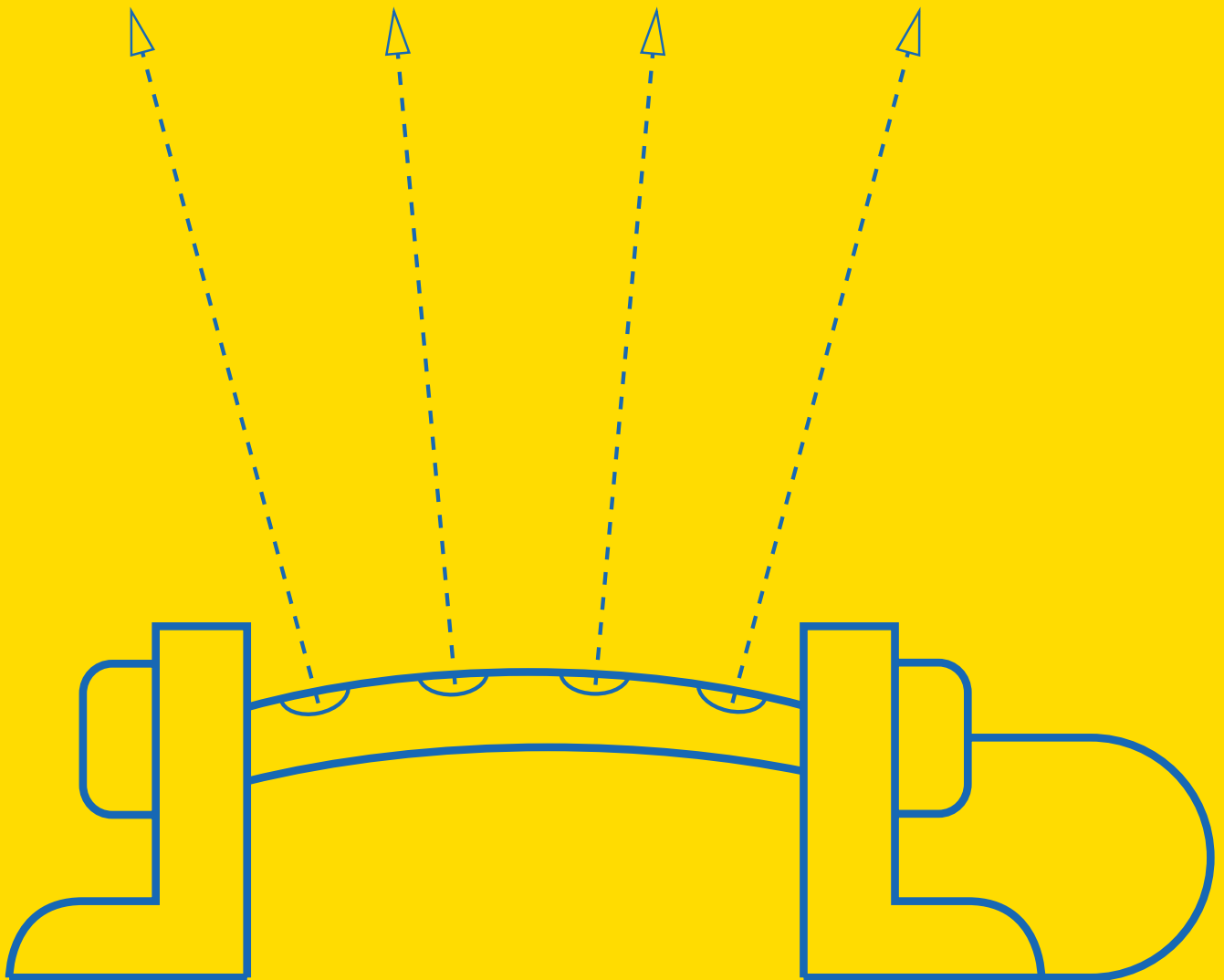


Leerkrachtenhandleiding lesmodule

# Irrigatie

Maak een bewateringssysteem



MAAK  
KUNDE



# Colofon

## Lesmodule Irrigatie

Leerkrachtenhandleiding groep 5-8

Versie 2019 - 1

### © NEMO

Deze lesmodule Maakkunde van NEMO Science Museum is ontwikkeld door NEMO Science Learning Center, het expertisecentrum van NEMO op het gebied van leren over wetenschap en technologie.

Deze lesmethode heb je ontvangen na het volgen van een Maakkundetraining. Het is toegestaan om het materiaal of delen van het materiaal te kopiëren en te distribueren voor gebruik binnen de eigen school. Het is niet toegestaan om het materiaal te kopiëren en te distribueren voor gebruik door derden.

Illustraties: Henk Stolker

Fotografie: Digidaan

### Voor reacties of vragen:

[info@maakkunde.nl](mailto:info@maakkunde.nl)

NEMO besteedt veel aandacht aan de betrouwbaarheid, juistheid en volledigheid van de informatie in deze lesmodule. Wij zijn niet aansprakelijk voor kennelijke (type)fouten.

### NEMO

Postbus 421

1000 AK Amsterdam

[www.maakkunde.nl](http://www.maakkunde.nl)

# Inhoud

<b>Lesmethode Maakkunde</b>	<b>3</b>
<b>Lesinstructie</b>	<b>5</b>
<b>Introductieles – Wat is techniek?</b> 40 minuten	<b>7</b>
Lesoverzicht	7
Lesbeschrijving	8
<b>Inleiding lesmodule Irrigatie</b>	<b>9</b>
<b>Les 1 – Wat is het probleem?</b> 50 minuten	<b>11</b>
Lesoverzicht	11
Lesbeschrijving	12
1.1 Inleiding	12
1.2 Het probleem introduceren	13
1.3 Verkennen	13
1.4 Onderzoek verdamping van water	14
1.5 Afronding	14
<b>Les 2 – Watertransport onderzoeken</b> 1 uur en 5 minuten	<b>15</b>
Lesoverzicht	15
Lesbeschrijving	16
2.1 Inleiding	16
2.2 Watertransport en absorptie onderzoeken	16
2.3 Verdamping van water	17
2.4 Afronding	18
<b>Les 3 – Ontwerp en maak je eigen bewateringssysteem</b> 2 uur	<b>19</b>
Lesoverzicht	19
Lesbeschrijving	20
3.1 Inleiding	20
3.2 Ontwerpen	20
3.3 Maken, testen en verbeteren	21
3.4 Afronding	21
<b>Les 4 – Is het probleem opgelost?</b> 55 minuten	<b>22</b>
Lesoverzicht	22
Lesbeschrijving	23
4.1 Inleiding	23
4.2 Presenteren	23
4.3 Afronding	23
<b>Achtergrondinformatie</b>	<b>25</b>
Achtergrondinformatie Irrigatie	27
Ideeën van kinderen over planten en watertransport in planten	29
<b>Extra activiteiten</b>	<b>31</b>
Lijst van lees- en prentenboeken	33
Informatieve boeken	33
Aanvullende activiteiten en excursies	33



# Lesmethode Maakkunde

## Over Maakkunde

Maakkunde is een hands-on lesmethode voor ontwerpen en onderzoeken. Deze lesmethode is geschikt voor groep 1 tot en met 8 van het basisonderwijs. Deze sluit aan bij de kerndoelen en kan goed worden gecombineerd met vakken als rekenen en taal.

Maakkunde richt zich op wetenschap en technologie en omvat een zeer breed scala aan wetenschappelijke fenomenen en technische principes. In de lesmodule staan uitdagingen centraal die dicht bij de belevingswereld van kinderen staan. De leerlingen ontwerpen een oplossing voor een probleem en testen en verbeteren het totdat het werkt.

Bij Maakkunde leren de leerlingen door te doen. Ze leren naast kennis over wetenschap en technologie ook 21e-eeuwse vaardigheden, zoals probleemoplossend vermogen, creativiteit en samenwerken. Zo ontwikkelen de leerlingen zelfvertrouwen en een positieve houding ten opzichte van wetenschap en technologie. De lesmethode is ontwikkeld met scholen en zeer uitgebreid getest.

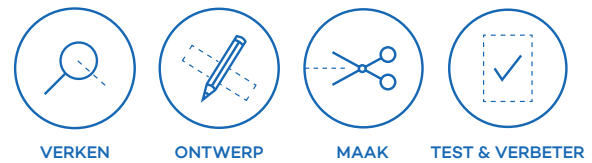
## De didactiek

Ontwerpend leren wordt gecombineerd met onderzoekend leren. De leerlingen lossen een probleem op door een product te maken, waarbij ze gebruik maken van de ontwerpcyclus. De benodigde natuurwetenschappelijke kennis doen ze op door het doen van onderzoek. Deze kennis kunnen ze daarna toepassen in het maken van het ontwerp. Wat de leerlingen gaan maken ligt vast in de methode. Hoe de

leerlingen het product gaan maken wordt door hen zelf bepaald. Hierdoor ontstaat een grote diversiteit aan eindproducten. De oplossing is dus enigszins gekaderd. Binnen de gestelde kaders komen de oplossingen en ideeën van alle leerlingen goed tot hun recht.

