



PLANET
CHANGE

Landbouw in de ruimte: een hydroponisch systeem bouwen

Docentenhandleiding



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Planet change is the short name of an EU Erasmus+ project aimed at VET teachers and their students. With small activities, the idea is to create awareness about sustainability and acquire 21st century skills. All this is done in a technical context, mostly from space technology.

www.planetchange.eu



Inhoud

1. Algemene informatie	4
Onderwerp	4
Activiteit	4
2. Inleiding.....	5
Beschrijving van de activiteit	5
3. Les 1	6
Inleiding landbouw in (half)gesloten ecosystemen (15 min.).....	6
Optioneel: gewassen kweken (10 min).....	6
Inleiding hydroponie (25 min., zie bijlage II voor meer informatie)	6
4. Les 2	7
Welke variabelen kun je aanpassen en hoe doe je dat? (20 min.)	7
Een hydroponisch systeem bouwen (25 min.).....	7
5. Les 3	8
Oogsten (25 min.)	8
Reflectie/discussie (20 min.)	8
6. Reflectie	9
Contact met bedrijven, carrièremogelijkheden en excursies	9
7. Bijlage I: Materialen	10
8. Bijlage II: Achtergrondinformatie.....	11
9. Bijlage III: hydroponische systemen in beeld.....	16



1. Algemene informatie

Duur: 2 of 3 lessen in totaal, inclusief 1 activiteit

Doelgroep: studenten van 16 tot 20 jaar

Niveau volgens het Europees kwalificatiekader: 1-4

Vorbereiding docent: achtergrondinformatie bestuderen, benodigde materialen voorbereiden

Onderwerp

Thema's: ruimtevaart, constructie, landbouw, klimaatverandering

Trefwoorden: innovatie, duurzaamheid, techniek, levensondersteunende systemen

Activiteit

Doelen

Na deze activiteit hebben de studenten meer inzicht in de voordelen van hydroponische teelt en hoe je deze techniek in de ruimte kunt toepassen. De studenten kunnen een hydroponisch systeem bouwen.

Samenvatting

Tijdens deze lessen bouwen de studenten een hydroponisch teeltsysteem (zonder potgrond) en kweken daar gewassen mee. Ze krijgen eerst informatie over de afwijkende omstandigheden in de ruimte. Daarna leren ze globaal hoe hydroponische systemen werken. Met die kennis kunnen ze hun eigen systeem maken.

Behalve dat de studenten geen voedingsrijke potgrond/aarde gebruiken, zijn de omstandigheden in de ruimte natuurlijk ook anders dan op aarde. Het is goed als de studenten dit begrijpen, maar het is niet nodig om daar heel diep op in te gaan. Het gaat erom dat ze snappen dat je in de ruimte een gesloten ecosysteem nodig hebt.

Daarna leren de studenten welke hydroponische systemen er zijn. En ze leren welke variabelen ze kunnen aanpassen of beïnvloeden om gezonde gewassen te kweken. Het is belangrijk dat ze begrijpen welke omstandigheden ze kunnen beïnvloeden en welke problemen ze moeten oplossen als ze een functioneel systeem willen maken.

Het is handig om voor de voedingsstoffen een kant-en-klare mix te gebruiken. Zo kunnen de studenten zich volledig op het experiment zelf richten. Na het bespreken van de aandachtspunten, is het tijd om te starten met het experiment: de studenten gaan hun eigen hydroponische systeem maken.

Als hun systeem af is, voegen ze de gewassen toe. Daarna moeten ze een tijd wachten tot de planten gaan groeien.

NB: is dit alleen een technische opdracht, dus hoeven de studenten alleen een werkend, gesloten systeem te maken zonder planten? Dan is de wachttijd niet van toepassing.

Na een week (of meer), kunnen ze de gewassen oogsten. Afhankelijk van de beschikbare tijd en de ervaring van de studenten kun je de resultaten met hen analyseren. Ten minste een paar gewassen moeten voldoende zijn gegroeid om ze te kunnen oogsten.

