

Tuinkers op Mars

Klas 1/2
vmbo/havo/vwo

Stel je voor: we gaan op ruimtereis naar Mars. Als we daar willen overleven, hebben we voedsel nodig. We kunnen niet al het eten dat we nodig hebben meenemen. We moeten dus ons eigen voedsel kweken. Alleen zijn de omstandigheden op Mars niet geschikt om planten te laten groeien. Om dit op te lossen, moeten we een gesloten ecosysteem bouwen.

De afvalstoffen die de mens uitscheidt kunnen door planten worden gebruikt voor hun groei en de mens kan de zuurstof die planten produceren inademen en de planten opeten. Win-win zou je denken. Kunnen we dat eigenlijk: een gesloten ecosysteem bouwen met een eetbaar gewas? Laten we eenvoudig beginnen met één plant in een afgesloten pot, tuinkers.



Tijdsduur
90 minuten
(over 4 weken verdeeld)

Kerdoelen
D-28, 29, 30, 31

Vakken
Biologie,
natuurkunde

Deze les hoort bij de ruimte-expertvideo [Hoe verbouw je voedsel op Mars?](#), maar kan ook los worden gedaan.

Lesdoelen

De leerlingen:

- kennen de omstandigheden op Mars;
- weten wat planten nodig hebben om te kunnen leven;
- kunnen het recept voor een ecosysteem in een pot ontwerpen en testen;
- observeren en onderzoeken wat tuinkers nodig heeft om te kunnen groeien in een luchtdichte omgeving;
- kunnen het recept op een wetenschappelijke manier beschrijven, zodat het herhaalbaar is.

Benodigheden per groepje

- luchtdichte pot (waar je met je hand in kunt)
- hydrokorrels (tuincentrum) of schoon grind
- actieve kool (tuincentrum, aquariumwinkel)
- potgrond
- tuinkerszaden
- weegschaal
- liniaal
- maatbeker
- schepjes of lepels
- water
- computers met internet
- plaats voor potten in indirect zonlicht

Lesopbouw

De les begint met het verzamelen van kennis over de omstandigheden op Mars en over wat tuinkers nodig heeft om te overleven. Daarna ontwerpen en maken leerlingen een gesloten ecosysteem. Ze ontwikkelen hun eigen recept voor het ecosysteem en leggen dat precies vast. Dan gaan ze testen: ze observeren hun ecosysteem over verschillende weken. Na vier weken worden de succesvolle en minder succesvolle ecosystemen met elkaar vergeleken.

Voorbereiding 15 minuten

Vraag de leerlingen één week van tevoren alvast schone, luchtdichte potten met deksel mee te nemen, zoals weckpotten en conservenpotten. De potten moeten zo groot zijn dat hun hand erin past. Lees de lesbeschrijving, achtergrondinformatie voor de docent en de werkbladen door en bekijk de video. Maak aan de hand van de achtergrondinformatie een keuze in hoe vrij u de leerlingen wilt laten om de variabelen aan te passen. Leg vlak voor de les de materialen klaar en zet de video klaar.

Lesbeschrijving *Tuinkers op Mars*

Inleiding planeten en planten 20 minuten

Introduceer de les bij de leerlingen:

Stel je voor, we gaan op ruimtereis naar Mars. Als we daar willen overleven, hebben we voedsel nodig, maar we kunnen niet al het eten dat we nodig hebben meenemen. Het laten groeien van eetbare planten zou uitkomst kunnen bieden.

Vraag de leerlingen wat zij al weten van de omstandigheden op Mars en wat een plant nodig heeft om te groeien. Bekijk de video [De ruimte-experts: Hoe verbouw je voedsel op Mars?](#)

Omstandigheden op Mars

Verzamel op het (digi)bord in een woordweb of tabel alle kennis van de leerlingen over de omstandigheden op Mars. Denk daarbij aan: temperatuur, luchtsamenstelling, zwaartekracht, vloeibaar water, voedingsstoffen, zonlicht en magnetisch veld. Gebruik de vergelijkende tabel uit de achtergrondinformatie om informatie te verifiëren of aan te vullen.

Tuinkers op Mars?

In deze les planten de leerlingen tuinkers. Het kiemen van tuinkers gaat heel snel. Tuinkers heeft nodig: vloeibaar water, een goede temperatuur, zonlicht, voedingsstoffen en CO₂.