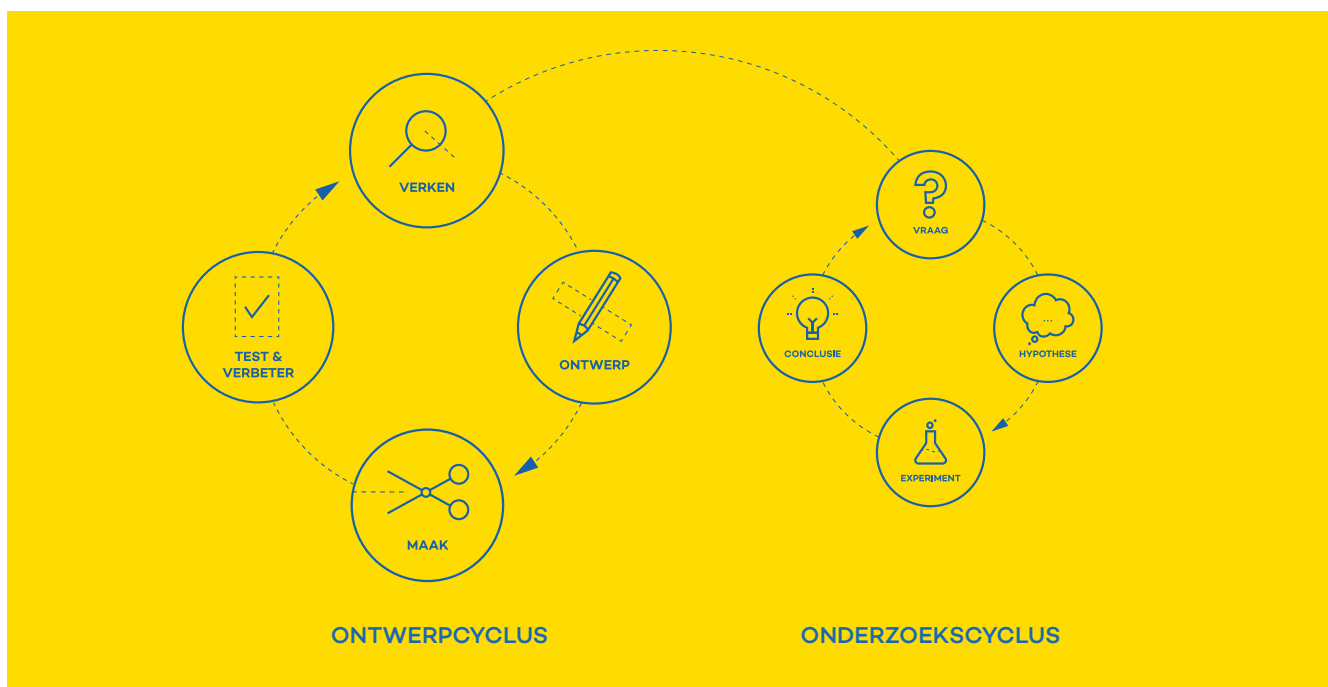
## Gebruik Ontwerpcyclus

In de lesmethode wordt de ontwerpcyclus gebruikt. Iedere stap is uitgebeeld met een pictogram. Deze cyclus kan je geheel of in delen gebruiken om de les te ondersteunen. In de leerkrachtenhandleiding staat beschreven waar je je bevindt in de ontwerpcyclus.



## Gebruik Onderzoekscyclus

De verkenstap van de ontwerpcyclus kan op verschillende manieren worden gedaan. In Maakkunde verken je onder andere door onderzoek te doen. Dit gebeurt in les 2. Hierbij maak je gebruik van de onderzoekscyclus. Elke stap is uitgebeeld met een pictogram. Deze cyclus kun je geheel of in delen gebruiken om de les te ondersteunen.



## Organisatie van de lessen

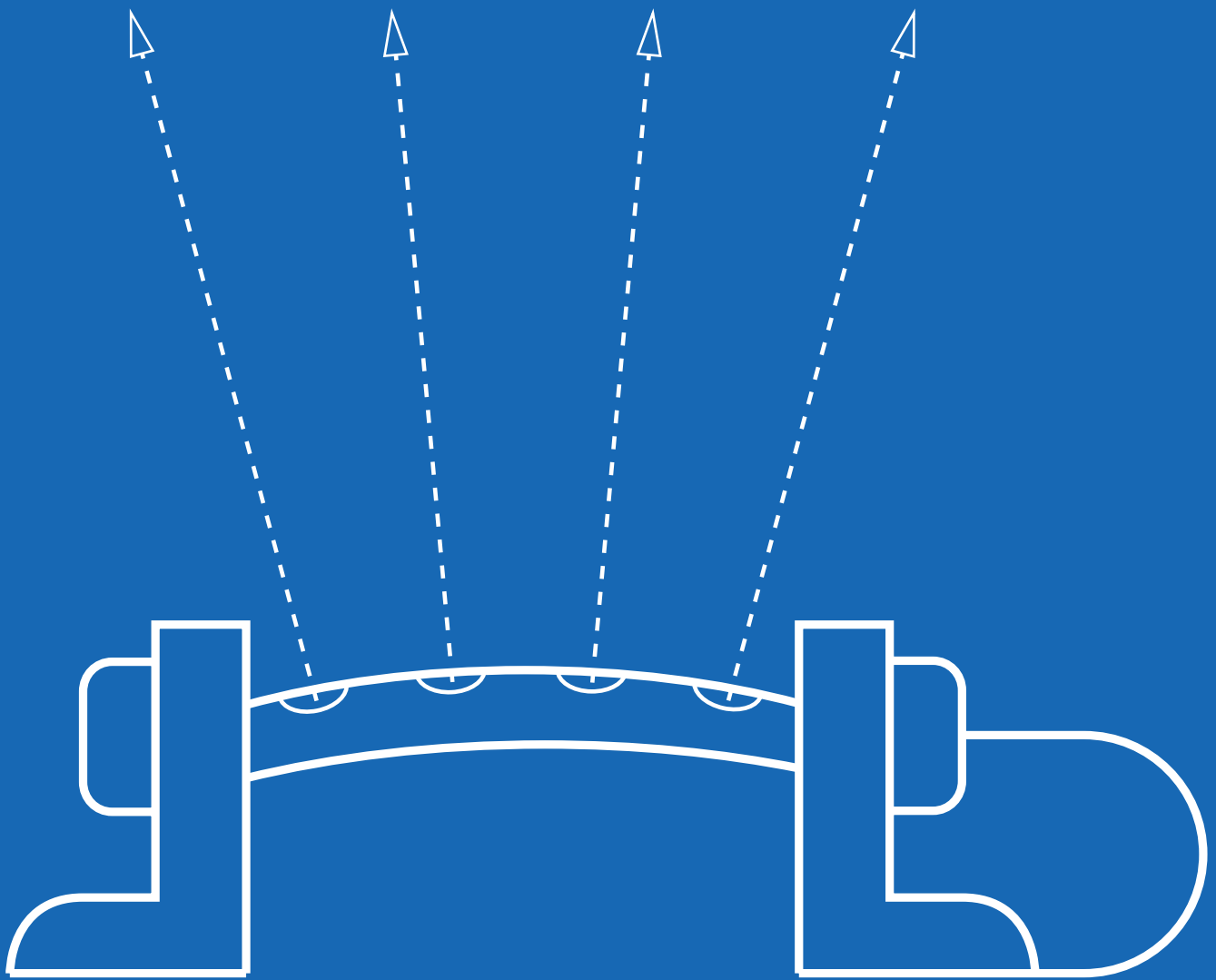
De lesmethode Maakkunde bestaat uit tien lesmodules, ieder met een aansprekend thema. Elke lesmodule bestaat uit vier lessen. Les 1 introduceert het probleem en geeft daarmee de basis voor de volgende lessen. Les 2 richt zich op de kennis die de leerlingen nodig hebben om het probleem op te lossen. In les 3 ontwerpen en maken de leerlingen hun oplossing. Ten slotte evalueren de leerlingen in les 4 hun product.

Elke lesmodule van Maakkunde begint met de optionele 'Introductieles – Wat is techniek?'. Deze les is bedoeld voor leerlingen die nog nooit hebben gewerkt met Maakkunde. Deze les introduceert de ontwerpcyclus en maakt aan leerlingen duidelijk dat alles om ons heen ontworpen is.

## Leerkrachten ondersteuning

Elke les is beschreven in de lesinstructie van de leerkrachtenhandleiding. Deze handleiding bevat tips voor uitbreiding en differentiatie van de lessen, suggesties voor extra activiteiten, achtergrondinformatie en informatie over de ideeën van kinderen over het behandelde thema. Ook is er een benodigdhedenlijst. Online is aanvullend presentatiemateriaal te vinden, waaronder de afbeeldingen van de onderzoeks- en ontwerpcyclus en de bijbehorende losse pictogrammen.

# Lesinstructie







# Introductieles – Wat is techniek?

## Lesoverzicht

De leerlingen onderzoeken theezakjes. Ze ontdekken dat alles is ontworpen voor een bepaalde functie.



### Tijdsduur

40 minuten

#### Leerdoelen

De leerlingen:

- weten dat voorwerpen ontworpen zijn met het doel een bepaald probleem op te lossen of te voorzien in een specifieke behoefte;
- weten dat techniek overal om je heen in hele alledaagse voorwerpen te vinden is;
- maken kennis met de ontwerpcyclus.

#### Aansluiting bij taal

- De leerlingen formuleren en beargumenteren hun kennis over vorm en functie bij theezakjes.

#### Benodigheden voor 30 leerlingen

- Afbeelding van de ontwerpcyclus zichtbaar in de klas
- 1 pak post-its
- 5 grote vellen papier (bijv. A2)
- 5 sets van verschillende soorten theezakjes:
  - theezakje (eenkops) met (papier/plastic) zakje eromheen
  - theezakje (eenkops) zonder (papier/plastic) zakje eromheen
  - theezakje voor een hele pot thee
  - piramidevormig theezakje
  - theezakje dat er luxer uit ziet

#### Vorbereiding

- Verdeel de leerlingen in vijf groepjes.

# Lesbeschrijving



## Inleiding

### Groepjes/klassikaal – 10 minuten

Vertel de leerlingen dat ze iets gaan leren over techniek.

Geef elke leerling een post-it. Laat de leerlingen bespreken waar ze allemaal aan denken bij de term 'techniek'. Elke leerling schrijft één gedachte over techniek op een post-it. Daarna plakken alle leerlingen de post-its op een groot vel en lichten ze hun keuze klassikaal toe.



## Alledaagse techniek onderzoeken

### Groepjes/klassikaal – 15 minuten

#### Onderzoek

Geef elk groepje een setje theezakjes en laat ze het materiaal, de vorm en functie van de theezakjes onderzoeken. Mogelijke vragen die je de leerlingen kunt stellen als je rondloopt:

- Waar is het theezakje van gemaakt?
- Waarom zitten er gaatjes in? Zijn de gaatjes groot? Waarom wel/niet?
- Waarom zien de theezakjes eruit zoals ze eruitzien?
- Waar is bij het maken rekening mee gehouden?
- Kan een theezakje er nog anders uitzien? Leg uit.

#### Bespreek

Vraag de leerlingen waarom het theezakje eruitziet zoals het eruitziet. Een theezakje is een alledaags voorwerp waarvoor geen ingewikkelde technologie nodig is geweest. Toch is hier heel goed over nagedacht. Laat hierbij het materiaal, de vorm en functie weer aan de orde komen:

- Welk probleem heeft het zakje opgelost? Losse blaadjes in je thee is onhandig. Je hebt dan een zeefje nodig om het er weer uit te krijgen. Dit is daarvoor een handige uitvinding.
- De thee zit vaak nog in een ander papieren zakje. Dit dient als bescherming. Ook kun je eraan zien welke smaak de thee heeft.
- Het zakje is niet met lijm dichtgemaakt. Waarschijnlijk omdat dat niet goed voor je is.
- Het zakje zit vast met kleine gaatjes in het papier. Op deze manier is het licht.
- Het papier is dun, dus goedkoper in materiaal- en vervoerskosten, maar niet zo dun dat het te snel scheurt.

