

Eindpresentatie semester 2 – IB3 Vertical Farm: "Plan-T"

Faculteit Industriële Ingenieurswetenschappen

Elias Neels
Cas Truyers
Beau Forrez
Wout Batselé
Charlotte Bert
Kjell Naessens
Niels Verhoeve
Stijn Verhaeghe
Andres Bosman
Wouter Fouquet
Daan Vercammen
Sander De Stercke
Sander Haustraete
Syme Vandenbosh
Arne Van der Stede





Teamverdeling



Elias Neels
Beau Forrez
Wouter Fouquet
Wout Batselé
Sander De Stercke



Sander Haustraete
Charlotte Bert
Kjell Naessens
Niels Verhoeve



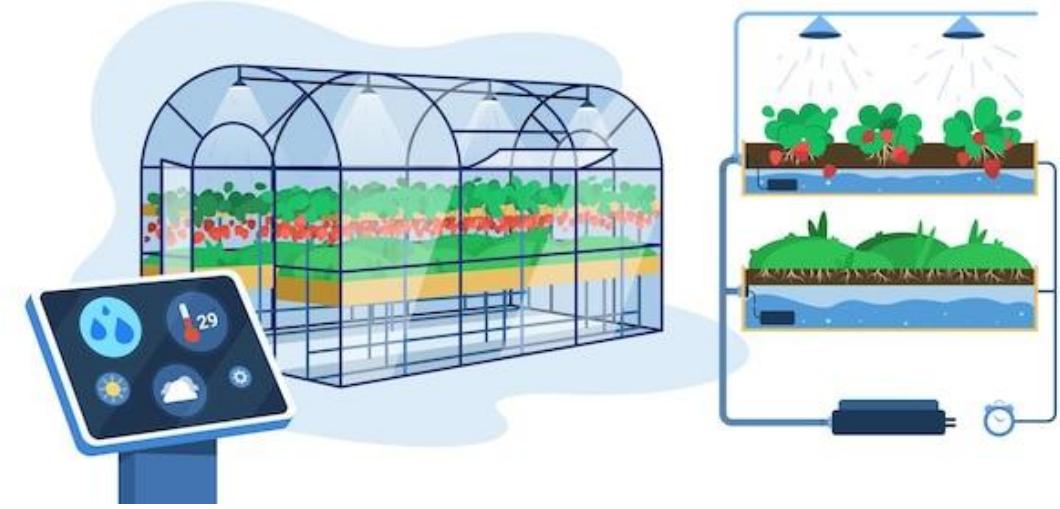
Daan Vercammen
Syme Vandenbosch
Arne Van der Stede
Stijn Verhaeghe
Andres Bosman
Cas Truyers

Literatuurstudie



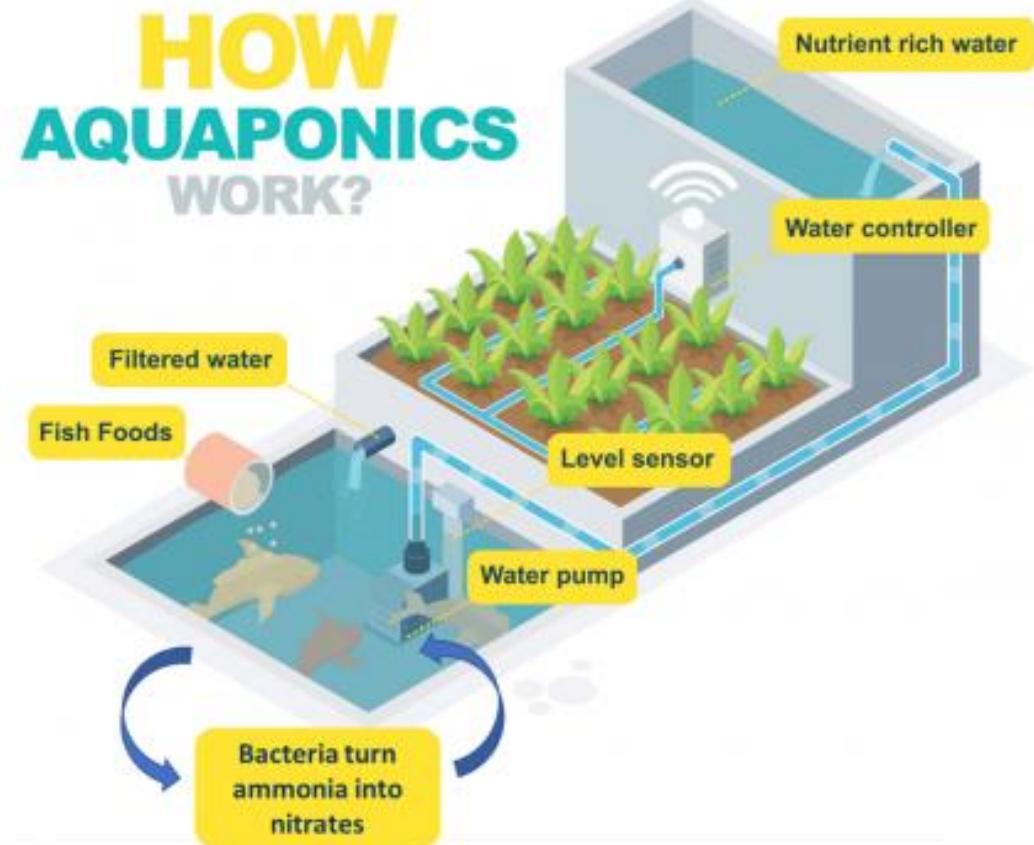
Controlled-environment agriculture (CEA)

- Teelt in gecontroleerde omgevingen
- Regelt licht, temperatuur, luchtvochtigheid en CO₂-niveaus
- Verhoogt opbrengst en verkort groeicycli
- Minder afhankelijk van seizoenen of buitenklimaat
- Vaak toegepast in vertical farming, kassen en containerfarms



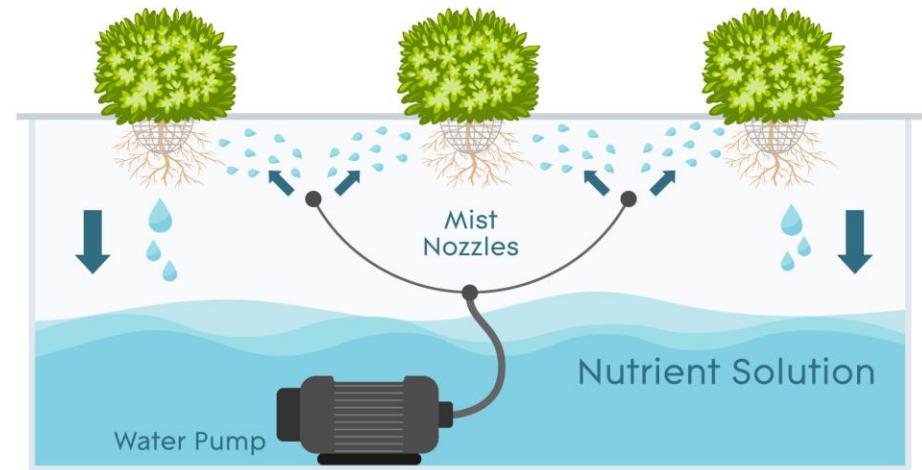
Aquaponics

- Symbiotisch met aquacultuur
- Visafval als voeding
- Planten zuiveren het water
- Gesloten ecosysteem
- Milieuvriendelijk
- Minder nood aan kunstmest etc.
- **Ethisch verantwoord op school?**



Aeroponics

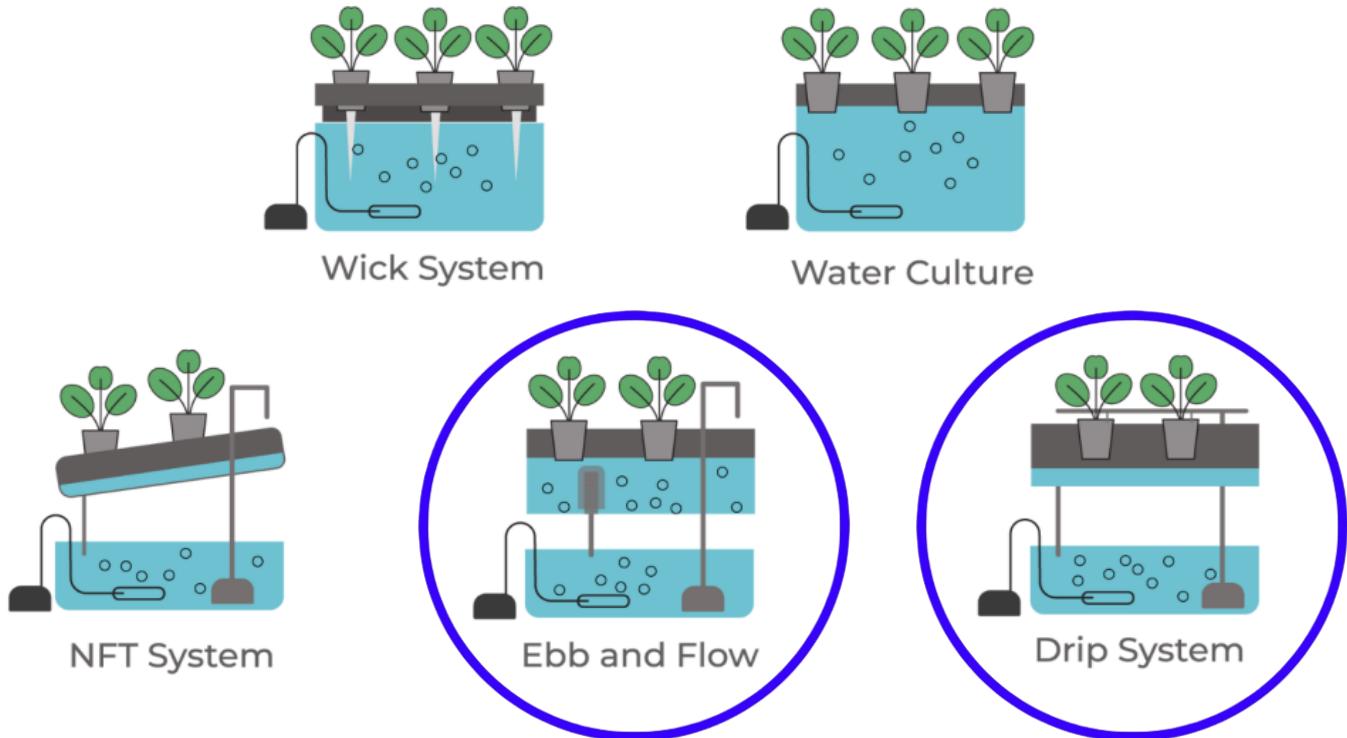
- Wortels hangen in de lucht
- Besproeid met voedingsoplossing
- Zeer efficiënt water- en nutriëntengebruik
- Optimale zuurstoftoevoer naar wortels
- **Technisch complexer**



Hydroponics

- Water en/of substraat
- Efficiënt watergebruik
- Snellere plantengroei
- Relatief simpel en goedkoop
- Eb en vloed
- Druppelirrigatie

