

# **Welcome to**

# **Workshop Arduino Basics**

**door VIVES - Industriële Wetenschappen en Technologie**

# Waar ben je?

Campus Brugge Xaverianen

# Wie zijn wij?

- De bachelor opleiding elektronica - ICT
- Wij leren studenten werken met
  - Elektronica, sensoren, microcontrollers, ....
  - Internet of Things
  - Software en Web Development
  - Netwerken en infrastructuur
  - Artificiële Intelligentie

# Doel van vandaag

- Vandaag zijn we hier om iets bij te leren over
  - Arduino
  - Programmeren
  - Sensoren en hardware

# Hoe pakken we dit aan?

- Kleine stukjes theorie
- Met kleine oefeningen
- Zelf dingen doen
- Experimenteren



# Wat is Arduino?

- Arduino is een open-source hardware en software bedrijf
  - Ontwikkelt microcontroller bordjes
  - Voorziet software voor het programmeren: Arduino IDE
  - Heeft een website met documentatie, projecten, ...
    - <https://www.arduino.cc/>
  - Origineel bedoelt voor studenten van een Italiaanse school

## Het hart van de Arduino

- Is een microcontroller
  - Een kleine "computer" als 1 chip
  - Bevat een CPU, wat geheugen en I/O
- Dit voert instructies uit
- Koppelt aan hardware (sensoren en dergelijke)
- Doet uit zichzelf niets ! Moet geprogrammeerd worden.



**Wat kunnen we hiermee allemaal?**

**Een robot bouwen**

**Een plotter**

**Een game controller**

# **LED Toepassingen**

**Een automatische cocktail  
bar**



# **Een DIY zuurstof respirator**



# De mogelijkheden zijn eindeloos

- Je kan het eigenlijk zo zot niet bedenken
- Heel toegankelijk voor jongeren
- Super veel informatie verkrijgbaar
  - <https://docs.arduino.cc/>
  - <https://maker.pro/arduino/projects>
- Niet te duur
- Wordt zelfs in bedrijven gebruikt om prototypes te bouwen

# Welke Arduino's bestaan er allemaal

- Eigenlijk teveel om op te noemen
- Je hebt officiële Arduino boards
- Je hebt Arduino compatibele boards

*Kijk maar eens op*

<https://store.arduino.cc/collections/boards>.

# Aan de slag - Wat heb je nodig

- Een Arduino bordje
  - Eventueel een starter kit
  - Nu geruik je de [Arduino Uno Rev3 SMD](#)
- Een idee
- Een computer
  - Arduino IDE
- Wat C++ kennis

*De helft hiervan is gratis of heb je al!*



# Wat is Programmeren

- Programmeren is instructies geven aan een computer
- Die verstaat echter onze taal niet
  - Verstaat enkel een obscure taal van 1'en en 0'en

# Programmeertaal

- Dit is echter veel te complex (low-level) om mee te werken
- Vandaar dat we een "hogere" programmeertaal gebruiken

# Compileren





- Wij schrijven dan een programma in die programmeertaal
- Dit wordt dan **vertaald in computer instructies**
  - Dit noemen we compileren

# Binary

- Het resultaat van het compilatie-proces is een **binary**
  - Die moeten we wegschrijven naar de microcontroller
    - Dit noemen we **flashen**



# Programmeren met Arduino

- Arduino's programmeren doen we met C++
  -  Heel populair voor microcontrollers
  -  Krachtig en snel
  -  Niet de gemakkelijkste taal om mee te starten
  -  Gratis [IDE voor Arduino](#)



# Starten met "Hello World"

- In de wereld van programmeren starten we altijd met "Hello World"
  - Simpele applicatie die toch iets doet
  - Toont aan dat alles werkt


# Hello World - Openen Sketch

- Sketch = programma bij Arduino
- Ga naar Bestand => Openen en selecteer 01-hello-world


# Hello World - Bord kiezen

- Bij 1ste keer programmeren moeten we het correcte bord kiezen
- Selecteer `Arduino Uno` via `Hulpmiddelen => Board => Arduino AVR`
- Selecteer `/dev/ttyACM0` (Arduino Uno)

# Hello World - Compileren en Flashen

- Het programma dient eerst te worden gecompileerd
- Vervolgens flashen we de computer instructies naar de microcontroller
- Druk op de pijl naar rechts 
  - Dit compileert zowel als het flashen van het device

# Hello World - Het resultaat

- Het resultaat kunnen we zien in de seriële monitor
- Klik op `Hulpmiddelen => Seriële monitor` of op het vergrootglas  rechts