Ten slotte kun je met de groep discussiëren over de voor- en nadelen van hydroponische systemen.



2. Inleiding

Stel, je wilt een ruimteschip in een baan om de maan laten zweven of zelfs een bemande ruimtereis naar Mars organiseren (het uiteindelijke doel van de Artemis-missie). Hoe komen de astronauten dan aan eten? Het is onmogelijk (of in elk geval erg onpraktisch) om regelmatig voedingsmiddelen langs te brengen.

Daarom zul je in het ruimteschip een ecosysteem moeten ontwikkelen, of zelfs op de maan of op Mars, zodat de astronauten daar hun groenten kunnen verbouwen en oogsten.

Er bestaan al afgesloten ecosystemen in ruimteschepen, maar hoe zorg je ervoor dat die efficiënt zijn en niet te veel ruimte innemen? Dat is heel ingewikkeld en je hebt er veel materialen voor nodig, die allemaal mee de ruimte in moeten.

Eén oplossing om te besparen op materialen is het kweken van gewassen zonder (pot)grond. Dat noemen we ook wel **hydroponische teelt** of **hydroponie**. Je hoeft dan geen grond te vervoeren, en je hebt minder ruimte nodig. Op aarde kun je de gewassen zelfs verticaal laten groeien. Dat kan op verschillende manieren, die allerlei bedrijven hier nu al toepassen. Deze manier van planten telen heeft ook veel voordelen op aarde: je hebt bijvoorbeeld minder materialen nodig, het kost minder ruimte en je hebt meer controle over de omstandigheden.

Voor in de ruimte is dit waarschijnlijk de enige duurzame manier om een ecosysteem te maken. Daarom is de NASA deze manier van telen in de ruimte aan het testen (zie de link naar CELLS in bijlage II).

Wij kunnen natuurlijk geen tests in de ruimte doen, maar we kunnen wel bekijken wat het effect is van de verschillende variabelen. Het algemene principe is namelijk: wat op aarde wordt uitgetest, lijkt in de ruimte op dezelfde manier te werken.

Daarom doen wetenschappers vooral onderzoek op aarde, met wat kleine aanpassingen voor gebruik in de ruimte. We gaan nu de voor- en nadelen van hydroponisch telen bekijken. Daarna bouwen de studenten zelf een hydroponisch systeem. Zo krijg je een idee van de technische mogelijkheden (en moeilijkheden) waar je mee te maken krijgt als je zo'n systeem in een ruimteschip wilt maken – nog los van de afwezigheid van zwaartekracht.

Beschrijving van de activiteit

De activiteit zelf is het bouwen van een hydroponisch systeem. Je moet de opdracht vooraf goed afbakenen, en daarbij rekening houden met het niveau van de studenten. Gaat het vooral om de constructie of meer over het kweken van gewassen? Of zijn beide elementen even belangrijk?

De planning zou er als volgt uit kunnen zien:

- Les 1: Inleiding over ecosystemen in de ruimte, discussie en reflectie, inleiding in hydroponie en de variabelen; eventueel gewassen kweken*
- Les 2: Bepalen welke variabelen de studenten gaan testen, een hydroponisch systeem maken en gewassen 'toevoegen'
- Les 3: Oogsten; de resultaten bespreken*

* Als je ervoor hebt gekozen om de studenten ook gewassen te laten kweken.

Les 2 is dus de echte activiteit; les 1 heeft geen praktische component als je er niet voor kiest om planten te kweken. Aan het eind van de eerste les staan een paar prikkelende vragen waarmee je de les wat interactiever kunt maken.



3. Les 1

Inleiding landbouw in (half)gesloten ecosystemen (15 min.)

Wat is een ecosysteem en waarom moet je weten hoe dit werkt? Waarom zou je ecosystemen in de ruimte willen bouwen? Wat zijn de verschillen tussen gewassen kweken op aarde en in de ruimte? Hoe kun je ecosystemen beheersen en met welke factoren moet je rekening houden?