TYPES OF HYDROPONIC SYSTEMS



Plantenbak

- Plantjes
- Bakken
- Sensoren en actuatoren



Planten



Basilicum



Groene munt



Snijsla



Oregano



Koriander



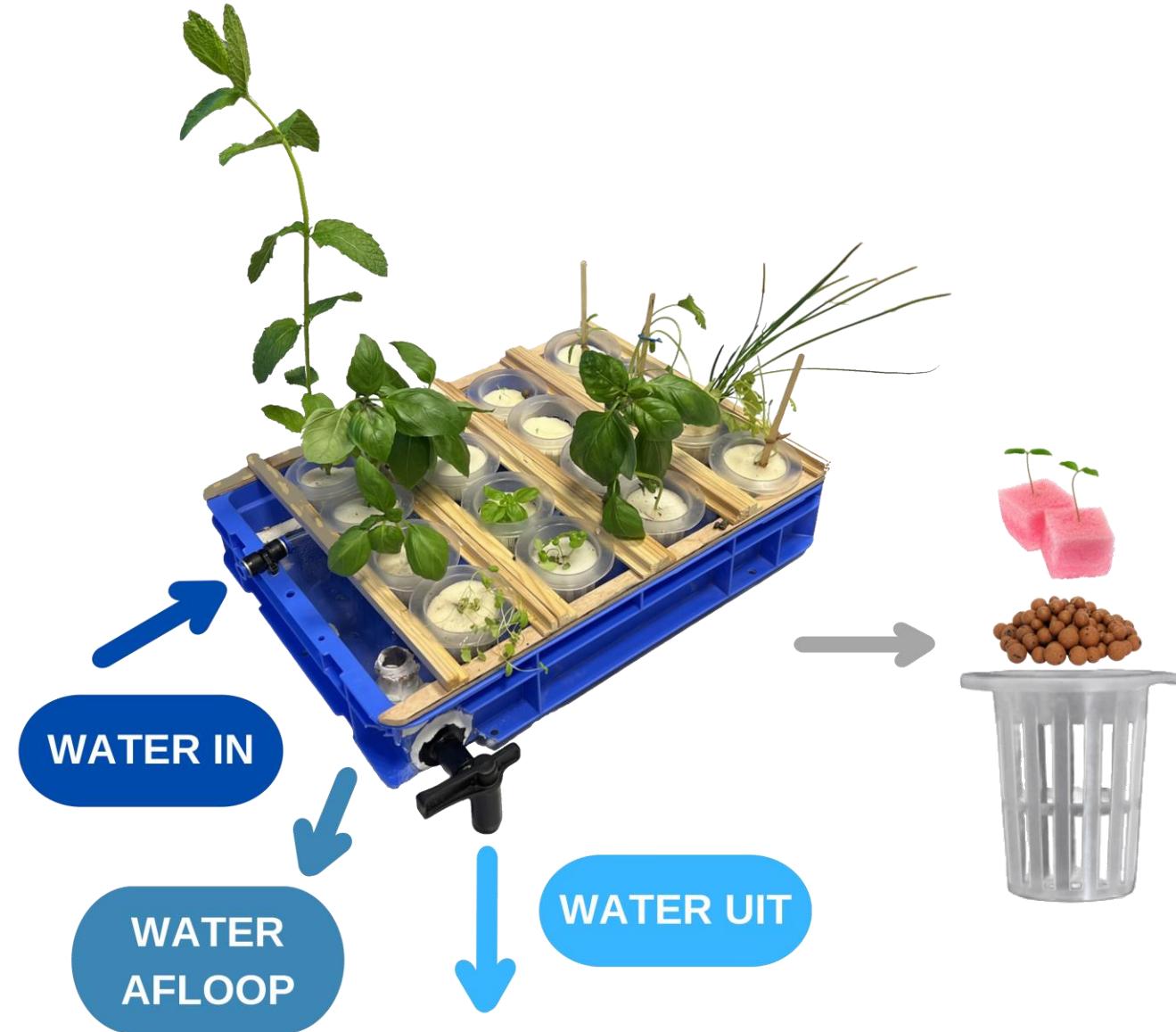
Bieslook



Peterselie

Plantenbak 1

- Ebb-and-flow
- Regentonkraan
- Overloop



Plantenbak 2

- Druppel-systeem
- Kokosvezel



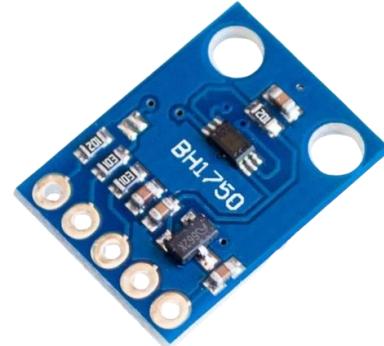
Sensoren



CSMS



GY-SCD40

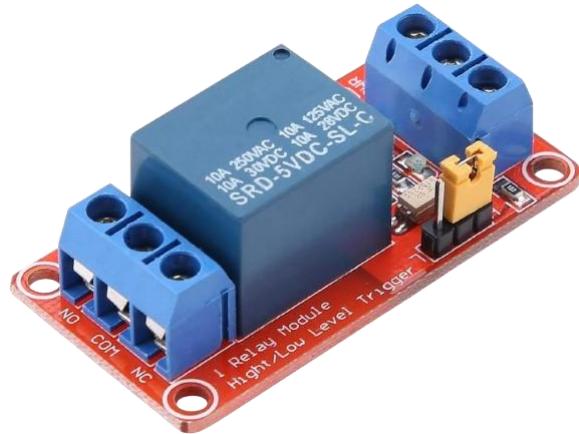


BH1750



PN532

Actuatoren

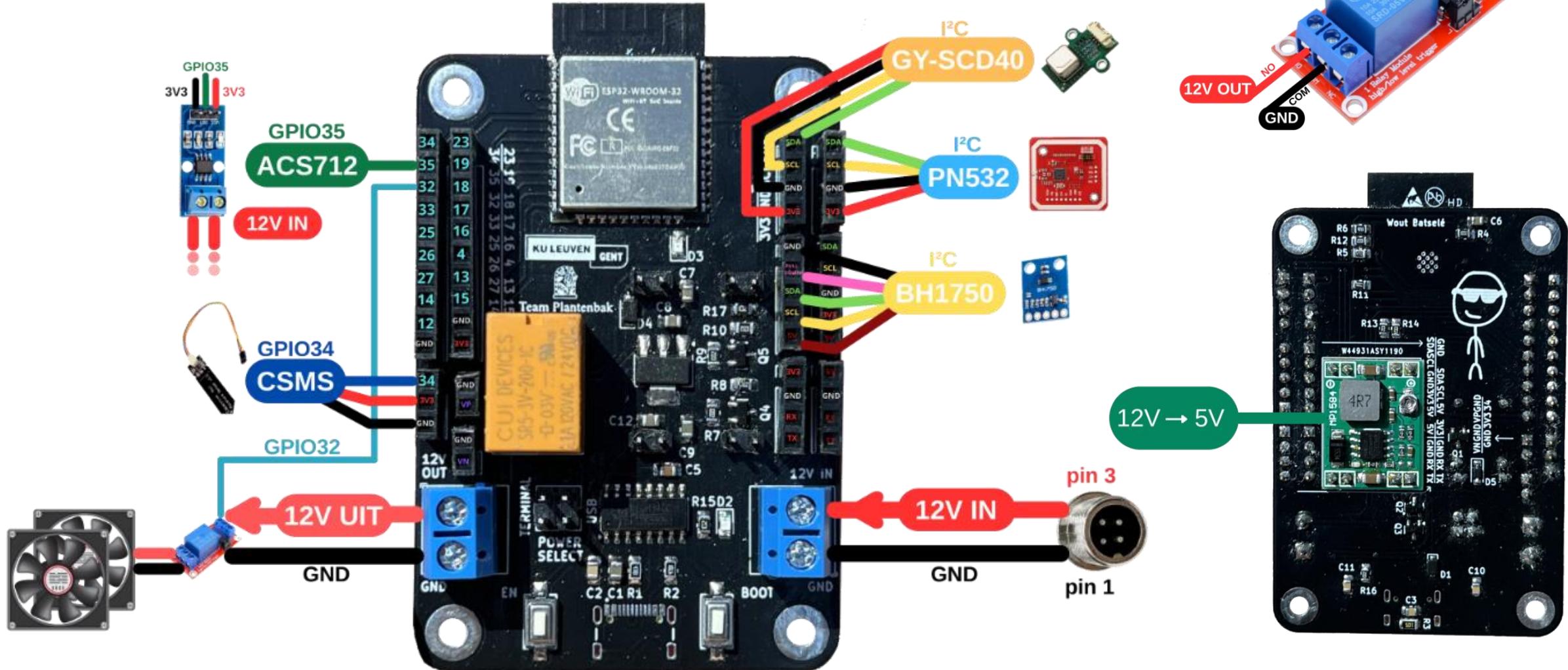


Relais

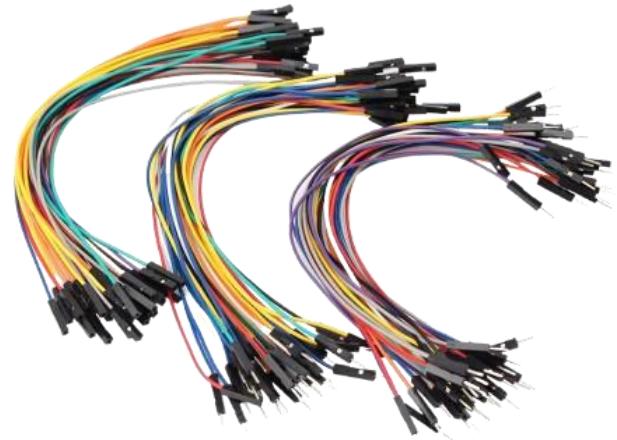


Ventilatoren

Plantenbak



Overige materialen



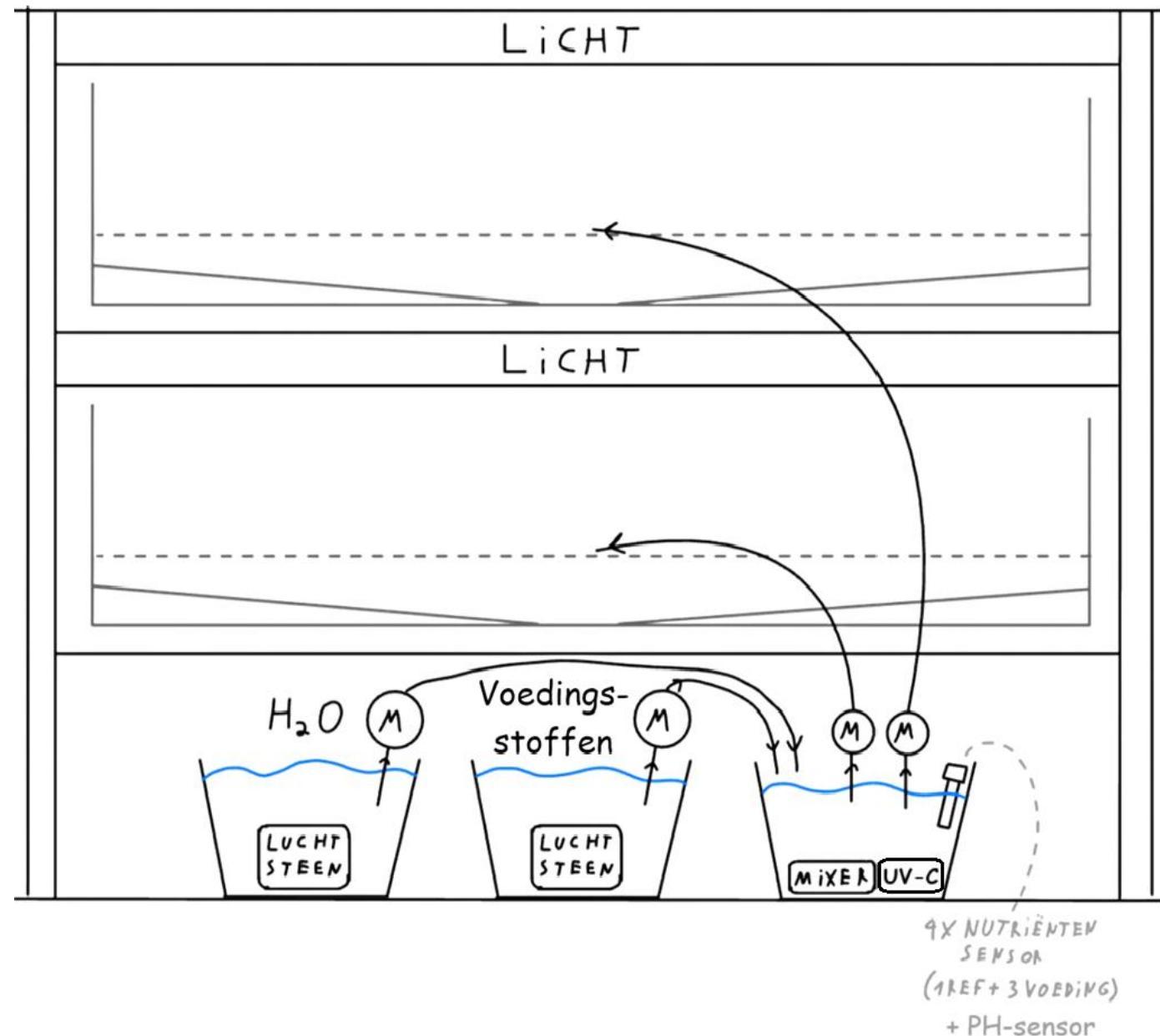
Watervoorziening

- Watersysteem
- Voedingsstoffen
- Componenten



Watersysteem

- Water + voedingsstoffen
- Aanvoer en afvoer
- Mengen, verdelen en recupereren



Waarom?

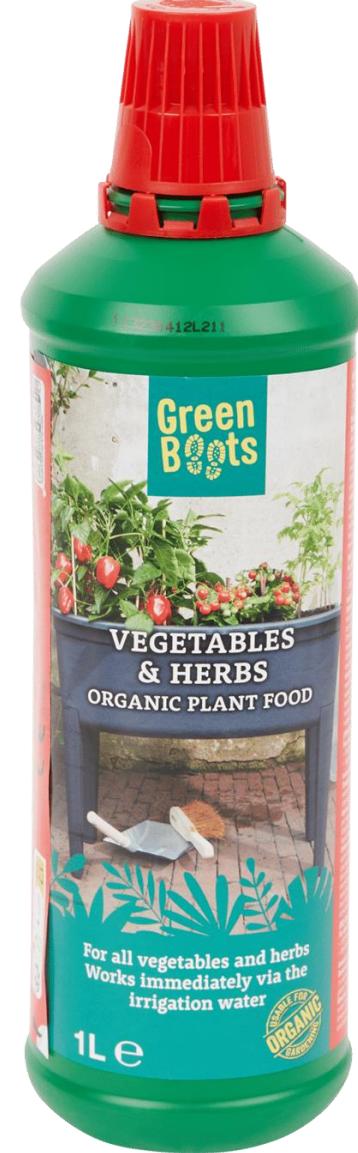
- Groei
- Weerstand
- Opname-efficiëntie

