



Science & Exploration

In deze les...

De les **Science & Exploration** sluit aan bij de sub-domeinen 'Stofwisseling van cellen' (bi) en 'interactie met (a)-biotische factoren' (bi). Gaan we in de toekomst tuinieren op een andere planeet? Leerlingen zetten hun eigen onderzoek op naar de plantengroei-mogelijkheden in verschillende omstandigheden. Welke conclusies trekken zij?

Inhoud

Opdracht	2
Werkblad	5
Reflectie	7
Docentenhandleiding	8
Colofon	12

→ www.exactwatjezoekt.nl

Opdracht

Tuinieren in de ruimte?

We vragen onszelf continu af of er buitenaards leven is, maar ook of het mogelijk is om in de toekomst op een andere planeet te leven. Om daarachter te komen doen veel wetenschappers onderzoek naar de omstandigheden op andere planeten, in de ruimte maar ook op aarde!

André Kuipers en zijn collega's voerden in het ruimtestation ISS veel verschillende onderzoeken uit. Eén van deze onderzoeken ging over de mogelijkheid en snelheid van plantengroei in de ruimte. Als mensen zich op lange termijn gaan vestigen op andere planeten, is het natuurlijk wel handig als daar ook voedsel en planten kunnen groeien.

Ook in Nederland vindt onderzoek plaats naar omstandigheden op andere planeten. Ecoloog Wamelink van

onderzoeksinstituut Alterra in Wageningen onderzocht namelijk of het mogelijk is om planten te verbouwen op Mars- en maangrond. In onderstaand artikel lees je hier meer over.

Het onderzoek naar plantengroei in de ruimte en op verschillende planeten is nog lang niet klaar. Wamelink testte in zijn onderzoek tot nu toe de invloed van de grondsoort op de plantengroei, maar er zijn veel meer factoren die van belang zijn bij een goed groei-proces.

Op planeten kan het bijvoorbeeld heel donker of licht zijn, is soms weinig tot geen zuurstof en juist veel koolstofdioxide en zijn de temperaturen heel anders dan wij op aarde gewend zijn. Je gaat nu zelf als ecooloog aan de slag en doet onderzoek naar de invloed van verschillende omstandigheden op het plantengroei-proces.

Proef wijst uit: buitenaards tuinieren lukt beter op Mars dan op de maan

Ecoloog Wiegier Wamelink van onderzoeksinstituut Alterra zegt geen ambities te hebben voor een enkeltje Mars. 'Maar als er ooit mensen heen gaan, wordt het een reële vraag of er daar iets te verbouwen is, zonder dat je de potgrond moet meenemen. Of hooguit een beetje, om de aanwezige bodem mee te enten.'

Om dat uit te zoeken bestelde hij vorig jaar bij de NASA kunstmatige Marsgrond en maanstof, speciale mengsels voor onderzoek van vulkanische grond van Hawaï en woestijnzand uit Arizona die op papier vergelijkbaar zijn met de buitenaardse grondsoorten.

Aluminium

In een kas in Wageningen vulde hij 840 potjes en zaaide in totaal 4.600 zaden van honingklaver, valkruid, lupine, tomaat, rogge, wortel, herik, wikke, zwenkgras en tuin-

kers. Gedurende vijftig dagen keek hij toe wat er kiemde en wat er groeide. De resultaten verbaasden hem, zegt de ecooloog.

Wamelink: 'Sommige planten als rogge en tuinkers vormden zelfs weer zaad. Ik had eerlijk gezegd niet eens veel groei verwacht. Kiemen kan nog met de voedingsstoffen uit het zaadje, maar daarna moet het echt uit de bodem komen. Kennelijk zit er toch meer in met name Marsgrond dan we dachten.' Inmiddels heeft een laboratoriumanalyse dat ook uitgewezen.

Daaruit is ook duidelijk geworden waarom maangrond eigenlijk niks is voor aardse planten. Daar zit veel te veel aluminium in, giftig voor planten.