Optioneel: gewassen kweken (10 min)

Wil je dat de opdracht tastbare resultaten oplevert? Zorg dan dat je een paar gewassen (zaden) bij de hand hebt, zodat de studenten die ongeveer een week na les 3 kunnen oogsten. In het laatste deel van deze les planten de studenten wat zaden, om plantjes te kweken die later in het systeem geplaatst kunnen worden; Dit gebeurt gewoon in een potje. Wel moeten ze er rekening mee houden dat ze de planten later uit elkaar moet kunnen halen. En ze moeten voldoende plantjes hebben om later twee systemen met elkaar te kunnen vergelijken. Bijvoorbeeld 3 per systeem (dus $2 \times 3 = 6$ plantjes). Dit kunnen twee hydroponische systemen zijn, maar er kan ook één systeem en een controlegroep worden gemaakt. Deze keuze volgt in Les 2.

Inleiding hydroponie (25 min., zie bijlage II voor meer informatie)

Welke soorten hydroponische systemen zijn er? Welke zouden er geschikt zijn voor de in ruimte (en welke niet)?

Leg uit welk type systeem de studenten gaan bouwen en wat daarvan de voor- en nadelen zijn.

Bepaal welke variabelen ze moeten aanpassen (bijv. de gebruikte voedingsstoffenmix, de hoeveelheid vloeistof en hoeveel vloeistof er per seconde langs de planten stroomt (stroomsnelheid of **debiet**)).

Schets of beschrijf het systeem in grote lijnen.

Stel eventueel de volgende activerende vragen over hydroponie en landbouw in de ruimte:

- Waarom ontkiemt een zaadje 'opwaarts', dus van beneden naar boven?
- Heeft de zwaartekracht of de afwezigheid van zwaartekracht invloed op hoe stevig de blaadjes zijn?
- Groeien de planten alle kanten op als er geen zwaartekracht is?
- Welke extra maatregelen moet je nemen als je planten wilt kweken in de ruimte?
- Hoe kun je dit nog duurzamer maken of nog meer circulair?



4. Les 2

Welke variabelen kun je aanpassen en hoe doe je dat? (20 min.)

Besprek de verschillende variabelen en bepaal met welke variabelen de studenten gaan experimenteren.

Bijvoorbeeld:

- twee kleine hydroponische systemen waar het water op verschillende snelheden doorheen stroomt.
- Of één hydroponisch systeem en één systeem met grond.

Het is essentieel dat je een keuze maakt voordat de studenten met het hydroponische systeem aan de slag gaan. Als je met één systeem werkt en dit levert een bruikbare oogst op, weet je nog niet hoe dat komt en of dat in de “normale” situatie ook zo zou zijn.

Leg uit dat de studenten een voedingsoplossing moeten kopen (kant-en-klaar) of maken. Laat hen zelf bedenken hoe ze de voedingsstoffen het beste kunnen mengen (meerdere manieren mogelijk).

Bedenk per groep met welke variabelen zij gaan experimenteren; de studenten moeten een hypothese bedenken, dus iets zeggen over de verwachte verschillen en/of overeenkomsten tussen de systemen.

Een hydroponisch systeem bouwen (25 min.)

Als je hebt besloten welke voedingsstoffen er worden gebruikt en hoe snel het water stroomt, kunnen de studenten het hydroponische systeem gaan bouwen.

- Elke plant krijgt een aparte pot.
- De studenten moeten die potten in een pvc-buis zetten.
- Daarvoor moeten ze eerst gaten boren in de buis (net zoveel gaten als het aantal potten).
- De potten moeten goed vastzitten.
- En de wortels van de planten moeten helemaal ondergedompeld zijn in het water/de voedingsvloeistof.
- De studenten zetten een bak neer als reservoir voor de voedingsvloeistof en bevestigen de pomp aan het systeem en aan de bak.
- Ze installeren de pomp en zorgen ervoor dat het systeem waterdicht is.