Belangrijke factoren

- Voedingsstoffen
- Zuurtegraad
- Groei van micro-organismen

Voedingsstoffen

- Waterreservoir
- Voedingsstofreservoir
 - NK 2,5-4
- Mengreservoir

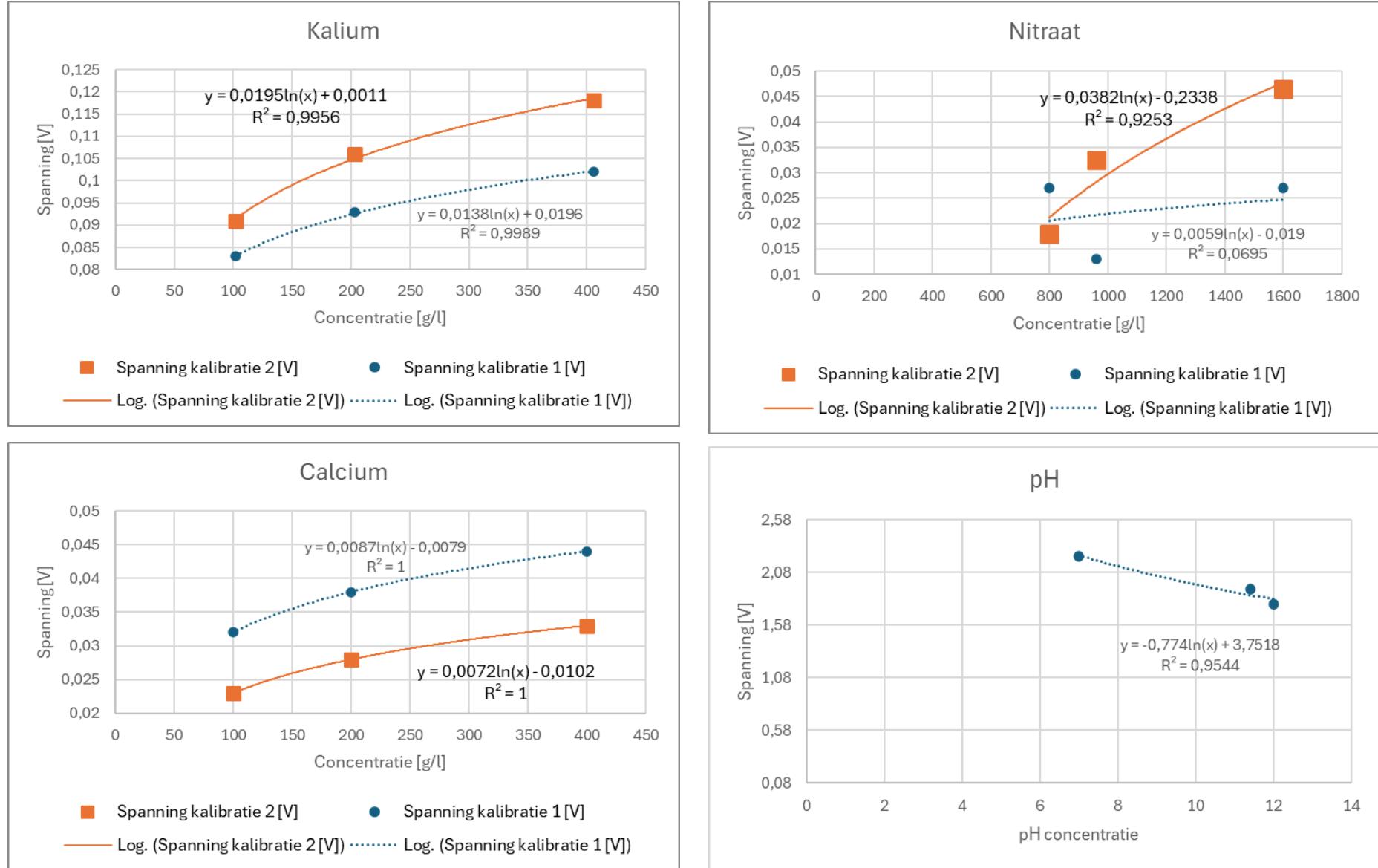


Chemische Probes

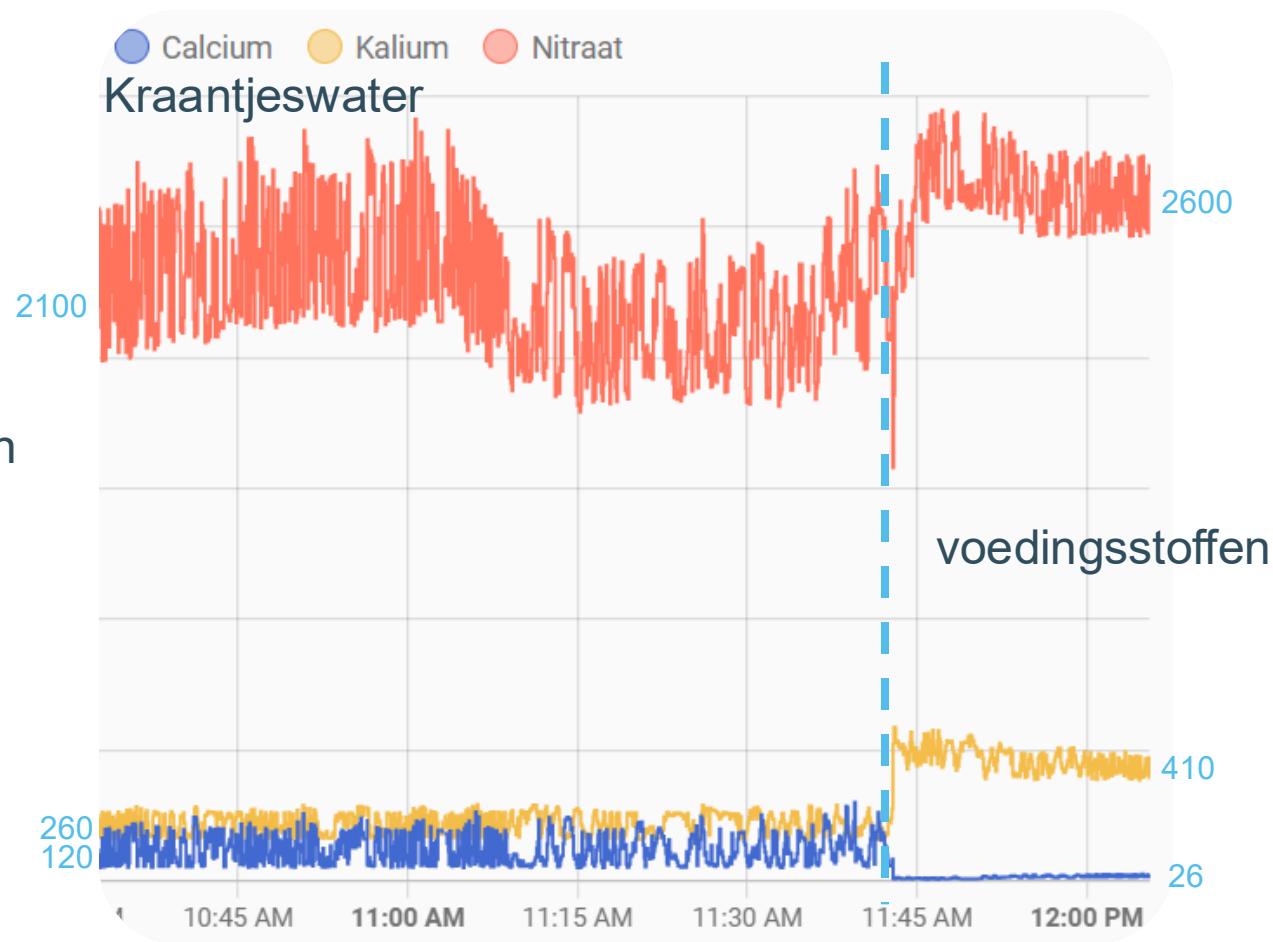
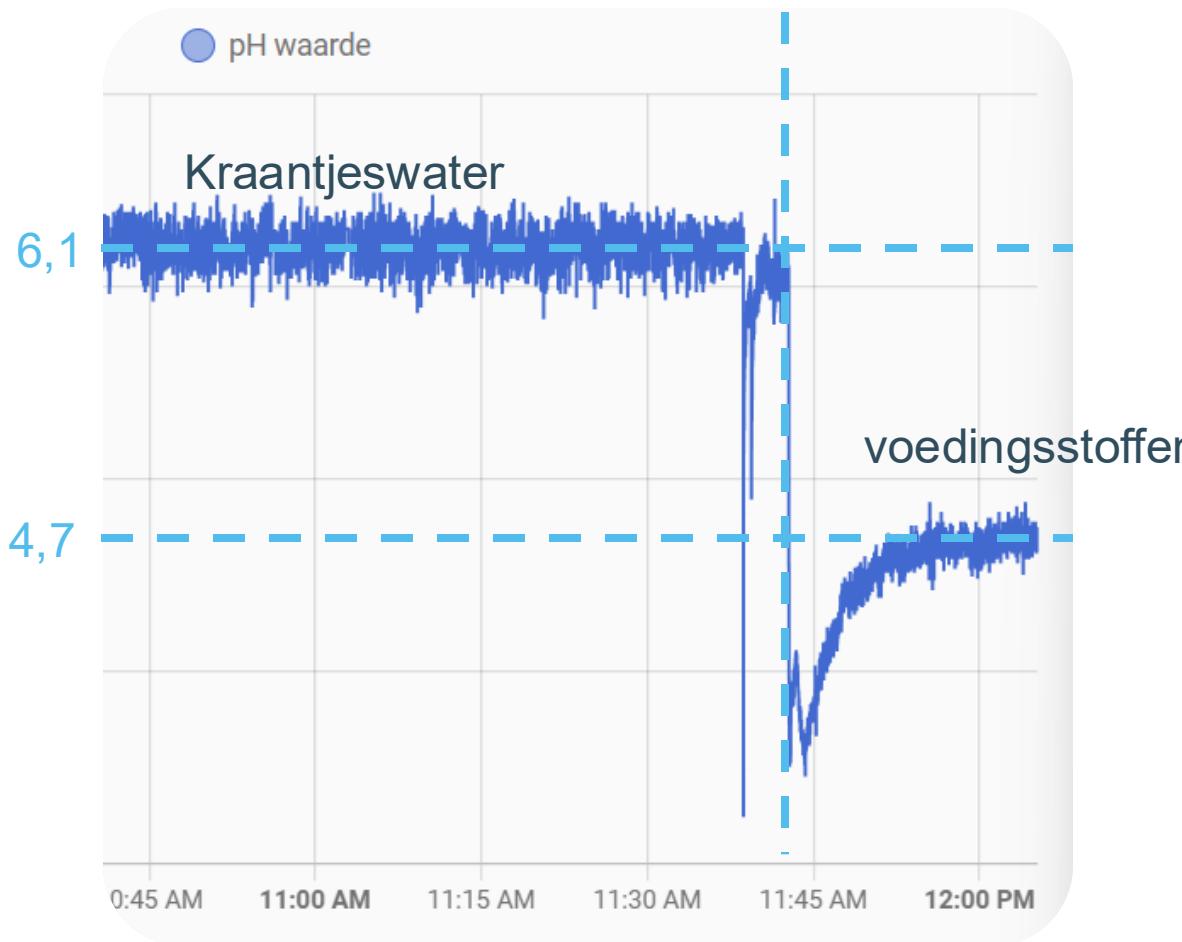
- Hergebruikt:
 - Nitraat
 - Kalium
 - Calcium
 - Referentie
- Nieuw:
 - pH
- Ontbrekend:
 - Fosfaat



Kalibraties

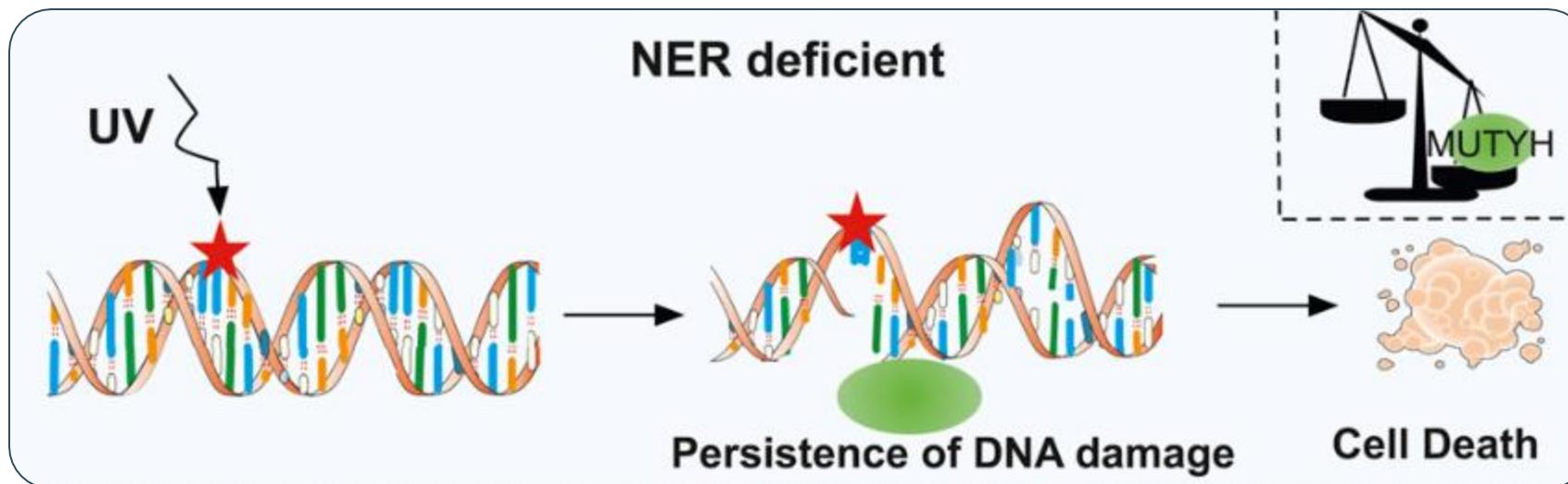


Uitmeten van de voedingsstoffen



UV-C

- Ultraviolet licht (type C)