- Het theezakje zelf is gemaakt van papier met hele kleine gaatjes, zodat de smaak en kleur erdoor kan, maar niet de theeblaadjes.
- Het theezakje zelf is groot genoeg dat er thee in kan voor één kopje thee en dat de blaadjes kunnen zwellen.

#### Concludeer

Over zoiets simpels als een theezakje is dus heel goed nagedacht. Alles is ontworpen voor een bepaalde functie. Bij het ontwerpen en bedenken is hier rekening mee gehouden. Ook bij het ontwikkelen van een theezakje is de ontwerpcyclus gebruikt.

#### Introduceer de ontwerpcyclus

Doorloop met de leerlingen de stappen: verken, ontwerp, maak, test & verbeter aan de hand van een fictief probleem.

Er is een rivier, er staan mensen aan de ene kant die naar de andere kant willen.

#### Verken

Bedenk wat je weet en wat je nog moet weten.

- Welke materialen heb je?
- Hoe zwaar zijn de mensen?
- Hoe ver is het naar de overkant?

#### Ontwerp

Bedenk mogelijke oplossingen en werk er eentje uit.

- Van welk materiaal wil je de brug maken?
- Hoe komt de brug eruit te zien?

#### Maak

Maak de brug.

#### Test & verbeter

Test de brug en verbeter hem.

## Afronding

### Klassikaal – 15 minuten

Kom terug op wat de leerlingen allemaal bedacht hebben bij de term 'techniek'. Denken de leerlingen nu anders over techniek? Techniek is alles dat door mensen is gemaakt; het lost een probleem op of vervult een behoefte. Als er een probleem opgelost moet worden kun je dat in een aantal stappen doen.

# Inleiding lesmodule

## Irrigatie

De leerlingen ontwerpen en maken een simpel bewateringssysteem, hiermee zorgen ze dat de tuinkers in de klas tijdens de vakantie water krijgt.



### Tijdsduur

4 uur en 50 minuten

(les 1-4; exclusief uitbreiding)

In les 1 wordt het probleem geïntroduceerd. De leerlingen leren wat zaadjes nodig hebben om te ontkiemen. In les 2 onderzoeken de leerlingen hoe sommige materialen water kunnen transporteren, dat materialen een verschillend absorptievermogen hebben en ze ontdekken of en in welke situaties verdamping van invloed kan zijn op hun bewateringssysteem. In les 3 lossen de leerlingen met behulp van de ontwerpcyclus het probleem op, door een bewateringssysteem te ontwerpen en te maken. Dit bewateringssysteem wordt in een week getest. Ten slotte wordt in les 4 het proces geëvalueerd. In de lesbeschrijvingen staan opties tot uitbreiding en differentiatie.

### Klassenmanagement en materiaal

In deze lessen doen we suggesties voor het verdelen van de leerlingen in kleine groepjes of tweetallen. De aantallen benodigde materialen zijn hierop gebaseerd. Het staat je vrij om andere organisatorische keuzes te maken bij het geven van de lessen. Let er dan wel op dat de benodigheden moeten worden aangepast.

Alle benodigheden staan in de benodighedenlijst. De materialen zijn gemakkelijk verkrijgbaar. Online is ook presentatiemateriaal te vinden.

De maakfase kan een behoorlijke uitdaging voor de leerlingen zijn. Het is aan te raden om van tevoren zelf het bewateringssysteem te maken, zodat je weet waar de leerlingen tegenaan kunnen lopen.

### De ontwerp- en de onderzoekscyclus

Bij de activiteiten in het lesmateriaal staat aangegeven op welke stap in de ontwerpcyclus deze activiteit betrekking heeft.



VERKEN



ONTWERP



MAAK



TEST & VERBETER

Bij het onderzoek in les 2 wordt gebruik gemaakt van de pictogrammen van de onderzoekscyclus, die je terugvindt op de werkbladen.



VRAAG



HYPOTHESE



EXPERIMENT



CONCLUSIE

### Kerdoelen

1, 2, 3, 12, 33, 41, 42, 43 44, 45, 55

### Leerdoelen

De leerlingen:

- passen de ontwerpcyclus toe bij het maken van een bewateringssysteem voor planten (tuinkers);
- passen de onderzoekscyclus toe bij het onderzoeken van watertransport en het opnemen van water;
- gebruiken de begrippen die betrekking hebben op irrigatie, watertransport en het opnemen van water;
- weten dat een plant water, koolstofdioxide, licht en voedingsstoffen nodig heeft om te ontkiemen en te groeien;
- weten dat water via de wortels van een plant naar boven wordt getransporteerd;
- weten dat de snelheid waarmee water wordt getransporteerd afhangt van het soort materiaal waardoor het getransporteerd wordt;
- weten dat verschillende materialen een verschillend absorptievermogen hebben;
- weten dat warmte invloed uitoefent op de verdampingssnelheid van water.

## Aansluiting bij taal

De leerlingen:

- formuleren vragen;
- verwoorden hun eigen ervaringen;
- beargumenteren hun ontwerpkeuzes;
- presenteren hun product;
- gebruiken de volgende begrippen:

- wortels
- stengels
- bloemen
- bladeren
- glucose
- watertransport
- absorptie
- absorptievermogen
- verdamping

## Aansluiting bij rekenen

De leerlingen:

- meten en analyseren de resultaten bij het onderzoek naar het watertransport en het absorptievermogen van verschillende materialen. Hierbij worden conclusies getrokken op basis van cijfermatige resultaten.

## Mogelijkheden tot uitbreiding/ differentiatie

### Les 1

- Een schematische tekening van de waterkringloop maken.
- Een poster maken over fotosynthese.
- De factor wind meenemen in het onderzoek naar de verdamping van water.
- De filmpjes *De kiemende boon*, *Waterkringloop* en *Fotosynthese* op Schooltv bekijken.

### Les 2

- Meer open onderzoek doen.
- Gemiddeldes en/of percentages uitrekenen.
- De begrippen capillaire werking, versnellen en vertragen gebruiken.
- De aflevering *Bodem* van Het Klokhuis bekijken.

### Les 3

- Extra criteria opstellen waaraan het bewateringssysteem moet voldoen.

# Les 1 – Wat is het probleem?

## Lesoverzicht

Het probleem wordt geïntroduceerd. De leerlingen activeren hun voorkennis door na te denken over de kennis die ze nodig denken te hebben om het probleem op te lossen.



### Tijdsduur

50 minuten

#### Leerdoelen

De leerlingen:

- gebruiken de verkenstap van de ontwerpcyclus;
- kennen de verschillende onderdelen en functies van een plant;
- weten dat een plant water, koolstofdioxide, licht, en voedingsstoffen nodig heeft om te ontkiemen en te groeien.

#### Aansluiting bij taal

De leerlingen:

- formuleren vragen over de kennis die zij nodig denken te hebben;
- verwoorden hun eigen ervaringen met watertransport en planten;
- kennen de begrippen wortels, stengels, bloemen, bladeren en glucose.

#### Benodigheden voor 30 leerlingen

- Afbeelding van de ontwerpcyclus zichtbaar in de klas
- Plant waarvan de bladeren slaphangen
- 5 gezonde planten (liefst met wortels en bloem)
- 30 potloden
- 4 kunststof bekens (doorzichtig)
- Huishoudfolie
- Maatbeker

- Water
- 30 x werkblad 1
- 30 x werkblad 2
- Optioneel voor differentiatie: 2 kunststof bekens (doorzichtig)

#### Vorbereiding

- Maak tweetallen.
- Neem een plant mee waarvan de bladeren slaphangen, bijvoorbeeld een kruidenplant die een aantal dagen geen water heeft gekregen.
- Lees de achtergrondinformatie en veelvoorkomende ideeën van kinderen over irrigatie.

#### Tip!

Planten met wortels en bloemen zijn te koop in een tuincentrum of supermarkt. Rondom de school zijn ook voldoende geschikte kruidachtige planten ('onkruid') te vinden, denk aan: witte dovenetel, rode klaver of margriet. Het is handig om een klein schepje te gebruiken, waarmee je ook de wortels uit de grond kunt krijgen.

# Lesbeschrijving



## 1.1 Inleiding

Klassikaal/groepjes – 20 minuten

Vertel de leerlingen dat ze de komende lessen veel gaan leren over irrigatie; de kunstmatige bevoeiing van planten. De leerlingen gaan zelf onderzoek doen aan watertransport en planten. Tijdens deze les passen de leerlingen de verkenstap van de ontwerpcyclus toe door het probleem binnen dit onderwerp te verkennen. Vertel de leerlingen dat ze gaan nadenken over het oplossen van een probleem.

### Ontkiemen

Verzamel de ideeën die de leerlingen hebben over ontkiemen. Bespreek de volgende vraag: Hoe wordt een zaadje een plant? Vraag de leerlingen of ze weleens zaadjes hebben geplant, van bijvoorbeeld tuinkers. Wat heeft een zaadje nodig om een plantje te worden? De eerste stap heet ontkiemen en daarvoor heeft een zaadje water, licht, lucht en warmte nodig. De voedingsstoffen voor de ontkieming komen uit de vrucht. Eerst zal er een worteltje naar beneden groeien om nog meer water op te nemen, daarna komt de stengel die op zoek gaat naar het zonlicht en omhoog zal groeien, daaraan komen de bladeren en de bloemen.

Als een zaadje te veel water krijgt dan zal het zaadje niet ontkiemen, het zaadje verdrinkt dan en kan gaan schimmelen. Dus de zaadjes moeten vochtig worden gehouden, maar niet nat. Daarnaast heeft het zaadje ook lucht nodig.

### Optie voor uitbreiding

Laat de leerlingen het filmpje *De kiemende boon* van Schooltv bekijken wanneer ze nog niet zoveel kennis hebben van het ontkiemen van zaadjes.

## Planten



Verken met de leerlingen het onderwerp planten. Laat een plant zien waarvan de bladeren slaphangen. Vraag de leerlingen wat zij denken dat hier aan de hand kan zijn. Hoe zou dit gebeurd kunnen zijn?

Deel per groepje één plant uit (met wortels en bloem). Laat de leerlingen op werkblad 1 de plant natekenen en de onderdelen van de plant benoemen: de wortels, stengel(s), bloem(en) en bladeren. Het kan een schematische tekening zijn, waarbij vooral gelet wordt op alle verschillende onderdelen. Details hoeven niet getekend te worden.