Welke conclusie kunnen we trekken als we de omstandigheden op Mars vergelijken met de voorwaarden voor het leven van tuinkers?

Planten kunnen niet zomaar overleven op Mars. Vooral de lage temperatuur (en daarmee het gebrek aan vloeibaar water), de schadelijke straling, het gebrek aan atmosfeer en het bombardement aan meteorieten zorgen ervoor dat het niet zomaar gaat lukken om planten te laten overleven.

Ecosysteem

Een van de oplossingen om planten te laten overleven is het bouwen van een gesloten ecosysteem: een luchtdichte omgeving waarin de temperatuur gelijkmatig is en een plant fotosynthese kan uitvoeren met (kunst)licht. Voor fotosynthese is CO₂ nodig. Die kan geproduceerd worden door andere organismen, zoals de mens of micro-organismen. Deze andere organismen gebruiken de zuurstof die ontstaat bij fotosynthese en produceren daarbij CO₂.

Een ecosysteem is een systeem waarin er in een bepaald gebied interactie is tussen alle levende en niet levende delen (biotische en abiotische factoren).

Wetenschappers zijn al een tijd bezig om een gesloten ecosysteem te ontwerpen waarin de afvalstoffen van astronauten planten kunnen voeden, en planten op hun beurt zorgen voor zuurstof en voedsel voor astronauten. Dat blijkt nog niet zo eenvoudig. In deze les gaan we proberen zelf een gesloten ecosysteem te maken.

Opdracht 30 minuten

De leerlingen gaan in deze les zelf een recept ontwerpen en testen voor hun eigen gesloten ecosysteem met tuinkers en micro-organismen in potgrond.

Leerlingen gebruiken hiervoor het werkblad *Gesloten ecosysteem met tuinkers*. Neem het werkblad met ze door en introduceer de functies en voorwaarden van de verschillende materialen (uitwerking hiervan staat in de achtergrondinformatie). Of laat de leerlingen dit zelf op internet uitzoeken.

De leerlingen kunnen het recept vastleggen in de tabel op het werkblad.

Als alle leerlingen een recept hebben vastgelegd en hun ecosysteem hebben ingericht, geven zij de processen van het ecosysteem in de pot schematisch weer. Er zijn twee versies van dat werkblad: een open (A) en een meer geleide versie (B). In de achtergrondinformatie staat een voorbeelduitwerking.

Optioneel Leerlingen kunnen ook een videotutorial maken waarin ze het recept vastleggen. Dat is ook een herhaalbare versie van het recept.

Aandachtspunten

- Op internet zijn tutorials te vinden om een gesloten ecosysteem of terrarium te maken. De recepten in deze handleidingen zijn meestal geschikt voor verschillende groottes van potten en daarmee algemeen gesteld: 'een laagje van dit, een beetje van dat ...' enzovoort. De recepten zijn daarmee niet precies te herhalen door anderen. Het is wel een voorwaarde voor het recept van de leerlingen dat iemand anders dat precies kan herhalen.
- De leerlingen bepalen zelf wanneer ze de pot sluiten. Sommige tutorials doen het direct, andere laten eerst het overvloedige water verdampen.
- De hoeveelheid water in het systeem van de pot is een van de lastigste aspecten van deze opdracht. Water en condens zijn nodig voor de watercyclus, maar te veel water zorgt voor rotting. Dus wanneer is condens te veel condens?

Afsluiting Opdracht 10 minuten

Als alle leerlingen een recept hebben vastgelegd en hun ecosysteem hebben ingericht, is het eerste gedeelte van de les klaar. Maak een afspraak over de evaluatie van de ecosystemen.

Zorg voor een plek in het lokaal waar de potten kunnen staan en de leerlingen ze kunnen bekijken. Of laat de leerlingen de potten mee naar huis nemen. De potten mogen niet in direct zonlicht staan, omdat het glas van de pot als een vergrootglas werkt en de planten dan kunnen verbranden.

Geef de ecosystemen ten minste drie à vier weken de tijd. In die weken houden de leerlingen hun ecosysteem in de gaten en leggen ze hun observaties vast. Neem door waar ze op kunnen letten. Optioneel Leerlingen kunnen ook een fotoverslag of timelapsfilmpje maken van de ontwikkelingen van hun ecosysteem.

Tip

Plant in de klas tuinkers onder niet-gesloten omstandigheden. Leerlingen kunnen die planten dan als referentie gebruiken voor de groei onder normale omstandigheden. Tuinkers in een open situatie moet wel af en toe water krijgen. Of richt zelf een gesloten ecosysteem in en gebruik dat tijdens voortgangsgesprekken met de leerlingen.