# Hello World - Analyse

- `setup()` :
  - Wordt 1x uitgevoerd wanneer de microcontroller start
  - Hier gaan we bv. hardware initialiseren
    - Zoals de "baudrate" (snelheid) zetten van de seriële poort
      - `Serial.begin(9600);`
    - Dit is de connectie met de computer



# Hello World - Analyse

- `loop()` :
  - Wordt telkens opnieuw uitgevoerd
    - Heel snel na elkaar
    - Vandaar dat we een vertraging moeten plaatsen
    - `delay(1000)` , betekent `1000ms` of `1s` wachten
  - We kunnen ook tekst sturen naar de computer
    - `Serial.println("Hello World");`
    - Merk op dat we tekst tussen dubbele aanhalingstekens plaatsen `"..."`

# Hello World - Oefening

- Probeer de hello world sketch aan te passen zodat:
  - Het jouw naam toont: `Hello World! Ik ben Nico`
  - Er 5 seconden wordt gewacht tussen elk bericht in plaats van 1 seconde
  - Probeer volgende tekst op een nieuwe lijn toe te voegen
    - `Ik studeer land- en tuinbouw`

# Hello World - Oplossing

```
void loop() {  
  
    // Tekst versturen naar de computer  
    Serial.println("Hello World! Ik ben Nico");  
    Serial.println("Ik studeer land- en tuinbouw");  
  
    // Even wachten (5000ms = 5s)  
    delay(5000);  
}
```



# Variabelen

- Een variabel is een symbolische naam voor een geheugen locatie in een computer
- Een variabel kan een getal, tekst, karakter, ... bevatten
- Een variabel kan van waarde veranderen
- We kunnen er ook bewerkingen op uitvoeren

# Variabelen - Declareren

- Variabelen moeten we eerst declareren = kenbaar maken
- We geven de variabel een **naam**
- Geven ook aan welk **type** het is
- En we kunnen ook een 1ste **waarde** meegeven

# Variabelen - Declareren

- Hoe?
  - `type naam = waarde;`
- Een paar voorbeelden:

```
// int = een getal (kan ook negatief zijn)
int leeftijd = 34;

// String = tekst
String naam = "Nico";

// double = komma-getal
double pi = 3.14;
```

# Variabelen - Declareren

- Types: `int`, `double`, `String` (er zijn er nog andere)
- Kiezen van de naam
  - Geen spaties of speciale tekens
  - Beschrijvende en duidelijke naam



# Variabelen - Printen

- De waarde van een variabele kunnen we tonen door deze uit te printen

```
// Eerst printen we een beetje tekst  
Serial.print("De variabele naam: ");  
  
// Dan kunnen we de waarde van de variabele printen  
Serial.println(naam);
```

# Variabelen - Veranderen van waarde

- De waarde van een variabele kunnen we ook veranderen met `=`

```
// Veranderen van de waarde van een variabele  
naam = "Chuck Norris";  
  
// Of van een getal variabele  
leeftijd = 35;
```

- Merk op dat we enkel de variabele naam links plaatsen (geen type)
  - De variabele bestaat namelijk al
- Als je deze nu opnieuw print zal je de nieuwe waarde zien

## Variabelen - Demo Sketch

- Ga naar Bestand => Openen en selecteer 02-variabelen
- Bovenaan zie je een aantal variabelen gedeclareerd
- In loop() printen we de waarde van de variabelen

## Variabelen - Oefening

- Verander de waarde van de variabele `naam` door je eigen naam
  - Doe dit bij het maken van de variabele (helemaal bovenaan)
- Maak `pi` nauwkeuriger door er `3.1415` van te maken
  - Doe dit in `setup()`
- Verander `leeftijd` naar je eigen leeftijd
  - Doe dit in `loop()`

*Kan je verklaren wat het verschil is tussen deze 3 manieren?*

# Variabelen - Oplossing

- naam veranderen bovenaan

```
// String = tekst  
String naam = "Chuck Norris";
```

*Hier wordt de 1ste waarde aangepast op het moment dat we de variabel maken*

# Variabelen - Oplossing

- `pi` veranderen in `setup()`

```
void setup() {  
  
    // Instellen van de snelheid waarmee we data naar de computer sturen  
    Serial.begin(9600);  
  
    // pi aanpassen naar nauwkeurigere waarde  
    pi = 3.1415;  
  
}
```