Bespreek met de leerlingen de functies van de verschillende onderdelen:

- De wortels zorgen ervoor dat de plant stevig in de grond staat en nemen water (met voedingsstoffen) op uit de grond.
- De stengels van een plant vervoeren water (en voedingsstoffen); de bloemen en de bladeren zitten daaraan vast.
- Bloemen spelen een rol bij de geslachtelijke voortplanting; wordt uiteindelijk een vrucht met zaden.
- In de bladeren zitten kleine openingen (huidmondjes) voor de ademhaling. In het blad wordt suiker (glucose) gemaakt, de plant heeft dit nodig om te kunnen leven. Heel bijzonder: de plant maakt dus zijn eigen voedsel.

### Opties voor uitbreiding

- Laat de leerlingen de aflevering *Waterkringloop* op Schooltv zien. Daarna kunnen ze een schematische tekening van deze kringloop maken.
- Laat de leerlingen het filmpje *Fotosynthese* op Schooltv zien en daarna een poster maken waarmee ze het begrip 'fotosynthese' uitleggen.

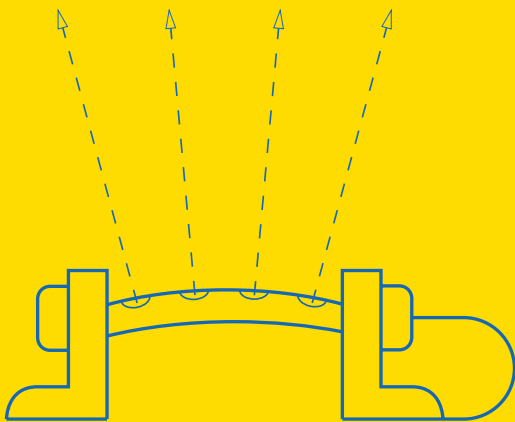
### Concludeer

Om een zaadje te laten ontkiemen is er water, lucht en licht nodig. Om te kunnen groeien, heeft een plant water, koolstofdioxide, licht en voedingsstoffen nodig. Een plant heeft wortels, stengels, bladeren en bloemen en ze hebben allemaal een functie voor het overleven van de plant.



## 1.2 Het probleem introduceren

Klassikaal – 5 minuten



Stel de leerlingen een situatie voor waarin ze in de klas tuinkers gaan kweken. Volgende week is het vakantie en is de school de hele week gesloten. Gedurende de vakantie worden de vloeren in de was gezet en moeten alle tafels worden opgeslagen. Alle bakjes met tuinkers moeten dus in de vensterbank staan, maar er is niet veel ruimte. Hoe worden deze bakjes gedurende de vakantie voorzien van genoeg water? Kunnen de leerlingen een systeem ontwerpen en maken waarmee de tuinkers in de vakantie genoeg water krijgt?



## 1.3 Verkennen

Tweetallen/klassikaal – 15 minuten

Het oplossen van een probleem begint met vragen. Wat moeten de leerlingen weten om een bewateringssysteem te ontwerpen en te maken? Geef de tweetallen 5 minuten de tijd om dit te bespreken. De vragen kunnen op werkblad 2 opgeschreven worden.

### Bespreek de vragen klassikaal

Inventariseer de vragen en bespreek met de leerlingen welke vragen meteen beantwoord kunnen worden en welke meer onderzoek vereisen. Vragen die besproken kunnen worden:

- Hoeveel water mag er op de eerste dag gegeven worden?
- Mag je halverwege de week nog een keer water bijvullen?
- Hoe krijgt een plant het water van de wortels naar de bloem/het blad?
- Hoe kun je water van het waterreservoir bij de tuinkers krijgen?
- Hoe zorg je ervoor dat er precies genoeg water wordt getransporteerd en niet te veel of te weinig?

### Aandachtspunten

- In les 2 worden de verschillende experimenten verdeeld over de tweetallen. Onthoud welke vragen de tweetallen hebben gesteld, zodat ze een onderzoek kunnen doen dat daarbij aansluit.
- De criteria worden in les 3 samen vastgesteld. Een aantal is nu al belangrijk om te weten.
- Aan het einde van de vakantieweek moet de tuinkers nog leven.
- Aan het begin van de vakantieweek mag je één keer water in het bewateringssysteem doen.



## 1.4 Onderzoek verdamping van water

Klassikaal – 5 minuten



De volgende les doen de leerlingen experimenten om meer over watertransport te weten komen.

Eén experiment begint al in deze les. Met dit experiment ontdekken de leerlingen wat de invloed van warmte is op de verdamping van water.

- Giet in vier kunststof bekers 100 ml water en span over twee bekers huishoudfolie (of laat een leerling dit doen).
- Markeer het waterniveau in de bekers. Noteer de tijd en de dag.
- Zet één beker met folie en één beker zonder folie op een koele plaats.
- Zet één beker met folie en één beker zonder folie op een warme plaats.
- Laat de bekers staan tot het einde van les 2. Laat de leerlingen voorspellen wat ze denken dat er zal gebeuren met de hoeveelheid water (of het waterniveau) in de bekers.

### Optie voor differentiatie

Bij het experiment verdamping van water zetten de leerlingen twee extra bekers (één met en één zonder folie) op een plek waar het waait. Zo kan ook de invloed van de wind op de verdamping in het experiment meegenomen worden.

## 1.5 Afronding

Klassikaal – 5 minuten

Bespreek met de leerlingen de les na en herhaal de conclusie dat planten water, warmte, licht en lucht nodig hebben om te overleven. Bespreek de ontwerpcyclus en geef aan met welk deel van de ontwerpcyclus de leerlingen deze les zijn bezig geweest. De volgende les gaan ze experimenten doen om meer over watertransport te weten te komen.



# Les 2 - Watertransport onderzoeken

## Lesoverzicht

De leerlingen voeren verschillende experimenten uit om meer over watertransport, het absorptievermogen van materialen en verdamping te ontdekken.



### Tijdsduur

1 uur en 5 minuten

#### Leerdoelen

De leerlingen:

- leren dat water via de wortels van een plant naar boven getransporteerd wordt en dat dit effect nagebootst kan worden;
- leren dat de snelheid waarmee water wordt getransporteerd afhangt van het soort materiaal dat het water transporteert;
- leren dat verschillende materialen een verschillend absorptievermogen hebben;
- leren dat warmte invloed uitoefent op de verdampingssnelheid van water.

#### Aansluiting bij taal

- De leerlingen leren de begrippen watertransport, absorptie, absorptievermogen en verdamping.

#### Aansluiting bij rekenen

- De leerlingen doen onderzoek naar het watertransport en het absorptievermogen van verschillende materialen. Hierbij worden de resultaten geanalyseerd en conclusies getrokken op basis van cijfermatige resultaten.

#### Benodigheden voor 30 leerlingen

- 2 bladen Chinese kool
- Plastic bak (ongeveer 30 x 15 cm) of bord met opstaande rand
- Voedingskleurstof of inkt/ecoline
- 32 kartonnen bekertjes
- 32 satéprikkers
- 1 zak wattenbollen
- 7 pakjes papieren zakdoekjes
- 8 x 12 cm garen (katoen)
- 1 rol keukenpapier
- 8 linialen
- 16 scharen
- 40 kunststof bekertjes (doorzichtig)
- 8 schuursponsjes
- 8 vaatdoekjes
- 4 maatbekertjes met 10 ml schaalverdeling (de tweetallen kunnen dezelfde gebruiken)
- Water
- 8 x werkblad 3
- 8 x werkblad 4

#### Vorbereiding

- Maak tweetallen en verdeel de twee experimenten over de tweetallen. Daarbij kun je rekening houden met de vragen die de tweetallen hebben opgesteld in les 1.

# Lesbeschrijving



## 2.1 Inleiding

Klassikaal – 10 minuten

Vertel de leerlingen dat ze in deze les onderzoek gaan doen. Dit is een onderdeel van de verkenstap van de ontwerpcyclus. Leg met behulp van de afbeelding van de onderzoekscyclus de verschillende stappen hiervan uit. De leerlingen passen de kennis die ze in deze les opdoen toe in les 3 bij het maken van het ontwerp.

Herhaal het probleem. Verwijs naar de vragen die de leerlingen in les 1 bij de verkenstap bedacht hebben.

### Watertransport in Chinese kool onderzoeken



Met dit experiment ontdekken de leerlingen dat water door de planten heen getransporteerd wordt.

- Zet twee bladeren Chinese kool rechtop in een plastic bak (bijvoorbeeld tegen de muur), of laat een leerling dit doen.
- Giet een beetje voedingskleurstof of inkt/ecoline in de bak.
- Laat de bladeren staan tot het einde van de les. Bekijk bij 2.4 wat er is gebeurd.



## 2.2 Watertransport en absorptie onderzoeken

Tweetallen/klassikaal – 40 minuten

Verdeel de twee experimenten, elk tweetal voert één experiment uit. Houd bij de verdeling van de experimenten rekening met de vragen die de tweetallen gesteld hebben in les 1. Vertel kort wat de leerlingen gaan doen. Hieronder per experiment een aantal aandachtspunten.

### Onderzoek watertransport

- De leerlingen ervaren dat je met verschillende materialen, water omhoog kunt transporteren. Laat ze hierbij werkblad 3 gebruiken.
- De watten werken het beste als het bolletje watten na het uitrekken tot een rolletje wordt gedraaid.
- Er wordt met opzet geen inkt, verf of kleurstof aan het water toegevoegd. De transportsnelheid van de kleurstoffen is namelijk niet hetzelfde als die van water. In het papieren zakdoekje gaat het water bijvoorbeeld sneller omhoog dan de kleurstof. Daardoor wordt het werken met kleurstoffen verwarrend.

### Onderzoek absorptie

Bij de plant waarvan de bladeren slaphangen, is de aarde in de pot helemaal uitgedroogd. Als je een week lang geen water mag geven, dan is het handig dat de planten groeien op materiaal dat water goed opneemt. De leerlingen ervaren dat sommige materialen het water beter opnemen dan andere materialen. Laat ze hierbij werkblad 4 gebruiken.

### Opties voor differentiatie

- Het is goed om te vragen waarom leerlingen een bepaalde hypothese opstellen. Dus niet alleen benoemen dat bijvoorbeeld door een reep keukenrol het water snel getransporteerd wordt, maar daag de leerlingen uit om uit te leggen waarom ze dit denken. Tijdens het bespreken van de conclusie kun je dan ook wat meer de diepte in.
- De onderzoeken watertransport en water opnemen, kunnen opener gedaan worden. Laat de leerlingen dan zelf de materialen kiezen en laat ze daarna zelf een onderzoeksvraag, opzet en meetmethode bedenken.