Evaluatie (na 3-4 weken) 30 minuten

Besprek met de leerlingen welke ecosystemen gelukt zijn en welke niet. Probeer overeenkomsten en verschillen te vinden in de verhoudingen van de ingrediënten, de plaatsing, de grootte van de pot en de timing van het sluiten. Is er een ideaal recept?

Vraag door op de variabelen die van invloed geweest kunnen zijn:

- **Temperatuur:** Was de temperatuur constant? Was die hoog of juist laag? Stond de pot bij een verwarming of soms in de zon?
- **CO₂ en zuurstof:** Was er genoeg ruimte voor gaswisseling in de pot? Heb je groene bladeren gezien voor fotosynthese?
- **Licht:** Stond de pot in direct zonlicht of juist niet? Stond de pot in een ruimte op het noorden of zuiden? Had de pot een lichtdichte deksel of juist een doorzichtige? Kreeg alle tuinkers genoeg licht?
- **Water:** Was er veel condens? Heb je droge grond gezien of juist hele natte? Heb je rotting gezien?
- **Ruimte:** Groeide alle tuinkers even snel? Was er een verschil tussen de tuinkers in het midden en aan de rand van de pot? Welke variabele zou daar van invloed op kunnen zijn: licht, temperatuur, water, CO₂? Was er genoeg ruimte voor groei?
- **Tuinkers:** Hoe veranderden de stengels en blaadjes over de tijd? En hoe was dat in vergelijking met de tuinkers die niet in een gesloten ecosysteem is gegroeid?
- **Voedingsstoffen:** Was er genoeg tuinaarde voor groei en uitwisseling met de bodemorganismen?

Sluit de les af met de conclusie dat zelf een gesloten ecosysteem ontwerpen mogelijk is, maar dat dat niet makkelijk is.

Om te weten of de leerlingen een herhaalbaar recept hebben ontwikkeld, zouden de recepten nu kunnen worden uitgewisseld. Kan een andere groep met hetzelfde recept de eerdere resultaten precies herhalen? En als dat niet lukt, kunnen de leerlingen verklaren waar dat aan ligt? Bijvoorbeeld aan het recept en hoe dat beschreven is? Of aan andere invloeden, zoals de hoeveelheid zon, de temperatuur en de daglengte?

Achtergrondinformatie voor docent

Omstandigheden op Mars vergeleken met de aarde

Vergelijkende tabel met de omstandigheden op aarde en Mars, en de mogelijke problemen die planten kunnen ondervinden op Mars.

	Aarde	Mars	Probleem voor een plant op Mars?
Afstand tot de zon	149,6 miljoen km	(gemiddeld) 227,9 miljoen km. Elliptische baan, dus de afstand tot de zon verschilt.	Minder zonne-energie, verder van de zon; minder fotosynthese.
Dagen in een jaar	365	687	-
Magnetisch veld	Ja, dat zorgt ervoor dat geladen deeltjes uit het heelal (zonnwind) de planeet niet bereiken.	Nee (niet meer), hierdoor worden de bovenste lagen van de atmosfeer weggeblazen door de zonnwind.	Minder atmosfeer, geen gaswisseling mogelijk, weinig druk maakt het kookpunt van bijvoorbeeld water veel lager.
Atmosferische druk	1 bar	6 millibar	Geen gaswisseling; lager kookpunt water.
Atmosfeer (welke gassen)	21% O ₂ , 78% N ₂ 0,03% CO ₂	Vooral CO ₂	-
Zuurstof	20%	Nee	Zonder zuurstof geen verbrandingsprocessen.
Temperatuur	Gemiddeld 13 graden Celsius	Gemiddeld -63 graden Celsius	Geen vloeibaar water.
Aanwezigheid van vloeibaar water	Ja	Nee, wel bevroren water aan de polen.	Geen vloeibaar water.
Straling van de zon	Ja	Ja	Verder van de zon dan de aarde, dus minder zonne-energie.
Kosmische straling	Nee, deze wordt afgebogen door magnetisch veld.	Ja	DNA-schade aan planten.
Micrometeorieten	Nee, baan wordt afgebogen door magnetisch veld, of ze verbranden in de atmosfeer.	Ja	Constant bombardement van micrometeorieten.
Zwaartekracht	9,8 m/s ²	3,7 m/s ²	Hoeft geen probleem te zijn. Uit experimenten in de gewichtloosheid van het ISS blijkt dat wortels op zoek gaan naar water en groene stengels op zoek gaan naar licht.
Duur van de dag en nacht	24 uurscyclus	24 uur- en 37 uurscyclus	-