- 100-280 nm
- breekt DNA-structuur



Repair of UV-Induced DNA Damage, Abdelghani Mazouzi et al., www.sciencedirect.com, 16/11/17

Luchtpomp + luchtsteen en aquariumpomp

- Menging water + voeding
 - Luchtpomp + luchtsteen
- Geen stilstaand water
- Extra zuurstof
 - Bevorderd plantengroei
- Menging mixreservoir
 - Onderwaterpomp



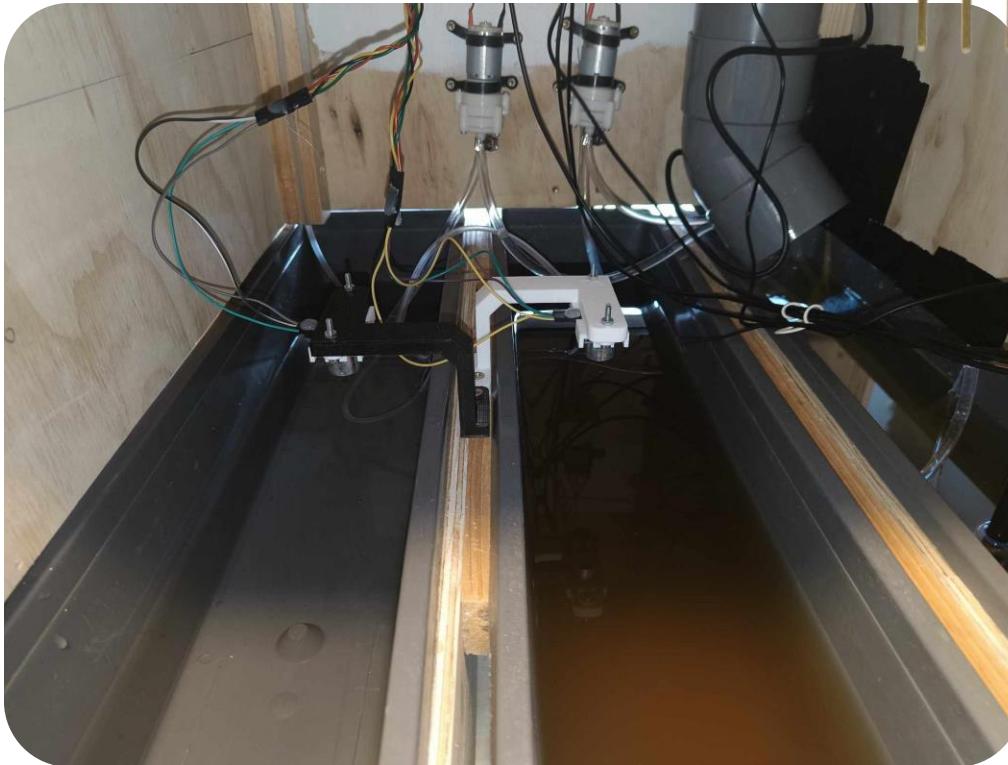
Toevoer/afvoer

- Ultrasoon
- Waterpompen
- PCB



Ultrason

- HC-SR04
- Contactloos
- Analoog
- Goedkoop
- Open reservoirs
- Interferentie van luchtpomp of andere

