manier zijn om onbureaucratisch resultaten uit een embedded systeem te halen. Maximale prestaties worden echter pas bereikt door gebruik te maken van C.

Voor op een single-core draadloos systeem is het implementeren van communicatie een uitdaging als de toepassing geen last mag hebben van timingproblemen. Daarom dwingt Adafruit de ontwikkelaars min of meer om de Arduino-IDE te gebruiken. Een real-time besturingssysteem werkt dan op de achtergrond en wijst rekenkracht toe aan de verschillende taken.

Onder Linux vereist de eerste stap een uitbreidingspakket dat de Arduino-IDE (versie 1.8.6 of hoger) in staat stelt te communiceren met de niet-standaard bootloader van de CLUE:

```
tamhan@TAMHAN18:~$ pip3 install --user adafruit-nrfutil
Collecting adafruit-nrfutil
...
Successfully installed adafruit-nrfutil-0.5.3.post13
```

Vervolgens moeten we de URL https://www.adafruit.com/package_adafruit_index.json invoeren in de Board Manager om het Adafruit nRF52 board-package beschikbaar te maken voor download. Nadat deze stappen zijn voltooid, is het bord beschikbaar onder *Tools > Board > Adafruit CLUE*.

Helaas, zoals in het geval van CircuitPython, is het inrichten van deze bibliotheken en andere instellingen een moeizaam proces. Meer informatie hierover kan worden gevonden op [4].

WEBLINKS

[1] SPy: <http://www.ucimeshardverom.sk/>

[2] Behuizing: <https://www.thingiverse.com/thing:1767446>

[3] Voorbeeldapplicatie: <https://learn.adafruit.com/bluefruit-dashboard-web-bluetooth-chrome>

[4] Info: <https://learn.adafruit.com/adafruit-clue?view=all>

Is het de moeite waard?

Kiest u voor de CLUE, dan krijgt u een zeer aantrekkelijk evaluatieplatform dat prettig is in het gebruik op het gebied van interfacing, compleet met alle voordelen van een kleurenscherm. Daar staat tegenover dat de prijs relatief hoog is in vergelijking met de BBC micro:bit. Ook moet worden opgemerkt dat de CLUE niet 100% compatibel is met de micro:bit. De ervaring leert ons dat dit niet onbelangrijke detail vooral wanneer we in moeilijkheden verkeren de grootste impact heeft, zoals bij het porten van een bestaand, werkend project tussen de twee platformen.

Wie met een schone, Nordic-gebaseerde microcontroller of draadloze module wil werken, is waarschijnlijk beter gediend met een klassiek evaluatieboard. Het komt er dus op neer dat de CLUE een sympathiek product is voor degenen die willen profiteren van een BBC micro:bit maar wat meer prestaties willen of een volwaardig display wensen. ◀

210395-03

Vragen of opmerkingen?

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

Een bijdrage van

Tekst en foto's: **Tam Hanna**
Redactie: **Stuart Cording**
Vertaling: **Jelle Aarnoudse**
Layout: **Giel Dols**



GERELATEERDE PRODUCTEN

➤ **Adafruit CLUE**
www.elektor.nl/19512

technetix

**ARE YOU
THE ONE
WE'RE
LOOKING
FOR?**

Beste Engineer,

Welkom bij Technetix,

Heb jij jezelf wel eens afgevraagd hoe Internet, TV, Netflix en je online games jouw huis bereiken? Technetix maakt alle benodigde soft- en hardware producten welke nodig zijn om al deze data van de kabel aanbieder naar je huis te krijgen. Waarschijnlijk heb je dat nog nooit gerealiseerd maar onze producten vind je overal. Ze worden over de hele wereld gebruikt. Als je door Denver (USA) loopt vind je boven je hoofd een netwerk van onze kabels. Mensen die in Nairobi (Kenia) wonen krijgen een goede internetaansluiting door gebruik te maken van onze kabelversterkers. In Amsterdam kun je in de meeste woonkamers een high speed internetaansluiting vinden die mogelijk is gemaakt door onze data overlay techniek. Technetix is de marktleider in het creëren van oplossingen voor zo optimaal mogelijke performance op de kabel- en glasvezelnetwerken. Dat is waarom onze klanten zoals Vodafone-Ziggo, Virgin Media, Cox, Charter, Comcast, NBN and Liberty Global onze producten gebruiken.

Jij kan ons helpen,

Wij willen graag ons technische team in Veenendaal uitbreiden met een teamspeler met passie voor RF elektronica. Wij zijn altijd op zoek naar hoe we kunnen verbeteren en innoveren. Alleen als we overtuigd zijn van onze producten die we ontwikkeld hebben laten we deze door gaan op weg naar massa productie bij onze fabrieken in het verre Oosten. Tijdens de ontwikkelfase voel je jezelf verwend door de beste meetinstrumenten die je maar kan wensen op ons vakgebied. Alles wat je nodig hebt is beschikbaar in onze eigen laboratoria en testkamers. Wij houden van een interactieve onderlinge relatie binnen de afdeling en over de afdelingen heen. Zodat we ons vrij voelen ideeën en verbeteringen met elkaar te delen en bespreken.

Kijk op onze website



Welkom nieuwe Engineer