Materialen

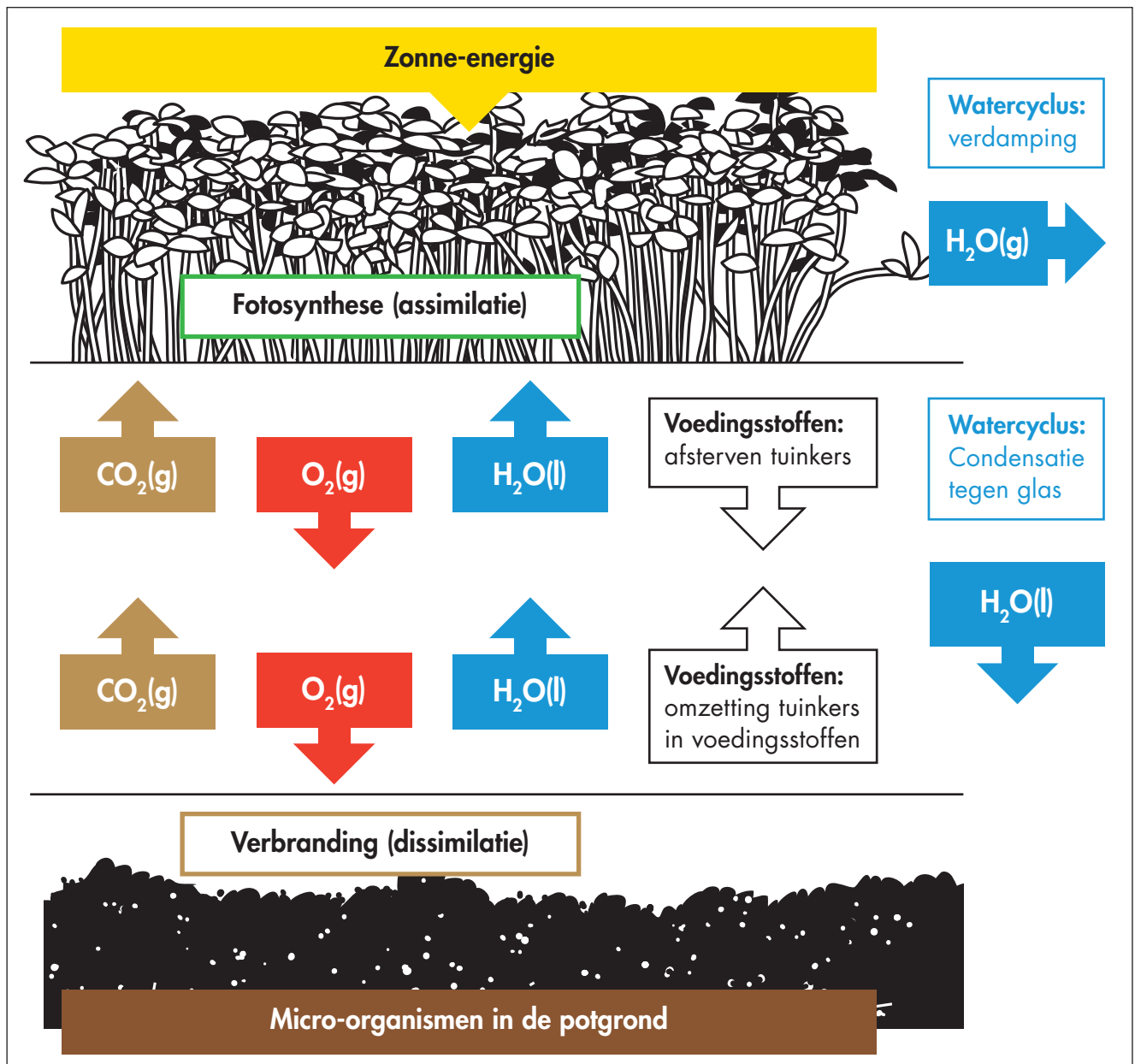
In deze tabel staat een uitleg van de functie en de bijzonderheden van elk materiaal. De meeste informatie komt ook in veel tutorials voor. U kunt ervoor kiezen om leerlingen houvast te geven en deze tabel met ze te delen.