Controleer of alles goed dichtzit en de planten de voedingsvloeistof kunnen opnemen. Daarna kan het experiment starten. De studenten vullen het reservoir met de voedingsvloeistof en zetten de pomp aan. Daarna controleren ze of alles goed werkt.



5. Les 3

Oogsten (25 min.)

Als je hebt gekozen voor de optie waarbij de studenten gewassen gaan kweken en analyseren, dan moet er ook geoogst worden. Geef de gewassen minimaal een week de tijd om te groeien. Daarna kunnen de studenten ze oogsten. Herhaal met de studenten wat de verschillen zijn tussen de systemen. Herinner hen ook aan de hypothese die ze hebben geformuleerd: welke resultaten verwachten ze van het experiment?

Suggesties voor het 'meten' en vergelijken van de gewassen:

- Grootte van de bladeren
- Stevigheid
- Kleur
- Ontwikkeling van de wortels
- Opgenomen voedingsstoffen (als die meetbaar zijn)

Reflectie/discussie (20 min.)

Wat hebben de studenten geleerd? Zijn ze tijdens het experiment verrassingen tegengekomen? Wat was het lastigste en minst lastige onderdeel? Wat zouden ze een volgende keer anders doen? En wat zouden ze op dezelfde manier aanpakken? Hebben ze suggesties voor andere experimenten?



6. Reflectie

Na afloop van het experiment kunnen de studenten de voor- en nadelen van hydroponische systemen bespreken, of in elk geval van hun eigen systeem. Daarnaast kunnen ze benoemen tegen welke technische problemen (en mogelijkheden) ze tijdens de opdracht zijn aangelopen. En als het goed is, hebben ze nu een beeld van wat je wel of juist niet moet doen als je een hydroponisch systeem (in de ruimte) wilt bouwen.

Contact met bedrijven, carrièremogelijkheden en excursies

Zoals eerder vermeld zijn allerlei bedrijven in de agro-industrie al bezig met hydroponische systemen, gewoon hier op aarde. Ze gebruiken ze al of zijn ze nog aan het testen. Er is een tekort aan materialen, er is steeds minder ruimte voor het kweken van gewassen en de bodem wordt almaar droger en minder vruchtbaar. Daarom wordt het voor bedrijven steeds interessanter om onderzoek te doen naar andere oplossingen.

Er wordt veel onderzoek gedaan naar hydroponische systemen. De komende jaren zal dat alleen maar toenemen. In de meeste EU-landen kun je bij bedrijven gaan kijken of deskundigen om advies vragen. Je kunt experts ook op school uitnodigen om meer over dit onderwerp te vertellen. In Nederland, Denemarken en Italië zijn er al grote tuinbouwbedrijven die met deze systemen werken.

In Spanje gebeurt dit vooral in de regio Almeria en op Tenerife, en in Portugal zit een bedrijf in de buurt van Lissabon. Ook in Noorwegen (o.a. Oslo en Spitsbergen) zijn bedrijven hiermee bezig.



7. Bijlage I: Materialen

- Pvc-buis (dik genoeg voor de potten en de pompslang) + afsluitdoppen
- Pomp (een simpele vijverpomp werkt prima)
- Reservoir (plastic bak) voor de vloeistof met voedingsstoffen
- Plastic potten voor de planten (die moeten in de pvc-buis passen)
- Voedingsoplossing voor een NFT-systeem (in de winkel te koop) of losse voedingsstoffen.



8. Bijlage II: Achtergrondinformatie

Hydroponie

Wat is een hydroponisch teeltsysteem?

Het woord 'hydroponie' komt uit het Latijn en betekent 'werkend water'. Hydroponische teelt is een methode om planten te kweken zonder potgrond of aarde. De grond wordt dan vervangen door water waar voedingsstoffen aan zijn toegevoegd. De planten nemen die voedingsstoffen op via hun wortels. Dat kost minder energie dan wanneer de wortels hun voedingsstoffen in de grond moeten zoeken. Die kunnen ze direct uit het water halen. Daardoor groeien de planten sneller en worden ze gezonder.