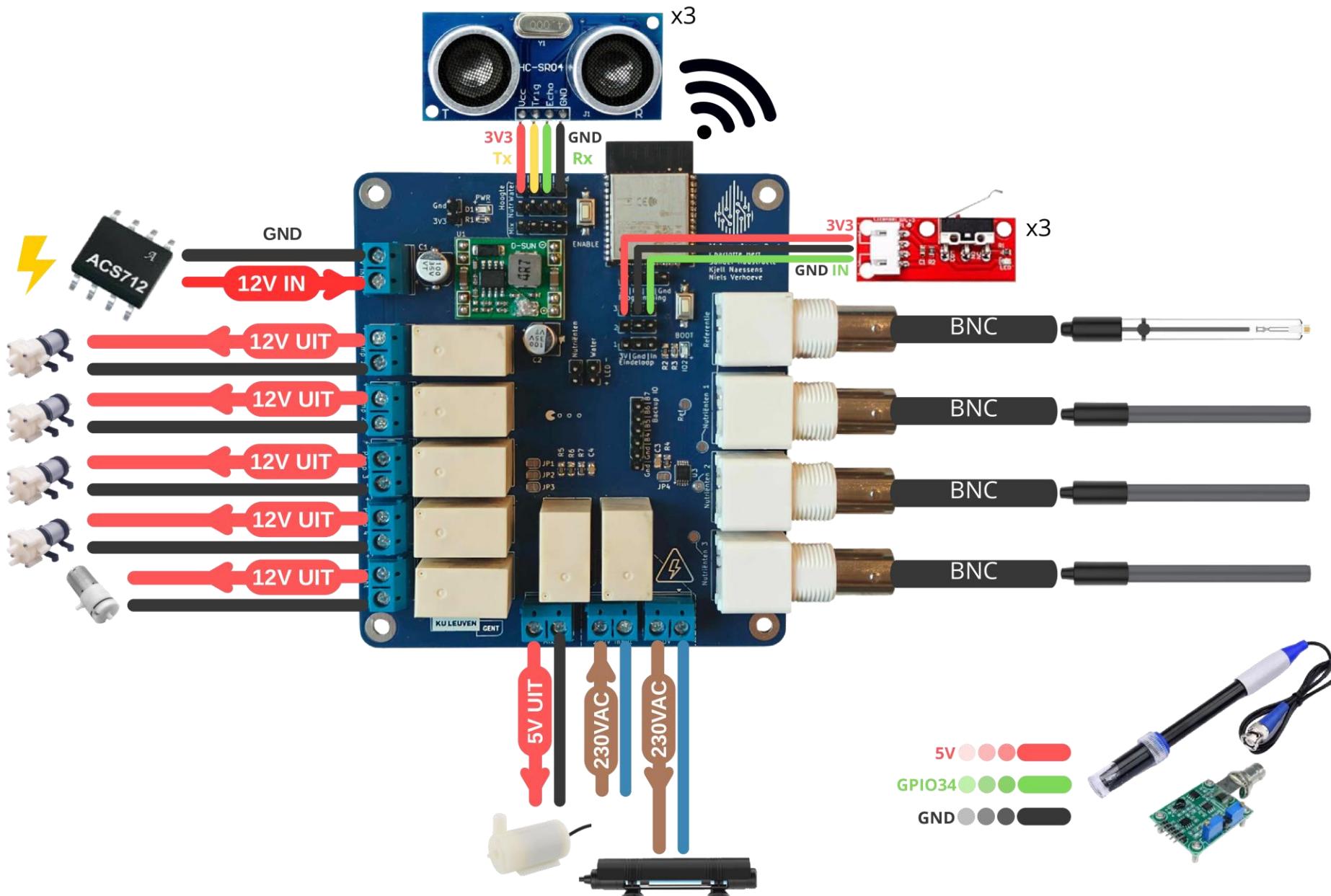


Waterpompen

- 4 pompen/kast
- Voldoende sterk
 - 3m opvoerhoogte
 - 1,5m aanzuighoogte
 - $\sim 1,8\text{l/min}$
- 12V ~400mA: 4,8W
- Relatief goedkoop
- Compact
- Compatibel



PCB



Licht



Licht

- Led selectie
- Led-PCB ontwerp
- Driver-PCB ontwerp

Led Selectie (Optimale golflengtes)



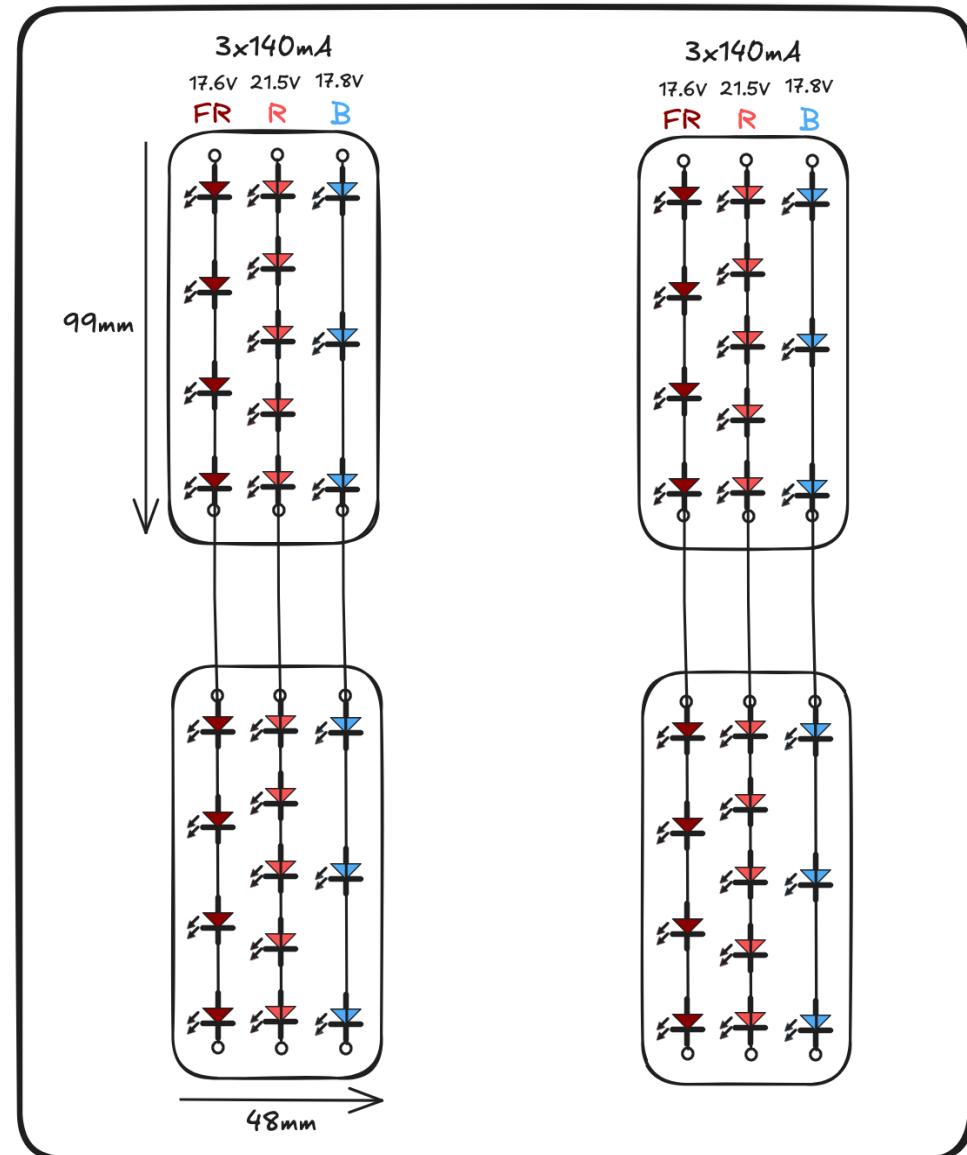
LED Specifications (CreeLed)	Far-Red (FR)	Red (R)	Blue (B)
Wavelength (nm)	720–740	650–670	455
Current (mA)	140	140	140
Voltage (V)	2.2	2.15	2.96
Consumption (W)	0.308	0.301	0.414



Elektrisch dimensioneren

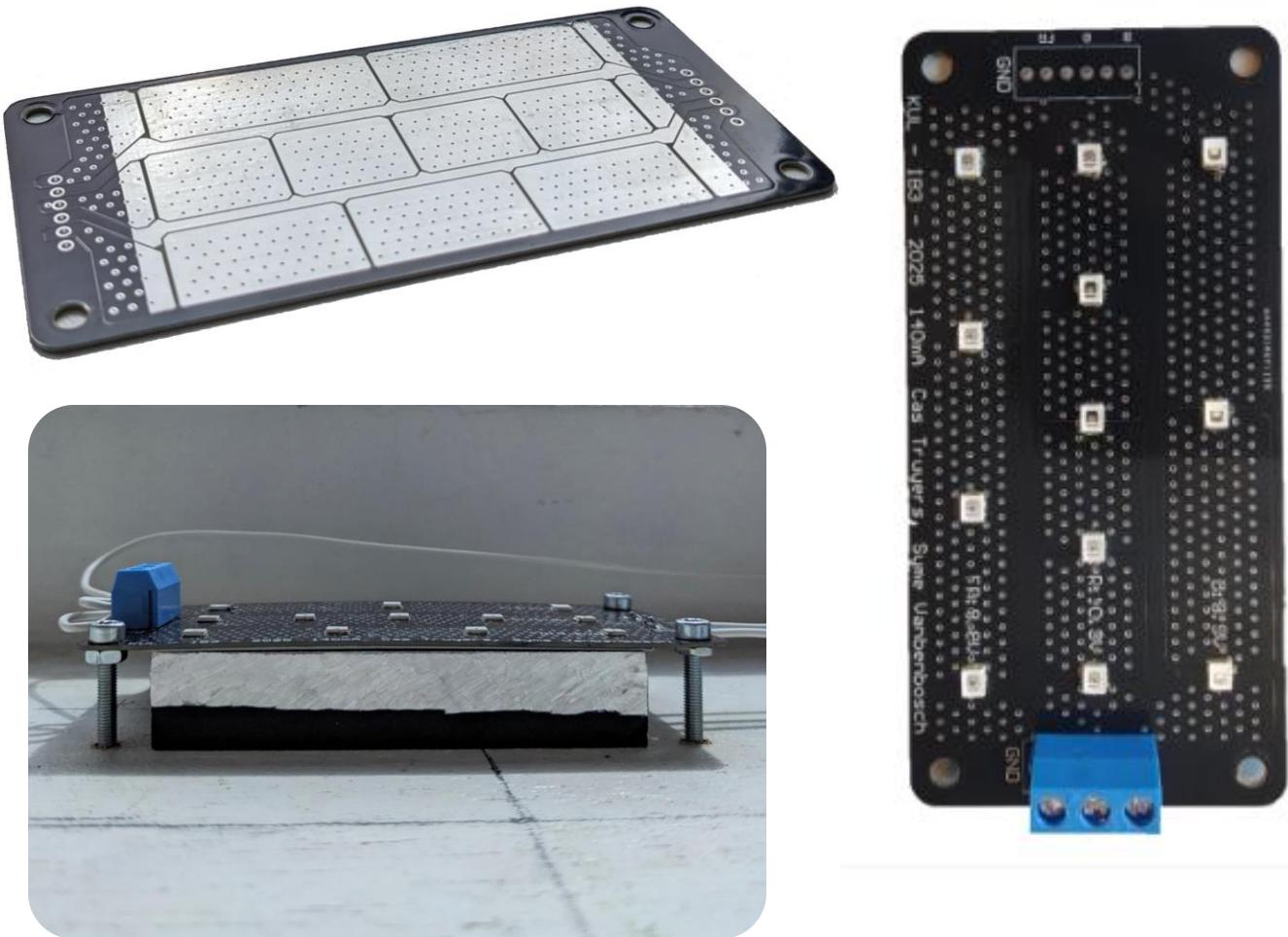
- **Modulariteit:** PCB's doorverbinden
- Beslissing aantal Leds/PCB's per lade
- Twee PCB's in serie (per driver IC)