Materialen	Functie	Belangrijk / extra informatie
Doorzichtig luchtdicht potje (waar je met je hand in kan)	Hierin komt het ecosysteem	Schoon, anders krijg je schimmels en bacteriën. Je handen moeten dus ook schoon zijn voordat je begint.
hydrokorrels (tuincentrum) of schoon grind	Dit zorgt ervoor dat er een soort van afwatering is en de tuinkers niet in een laag water komt te staan en gaat rotten.	Hydrokorrels nemen het water ook op en geven het weer af en helpen bij de regulering van de watercyclus. Alleen het gebruik van grind wordt ook vaak gedaan.
actieve kool (aquariumwinkel)	Neemt schimmels en bacteriën op	Wordt niet altijd in genoemd in tutorials.
Potgrond	Potgrond bevat belangrijke voedingsstoffen voor planten.	Tuinkers ontkiemt al op een nat keukenpapiertje, maar voor langdurige groei zijn meer voedingsstoffen nodig.
water	Een van de levensvoorwaarden voor de plant. Er is een watercyclus in de pot. De plant neemt vloeibaar water op uit de bodem en gebruikt het voor zijn bouw en voeding, het water verdampt via de bladeren of de grond, het water condenseert weer op het glas en het stroomt via het glas gaat de bodem weer in, waardoor het weer opgenomen kan worden door de plant.	De hoeveelheid water is een van de moeilijkheden van een gesloten ecosysteem. Te veel zorgt voor rotting, te weinig voor verdroging. Hoeveel condens is teveel condens?
tuinkerszaden	Zonder de zaden geen tuinkers	Niet te veel en niet te weinig, de hoeveelheid is meestal vaag.
lepels of schepjes	Handig gereedschap om de materialen een beetje evenredig over de bodem te verdelen.	Schoon.
Maatbeker, weegschaal, liniaal	Meetgereedschap voor het precies vastleggen van het recept	Verschillende groottes, voor verschillende potten.
Computers met internet	Bekijken van tutorials	Zoekwoorden: diy terrarium, tutorial terrarium, zelf ecosysteem maken.
Plaats waar de potten 4 weken ongestoord in indirect zonlicht kunnen staan	Om het recept goed te testen moeten de potten 4 weken niet verplaatst worden.	Direct zonlicht kan de planten verbranden omdat het glas als een vergrootglas werkt. Zonlicht is een voorwaarde. Kunstlicht in schoolgebouwen heeft niet de goede golflengte voor fotosynthese. Er zijn wel speciale fotosynthese lampen.

Uitwerking schema ecosysteem in de pot

De belangrijkste processen die in de pot plaatsvinden zijn:

- Fotosynthese door de plant: assimilatie onder invloed van zonne-energie (in de groene delen van de tuinkers): $6 \text{ CO}_2 + 12 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O}$.
- Verbranding of dissimilatie van bijvoorbeeld glucose, waarbij energie vrijkomt door bodemorganismen: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2 \rightarrow 6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O}$.
- Watercyclus: buiten het water dat bij de chemische reacties wordt gebruikt en geproduceerd, verdamt er ook water uit de grond en bij het watertransport in de tuinkers. Deze waterdamp condenseert op het glas en het water stroomt de bodem weer in, waar het wordt opgenomen door de wortels van de tuinkers.
- Afsterving door de tuinkers, omzetting van de tuinkers door de micro-organismen in de bodem tot voedingsstoffen.

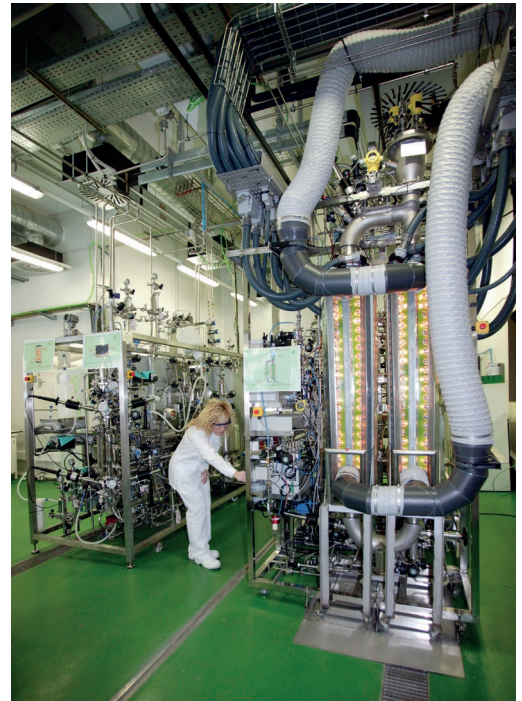


Meer weten?