Bij de traditionele teelt staan de planten in de grond en moeten daar hun water en voedingsstoffen uit halen. Voor de fotosynthese hebben ze deze grond echter niet nodig. Dus zolang planten maar water en voedingsstoffen krijgen, kunnen ze zichzelf in leven houden en groeien.

Meestal worden er bij de hydroponische teelt voedingsoplossingen gebruikt: mineralen die in water zijn opgelost. Deze 'watercultuur' (zonder potgrond) bestaat dus alleen uit water en de voedingsstoffen die de planten nodig hebben. Soms wordt er nog turf, steenwol, kokosvezel of perliet toegevoegd.

Soorten watersystemen: onder andere de nutrient film technique (NFT), deep water culture (DWC) en aeroponische systemen (op basis van lucht en/of mist).

Planten die met hun wortels in het water staan kunnen groeien dankzij de voedingsvloeistof rond de wortels. Bij afwezigheid van aarde/potgrond kun je de wortels zover mogelijk in het water laten hangen om hetzelfde te bereiken. Daarnaast kun je de wortels mechanisch ondersteunen met bijvoorbeeld perliet, grind of andere substraten. Deze materialen zijn niet organisch en daarom spreken we van grondloze teelt.

Voorbeelden van grondloze systemen: eb- en vloedstelsel, lontstelsel, 'Dutch bucket-systeem', systeem met zakken.

Soorten hydroponische systemen

1. Diepwatercultuur (deep water culture, DWC)

Een DWC-systeem is de eenvoudigste manier van hydroponisch telen, omdat de planten hun zuurstof direct uit het water halen. Op dit moment wordt deze methode het meest verkocht.

Bij dit systeem hangen de netpotten (met gaatjes erin) direct in diepe bakken water. De wortels van de planten zijn helemaal ondergedompeld. Zo kunnen ze makkelijk voedingsstoffen uit het water halen.

2. Lontstelsel

Bij dit systeem staan de planten in een kweektray. Die zet je boven op een reservoir met voedingsoplossing. Vanaf de kweektray hangt er een lont in het reservoir.

Die absorbeert het water met de voedingsstoffen (capillaire werking). De voedingsstoffen gaan vervolgens via de lont naar de planten. Je hebt dus geen pomp nodig.



Dit systeem is vooral geschikt voor beginners, want de planten krijgen constant water, ook als je niet thuis bent.

3. Nutrient film technique (NFT)

Bij dit systeem staan de netpotten op kanalen waar voortdurend voedingsrijk water doorheen stroomt, over de wortels van de planten. De kanalen hangen iets schuin, zodat het water er makkelijk doorheen stroomt. Je hebt beluchting nodig, bijvoorbeeld via luchtstenen, en een pomp om het water weer omhoog te pompen naar het begin van het kanaal. Anders dan bij diepwatersystemen stroomt de voedingsoplossing langs de wortels van de planten. Je moet het water met de voedingsstoffen wel wekelijks vervangen. Zo krijgen de planten genoeg voedingsstoffen binnen en blijft het water schoon. Als je dit niet doet, ontstaat er algengroei.

Dit systeem is geschikt om op grote, commerciële schaal te gebruiken, want je kunt het eenvoudig uitbreiden.

4. Eb- en vloedsysteem

Het unieke aan een eb- en vloedsysteem is de timer. De kweekbak hangt boven een reservoir met voedingsoplossing. Met behulp van een pomp wordt de kweekbak met water gevuld. Als de timer afloopt, zakt het water langzaam terug in het reservoir. In de kweekbak zit een overloop, om te voorkomen dat de stelen en de vruchten van de planten nat worden. Deze methode is geschikt voor alle planten, want het lijkt op de natuurlijke cyclus van regen en droogte – en werkt zelfs nog beter. Daardoor kunnen planten sneller groeien.

5. Druppelsysteem

Deze methode is momenteel het populairst bij professionele tuinders. Via een buis worden de voedingsstoffen langzaam, druppelsgewijs naar elke plant gepompt. Zo krijgen ze altijd genoeg voeding. Het druppelsysteem is verkrijgbaar in twee varianten.