	FR	R	B	Per serie	Per Lade
Aantal LED's	8	10	6	—	—
Voltage (V)	17.6	21.5	17.76	—	—
Current (mA)	140	140	140	420	840
Consumption (W)	2.5	3	2.5	8	16



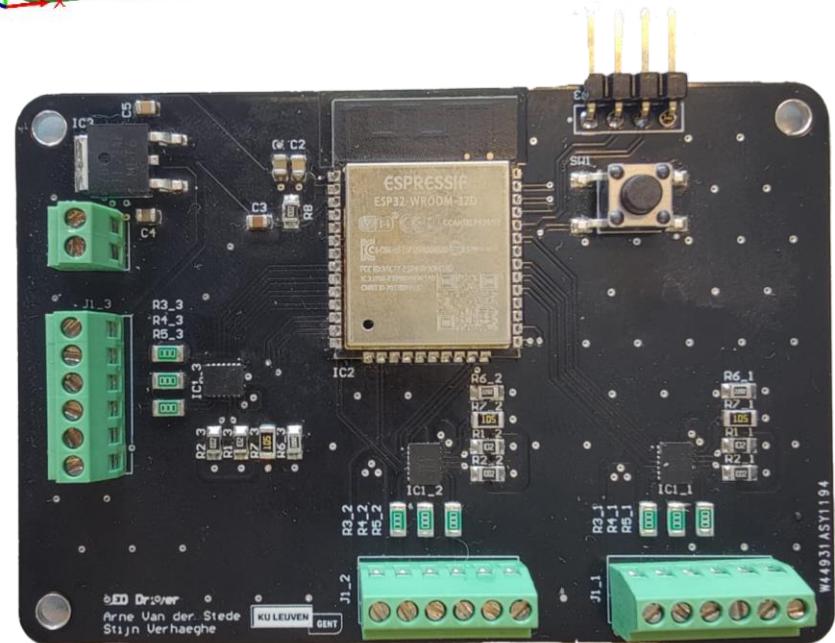
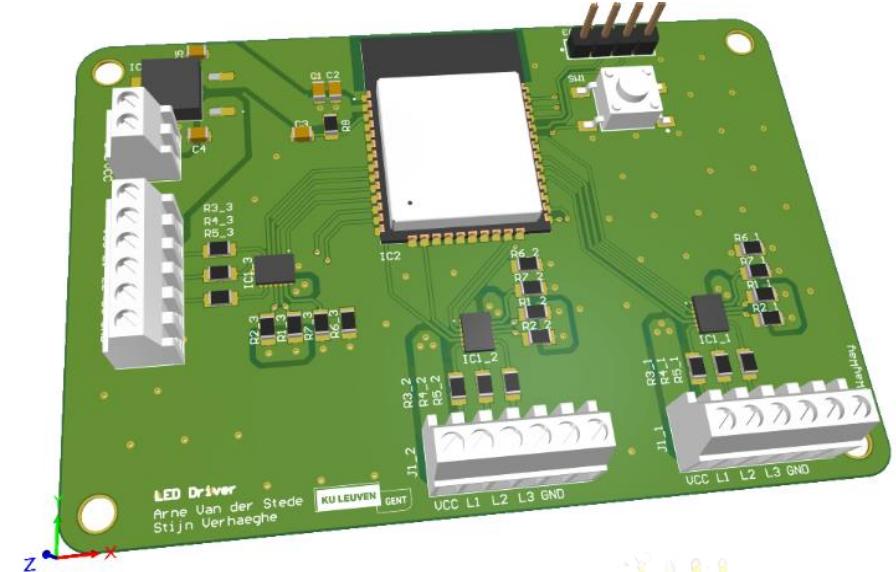
Led-PCB

- Focus op thermische prestatie
- Copper pour i.p.v. trace
- Verwijderen silkscreen
- Via's
- Thermal pad en heatsink



Driver-PCB

- Aansturen van de LED's
- Mogelijkheid tot 3 aansluitingen
- Gebruik van terminal blocks voor installatie



Praktische realisatie



Functies

- Night
- Eco
- Max
- Comfort
- Sla



Power



Power

Wat zijn de noden?

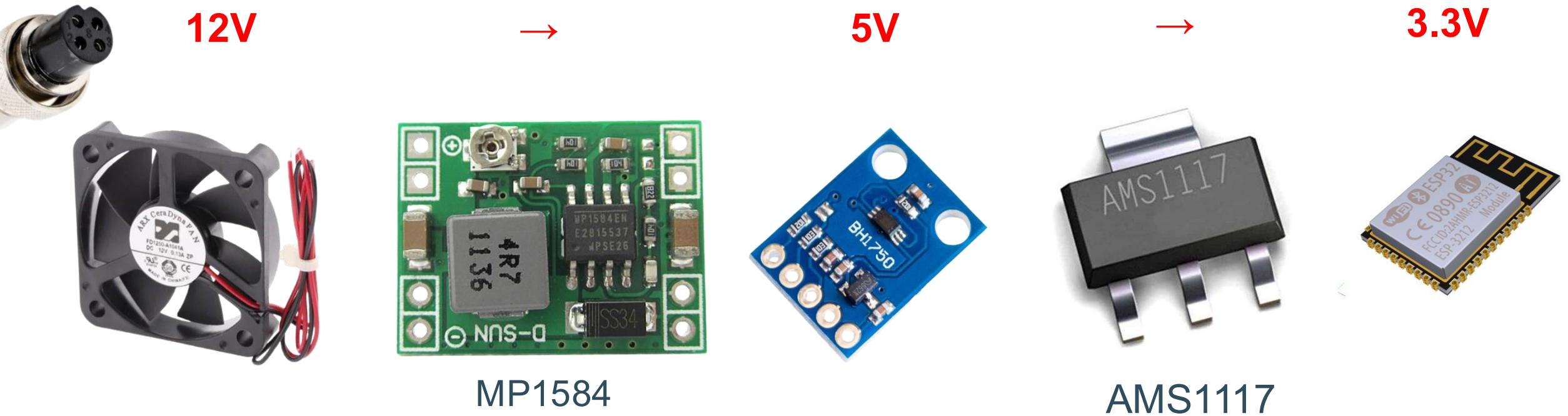
- 230V (UV lamp)
- 24V (LED's)
- 12V (ventilatoren, pompen)
- 5V (sensoren)
- 3.3V (ESP)

Voedingen

- 230V direct
- 24V voeding: 24V - 4.2 A
- 12V voeding: 12V - 3A
- 5V (sensoren) omzetting op PCB
- 3.3V (ESP) omzetting op PCB



Plantenbak als voorbeeld



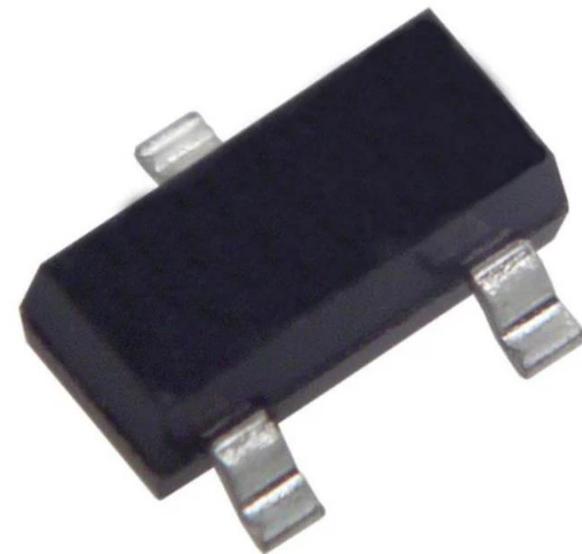
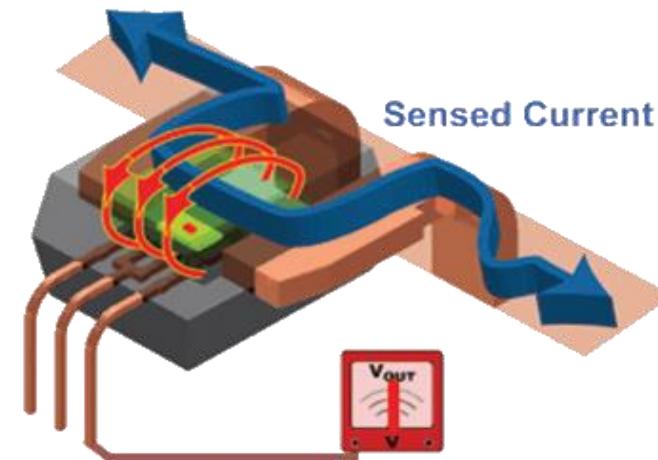
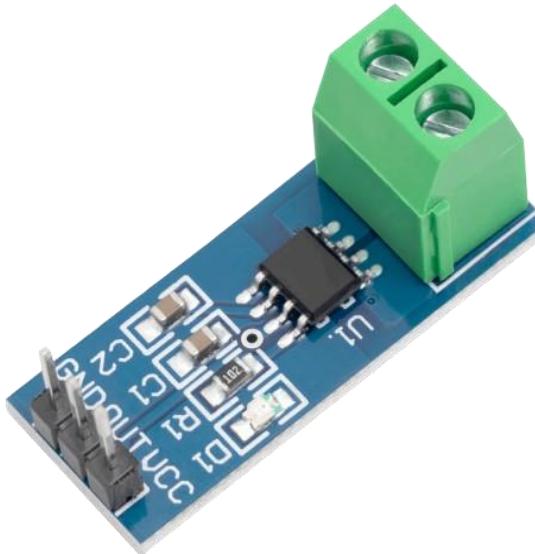
Safe and simple

- Zekering 1A
- 1 type connector
- 1 aan en uit knop
- Standaard voedingskabel
- Diameter kabels groot genoeg
- Krimpkousen en klemmen



Opmeten verbruik

- Stroom wordt opgemeten (spanning is constant)
- Per team
- Hall-effect stroomsensor
- Shuntgebaseerde stroommonitor