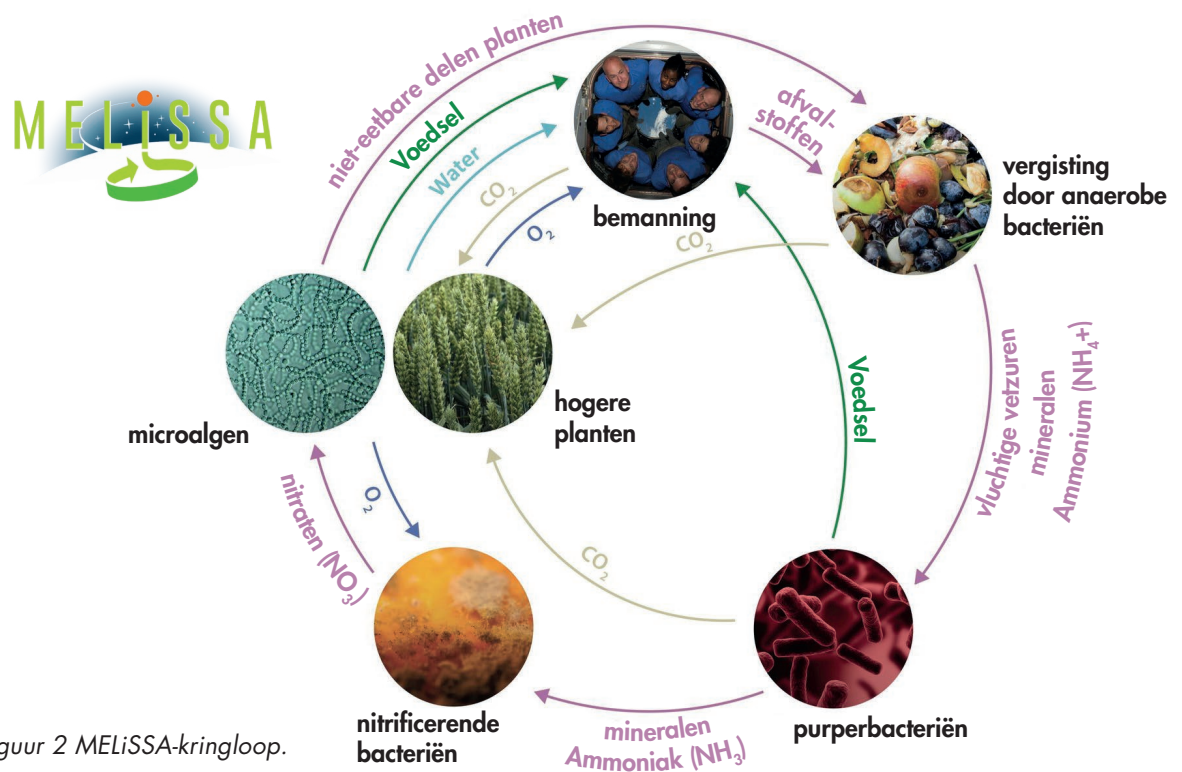
De Europese ruimtevaartorganisatie ESA doet al meer dan twintig jaar onderzoek naar het opzetten van een gesloten ecosysteem dat de afvalproducten die astronauten produceren gebruikt om voedsel, water en zuurstof te produceren.

MELiSSA (Micro-Ecological Life Support System Alternative) heeft verschillende compartimenten die met elkaar in verbinding staan. In Barcelona staat het MELiSSA-laboratorium waarin getest wordt op aarde (figuur 1). Tegelijkertijd wordt in het ISS (International Space Station) getest hoe de geselecteerde organismen zich in de ruimte gedragen. Voor meer informatie: bekijk [Melissa-Micro ecosystem in space](#), een video van ESA over het project.

Voor het ecosysteem van MELiSSA heeft een zoetwatermeer op aarde model gestaan. In figuur 2 staat een schematische weergave van het systeem. Meer informatie over de verschillende compartimenten vindt u hier: [compartimenten MELiSSA](#).