### Aandachtspunt

De resultaten van deze experimenten hangen af van de specifieke materialen die in het experiment zijn gebruikt. De ene keukenrol kan meer water absorberen dan de andere, zakdoekjes bestaan soms uit meerdere lagen, watten kunnen compact zijn of juist niet, katoen kan een coating of kleur bevatten. Al deze factoren zijn van invloed op het watertransport en de absorptie. Er is dus geen van tevoren vaststaand resultaat van deze experimenten, het hangt echt af van het zelf uitvoeren van de onderzoeken. Het zou handig zijn om precies deze materialen ook in les 3 aan te bieden omdat de leerlingen de eigenschappen van deze materialen hebben onderzocht.

### Bespreek de resultaten van het onderzoek watertransport

Laat één tweetal de resultaten presenteren. De andere tweetallen kunnen hun ervaringen en resultaten aanvullen.

- In welk materiaal is het water het hoogst gekomen? En in welk materiaal het laagst?
- Welk materiaal transporteert water het beste?
- Waarom is het goed om meerdere metingen te gebruiken?
- Hoe kunnen we de kennis die we hier hebben opgedaan gebruiken voor het bewateringssysteem?

### Bespreek de resultaten van het onderzoek absorptie

Laat één tweetal de resultaten presenteren. De andere tweetallen kunnen hun ervaringen en resultaten aanvullen.

- Welk materiaal heeft het meeste water opgenomen?
- En welk materiaal het minste? Introduceer de termen absorptie en absorptievermogen. Absorptie is als iets (bijvoorbeeld water) wordt opgenomen door iets anders. Het absorptievermogen is een materiaaleigenschap. Keukenpapier heeft bijvoorbeeld een groter absorptievermogen dan karton.
- Welke materialen wil je gebruiken bij het bouwen van het bewateringssysteem?

### Opties voor differentiatie

- Bij beide experimenten kunnen de resultaten per tweetal verschillen. Dit kan komen door kleine verschillen in de gebruikte hoeveelheden materiaal. Laat de leerlingen het gemiddelde per materiaal uitrekenen. Dit kan eventueel worden genoteerd in een staaf- of lijndiagram.
- Laat de leerlingen bij het onderzoek water opnemen, uitrekenen hoeveel procent van het water door het materiaal is opgenomen.

### Concludeer

De snelheid waarmee water wordt getransporteerd hangt af van het soort materiaal dat het water transporteert. Verschillende materialen hebben een verschillend absorptievermogen.



## 2.3 Verdamping van water

Tweetallen/klassikaal – 5 minuten

### Bespreek de resultaten van het onderzoek naar de verdamping van water

- Pak de vier bekers die aan het einde van les 1 op een koele of warme plek zijn neergezet.
- Bekijk het waterniveau. Laat twee leerlingen meten hoeveel milliliter water er nog in elke beker zit. Uit welke beker is het meeste water verdampt? Uit welke beker is het minste water verdampt?
- Bij bijna elke temperatuur kunnen deeltjes uit een vloeistof ontsnappen en overgaan in de gasvormige toestand. Dit proces heet verdamping. Als het water warmer is, gaan de watermoleculen sneller bewegen en gaat de verdamping sneller. Er ontsnappen dan meer waterdeeltjes per tijdseenheid aan de vloeistof.
- Wat is er gebeurd met de bekers waar folie over zat? Wat is dus de functie van folie? In de bekers met folie kan geen lucht uit, het water dat verdampt kan er dus ook niet uit. Het verdampte water condenseert weer en valt als druppels weer terug in de beker.

### Optie voor differentiatie

Bij het experiment *Verdamping van water* is met twee extra bekers op een winderige plek de invloed van wind op verdamping onderzocht. Er is uit de niet afgedekte beker meer water verdampt dan de niet afgedekte beker op een koele plek. Dat komt doordat het verdampende water (de waterdamp) wordt afgevoerd door de wind en er weer droge lucht wordt aangevoerd waarin weer waterdamp kan worden opgenomen. Dit versnelt de verdamping.

### Concludeer

Als een glas niet wordt afgedekt, wordt water waterdamp en verdwijnt het. Als een glas wel wordt afgedekt dan condenseert de waterdamp tegen de deksel en wordt het weer water. Temperatuur heeft invloed op de verdamping, warmte zorgt voor een snellere verdamping.



## 2.4 Afronding

Klassikaal – 10 minuten

### Bespreek de resultaten van het watertransport in de Chinese kool



- Bekijk de bladeren van de Chinese kool. Laat twee leerlingen de bladeren horizontaal in reepjes van 1 à 2 centimeter breed knippen.
- Laat de leerlingen elk reepje observeren.
- Tot hoe hoog is de inkt in het blad gekomen?
- Vraag de leerlingen uit te leggen wat er volgens hen is gebeurd. Het onderzoek laat zien dat planten water omhoog kunnen transporteren.

### Concludeer

Water kan via de wortels van een plant naar boven getransporteerd worden; dit effect kan worden nagebootst.

### Rond de les af en herhaal wat de leerlingen ervaren hebben

- Bij de Chinese kool hebben de leerlingen gezien dat planten water omhoog transporteren. Het gaat zo van de wortels naar de gehele plant.
- Bij het onderzoek naar watertransport hebben de leerlingen ervaren dat sommige materialen het water beter transporteren dan andere. In het bewateringssysteem moet het water getransporteerd worden van het waterreservoir naar de tuinkers.
- Bij het onderzoek naar het vasthouden van water hebben de leerlingen ervaren welke materialen het water goed vasthouden. Bij de uitgedroogde plant hebben de leerlingen gezien dat de aarde helemaal uitgedroogd was.
- Bij het onderzoek naar verdamping hebben de leerlingen geleerd dat warmte zorgt voor een snellere verdamping.

De opgedane kennis kunnen de leerlingen gebruiken bij het ontwerpen van een bewateringssysteem.

Zijn alle vragen uit les 1 beantwoord? Neem de door de leerlingen opgestelde vragen door. Overleg met de leerlingen welke vragen nog beantwoord moeten worden voordat aan het ontwerp begonnen kan worden. Zo nodig kunnen de antwoorden worden opgezocht.

### Opties voor uitbreiding

- Introduceer de begrippen capillaire werking, versnellen en vertragen.
- Laat de leerlingen de aflevering *Bodem* van Het Klokhuis zien.

### Tip!

Laat de leerlingen aan het einde van les 2 de materialen zien die ze gaan gebruiken tijdens het maakproces in les 3. Dat geeft de leerlingen de kans om eventueel aanvullend materiaal van thuis mee te nemen.

# Les 3 – Ontwerp en maak je eigen bewateringssysteem

## Lesoverzicht

De leerlingen ontwerpen en maken een simpel bewateringssysteem, waarbij ze de stappen doorlopen van de ontwerpcyclus. Ze gebruiken de kennis die ze in les 2 hebben opgedaan.



### Tijdsduur

2 uur

Het ontwerpen, maken, testen en verbeteren gebeurt op dag 1 t/m 4. Op dag 5 is er ruimte voor de afronding.

Dag 1: 1 uur en 25 minuten

Dag 2: 15 minuten

Dag 3-4: 5 minuten per dag

Dag 5: 10 minuten

### Leerdoelen

- De leerlingen passen de ontwerpcyclus toe bij het ontwerpen en maken van een functionerend bewateringssysteem.

### Aansluiting bij taal

De leerlingen:

- kennen het begrip bevestigen;
- gebruiken de begrippen die ze geleerd hebben in les 1 en 2 bij het beargumenteren van de keuzes voor hun ontwerp.

### Benodigheden voor 30 leerlingen

- 1 zakje tuinkerszaad
- 8 lege frisdrankflesjes (0,5 liter)
- 8 lege melkpakken
- 16 kartonnen bekertjes
- 16 kunststof bekertjes
- 16 stevige plastic zakjes
- 4 vuilniszakken
- 1 rol huishoudfolie
- 1 rol ijzerdraad
- 1 rol keukenpapier
- 8 pakjes papieren zakdoekjes
- 8 schuursponsjes
- 8 vaatdoekjes
- 1 zak wattenbollen
- 1 bol katoengaren
- 8 flesjes lijm
- 8 rollen plakband/ schilderstape
- 1 bol touw
- 40 rietjes
- 40 satéprikkers

- 40 ijslollystokjes
- Karton (bijv. van mueslidozen of pakketdozen)
- 4 knip- of combinatie tangen
- 8 prikpenen
- 8 scharen
- 8 x werkblad 5

### Vorbereiding

- Maak groepjes van vier leerlingen.
- Bepaal waar de bewateringssystemen in de klas geplaatst worden.

### Aandachtspunten

- De maakfase kan een behoorlijke uitdaging voor de leerlingen zijn. Het is aan te raden om van tevoren zelf een bewateringssysteem te maken, zodat je weet waar de leerlingen tegenaan kunnen lopen.
- Het testen en verbeteren van de bewateringssystemen vindt plaats op meerdere aaneengesloten dagen.

### Tip!

- Voor de constructie van het bewateringssysteem kan ook constructiespeelgoed gebruikt worden.
- De leerlingen kunnen ook zelf materiaal verzamelen en meenemen.

# Lesbeschrijving



## 3.1 Inleiding

Klassikaal – 5 minuten

In deze les gebruiken de leerlingen hun opgedane kennis bij het ontwerpen en bouwen van hun bewateringssysteem. De leerlingen ontwerpen en maken een systeem dat de tuinkers in de vakantie genoeg water geeft.



## 3.2 Ontwerpen

Klassikaal/groepjes – 20 minuten

In groepjes van vier ontwerpen de leerlingen hun bewateringssysteem.

### Introduceer de materialen en het gereedschap

Bespreek de materialen en het gereedschap die de leerlingen voor de verschillende onderdelen van het bewateringssysteem nodig hebben.

#### Te ontkiemen zaadjes

- tuinkerszaad

#### Waterreservoir/tuinkers bakje

- plastic flesje (0,5 liter)
- melkpak (leeg)
- kartonnen beker
- kunststof beker (doorzichtig)
- stevig plastic zakje of vuilniszak

#### Constructiemateriaal

- huishoudfolie
- ijzerdraad
- rietje
- satéprikker
- ijsslollystokje
- karton

#### Absorberend materiaal voor vertraging watertransport

- keukenpapier
- papieren zakdoekje
- schuurspons
- vaatdoekje
- watten
- katoengaren

#### Materiaal voor het bevestigen

- lijm
- plakband of schilderstape
- touw

#### Gereedschap

- knip- of combinatie tang
- prikpen
- 8 scharen

#### Bespreek met de leerlingen de criteria

Waar moet het bewateringssysteem aan voldoen? Bijvoorbeeld: Per groepje is er één watervoorziening en één bakje voor de tuinkers.