*`pi` is bij declaratie `3.14`, dan wordt `setup()` uitgevoerd en daar passen we de waarde aan naar `3.1415`*

# Variabelen - Oplossing

- leeftijd veranderen in loop()

```
void loop() {  
    leeftijd = 35;  
  
    // ...  
}
```

*leeftijd is bij declaratie 34. Vervolgens gaan we elke keer dat loop() wordt uitgevoerd, de leeftijd aanpassen naar 35.*

# Variabelen - Wiskundige Bewerkingen

- Variabelen kunnen ook worden gebruikt in bewerkingen
- Gelijklopend met de wiskundige bewerkingen
- Voorbeelden ( `a` , `b` , `c` , ... zijn `int` variabelen)

```
a = a + 15;  
b = a - c;  
c = 45 / 9;  
d = (10 * 10) + 5;
```

*Merk op dat je ook haakjes mag gebruiken*



# Variabelen - Wiskundige Bewerkingen - Oefening

- Zorg er voor dat de variabele `teller` elke iteratie van `loop()` met `1` wordt verhoogt.

# Variabelen - Wiskundige Bewerkingen - Oplossing

- Je kan hiervoor de bewerking `teller = teller + 1` gebruiken

```
void loop() {  
  
    // ....  
  
    // De teller variabel verhogen  
    teller = teller + 1;  
  
    // Een teller als variabel  
    Serial.print("De variabel teller heeft de waarde ");  
    Serial.println(teller);  
  
    // Even wachten (1000ms = 1s)  
    delay(1000);  
}
```



# Hardware

- Het leuke aan microcontrollers en dergelijke is dat we er hardware kunnen aan koppelen
  - Onder de vorm van shields
  - Of aparte sensoren en actuatoren

# Hardware - Sensoren en Actuatoren

- Voorbeelden
  - Een lichtje - aka LED
  - Een knop - aka button
  - Een temperatuur sensor
  - Een vochtsensor
  - Een geluid alarm - aka buzzer
  - Een servo motor
  - ...

# Hardware - Koppelen

- Komt wel wat bij kijken
  - Correcte aansluiting
  - Spanningsniveau (5V, 3V3, ...)
  - Communicatie protocol (hoe ermee praten)
  - Libraries (software)
  - ...

# Hardware - Koppelen

- Arduino helpt hier heel veel
  - Veel informatie online / boeken
  - Starter kits
  - Click shields

# Hardware - Grove

- Gestandaardiseerd prototype systeem
- Makkelijk connecteerbaar maken
- Voorbeelden van code online
- Bestaat uit
  - Adapterbord
  - Module (sensoren - actuatoren)
  - 4-pins connector

<https://www.seeedstudio.com/>





## Hardware - Blinky LED

- We maken de "Hello World" van microcontrollers
- Een lichtje dat aan en uit gaat - aka "Blinky"

## **Hardware - Blinky - Benodigdheden**

- Arduino
- Grove Shield
- LED Module
- Een gekleurde LED

## Hardware - Blinky - Aansluiten

- Klik het shield voorzichtig op de Arduino
- Sluit de kabel aan op de D2 connector
  - D = digitaal
- Zet de schakelaar op 5V
- Sluit de LED module aan
- Stop een LED in de module
  - Let op de vorm

## Hardware - Blinky - Demo Sketch

- Ga naar Bestand => Openen en selecteer 03-blinky
- Druk op de pijl naar rechts ➡ om te compileren en flashen

*Meer informatie vind je op [https://wiki.seeedstudio.com/Grove-Red\\_LED/](https://wiki.seeedstudio.com/Grove-Red_LED/)*

## Hardware - Blinky - Analyse

- `pinMode(2, OUTPUT);`
  - Hiermee stellen we pin `2` in als een digitale uitgang
    - Digitaal = `1` of `0`
      - `1` = `5V`
      - `0` = `0V`
    - Met een uitgang kunnen we iets aansturen
  - 1x dus doen we dit in `setup( )`

## Hardware - Blinky - Analyse

- `digitalWrite(2, HIGH);`
  - Hiermee maken we pin 2 hoog
    - hoog = 1 of dus 5V
- `digitalWrite(2, LOW);`
  - Hiermee maken we pin 2 laag
    - laag = 0 of dus 0V

## **Hardware - Blinky - Oefening**

- Kan je de LED sneller aan en uit laten gaan?
- Kan je de LED 1 seconde aan laten en 2 seconden uit?