Bron: Volkskrant.nl, datum: 15-01-2014

Opdracht

Stel je voor dat jij en je klasgenoten werken bij een ecologisch onderzoeksinstituut. Jullie hebben een opdracht binnengesleept om verder onderzoek uit te voeren aan de plantengroeimogelijkheden op andere planeten zonder dat je direct kassen hoeft te bouwen met aardse omstandigheden. De omstandigheden die onderzocht kunnen worden zijn luchtsamenstelling, temperatuur, licht en grondvochtigheid.

In de klas onderzoek je in groepen de invloed van verschillende omstandigheden. Overleg met je klasgenoten en docent welke groep welke variatie in omstandigheden onderzoekt. Gebruik Tabel 1 op het werkblad om bij te houden welke omstandigheden jouw groep test.

Voordat je begint

In de rest van de opdracht vind je informatie over onderzoek doen, het zaaiproces en de experimenten bij verschillende omstandigheden. Lees deze informatie voor je begint en gebruik die bij het uitvoeren van je onderzoek.

Het zaaiproces

Welke omstandigheden je ook onderzoekt, het zaaiproces en de basisbenodigdheden zijn telkens hetzelfde:

- 1 lege beker
- potgrond
- 20 tuinkerszaadjes

Doe in elk van de lege bekere een laagje potgrond van ongeveer 2 cm hoog. Verdeel de zaadjes over de potgrond.

Onderzoek doen

Het is belangrijk om voor het starten van je onderzoek een duidelijk plan van aanpak te hebben, zodat je de experimenten achter elkaar kunt uitvoeren en de resultaten vergelijkbaar zijn. Schrijf voor jezelf op wat je nodig hebt en hoe je in elke beker de juiste omstandigheden creëert en behoudt.

Om resultaten goed met elkaar te kunnen vergelijken is het belangrijk dat je telkens maar één omstandigheid wijzigt, en de drie andere omstandigheden gelijk houdt.

Voorbeeld: Als je gaat onderzoeken wat de invloed van temperatuur is op het groeiproces, laat je de luchtsamenstelling, het licht en de grondvochtigheid bij verschillende temperaturen gelijk. Dus je voert beide experimenten (waarbij je de temperatuur varieert) uit in droge grond, of allebei in vochtige grond, maar niet één in droge en de andere in vochtige grond. Doe je dit niet, dan weet je achteraf niet of de plantengroei geremd of gestimuleerd werd door alleen de temperatuur, of dat juist de grondvochtigheid een rol heeft gespeeld.

Het is in onderzoek altijd belangrijk dat je nog precies weet welke beker welk experiment bevat, maar ook wanneer het onderzoek is uitgevoerd en van wie het onderzoek is. Noteer dus alles goed op de bekere.

Luchtsamenstelling

Op aarde bestaat de lucht voornamelijk uit stikstof en zuurstof. Je kunt onderzoeken of een plant op een planeet met een andere luchtsamenstelling, met bijvoorbeeld meer koolstofdioxide (CO_2) en minder zuurstof (O_2), beter of slechter kan groeien dan op de aarde. Bij deze omstandigheid kun je denken aan drie opties:

1. CO_2 in de beker gieten;
2. zuurstof omzetten in CO_2 door een kaarsje op te branden in een afgesloten beker;
3. een beker open in de zuurstofrijke lucht laten staan.

1. CO_2 gieten

Benodigdheden:

- beker met grond en zaadjes
- lege plastic beker
- 10 mL schoonmaakazijn
- 1 theelepel zuiveringszout
- stuk huishoudfolie

Tips:

1. Meng de schoonmaakazijn met het zuiveringszout in de beker en wacht tot de reactie zo goed als klaar is.
2. Giet het kleurloze gas uit de beker in de beker met zaadjes. Zorg dat de vloeistof niet meekomt.
3. Dek de beker met zaadjes goed af.

Opdracht

2. CO₂, kaars opbranden

Benodigdheden:

- beker met grond en zaadjes
- stuk aluminiumfolie
- stuk huishoudfolie
- verjaardagskaars
- lucifer

Tips:

1. Zet de kaars stevig in de grond in het midden van de beker met zaadjes.
2. Steek de kaars aan en dek de beker luchtdicht af met aluminiumfolie.
3. Dek de beker extra af met huishoudfolie als de kaars uit is.