- Aan het begin van de week mag je één keer water in het bewateringssysteem doen. Spreek af hoeveel water wordt toegevoegd.
- Op de tweede dag mag het systeem aangepast worden.
- De constructie moet stabiel zijn en uit zichzelf blijven staan.
- Aan het einde van de week (vakantie) moet de tuinkers nog leven.

#### Aandachtspunten

- De tuinkers kan in een bakje groeien, maar ook in een beker/flesje/melkpak/zakje.
- Het is belangrijk dat de leerlingen zeggenschap in de criteria hebben. Dit vergroot hun betrokkenheid en motivatie.
- Benadruk dat het niet nodig is om in één keer de perfecte constructie gemaakt te hebben. Het is prima als ze eerst iets maken en er dan achter komen dat dit niet de beste oplossing was. De ontwerpcyclus gaat over testen en verbeteren. Zo gaat het bij ingenieurs ook.

#### Opties voor differentiatie

- Breid (in overleg met de leerlingen) de criteria uit:
  - Het systeem moet 50 cm hoog zijn.
  - Elk groepje heeft op de vensterbank een eigen plek, ter grootte van één vel A4 papier.
  - Het bewateringssysteem kan worden stopgezet.

## Ontwerp

De leerlingen ontwerpen hun bewateringssysteem. Hiervoor kunnen ze werkblad 5 gebruiken. Laat ze goed nadenken over de functie van elk onderdeel en welk materiaal ze daarvoor kunnen gebruiken. De leerlingen kunnen hun bewateringssysteem gaan bouwen nadat ze hun ontwerp hebben laten zien.



## 3.3 Maken, testen en verbeteren Groepjes – 1 uur en 25 minuten

Het maken, testen en verbeteren vindt op verschillende dagen plaats.

Dag 1: 1 uur

Dag 2: 15 minuten

Dag 3-4: 5 minuten per dag

### Maak – dag 1

Elk groepje maakt een bewateringssysteem aan de hand van zijn ontwerp.

### Test – dag 1

Als een groepje tevreden is kunnen ze hun bewateringssysteem op een geschikte plek in de klas zetten en vullen met water.

### Verbeter – dag 2

Laat de leerlingen controleren of het bewateringssysteem goed werkt. De leerlingen kunnen verbeteringen doorvoeren. Bespreek met de leerlingen of er de volgende dag (dag 3) nog aanpassingen gedaan mogen worden.

### Verbeter – dag 3 en 4

Laat de leerlingen kijken naar hun bewateringssysteem, gaat het nog goed?

## 3.4 Afronding

### Klassikaal – 10 minuten

Gebruik dag 5 voor de afronding. Bespreek de criteria en het maakproces dat de leerlingen hebben doorlopen:

- Is het gelukt om een goed werkend bewateringssysteem te maken?
- Welke problemen kwamen jullie tegen bij het maken van jullie bewateringssysteem?
- Moesten jullie aanpassingen aan jullie constructie verrichten? Hoe kwamen jullie erachter dat het verbeterd moest worden?
- Wat hebben jullie verbeterd?

In les 4 presenteren de groepjes hun bewateringssysteem aan de klas.

# Les 4 - Is het probleem opgelost?

## Lesoverzicht

In deze les worden het proces en het product geëvalueerd. Is het gelukt om een bewateringssysteem te ontwerpen en maken dat aan de criteria voldoet? Hoe hebben de leerlingen de verworven kennis toegepast? Hoe is er met de ontwerpcyclus gewerkt? Dit is ook het moment waarop ze hun oplossing voor het probleem presenteren én het moment om trots te zijn op wat ze hebben geleerd en gemaakt.



**Tijdsduur**  
55 minuten

### Leerdoelen

De leerlingen:

- weten dat er verschillende manieren zijn om een probleem op te lossen;
- weten dat 'terugkijken' en evalueren aan de hand van criteria belangrijke aspecten van de ontwerpcyclus zijn;
- presenteren hun bewateringssysteem aan elkaar en beargumenteren daarbij hun keuzes in het maakproces.

### Aansluiting bij taal

De leerlingen:

- gebruiken de begrippen van les 1, 2 en 3 bij het verwoorden van de opgedane kennis;
- presenteren hun bewateringssysteem en beargumenteren daarbij hun keuzes in het maakproces.

### Benodigheden

- De door de leerlingen gemaakte bewateringssystemen



# Lesbeschrijving



## 4.1 Inleiding

Klassikaal/groepjes – 10 minuten

Elk groepje heeft een bewateringssysteem ontworpen en gemaakt. In deze les bespreken de leerlingen de verschillende oplossingen en evalueren ze de producten. Laat aan de leerlingen zien dat ze nu de ontwerpcyclus hebben doorlopen.

Geef de groepjes ongeveer 10 minuten voor het voorbereiden van hun mondelinge presentatie. Vragen die de leerlingen kunnen beantwoorden in de presentatie:

- Welke materialen hebben ze gebruikt en waarom?
- Hoe hebben ze voor stevigheid gezorgd?
- Hoe hebben ze de verschillende onderdelen aan elkaar bevestigd?
- Tegen welke problemen zijn ze aangelopen en hoe hebben ze deze opgelost?
- Zijn de criteria behaald?
- Wat hebben de begrippen watertransport, absorptie, absorptievermogen en verdamping te maken met hun bewateringssysteem?

## 4.2 Presenteren

Klassikaal – 40 minuten

Elk groepje heeft 5 minuten de tijd om het bewateringssysteem te presenteren. Breng een discussie op gang door de volgende vragen te stellen:

- Hoe zijn jullie tot jullie idee gekomen?
- Hoe hebben jullie het ontwerp verbeterd?

Laat de anderen leerlingen reageren. Herkennen andere leerlingen de problemen en oplossingen? Welke oplossingen hadden ze zelf ook wel willen gebruiken?

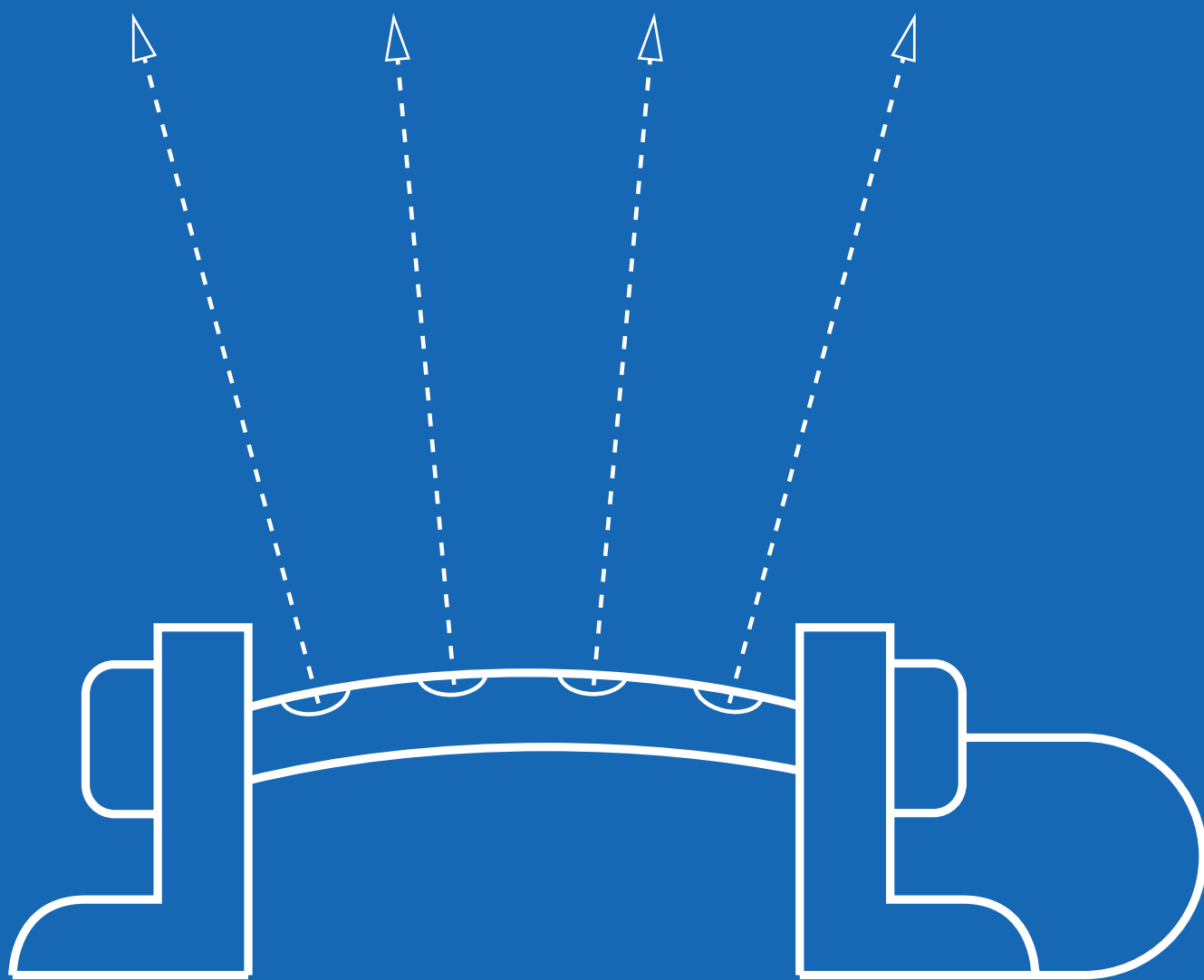
## 4.3 Afronding

Klassikaal – 5 minuten

Bespreek met de leerlingen wat ze geleerd hebben over werken met de ontwerpcyclus en het maken van een bewateringssysteem.

Handwriting practice area consisting of 20 sets of horizontal dashed lines.

# Achtergrond informatie





# Achtergrondinformatie

## Irrigatie

### Belangrijke biologische en natuurkundige concepten en kennis

- De voorwaarden voor plantengroei en ontkieming zijn: water, lucht, licht, voedingsstoffen en geschikte temperatuur.
- Water wordt via de wortels naar alle andere onderdelen van de plant getransporteerd.
- Absorberen is het opnemen van water door een andere stof.
- Irrigatie is de kunstmatige bevoeiing van planten.