## Hardware - Blinky - Oplossing

- Sneller aan / uit
  - Dit kan door beide delays te verkleinen

```
void loop() {  
  
    Serial.println("We zetten de LED aan");  
    digitalWrite(2, HIGH);    // Uitgang aanzetten (HOOG = 5V)  
    delay(200);              // Even wachten (200ms = 0.2s)  
  
    Serial.println("We zetten de LED uit");  
    digitalWrite(2, LOW);    // Uitgang uitzetten (LAAG = 0V)  
    delay(200);              // Even wachten (200ms = 0.2s)  
  
}
```

## Hardware - Blinky - Oplossing

- 1 seconde aan / 2 seconden uit
  - Dit kan door beide delays anders te kiezen

```
void loop() {  
  
    Serial.println("We zetten de LED aan");  
    digitalWrite(2, HIGH);    // Uitgang aanzetten (HOOG = 5V)  
    delay(1000);             // Even wachten (1000ms = 1s)  
  
    Serial.println("We zetten de LED uit");  
    digitalWrite(2, LOW);    // Uitgang uitzetten (LAAG = 0V)  
    delay(2000);             // Even wachten (2000ms = 2s)  
  
}
```



# Hardware - Button

- De simpelste sensor die we kunnen bedenken is een drukknop
- Koppelen we aan digitale **ingang**
  - Indrukken = HOOG = 1 = 5V
  - Loslaten = LAAG = 0 = 0V

## Hardware - Button - Aansluiten

- Klik het shield voorzichtig op de Arduino
- Sluit de kabel aan op de D3 connector
  - D = digitaal
- Zet de schakelaar op 5V
- Sluit de BUTTON module aan

## Hardware - Button - Demo Sketch

- Ga naar Bestand => Openen en selecteer 04-button
- Druk op de pijl naar rechts ➡ om te compileren en flashen

*Meer informatie vind je op <https://wiki.seeedstudio.com/Grove-Button/>*

## Hardware - Button - Analyse

- `pinMode(3, INPUT);`
  - Hiermee stellen we pin `3` in als een digitale ingang
    - Digitaal = `1` of `0`
      - `1` = `5V` = knop ingedrukt
      - `0` = `0V` = knop los gelaten
    - Met een ingang kunnen we iets inlezen
  - 1x dus doen we dit in `setup( )`

## Hardware - Button - Analyse

- `int knop = digitalRead(3);`
  - Hiermee kunnen we de staat van een ingang binnenlezen
  - Het resultaat slaan we op in de variabel `knop`



## **Hardware - Button - Oefening**

- Kan je nu de LED aansturen met de knop?

## Hardware - Button - Oplossing

- Dit kan inderdaad. We kunnen de waarde in de variabele `knop` naar `D2` schrijven:
- In `setup()` moeten we `D2` als uitgang zetten:

```
// Configureer D2 als een digitale uitgang  
pinMode(2, OUTPUT);  
  
// Configureer D3 als een digitale ingang  
pinMode(3, INPUT);
```

## Hardware - Button - Oplossing

- In `loop()` kunnen we `D2` (de LED) aansturen met de waarde van `D3` (de knop)
- Dus in plaats van `LOW` of `HIGH` te schrijven, sturen we de waarde van `knop`:

```
void loop() {  
  
    int knop = digitalRead(3);  
    Serial.print("De toestand van de knop is: ");  
    Serial.println(knop);  
  
    // Zet de uitgang gelijk aan de stand van de knop  
    digitalWrite(2, knop);  
  
    delay(1000);    // Even wachten (1000ms = 1s)  
  
}
```



# Beslissingen maken in code

- Beslissingen kunnen we in code maken aan de hand van `if-else` structuren
- `if`: als een **conditie waar** is dan doen we iets
- `else`: anders doen we eventueel iets anders

TODO: Figuur

# Beslissingen - De conditie

- De conditie bestaat meestal uit 1 of meerdere vergelijkingen
- Hierbij kunnen we een aantal operatoren van de wiskunde gebruiken:
  - `==` : gelijk aan
  - `!=` : verschillend van
  - `>` : groter dan
  - `>=` : groter dan of gelijk aan
  - `<` : kleiner dan
  - `<=` : kleiner dan of gelijk aan

## Beslissingen - De conditie - Voorbeeld

- Een voorbeeld van een beslissing
  - Toegepast op de 04-button sketch

```
if (knop == HIGH) {  
  Serial.println("De knop is ingedrukt");  
} else {  
  Serial.println("De knop is niet ingedrukt");  
}
```