Figuur 1 Een kijkje het MELiSSA-laboratorium in de University Autònoma of Barcelona. (Bron: ESA.)



Figuur 2 MELiSSA-kringloop. (Bron: ESA.)

Stel je voor: we gaan op ruimtereis naar Mars. Als we daar willen overleven, hebben we voedsel nodig. We kunnen niet al het eten dat we nodig hebben meenemen. We moeten dus ons eigen voedsel kweken.

Alleen zijn de omstandigheden op Mars niet geschikt om planten te laten groeien. Om dit op te lossen, moeten we een gesloten ecosysteem bouwen.



Wat ga je doen?

Bedenk het ideale recept voor een gesloten ecosysteem en leg dit vast zodat iemand anders dat kan herhalen. Maak daarna je ecosysteem volgens dit recept. Bedenk ook een plaats waar je ecosysteem vier weken kan blijven staan met voldoende indirect zonlicht en de mogelijkheid tot observatie.

Wat je nodig hebt om een ecosysteem te maken, staat in de tabel voor je recept. Er zijn op internet veel tutorials te vinden over het maken van een terrarium. In de tabel staan de meest voorkomende ingrediënten.

De grootte van je pot heeft invloed op de hoeveelheid van de verschillende ingrediënten. Als je een kleine pot hebt en je doet er veel aarde in, dan blijft er minder ruimte over voor gaswisseling en groei. Houd dus goed rekening met de variabelen die van invloed zijn op de groei van tuinkers.

Houd het ecosysteem regelmatig in de gaten, ten minste drie keer in de week, en houd je observaties bij. Beschrijf de hoeveelheid condens, groei en andere observaties. Je kunt ook foto's maken van wat er gebeurt, of een timelapsfilmpje.

Recept gesloten ecosysteem

Naam: _____

Datum: _____

De pot	
Grootte van de luchtdichte, doorzichtige pot (inhoud of afmeting):	
Ingrediënten	Hoeveelheid in grammen of milliliter
1. Hydrokorrels (tuincentrum) of schoon grind	
2. actieve kool (aquariumwinkel)	
3. potgrond	
4. tuinkerszaden	
5. water	
6.	
7.	
Eindopstelling	
Ruimte voor grond	Hoogte in pot in cm of inhoud in cm³
Ruimte voor gaswisseling en groei	

Volgorde van toevoegen van ingrediënten:

Datum waarop je de potten sluit: _____

Beschrijving van de plek van de pot (temperatuur, licht, zon/schaduw, daglengte, andere relevante zaken):

Waarom heb je voor dit recept gekozen? Heb je een bron gebruikt? Onderbouw hier je keuzes:

Processen ecosysteem

Hoe komt de tuinkers aan energie en hoe aan voedingsstoffen? En de micro-organismen in de potgrond? Hoe loopt de watercyclus? Wat hebben de micro-organismen in de potgrond nodig?

Maak hier een schema. Denk aan water, CO₂, O₂, voedingsstoffen en zonlicht.