### Ontkieming en groei

Een zaadje bevat een embryonaal plantje met voedsel voor de kiemperiode. Als het zaadje in gunstige omstandigheden terechtkomt, dan zal het zaadje ontkiemen. Eerst zal er een wortel naar beneden groeien, op zoek naar meer water. Daarna groeit er een stengel naar boven, naar het licht. Die stengel wordt groen, er komen bladeren aan en uiteindelijk bloemen. Deze bloemen worden bestoven en vormen uiteindelijk vruchten met zaadjes. Als deze zaadjes worden geplant dan begint deze levenscyclus weer opnieuw.

Om te kunnen groeien hebben de planten nodig:

- energie uit zonlicht, dit heet fotosynthese;
- koolstofdioxide, dat uit de lucht wordt opgenomen;
- water, dat de wortels kunnen opnemen;
- voedingsstoffen uit de bodem die in water oplossen;
- een temperatuur waarbij de reactie goed verloopt.

### Fotosynthese

Planten zijn in staat fotosynthese uit te voeren.

Fotosynthese is het proces waarbij de plant energie uit zonlicht gebruikt om zelf glucose (een suiker) te produceren uit water en koolstofdioxide.

Dit proces vindt plaats in de bladgroenkorrels, deze bevatten de groene kleurstof chlorofyl.

Chlorofyl absorbeert de energie van het zonlicht.

Koolstofdioxide haalt de plant uit de lucht en de wortels zuigen het water uit de grond op. Zuurstof is een afvalstof van deze reactie, dit scheiden de planten uit aan de lucht. Hoewel de meeste planten groene kleurstof bevatten, zijn er ook planten met een andere kleurstof. In bruine zeewiersoorten zit bijvoorbeeld een grotere hoeveelheid bruine kleurstof (fucoxanthine) die blauw licht absorbeert dat diep in zeewater doordringt. Zo kan het zeewier onder water bij een lagere lichtintensiteit toch fotosynthese uitvoeren.

In alle groene onderdelen van de plant, maar voornamelijk de bladeren wordt fotosynthese uitgevoerd. Planten zorgen ervoor dat er een optimale hoeveelheid zonlicht op de bladeren valt en zo geabsorbeerd kan worden. Ze passen daarvoor de oriëntatie en richting van het blad aan. Planten die in de schaduw groeien hebben vaak bladeren met een groot oppervlak en een hoge concentratie chlorofyl.

### Voedingsstoffen

Glucose uit de fotosynthese is belangrijk voor planten. Het is de energiebron voor groei en ontwikkeling. Maar glucose wordt ook gebruikt als een bouwsteen voor andere stoffen die de plant nodig heeft. Glucosemoleculen die in lange ketens aan elkaar vastzitten, rollen op en vormen zetmeelkorrels in plantencellen. Voedingsmiddelen, zoals aardappelen, rijst en cassave, bevatten veel zetmeel. Ook cellulose (een belangrijk bestanddeel van de celwanden van planten) is opgebouwd uit een paar honderd tot meer dan tienduizend aan elkaar gekoppelde glucosemoleculen.

Planten hebben ook andere voedingsstoffen nodig, vooral stikstof, fosfor en kalium (belangrijkste bestanddelen in mest). Ook hebben planten kleine hoeveelheden van een reeks sporenelementen nodig, die ze opnemen uit de grond waarin ze groeien. Vleesetende planten zijn aangepast aan een voedselarme bodem, zij vullen hun voedsel aan door insecten te eten.

### Water

Water heeft zoals elke stof drie verschillende verschijningsvormen of fases: vast (ijs), gas (waterdamp) en vloeibaar (water). Het overgaan van de vloeibare vorm naar de gasvorm heet verdampen. Hier is energie voor nodig, dat is vaak warmte-energie. Als je (vloeibaar) water warmer maakt dan gaan de watermoleculen sneller bewegen en gaat de verdamping sneller. Op een warme dag verdampt er daarom meer water dan op een koude dag. Als door de wind, de met waterdamp verzadigde lucht wordt afgevoerd en er drogere lucht voor in de plaats komt, dan gaat de verdamping van de vloeistof nog weer wat sneller. Het overgaan van de gasvorm naar de vloeibare vorm heet condenseren, je ziet dan kleine druppeltjes water ontstaan. Dit zie je vaak op de muur van de badkamer als je hebt gedoucht, of onder de deksel van een afgedekt glaasje water.

## Irrigatie

Irrigatie is de kunstmatige bevoeiing van planten en gewassen. Bij een tekort aan regenwater, wordt er water met behulp van een technologische toepassing naar de landbouwgrond geleid. Deze technieken zijn al zo oud als de landbouw zelf. Er zijn meerdere vormen van irrigatie, oppervlakte irrigatie ofwel bevoeiing is de meest toegepaste vorm. Hierbij wordt gebruik gemaakt van hoogteverschil en loopt het water door bijvoorbeeld kanalen langs de gewassen. Een meer ingewikkelde vorm van irrigatie is beregening, hierbij wordt het water door buizen geleid en wordt het water verspreid met sproeiers. De meest ingewikkelde vorm is druppelirrigatie, waarbij de wortels van de planten computergestuurd precies genoeg water en voedingsstoffen toe gedruppeld krijgen.

## Waterstroom door een plant

Het water dat een plant nodig heeft voor zijn stevigheid en de fotosynthese haalt de plant met zijn wortels uit de grond. Dat water moet ook in de bovenste blaadjes terecht komen. Daarvoor gebruikt de plant eigenschappen van zijn verschillende onderdelen.

- **Wortels:** hiermee haalt de plant het water uit de grond. De wortels absorberen water en voedingsstoffen. Ook verankeren wortels de plant in de grond en dienen ze als voedselopslag (zoals bij de aardappel). Dit gedeelte van de plant groeit meestal onder de grond, sommige planten hebben luchtwortels die vocht uit de lucht kunnen halen.
- **Vaatstelsels:** onderdeel van de stengel, deze zorgt voor het watertransport van de wortels naar de bladeren. Er zijn bastvaten, die bevinden zich aan het oppervlak van de stengel, daarin worden de door de bladeren geproduceerde suikers naar de rest van de plant vervoerd. Dus daarin vindt de sapstroom van boven naar beneden plaats. Er zijn ook vaten die meer naar de kern van de stengel zitten, deze transporteren het water vanuit de wortels omhoog naar de rest van de plant.
- **Bladeren:** aan de onderkant van de bladeren bevinden zich kleine poriën, ook wel huidmondjes genoemd. Koolstofdioxide komt via het blad binnen, zuurstof wordt afgevoerd en overtollig water kan hier verdampen.

De waterstroom vindt op deze manier plaats in kruidachtige planten, dat zijn planten die geen houtstructuur in de stengels opbouwen en slap worden bij een tekort aan water. In houtige planten is de structuur van de stengel anders en verloopt het watertransport dus ook anders.

Hoe wordt het water vervolgens vervoerd van de wortelcellen via de vaatbundels naar de bladeren waar het water nodig is voor fotosynthese? In de biologie is dat onderwerp van discussie geweest, met name het proces in zeer grote bomen. Tegenwoordig denken wetenschappers dat de drijvende kracht (de

'zuigkracht') wordt gecreëerd door het verdampende water op de huidmondjes van de bladeren. Het verlies aan water creëert een kracht die via de lange houtvaten in de wortels benut kan worden. Dit betekent dat elke verandering van de druk in de cellen direct naar de hele plant overgedragen wordt. Dit is mogelijk vanwege de aantrekkende kracht van watermoleculen aan elkaar (cohesie).

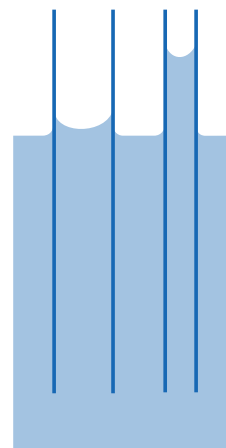
## Absorberen

Absorberen is het opnemen van, met name, vloeistoffen. Plantenwortels absorberen water en voedingsstoffen uit de bodem. Maar ook materialen als papier, watten en katoen kunnen water absorberen.

## Waterstroom door natuurlijke materialen

In deze lesmodule gebruiken de leerlingen plantaardig materiaal dat veel cellulose bevat, zoals watten, katoen en papier. Cellulose (een belangrijk bestanddeel van de celwanden van planten) is opgebouwd uit een paar honderd tot meer dan tienduizend glucosemoleculen die met elkaar verbonden zijn en zo een lange keten vormen. Wanneer natuurlijke materialen met een hoog cellulosegehalte in water geplaatst worden, beweegt het water zich gemakkelijk door de materialen. Dit komt door de capillaire werking. Capillaire werking beïnvloedt de stroom van vloeistoffen in buisjes. Het is in staat de zwaartekracht te overwinnen en vloeistoffen omhoog te transporteren. Dit kun je bijvoorbeeld zien bij de opwaartse beweging van verf tussen de fijne haartjes van een kwast of bij papier dat water snel absorbeert. Bij water dat zich in een dunne buis beweegt, hangt de capillaire werking af van:

- de doorsnede van de buis (water komt hoger naarmate de buis dunner is; zie figuur);



- adhesie; water wordt aangetrokken tot de wanden van de buis. Dit is te zien aan het 'holle' oppervlak dat het water in de buis maakt;
- oppervlaktespanning van het water (veroorzaakt door de moleculen die zich tot elkaar aangetrokken voelen: cohesie).

# Ideeën van kinderen over planten en watertransport in planten

Kinderen hebben al verklaringen voor natuurwetenschappelijke fenomenen voordat zij er op school mee in aanraking komen. Deze ideeën en mentale modellen zijn ontwikkeld uit dagelijkse interacties en ervaringen met de wereld om hen heen en komen niet altijd overeen met onze huidige kennis van de natuurwetenschappen. Zo zijn er bijvoorbeeld kinderen die denken dat wind ontstaat doordat bomen met hun takken wapperen. Het zelf ervaren dat de eigen verklaring niet kan kloppen blijkt belangrijk bij het veranderen van deze ideeën, al duurt het veranderen soms een leven lang. In de lesmodules van Maakkunde is er rekening gehouden met het kunnen uiten van de eigen ideeën en het ervaren van de natuurwetenschappelijke fenomenen. De meest voorkomende ideeën over het onderwerp van deze lesmodule zijn hieronder in kaart gebracht.