*Probeer dit maar eens uit ...*





## Hardware - De Buzzer

- De buzzer is een piezo element dat een geluidstoon uitstuurt
- We kunnen dit sturen via
  - een digital signaal: aan of uit
  - een analoog signaal: dan genereren we een toon

*Wij werken voorlopig enkel met het digitale signaal.*

# Hardware - De Buzzer - Benodigdheden

- Arduino
- Grove Shield
- Buzzer Module

## Hardware - De Buzzer - Aansluiten

- Klik het shield voorzichtig op de Arduino
- Sluit de kabel aan op de D4 connector
  - D = digitaal
- Zet de schakelaar op 5V
- Sluit de BUZZEER module aan

## Hardware - De Buzzer - Demo Sketch

- Ga naar Bestand => Openen en selecteer 05-buzzer
- Druk op de pijl naar rechts ➡ om te compileren en flashen

*Meer informatie vind je op <https://wiki.seeedstudio.com/Grove-Buzzer/>*

# Hardware - De Buzzer - Analyse

- `pinMode(4, OUTPUT);`
  - Hiermee stellen we pin `4` in als een digitale uitgang
    - Digitaal = `1` of `0`
      - `1` = `5V`
      - `0` = `0V`
    - Met een uitgang kunnen we iets aansturen
  - 1x dus doen we dit in `setup( )`

# Hardware - De Buzzer - Analyse

- `digitalWrite(2, HIGH);`
  - Hiermee maken we pin 2 hoog
    - hoog = 1 of dus 5V
    - de buzzer maakt geluid
- `digitalWrite(2, LOW);`
  - Hiermee maken we pin 2 laag
    - laag = 0 of dus 0V
    - de buzzer maakt geen geluid



# Logica in Code - Een Alarm

- Kunnen we nu samen volgende applicatie maken?
  - Wanneer je de knop 3 seconden of langer indrukt moet het alarm aangaan.
  - Wanneer je de knop 1 seconde indrukt moet het alarm uitgaan.
- Wat kan ons allemaal helpen
  - Goed nadenken
  - Stap per stap uitwerken
  - Informatie sturen via `Serial.println()` naar de computer



# Logica in Code - Een Alarm - Opbouw

- We moeten bijhouden hoe lang er op de knop wordt gedrukt
  - Dit kan via een variabele, bv. `secondenIngedrukt`
- Als de knop ingedrukt is, a.k.a. `HIGH`
  - Dan tellen we een seconde bij
- Als de knop is losgelaten, a.k.a. `LOW`
  - Dan moeten we kijken hoe lang deze eventueel was ingedrukt
    - 1 seconde: alarm uit
    - 3 seconden: alarm aan
  - Als laatste zetten we de teller terug op `0`



# Temperatuur sensor

- Een temperatuur sensor kan de omgevingstemperatuur opmeten
  - Veel verschillende soorten
    - Analooq / i2c / spi / 1-wire
    - Temperatuur / Luchtdruk / Luchtvochtigheid
    - Nauwkeurigheid
    - IC (chip), thermistor, ...
    - ...
  - Keuze hangt af van de toepassing

# Temperatuur sensor - Grove

- Grove voorziet een 10-tal verschillende temperatuur sensoren
- Wij gebruiken nu een simpele thermistor (temperatuursafhankelijke weerstand)
- Koppelen we aan een **analoge ingang**
  - Niet meer 1 of 0 (digitaal)
  - Maar waarde tussen 0 en 1023
    - Stelt spanning voor tussen 0 en 5V (of 3V3 )

## Temperatuur sensor - Aansluiten

- Klik het shield voorzichtig op de Arduino
- Sluit de kabel aan op de A0 connector
  - A = analoog
- Zet de schakelaar op 5V
- Sluit de temperatuur sensor module aan

## Temperatuur sensor - Demo Sketch

- Ga naar Bestand => Openen en selecteer 06-temperature-sensor
- Druk op de pijl naar rechts ➡ om te compileren en flashen

*Meer informatie vind je op [https://wiki.seeedstudio.com/Grove-Temperature\\_Sensor\\_V1.2/](https://wiki.seeedstudio.com/Grove-Temperature_Sensor_V1.2/)*

## Temperatuur sensor - Analyse

- `pinMode(A0, INPUT);`
  - Hiermee stellen we pin `A0` in als een analoge ingang
    - Bij het inlezen krijgen we dan getal tussen 0 en 1023
  - 1x dus doen we dit in `setup( )`