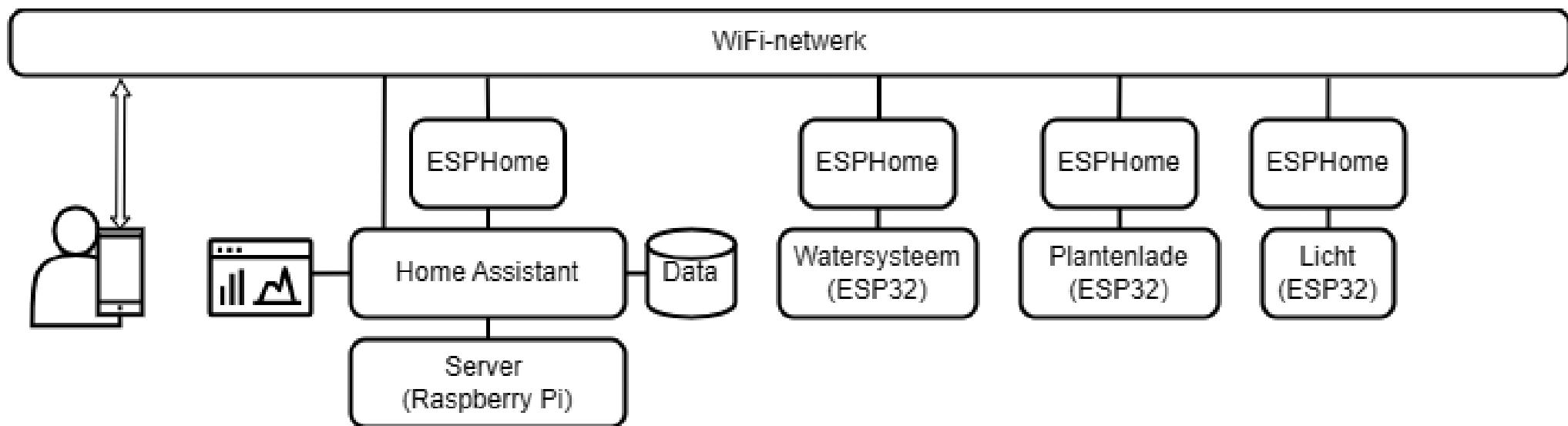


Server/dashboard



Data captatie en verwerking

- ESP32 µ-controller
- Centrale server
- Home Assistant + ESPHome
- Dashboards
- Routines

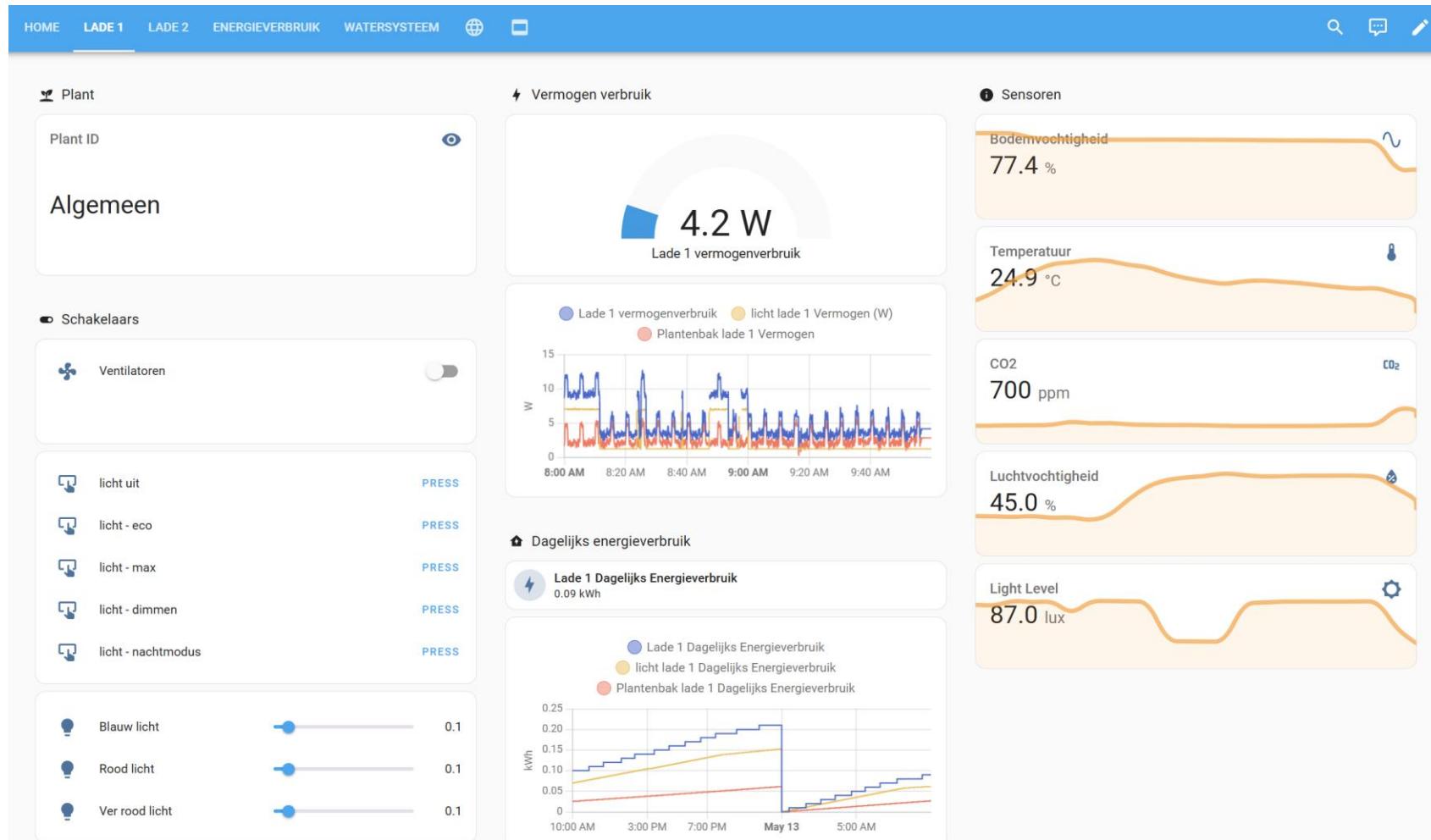


Routines

- Standaardwerking
 - Mixreservoir optimaal bijvullen
 - Planten “wateren”
 - Lichtcyclus
- Veiligheid/Comfort
 - Detectie deur openen
 - Detectie lege waterreservoirs



Simpele & overzichtelijke dashboards



Modulariteit

- (Koel)kast principe
- Lades en verbindingen
- Watertoe- en afvoer



(Koel)kast principe

- Lades + vaste elektronica
- Wieltjes
- Deels demonterbaar
- 2m33 hoog
 - Kan in kleine bestelwagen
 - Groter dan deuropening
 - Kan kleiner in de toekomst
- Zwaar, met 2 te vervoeren



Lade

- Uitschuifbaar als:
 - Water losgekoppeld
 - Power losgekoppeld
- Beveiliging
 - Schakelaar
 - Dashboard



Power

- GX12-4 connector set
- Bevat zowel 12V als 24V



Plantenbak

- Volledig uitneembaar
- Enkel buisje loskoppelen
- Plantjes makkelijk uitwisselbaar
- RFID



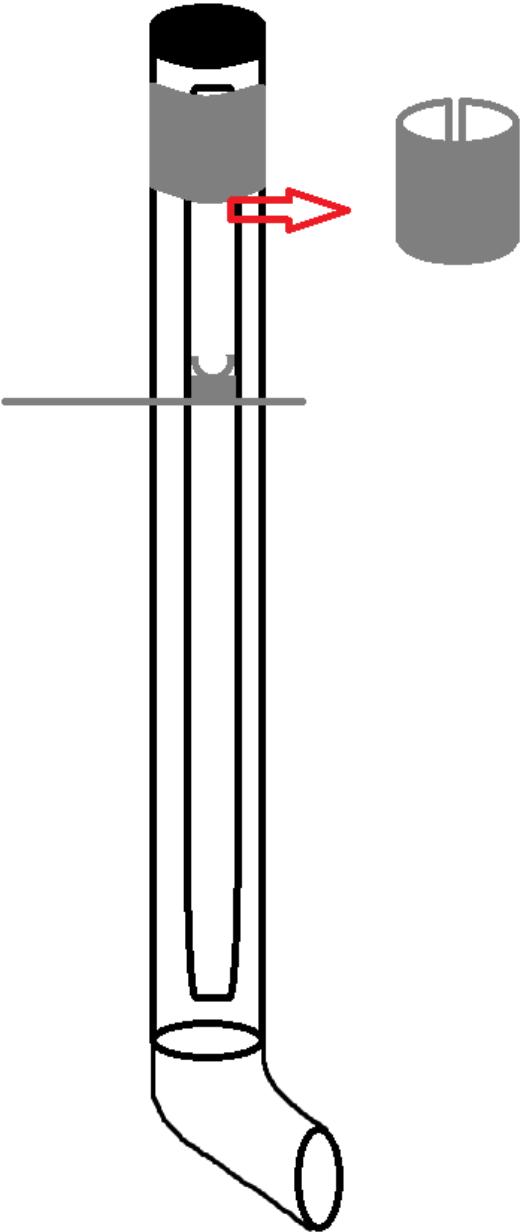
Watertoevoer

- Waterbakken uitneembaar
- Lades uitneembaar
- Leiding verstopt, eenvoudig vervangbaar
- Quick-connectoren (push-in koppelingen)



Waterafvoer

- Buis met stukken over
- Gootjes
- Volledig uitneembaar



Sustainability: SDG's



1 GEEN ARMOEDE 	2 GEEN HONGER 	3 GOEDE GEZONDHEID EN WELZIJN 	4 KWALITEITS-ONDERWIJS 	5 GENDER-GELIJKHEID 	6 SCHOON WATER EN SANITAIR 
7 BETAALBARE EN DUURZAME ENERGIE 	8 WAARDIG WERK EN ECONOMISCHE GROEI 	9 INDUSTRIE, INNOVATIE EN INFRASTRUCTUUR 	10 ONGELIJKHEID VERMINDEREN 	11 DUURZAME STEDEN EN GEMEENSCHAPPEN 	12 VERANTWOORDE CONSUMPTIE EN PRODUCTIE 
13 KLIMAATACTIE 	14 LEVEN IN HET WATER 	15 LEVEN OP HET LAND 	16 VREDE, VEILIGHEID EN STERKE PUBLIEKE DIENSTEN 	17 PARTNERSCHAP OM DOELSTELLINGEN TE BEREIKEN 	
					 SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