Temperatuur

Ook de temperatuur op andere planeten varieert. Je kunt onderzoeken wat de invloed van temperatuur is op de groei van planten. Denk bijvoorbeeld aan koelkasttemperatuur (4-7°C) en kamertemperatuur (21°C), natuurlijk zijn er ook andere temperaturen waarbij je kunt meten.

Let op:

1. Noteer goed de temperaturen waarbij je het onderzoek uitvoert (bijvoorbeeld in Tabel 1).
2. Als je een koelkast dicht doet, gaat de lamp uit.
3. In een klaslokaal komt vaak naast lamplicht ook daglicht binnen.

Licht

Afhankelijk van de positie in het heelal, varieert ook de hoeveelheid zonlicht op een planeet. Het is goed om te testen in hoeverre zonlicht essentieel is voor de plantengroei. Je hebt in het laboratorium in elk geval 3 opties om te onderzoeken: daglicht, lamplicht en geen licht.

Grondvochtigheid

Op de aarde kan de grond vochtig zijn. De vochtigheid op andere planeten is anders dan bij ons. Het is dus belangrijk te onderzoeken wat de invloed van de grondvochtigheid is op de plantengroei.

Tip:

Zorg er bij vochtige potgrond voor dat er geen laag water in de beker staat.

Jouw onderzoek

Je krijgt 7 bekertjes om je onderzoek uit te voeren. Nummer 1 is de nulmeting, waarbij de meest voor de hand liggende omstandigheden voor plantengroei op aarde aanwezig zijn. In de andere 6 bekertjes ga je andere omstandigheden onderzoeken. Overleg in je groepje en eventueel met de klas welke omstandigheden jullie gaan onderzoeken.

Tabel 1

Beker	Luchtsamenstelling			Licht			Temperatuur		Grondvochtigheid	
	CO ₂ extra	CO ₂ + N ₂ (kaars)	Zuurstof	Daglicht	Lamplicht	Donker	Kamer °C	Koelkast °C	Droge grond	Vochtige grond
1			x	x			x			x
2										
3										
4										
5										
6										
7										

Hypothese

Voorafgaand aan een onderzoek stellen onderzoekers vaak een hypothese op. Wat verwachten ze dat er uit het onderzoek komt? Geef op basis van de gekozen omstandigheden aan in welke omstandigheden jij denkt dat de plantengroei het beste gaat en in welke omstandigheden juist niet. Geef ook aan waarom:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Werkblad

Resultaten

Vul in onderstaande tabel je waarnemingen in, ongeveer een week na de zaaidatum. Denk hierbij aan: Zijn er zaadjes ontkiemd? Is er al blad zichtbaar? Hoe hoog zijn de stelen? Wat voor kleur heeft het blad? Hoeveel zaadjes zijn uitgekomen? Staan de stelen recht?

Beker	Waarnemingen	Datum:
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

Wat zijn, op basis van jouw onderzoeksresultaten de ideale omstandigheden op een planeet als je er plantengroei op wilt creëren?

.....

.....

.....

.....

Reflectie

1. Wat vond je het leukst/interessantst om te doen tijdens de opdracht? Noem 3 dingen.

1.

2.

3.

2. Wat vond je het minst leuk/interessant om te doen tijdens de opdracht? Noem 3 dingen.

1.

2.

3.

3. Rangschik onderstaande activiteiten die je hebt uitgevoerd van meest interessant (1) naar minst interessant (5).

Activiteit	Nummer
Lezen van de opdrachttekst	
Opstellen van een hypothese	
Bedenken hoe je het onderzoek gaat uitvoeren	
Uitvoeren van het praktische werk	
Bekijken van resultaten en hierbij conclusies trekken	

4. Spreek het onderzoeken van onbekende mogelijkheden op andere planeten je aan? Leg uit.

.....
.....

5. Spreek de bètawereld Science & Exploration je aan? Leg uit.

.....
.....