# Temperatuur sensor - Analyse

- `int voltage = analogRead(A0);`
  - Hiermee kunnen we de huidige "spanning" inlezen op de analoge pin
- De berekening is heel eigen aan temperatuur en deze sensor
- Dit haal je uit de datasheet of online
  - <https://www.youtube.com/watch?v=wjL7xOGqAqg&t=249s>



# Temperatuur sensor - Oefening

- Stuur een bericht naar de computer afhankelijk van de temperatuur.
  - Bv. `Temperatuur is ok` als deze lager is dan `25°C`
  - Bv. `Opgelet! Temperatuur is te warm` als deze hoger of gelijk is aan `25°C`.
  - Speel gerust zelf met de grenswaarde
  - Je kan de temperatuur verhogen door je vinger op het IC te leggen

# Temperatuur sensor - Oplossing

- We zullen hiervoor een `if-else` beslissing moeten implementeren.

```
void loop() {  
  // Temperatuur bepalen  
  int voltage = analogRead(A0);  
  double R = ((1023.0 / voltage) - 1.0 ) * R0;  
  double temperatuur = (1.0 / ((log(R/R0)/B) + (1/298.15))) - 273.15;  
  
  // Beslissen of temperatuur ok is of niet  
  if (temperatuur < 25) {  
    Serial.println("Temperatuur is ok");  
  } else {  
    Serial.println("Opgelet! Temperatuur is te warm");  
  }  
  
  delay(1000);  
}
```



# Bodem vocht sensor

- Een bodem vocht sensor kan opmeten hoeveel vocht er in de grond zit
  - Er bestaan verschillende soorten
    - Resistief (goedkoop maar oxideert)
    - Capacitief (complexer maar oxideert niet)
    - ...
  - Keuze hangt af van de toepassing

# Bodem vocht sensor - Grove

- Grove voorziet resistief en capacitieve bodem vocht sensoren
- Wij gebruiken nu een simpele resistieve sensor
- Koppelen we aan een **analoge ingang**
  - Niet meer 1 of 0 (digitaal)
  - Maar waarde tussen 0 en 1023
    - Stelt spanning voor tussen 0 en 5V (of 3V3)

## Bodem vocht sensor - Aansluiten

- Klik het shield voorzichtig op de Arduino
- Sluit de kabel aan op de A1 connector
  - A = analoog
- Zet de schakelaar op 5V
- Sluit de bodem vocht sensor module aan

## Bodem vocht sensor - Demo Sketch

- Ga naar Bestand => Openen en selecteer 07-moisture-sensor
- Druk op de pijl naar rechts ➡ om te compileren en flashen

*Meer informatie vind je op [https://wiki.seeedstudio.com/Grove-Moisture\\_Sensor/](https://wiki.seeedstudio.com/Grove-Moisture_Sensor/)*

## Bodem vocht sensor - Analyse

- `pinMode(A1, INPUT);`
  - Hiermee stellen we pin `A1` in als een analoge ingang
    - Bij het inlezen krijgen we dan getal tussen 0 en 1023
  - 1x dus doen we dit in `setup( )`



## Bodem vocht sensor - Analyse

- `int vochtgehalte = analogRead(A1);`
  - Hiermee kunnen we de huidige "spanning" inlezen op de analoge pin
- Is een ruwe waarde. Er bestaat niet echt een eenduidige omzetting naar % vocht.



# Grafieken maken

- Via `Hulpmiddelen => Seriele Plotter` kan je grafieken maken
- De getallen mag je niet achter tekst plaatsen.
  - Dus waarde uitsturen via `Serial.println()`

# Grafieken maken - Grond vocht

- Dus bijvoorbeeld:

```
void loop() {  
  // Eerst moeten we de analoge spanning meten (getal tussen 0 en 1023)  
  int vochtgehalte = analogRead(A1);  
  
  Serial.println("Grondvocht: ");    // println !!  
  Serial.println(vochtgehalte);  
  
  delay(1000);  
}
```

- Resultaat zie je via Hulpmiddelen => Seriele Plotter



# Uitdaging - Planten Bewateren

- Planten monitoren
  - Grond vocht
  - Omgevingstemperatuur
- **Te nat?** Laat de rode LED branden
- **Te droog?** Laat het alarm afgaan
- **Ok?** Licht uit en alarm uit
- Zorg dat je zowel temperatuur als vocht in grafiek kan tonen
- Extra moeilijk? Alarm uitzetten met druk op de knop

*Kies zelf maar wat te nat of te droog is. Experimenteer!*