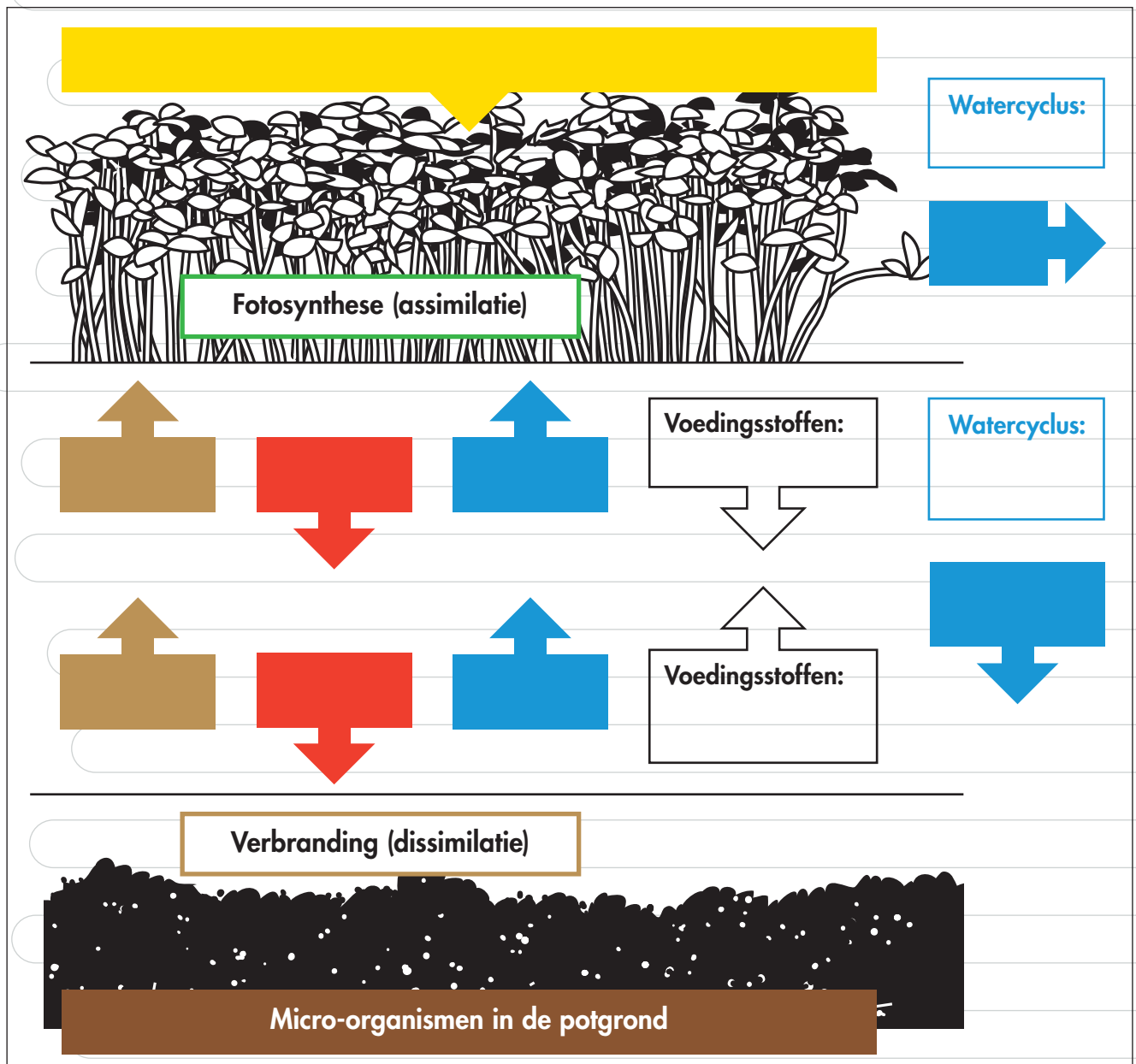


Processen ecosysteem

Klas 1/2 VO
vmbo/havo/vwo

Hoe komt de tuinkers aan energie en hoe aan voedingsstoffen? En de micro-organismen in de potgrond? Hoe loopt de watercyclus? Wat hebben de micro-organismen in de potgrond nodig?

Vul hier de volgende woorden in: zonlicht, H_2O (g), H_2O (l), CO_2 (g), O_2 (g), afsterving, omzetting in voedingsstoffen, condensatie tegen glas en verdamping.



Bestudeer de inhoud van de pot. Is er condens? Ziet de grond er droog of nat uit?

Zijn er stengels of blaadjes zichtbaar en hoe groot zijn ze? Is er een verschil te zien in

groei tussen de tuinkers in het midden van de pot en langs het glas? Is de temperatuur

constant? Is er nog ruimte voor groei en gaswisseling in de pot?

Week 1

Datum: _____

Datum: _____

Datum: _____

Datum: _____

Week 2

Datum: _____

Datum: _____

Datum: _____

Datum: _____

Week 3

Datum: _____

Datum: _____

Datum: _____

Datum: _____

Week 4

Datum: _____

Datum: _____

Datum: _____

Datum: _____

Conclusie

Na vier weken is mijn gesloten ecosysteem met tuinkers nog in leven: ja / nee.

Dit is gelukt zonder dat ik iets aan het ecosysteem heb veranderd: ja / nee.

Heb je wel iets veranderd? Beschrijf dan wat je hebt gedaan (pot geopend, verplaatst enzovoort) en waarom:

Beschrijf waarom je denkt dat je ecosysteem wel of niet succesvol was:

Wat zou je veranderen aan het recept als je dat aan iemand anders zou aanraden of als je het zelf nog eens zou proberen?

Meer weten over ecosystemen in de ruimte?

Kijk deze video van ESA: [Melissa-Micro ecosystem in space](#).