Informatie over bètastudies en –beroepen in deze en andere bètawerelden vind je op: www.exactwatjezoekt.nl

Docentenhandleiding

Duur practicum: 30 minuten

Maximaal aantal leerlingen per groepje: 4

Benodigdheden

Per werkplek	Waar verkrijgbaar	Prijsindicatie (€)
7 transparante plastic bierbekers	www.plasticglazen.net	2,40 per 50 stuks
Potgrond	Supermarkt	1,99 per 10 liter
Minimaal 140 tuinkerszaadjes	Tuincentrum, supermarkt www.tuinkerszaadjes.nl	2,95 per 4000 zaden
Waterspuitfles	Op school	-

Op de centrale tafel	Waar verkrijgbaar	Prijsindicatie (€)
CO₂ afgieten		
<i>Per groepje:</i>		
6 transparante plastic bierbekers*	www.plasticglazen.net	2,40 per 50 stuks
<i>Vaste hoeveelheid:</i>		
1 rol huishoudfolie	Supermarkt	1,99 per rol
1 fles schoonmaakazijn	Supermarkt	0,42 per liter
Zuiveringszout	Toko	2,99 per 500 gram
1 maatcilinder van 10 mL	Op school	-
1 theelepel	Op school	-
CO₂ door verbranding		
<i>Per groepje:</i>		
6 verjaardagskaarsjes*	Supermarkt, Blokker, Hema	0,75 per 24 stuks
<i>Vaste hoeveelheid:</i>		
1 rol aluminiumfolie	Supermarkt	1,29 per 30 meter
1 rol huishoudfolie	Supermarkt	1,99 per rol
1 doosje lucifers	Supermarkt, op school	0,89 per 5 doosjes
Temperatuur		
<i>Vaste hoeveelheid:</i>		
Koelkast	Op school	-
Lamp voor in de koelkast	Blokker (Led-zaklampje)	2,49 per stuk
Grote kartonnen doos	Supermarkt	-
Duct-tape voor bevestigen lampen en doos daglicht-dichtplakken	Supermarkt, bouwmarkt	1,78 per 9 meter
Lamp voor in de doos	Blokker (Led-zaklampje)	2,49 per stuk
Licht		
<i>Vaste hoeveelheid:</i>		
Grote kartonnen doos	Supermarkt	-
Duct-tape voor bevestigen lampen en doos daglicht-dichtplakken	Supermarkt, bouwmarkt	1,78 per 9 meter
Lamp voor in de doos	Blokker (Led-zaklampje)	2,49 per stuk
1 rol aluminiumfolie	Supermarkt	1,29 per 30 meter

* Uitgaande van het maximum: het groepje leerlingen gebruikt bij alle zes metingen de kaarsjes, dan wel de resterende plastic bekens voor het uitgieten van CO₂. Bepaal zelf of dit wel echt nodig is per groepje, afhankelijk van de door jullie gemaakte afspraken.

Docentenhandleiding

Vorbereidingen voor docent/TOA

Leerlingen voeren een eigen onderzoek uit naar de invloed van verschillende omstandigheden op het plantengroeiproces.

Zet klaar op elke werkplek: 7 transparante plastic bierbekers, een bakje met daarin minimaal 140 tuinkerszaadjes, een boterhamzakje of maatbeker met genoeg potgrond om 7 bekervoor 2 cm te vullen, een spuitfles met water.

Zet de rest van de benodigdheden klaar op een centrale plek in het lokaal, omdat leerlingen zelf moeten

bedenken wat ze nodig hebben voor de door hun gekozen experimenten en hoe ze hun onderzoek gaan aanpakken.

Er kan ook één doos gebruikt worden om alle bekervoor lamplicht + kamertemperatuur in te laten plaatsen.

Bedenk goed van tevoren of je de leerlingen vrij laat in hun keuze voor de te testen omstandigheden, of dat je enige sturing biedt zodat vrijwel alle combinaties getest worden in de klas. Op de laatste genoemde manier is het makkelijker om klassikaal conclusies trekken.