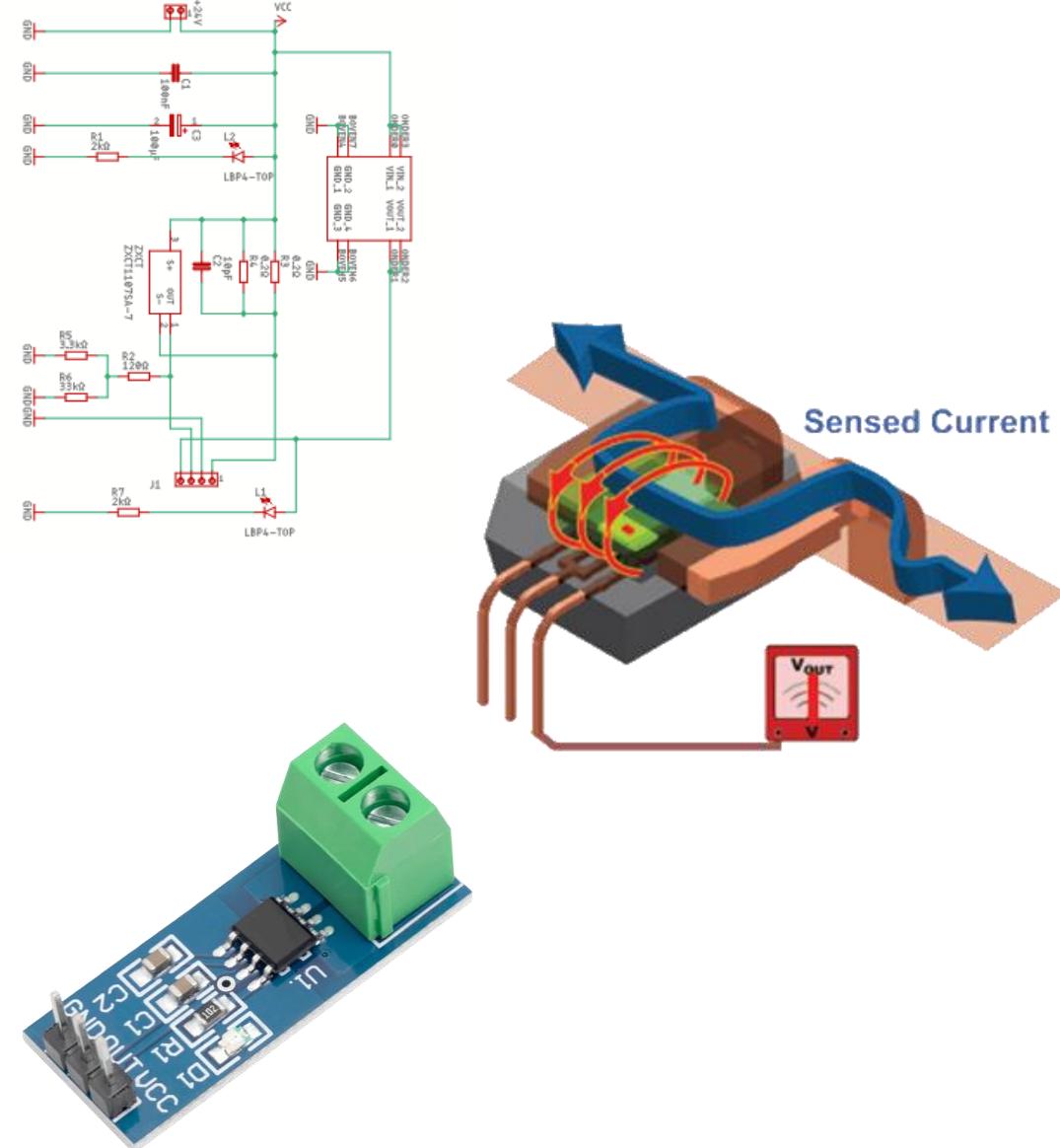
Ecologische voetafdruk

- Lokale productie
- Geen verpakningsafval
- Gesloten watersysteem
- Hergebruik sensoren



Energieverbruik

- Meten energie verbruik
 - SDG 12: Verantwoorde consumptie
- Licht voor plantgroei
 - SDG 7: Betaalbare en duurzame energie



Hall-effect current sensor, SparkFun, www.sparkfun.com, 29/04/25

Toegevoegde waarde gekozen elektronica

- Gecontroleerd systeem
- Modulair en uitbreidbaar
- Verstedelijking
- Gebruiksgemak

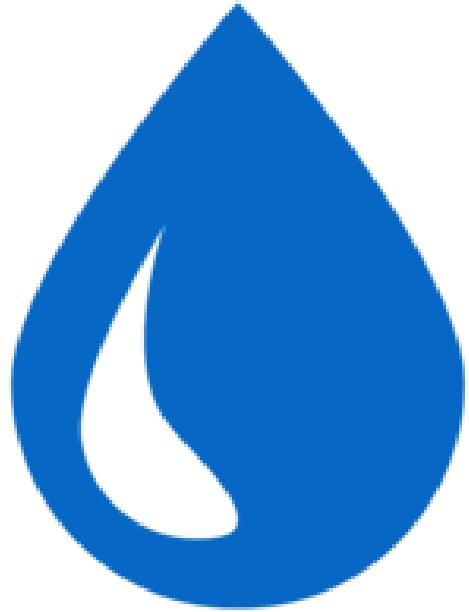


Zelfevaluatie



Team water

- Volgens planning
- Enkel problemen wegens vertraging kast
- Opgelopen vertragingen ingehaald in paasvakantie
- Goed verdeelde taken
- Face-to-face communicatie beter dan via bericht



Team plantenbak

- In het begin: wachten op kast en PCB
- Midden van semester: steeds op schema
- Laatste weken: ietwat spannend door bugs



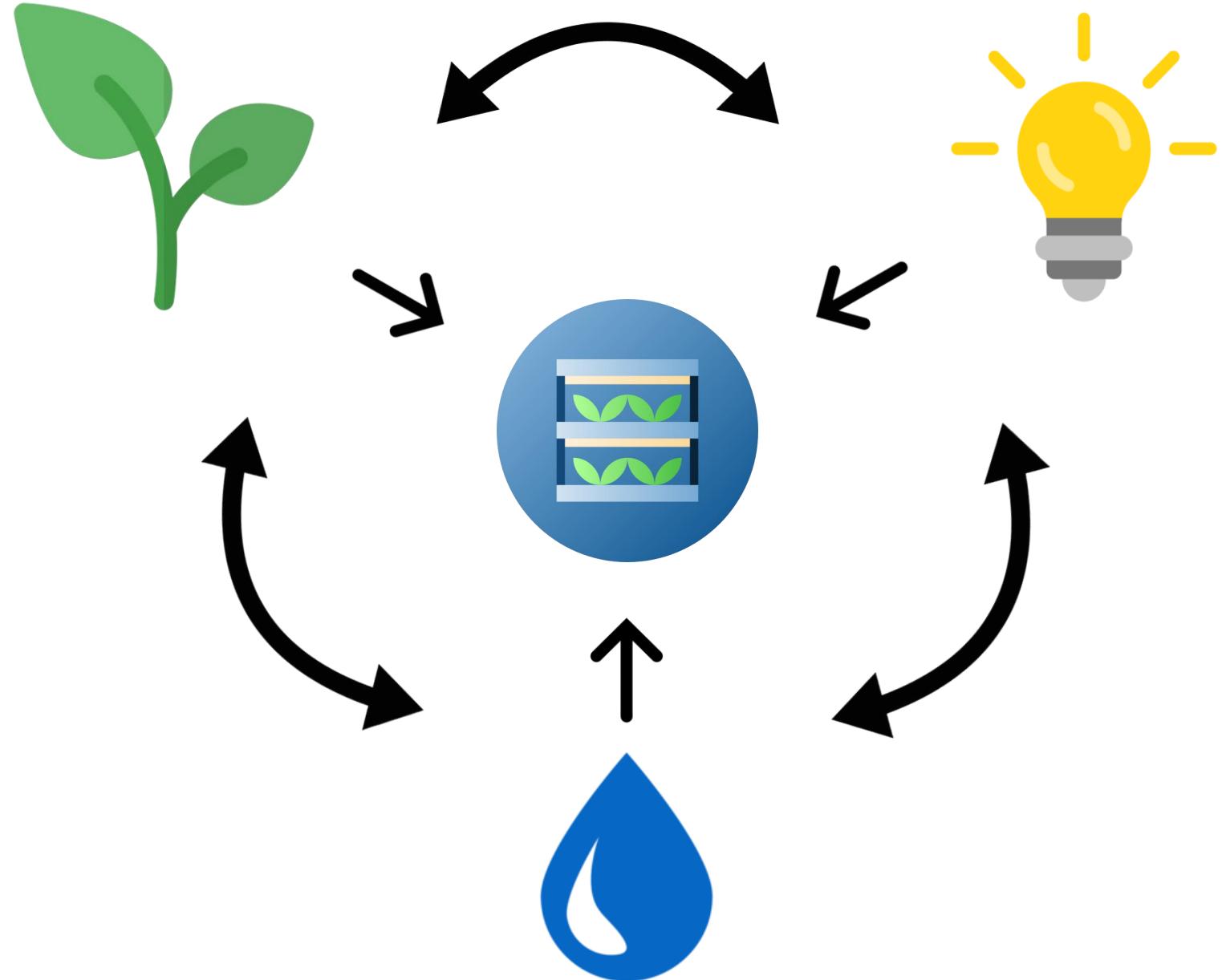
Team licht en power

- Vertraging door levering PCB's
- Laatste weken problemen met driver PCB (warmte dissipatie)
- Verdeling van taken en communicatie verliepen goed



Algemeen

- Discord + Messenger
- Integration manager
- Communication manager
- Team managers



Kosten

- Excl. Voorradig, gerecupereerd, verzending en extra kosten
 - Volprijs (geen kortingen)
 - Incl. btw
-
- Budget: In overleg met begeleider (Richtlijn ~ €150)
 - Geïnvesteerd in kwaliteit
-
- Totaal Watersysteem € 123,39
 - Totaal Plantenbak € 87,43
 - Totaal Licht + Power € 243,21
 - Totaal Buitenkast € 312,59
-
- **TOTAAL:** € 766,62



Demo & rondleiding

De theorie toegepast in het echt



Referenties



Referenties

- [1] Vertical Farming IB3, "Vertical Farming IB3," [Online]. Beschikbaar: <https://vertical-farming-ib3.github.io>. [Geraadpleegd: 6 mei 2025].
- [2] CEA, Freepik, [Online]. Beschikbaar: <https://www.freepik.com>. [Geraadpleegd: 7 mei 2025].
- [3] D. Cutress, "Aquaponics," Business Wales, [Online]. Beschikbaar: <https://businesswales.gov.wales/>. [Geraadpleegd: 3 maart 2021].
- [4] iMatrix, "Aeroponics," Agrowtronics, [Online]. Beschikbaar: <https://www.agrowtronics.com>. [Geraadpleegd: 3 maart 2021].
- [5] N. Wood, "Hydroponics," Gardening Express, [Online]. Beschikbaar: <https://www.gardeningexpress.co.uk/>. [Geraadpleegd: 10 augustus 2023].
- [6] Action, "Green Boots Biologische Plantenvoeding voor Groenten," [Online]. Beschikbaar: <https://www.action.com/nl-be/p/3004917/green-boots-biologische-plantenvoeding-voor-groenten/>. [Geraadpleegd: 12 mei 2025].
- [7] Oregon State University, "Het juiste pH-bereik behouden is essentieel," [Online]. Beschikbaar: <https://news.oregonstate.edu/news/keeping-ph-right-range-essential>. [Geraadpleegd: 8 mei 2025].
- [8] Federaal Instituut voor Duurzame Ontwikkeling, "SDG's," [Online]. Beschikbaar: <https://www.sdgs.be/nl>. [Geraadpleegd: 5 mei 2025].
- [9] SparkFun, "Hall-effect stroomsensor," [Online]. Beschikbaar: <https://www.sparkfun.com>. [Geraadpleegd: 11 mei 2025].

Links

- <http://homeassistant.local:8123>
- <https://vertical-farming-ib3.github.io/>
- <https://github.com/Vertical-Farming-IB3/Plan-T>
- ...