- Voor thuiskwekers is er het circulerende of terugwinningssysteem. Het water wordt eerst naar de planten gepompt. Het water dat niet door de wortels wordt opgenomen, loopt terug naar het reservoir.
- Professionele tuinders gebruiken vaak systemen waarbij het overtollige water niet circuleert en dus niet wordt hergebruikt. Nadat de planten de voedingsstoffen uit het water hebben gehaald, wordt het overgebleven water via een pijp afgevoerd als afvalwater. Deze methode is vooral geschikt voor gewassen als meloenen, uien, pompoenen en courgettes.

6. Aeroponie

Aeroponie is een bijzondere methode voor hydroponische teelt. Met deze techniek kun je de planten verticaal laten groeien (bijv. in een toren) of horizontaal (in een kubus). De planten hangen in de lucht, waar de wortels in aanraking komen met een voedingsoplossing. De voedingsstoffen worden vanuit een reservoir naar boven gepompt. Een verstuiver verspreidt ze daarna als een fijne nevel over de planten.

Bij verticale torens komt deze nevel meestal van boven en stroomt dan langs de planten naar beneden.

Vanwege de verticale constructie verbruikt dit systeem 95% minder water dan traditionele methoden. En het is heel geschikt voor plekken met een beperkt grondoppervlak.



Voordelen van hydroponie

De beschreven hydroponische teeltsystemen bieden diverse voordelen vergeleken met andere teeltmethoden:

- de opbrengst is groter
- de gewassen zijn van betere kwaliteit
- er wordt minder water gebruikt
- er is minder grondoppervlak nodig
- je kunt er op vrijwel elke plek en het hele jaar door gewassen mee kweken.

Deze systemen kunnen dus financieel interessant zijn en zijn daarom aantrekkelijk voor zowel hobbykwekers als professionele telers.

Dit zijn belangrijke voordelen vergeleken met gewassen die met hun wortels in de grond staan. Dat komt doordat de wortels voortdurend in contact staan met zuurstof en niet meer of minder water met voedingsstoffen opnemen dan ze nodig hebben. Dat laatste is heel belangrijk, want een van de meest voorkomende problemen bij het kweken van planten is dat ze of te veel of te weinig water krijgen. Bij hydroponische systemen speelt dit probleem niet. Er is veel water beschikbaar voor de planten en toch kunnen ze nooit te veel krijgen. Het overtollige water wordt immers afgevoerd en hergebruikt. Soms wordt er extra zuurstof aan het water toegevoegd om te voorkomen dat de wortels te weinig zuurstof krijgen en daardoor gaan rotten.

Kwekers die hun planten in de grond hebben staan, moeten precies weten hoeveel water die nodig hebben. Bij te veel water kunnen planten geen zuurstof meer opnemen, waardoor de wortels kunnen gaan rotten. Bij een watertekort krijgen planten waterstress of kunnen ze geen voedingsstoffen meer opnemen (deze stoffen worden normaal gesproken in opgeloste vorm door de wortels opgenomen). Daardoor kunnen de planten een 'gebreksziekte' krijgen, zoals chlorose.

Waarom gewassen kweken zonder grond?

- Het kan overal
- Je hebt minder materialen nodig
- Het is makkelijker om problemen op te lossen (minder variabelen)

Voordelen van hydroponische teelt:

- Het bespaart water
- Je kunt de ruimte optimaal benutten
- Je kunt microklimaten creëren
- Gewassen groeien sneller
- Je kunt voedingsstoffen beter beheersen
- De opbrengsten zijn hoger
- Het levert vers voedsel op van hoge kwaliteit
- Het bespaart tijd en dus ook geld
- De gewassen zijn makkelijk te oogsten
- En... je hebt geen grond nodig



Nadelen van hydroponie

Nadelen:

- Hoge startkosten (materialen/installatie)
- Afhankelijk van elektriciteit
- Voortdurende controle en veel onderhoud nodig
- Kans op door water overgedragen ziektes
- De planten zijn gevoeliger voor problemen

Algemene problemen:

- Het systeem kan verstopt raken
- Besmetting (algen, ongedierte)
- Problemen met zaailingen (verwelken, dode wortels)
- Gebrek aan voedingsstoffen (de uiteinden van de bladeren worden zwart)

Voedingsstoffen

Welke plantenvoeding/kunstmest heb je nodig voor hydroponie?