Mogelijke lesindeling

Tijd (min.)	Onderwerpen	Activiteit van de begeleider	Activiteit van de leerlingen
Les 1 0-10	introduceren bètawerelden (Science & Exploration in het bijzonder)	- basispresentatie bètawerelden geven - filmpje* over Science & Exploration laten zien en hierbij de flyers uitdelen	- luisteren
10-45	practicum Science & Exploration	- uitdelen practicumvoorschrift - begeleiden practicum	- hypothese opstellen - uitvoeren practicum
45-50	opruimen	- zorgen dat de leerlingen opruimen	- opruimen materialen
Les 2 0-5	terugblik/herinnering vorige week	- herinneren van leerlingen aan de experimenten van de vorige week	- luisteren
5-30	resultaten en conclusies	- leerlingen helpen bij het opschrijven van waarnemingen en conclusies trekken	- verzamelen eigen bekervoor - opschrijven waarnemingen - conclusies trekken
30-45	klassikaal nabespreken	- resultaten met de klas bespreken - conclusies trekken met de klas - discussie aansturen	- resultaten met de klas bespreken - conclusies trekken met de klas
45-50	reflectiemoment en afronding	- instrueren over reflectievragen**	- luisteren naar instructie - invullen reflectievragen

* www.exactwatjezoekt.nl/betawerelden/video-betawerelden

* Je kunt ook het practicum uitgebreider bespreken en de reflectievragen als huiswerk opgeven!

Docentenhandleiding

Suggestie

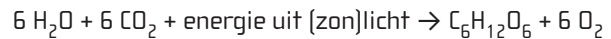
U kunt als aanvulling het verloop van de temperatuur, grondvochtigheid en lichtsterkte bijhouden tijdens de experimenten met behulp van het programma IP-coach.

Theorie

Om te ontkiemen moet de schil van het zaadje barsten en het metabolisme van de cellen in het zaadje in gang worden gezet. Voor het in gang zetten van het metabolisme is warmte nodig. De temperatuur waarbij tuinkers het beste ontkiemt, ligt tussen de 20°C en 23°C. Ook is water nodig voor het starten van de ontkieming. Door osmose neemt het zaadje water op. Hierdoor zwelt het op en uiteindelijk barst de schil open. Dit zorgt ervoor dat het plantje kan groeien. Als het dus te koud is of te droog, wordt het metabolisme niet in gang gezet en barst de schil van het zaadje niet open.

Tuinkers groeit in een omgeving met een verhoogde concentratie CO₂ beter dan in een omgeving met de luchtsamenstelling op aarde. Bovendien worden de bladeren van de tuinkers bij een verhoogde CO₂-concentratie groener. Dit heeft te maken met het fotosyntheseproces. Bij dit proces, wat plaatsvindt in de chloroplasten, worden suikers gevormd. Bij een verhoogde CO₂-concentratie kan de plant met behulp van fotosynthese meer energie vastleggen. Hierdoor kan de plant meer chlorofyl aanmaken, wat ervoor zorgt de plant groenere blaadjes heeft. De vergelijking van

fotosynthese is:



Net als luchtsamenstelling is zonlicht een belangrijke factor in het fotosyntheseproces. Planten hebben licht nodig om groene, volledig uitgevouwen bladeren te vormen. In het donker vouwen de bladeren niet goed uit en blijven ze wit/geel. Planten groeien naar licht toe, omdat juist aan de schaduwzijde van een plant meer van het plantenhormoon auxine ophoopt, dat het groeiproces aan die kant stimuleert. Aan de zonzijde is minder auxine, waardoor aan die kant de plant langzamer groeit. In het donker wordt tuinkers langer dan in daglicht. Energie opgeslagen in het zaadje is bedoeld om de plant boven de grond te krijgen, zodat hij kan overschakelen op fotosynthese voor de energievoorziening. Als het donker blijft, blijft het mechanisme voor snelle groei ingeschakeld, omdat de plant 'denkt' dat hij nog niet boven de grond is.

Veiligheid

Laat de leerlingen voorzichtig doen met vuur. De aluminiumfolie kan erg warm worden wanneer deze over de beker met brandend kaarsje wordt gespannen.

Zorg dat leerlingen schoonmaakzijn niet innemen. Bij huidaanraking volstaat spoelen met water. Laat de leerlingen in elk geval een laboratoriumbril en -jas dragen.