## Verplaatsing van water

Op deze leeftijd zijn de ideeën van kinderen over hoe water zich door een plant transporteert waarschijnlijk beperkt, tenzij ze eerder in detail meer geleerd hebben over de structuur van een plant. Waarschijnlijk zijn kinderen zich wel bewust van het feit dat natuurlijke materialen zoals keukenrol, katoenwatten en sponzen vocht absorberen.

## Waterkringloop en faseovergangen

Kinderen hebben een aantal effecten van de waterkringloop ervaren wanneer ze bijvoorbeeld naar regen op een lentedag hebben gekeken, gevoeld hebben hoe waterdruppels ontstaan aan de buitenkant van een koud frisdrankblikje, als ze wolken hebben geobserveerd of zich hebben afgevraagd waar 'rijp' vandaan komt op een koude morgen. Het Primary SPACE Project noemt een reeks ideeën van kinderen over verdamping, o.a. dat het water opdroogt, het ophoudt te bestaan, het lekt naar de bodem, het wordt verwijderd door mensen of dieren (1).

Uit onderzoek van Osborne en Cosgrove blijkt dat als kinderen bepaalde termen zoals 'verdamping', 'condensatie' en 'smelten' juist gebruiken, dit nog niet betekent dat hun begrip van deze termen is onderbouwd door een wetenschappelijk concept. Ze associëren dus het juiste woord met een bepaald fenomeen, maar begrijpen het bijbehorende concept niet (2).

Kinderen hebben vaak (nog) geen duidelijk begrip van verdampen. Allen ontdekte dat kinderen het idee kunnen hebben dat water dat verdampt voor altijd weg is en dat het proces onomkeerbaar is (3). Uit twee andere onderzoeken bleek dat kinderen het drogen van de was verklaren als een verplaatsing van vloeibaar water (1, 4).

Aangezien kinderen termen als 'damp' 'mist' 'gas' en 'lucht' door elkaar gebruiken is het belangrijk om te begrijpen wat kinderen bedoelen met deze termen (5, 6).

Kinderen in de leeftijd van 6 tot 12 jaar hebben veel moeite met de gasfase van stoffen. Gassen blijft een lastig concept aangezien deze niet te zien, voelen of vasthouden zijn, dit in tegenstelling tot vaste stoffen en vloeistoffen (7).

## Leven

Allen schrijft dat sommige kinderen denken dat planten niet leven, omdat je ze niet kunt zien bewegen of ademen. Ook denken sommige kinderen dat zaden niet leven. Zij denken dat het zaadje pas gaat leven als het geplant is. Een vergelijkbaar idee is dat kinderen denken dat in het metamorfose proces van een rups tot vlinder, de rups doodgaat als het een pop wordt en dat de vlinder weer tot leven komt. Deze kinderen blijken moeite te hebben met het concept dat tijdens de levenscyclus er ruimte is voor een tijdelijke pauze waarin de plant of ander organisme zich in de vorm van een zaadje beschermt tegen minder goede omstandigheden (3).

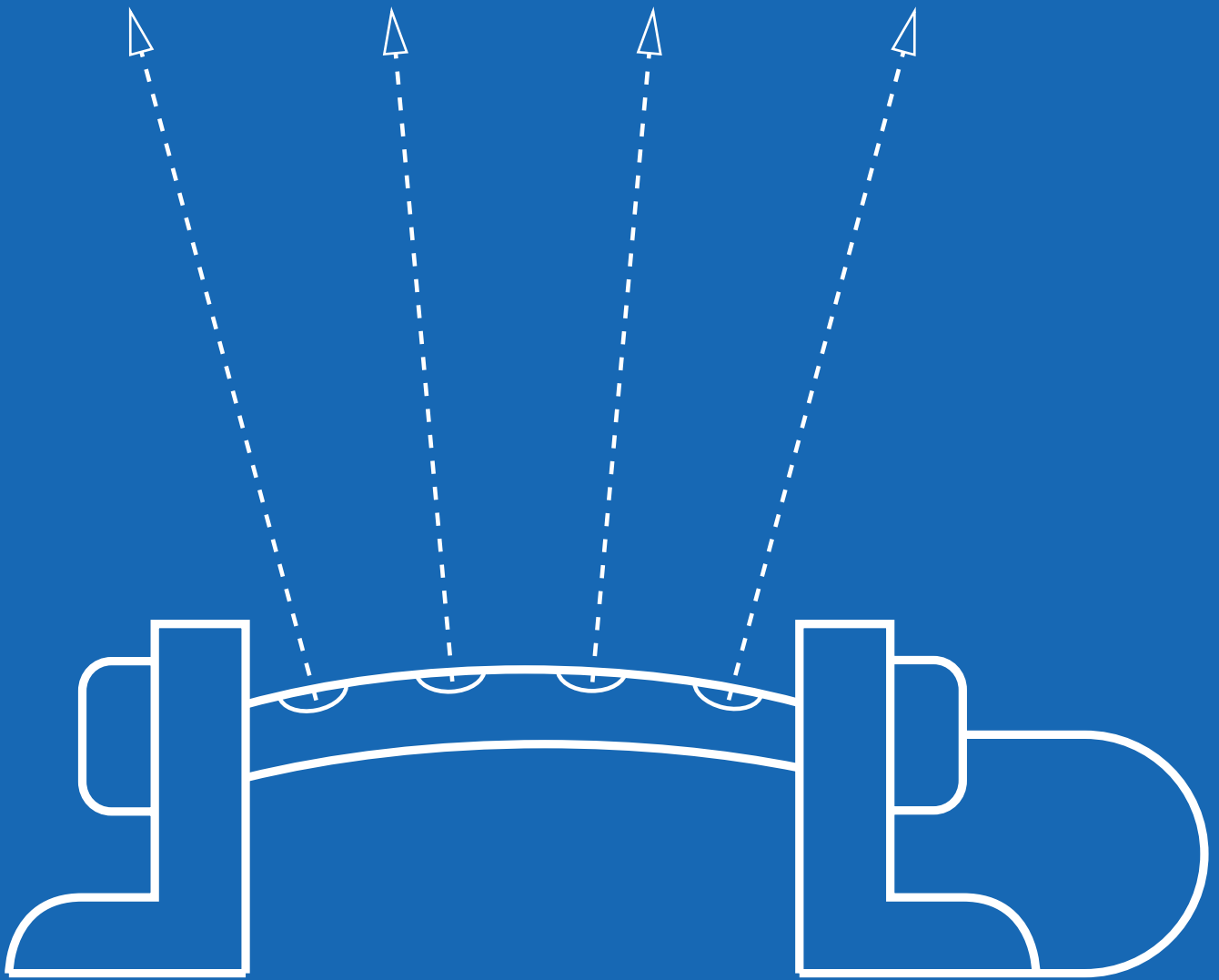
## Fotosynthese

Onderzoek toont aan dat veel kinderen niet over de vereiste conceptuele vermogens beschikken om een volledig begrip van fotosynthese op te bouwen (8). Dan zouden ze tot in detail de structuur en werking van een plant, gassen en chemische reacties, inclusief energieoverdracht, moeten begrijpen. Fotosynthese lijkt voor de kinderen wellicht tegen het gezonde verstand in te gaan omdat er een vaste stof (glucose, een suiker) wordt gemaakt uit een gas (CO<sub>2</sub>). Veel kinderen zullen denken dat planten hun voedsel via de wortels uit de bodem krijgen, ondanks dat ze zich bewust zijn van het feit dat planten hun eigen voedsel maken. Een aantal kinderen in de hogere klassen zal de rol van glucose in de stofwisseling van een plant kunnen begrijpen (8).

- (1) Russell, T. and Watt, D. (1990). *Evaporation and condensation*. Primary space project research report. Liverpool University Press.
- (2) Osborne, R.J. and Cosgrove, M.M. (1983). Children's conceptions of the changes of state of water. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(9), 825-838.
- (3) Allen, M. (2010). *Misconceptions in Primary Science*. Maidenhead: Open University Press.
- (4) Bar, V. and Travis, A.S. (1991). Children's views concerning phase changes. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(4), 363-382.
- (5) Johnson, P. (1998). Children's understanding of changes of state involving the gas state, Part 1: Boiling water and the particle theory. *International Journal of Science Education*, 20(5), 567-583.
- (6) Johnson, P. (1998). Children's understanding of changes of state involving the gas state, Part 2: Evaporation and condensation below boiling point. *International Journal of Science Education*, 20(6), 695-709.
- (7) Boersma, K, Graft, van, M., Knippels M. (2009). *Concepten van kinderen over natuurwetenschappelijke thema's*. SLO.
- (8) Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. & Wood-Robinson, V. (1994) *Making Sense of Secondary Science*. London: Routledge.



# Extra activiteiten





# Extra activiteiten

## Lijst van lees- en prentenboeken

Miles, E. en Lombaert, de, A. (2010). *Regen*. Etten-Leur: Corona. ISBN 9789055665402

Pock, V. (2013). *Een klein zaadje*. Hasselt: Clavis. ISBN 9789044819120

Schutten, J.P. (2014). *Het raadsel van alles wat leeft*. Haarlem: Gottmer. ISBN 9789025753467

Törnqvist, M. (2015.) *Opmerkelijke uitvindingen*. Amsterdam: Querido. ISBN 9789045118413

Velde, van der, R. (2012). *Stijn, uitvinder*. Amsterdam: Ploegsma. ISBN 9789021669953

## Informatieve boeken

Bailey, G. (2010). *Water*. Leidschendam: Biblion. ISBN: 9789054838975

Ganeri, A. en Oxlade, C. (2010). *Waterbeheer: zuinig met water*. Leidschendam: Biblion. ISBN 9789055663651

Schutten, J.P. en Posthuma, S. (2004). *Ruik eens wat ik zeg: de taal van planten en dieren*. Amsterdam: Querido. ISBN 9789045100296

Turnbull, S. (2017). *Hoezo dorst?!: kun je overal ter wereld water vinden?* Etten-Leur: Corona. ISBN 9789461755353

## Aanvullende activiteiten en excursies

- Excursie naar kassen of een botanische tuin.
- Excursie naar een rioolwaterzuivering.
- Nodig een professional uit in de klas, bijvoorbeeld een plantenkweker of een landbouwtechnisch ingenieur.
- Aansluiten bij thema's in de klas, zoals:
  - de moestuin;
  - groeien en bloeien in de lente;
  - waterverbruik: zuinig omgaan met water.

Handwriting practice area consisting of 20 sets of horizontal dashed lines.

Handwriting practice area with 20 sets of horizontal dashed lines.

Handwriting practice area consisting of 20 sets of horizontal dashed lines.