Voor hydroponische teelt wordt vaak een combinatie van drie producten gebruikt: NPK-kunstmest (met stikstof, fosfor en kalium), CaNO_3 (calciumnitraat) en MgSO_4 (magnesiumsulfaat).

Professionele tuinders gebruiken vooral kunstmest in poedervorm en thuiskwekers kiezen meestal voor vloeibare producten, want die zijn makkelijker te doseren.

Kun je voor hydroponische teelt gewone plantenvoeding gebruiken?

Ja, je kunt de planten gewone plantenvoeding geven. Soms bevat gewone plantenvoeding echter niet alle stoffen die hydroponische planten nodig hebben. Dat kan in verschillende groeistadia problemen geven.

Daarom is het nog beter om speciale plantenvoeding voor hydroponie te gebruiken.

Macrovoedingsstoffen (of macronutriënten; stoffen die in grote mate nodig zijn)

- **Stikstof (N):** Stikstof is een onmisbaar element van aminozuren. Het zorgt ervoor dat planten sneller groeien en zich beter ontwikkelen.
- **Fosfor (P):** Fosfor speelt een belangrijke rol bij de fotosynthese, de groei van de planten en het rijpen van de vruchten.
- **Kalium (K):** Deze voedingsstof is onmisbaar, vooral voor planten met vruchten. Kalium ondersteunt de groei van de stengels, wortels en bloemen en regelt de osmotische druk, de waterhuishouding en de verdamping.
- Andere macrovoedingsstoffen zijn calcium (Ca), magnesium (Mg) en zwavel (S). Die helpen ook bij de groei en de fotosynthese.

Microvoedingsstoffen (of micronutriënten; stoffen die in kleinere mate nodig zijn)

Voedingsstoffen als boor (B), zink (Zn), mangaan (Mn), ijzer (Fe), koper (Cu), molybdeen (Mo) en chloor (Cl) zijn ook onmisbaar voor de groei en ontwikkeling van planten. Planten hebben al deze stoffen nodig. Welke producten bevatten al deze voedingsstoffen en zijn dus het meest geschikt?

Je kunt kiezen uit drie soorten:



Kunstmest in poedervorm

Deze droge plantenvoeding wordt meestal door professionele tuinders gebruikt. Je moet de poeder in water oplossen volgens de instructies op de verpakking. De verhouding stikstof, fosfor en kalium (NPK) verschilt per product. Welke verhouding je nodig hebt, hangt af van de planten die je hebt gekozen. Voor sla heb je bijvoorbeeld een andere verhouding NPK nodig dan voor tomaten. Deze poederproducten hebben als nadeel dat ze nogal duur zijn, vooral de topmerken.

Vloeibare kunstmest

Deze variant is het makkelijkst te gebruiken, want je hoeft er weinig aan voor te bereiden. Het lost sneller op in water dan poeder. Als je deze plantenvoeding in het buitenland bestelt, kunnen de verzendkosten echter hoger zijn, omdat het om een vloeistof gaat. Dat is duurder dan verzending van vaste stoffen.

Biologische (of organische) mest

Biologische mest of zelfgemaakte mest is een van de goedkoopste oplossingen. Deze mest is gemaakt van stoffen die in de natuur voorkomen. Het kan echter wel lastig zijn om van alle benodigde ingrediënten precies de juiste voedingsoplossing te maken. Alle voedingsstoffen moeten afkomstig zijn van deels gecomposteerd materiaal. Bij biologische mest heb je meer water nodig omdat je de oplossing regelmatig moet verversen om geurvorming te voorkomen. Hierdoor moet je de hoeveelheid voedingsoplossing dus voortdurend in de gaten houden. Als je biologische mest gebruikt, groeien je planten langzamer dan bij chemische mest.