Resultaten: voorbeeld van mogelijke testresultaten

Beker	Luchtsamenstelling			Licht			Temperatuur		Grondvochtigheid	
	CO ₂ extra	CO ₂ + N ₂ (kaars)	Zuurstof	Daglicht	Lamplicht	Donker	Kamer 21 °C	Koud 3 °C	Droge grond	Vochtige grond
1 Nulmeting			x	x			x			x
2		x		x			x			x
3	x			x			x			x
4			x		x			x		x
5			x		x		x			x
6			x			x	x			x
7			x	x			x		x	

Docentenhandleiding



↑ Beker 1

↑ Beker 2

↑ Beker 3

↑ Beker 5

↑ Beker 6

Op basis van tests groeit de tuinkers het beste in de beker waar CO_2 is ingegoten (beker 3), met daglicht, kamertemperatuur en een vochtige grond. Hierbij waren de bladeren groen, de steeltjes het langst (8 cm) en ontkiemden de zaadjes het eerst. De bladeren waren donkergroen.

De beker waarbij de kaars opgebrand werd (beker 2) en de nulmeting (beker 1) scheelden niet veel van resultaat. De lengte van de plantjes was na een week tussen de 5 en 6 centimeter. De bladeren in beker 2 waren niet volledig ontvouwen, terwijl dit bij de nulmeting wel het geval was. Dit kan verklaard worden doordat de bovenkant van beker 2 was bedekt met aluminiumfolie. Hierdoor werd een deel van het daglicht afgeschermd. Wel zijn de bladeren bij meer beker 2 (net als beker 3) een stuk donkerder groen dan bij beker 1.

De meting met droge grond (beker 7) gaf geen ontkiemde zaadjes en leidde dus niet tot plantengroei. Hetzelfde gold voor de metingen in de koelkast (4°C).

In het donker (beker 6) ontkiemden de zaadjes en groeiden er stelen uit (8 cm na een week). De stelen waren echter spierwit vergeleken met de transparant witte stelen in de andere bekers en meer gebogen. De bladeren waren niet volledig ontvouwen en hadden een felgele kleur.

Met lamplicht (beker 5) ontkiemden zaadjes en groeide de tuinkers tot een hoogte van ongeveer 6 cm. Ook hier waren de stelen wit en de blaadjes geel van kleur. De stelen groeiden in beker 5 een stuk rechter omhoog dan in het donker.

Relatie tussen experimentles en lesstof

Wereld	Havo	Vwo
Science & Exploration Tuinieren in de ruimte?	Biologie: A5.4 t/m A5.8 Onderzoeken D2.1 + D2.10 + D2.11 stofwisseling van cellen	Biologie: A5.4 t/m A5.8 Onderzoeken B3.2 Stofwisseling van het organisme D2.2 Stofwisseling van cellen D5.2 Interactie met (a)biotische factoren

Colofon

In deze reeks verschenen ook de experimentlessen:

- **Lifestyle & Design:**
Droogshampoo
- **Market & Money:**
Katalysatoren
- **Mens & Medisch:**
Hot pack
- **Mobiliteit & Ruimte:**
Elektromotor
- **Voeding & Vitaliteit:**
Eiwitonderzoek
- **Water, Energie en Natuur:**
Windauto

De lessen zijn te vinden op:
<http://onderwijsmiddelen.C3.nl>

De Future4U-experimentles 'Science & Exploration' is ontwikkeld door Stichting C3.

Algehele en inhoudelijke projectcoördinatie en contact Stichting C3:

Ilonka Mekes
e: imekes@c3.nl
t: 070 337 87 85

Vormgeving:

t4design, Liesbeth Thomas

De rechten van dit lesmateriaal (uiteraard niet van de gebruikte bronnen) berusten bij de Stichting C3 te Den Haag. Het materiaal mag voor onderwijsdoeleinden vrij worden gebruikt. Voor andere doeleinden dient u contact op te nemen met Stichting C3.

Uiteraard is de experimentles met veel zorg tot stand gekomen. Stichting C3 aanvaardt echter geen aansprakelijkheid voor schade die eventueel is ontstaan bij het uitvoeren van deze experimentles.