Meer informatie/ achtergrond

<https://www.nal.usda.gov/farms-and-agricultural-production-systems/hydroponics>

https://en.wikipedia.org/wiki/Controlled_ecological_life-support_system (over het onderzoek van de NASA)

<https://en.wikipedia.org/wiki/Hydroponics>

Instructies voor het bouwen

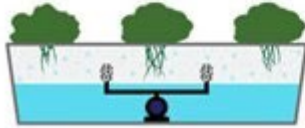
[how-to-build-hydroponics-unit-pvc-pipes-cheap-veggies-soiless-farming](https://www.instructables.com/PVC-Hydroponics-Unit/)

<https://www.instructables.com/PVC-Hydroponics-Unit/>

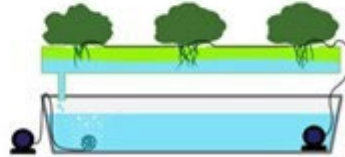


9. Bijlage III: hydroponische systemen in beeld

Hydroponic system



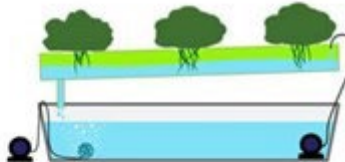
Aeroponics



Drip system



Wick system



Nutrient film technique



WHAT IS HYDROPONIC FARMING?

BEGINNER'S GUIDE

WHAT IS HYDROPONIC FARMING SYSTEM?

Hydroponic farming is the method of cultivating plants without using soil. (The Latin word hydroponics means "growing water".)

Types of Hydroponic Farming System

Deep Water Culture System

It is the easiest method in hydroponic farming because it only water supply for the plants. Plant survival depends on the proper and enough oxygenation.

Wick System

The Wick system is when you need to use capillary action to feed the plants. First, you need to place the tray at the top of the nutrient solution container.

Nutrient Film Technique

In this system, there are channels where the root end is placed, and the water continuously flows near the roots of the plants.

Ebb and Flow System

The unique thing about this ebb and flow system is that the water pump starts filling the grow tray with the nutrient solution. When the container below.

Drip System

This system is also one of the most popular methods among commercial growers. It allows the nutrients to pump in during dips into the holes of individual plants, which keeps them well-saturated.

Aeroponics

Aeroponics is also a unique way of doing hydroponic farming. It allows the plant to be immersed in the air and expose the roots to nutrient solution.

WHAT IS VERTICAL HYDROPONIC FARMING?

It is a way of stacking up several layers of farm space on top of one another in a vertical direction. It's also known as tower hydroponics or tower gardens.

How does vertical hydroponics work?

With the help of high-powered pumps, nutrient is fed from the top and collected at the bottom.

This compact design is space-saving and efficient. It requires a higher upfront cost and more resources (it takes time to set up, but provides and light supply issues).

CROPS THAT YOU CAN GROW IN A VERTICAL HYDROPONIC TOWER

Strawberry	Lettuce	Green chard
Spinach	Herbs	Asa
Broccoli	Flowering perennials	Herb
Stem	Cucumbers	Peas
Peas	Peppers	Tomatoes
Radish	Cabbage	Cherry tomatoes
Onion	Eggplant	Peppers
Lemon	Wheat	

ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF HYDROPONICS

✓ BENEFITS

- Conserves water
- Maximizes space
- Facilitates micro-climate
- Grows crops faster
- Nutrient control
- Produces higher yields
- Does not require soil
- Produces fresh and high-quality food
- Doesn't need pesticides
- Time-saving and cost-effective
- Easy harvesting

✗ DISADVANTAGES

- Expensive setup
- Dependence on electricity
- Needs constant monitoring and maintenance
- Risk of waterborne diseases
- Problems affect the plants quicker

