MAX

2 B

# bvj

## VMBO-T|HAVO

**Biologie voor jou**



NAAM EN KLAS:

.....

MALMBERG

# bvj

## 2 VMBO-T|HAVO deel B

**Biologie voor jou**

**Biologie voor de onderbouw**


**Eindredactie**
Lineke Pijnappels
Linie Stam

**Auteurs**
Arteunis Bos
Nicolien Dijkstra
Froukje Gerrits
Marianne Gommers
Arthur Jansen
Michiel Kelder
Judith Korhorn
Rob Melchers
Hans Rawee

**Met medewerking van**
Onno Kalverda
Ruud Passier
Rik Smale

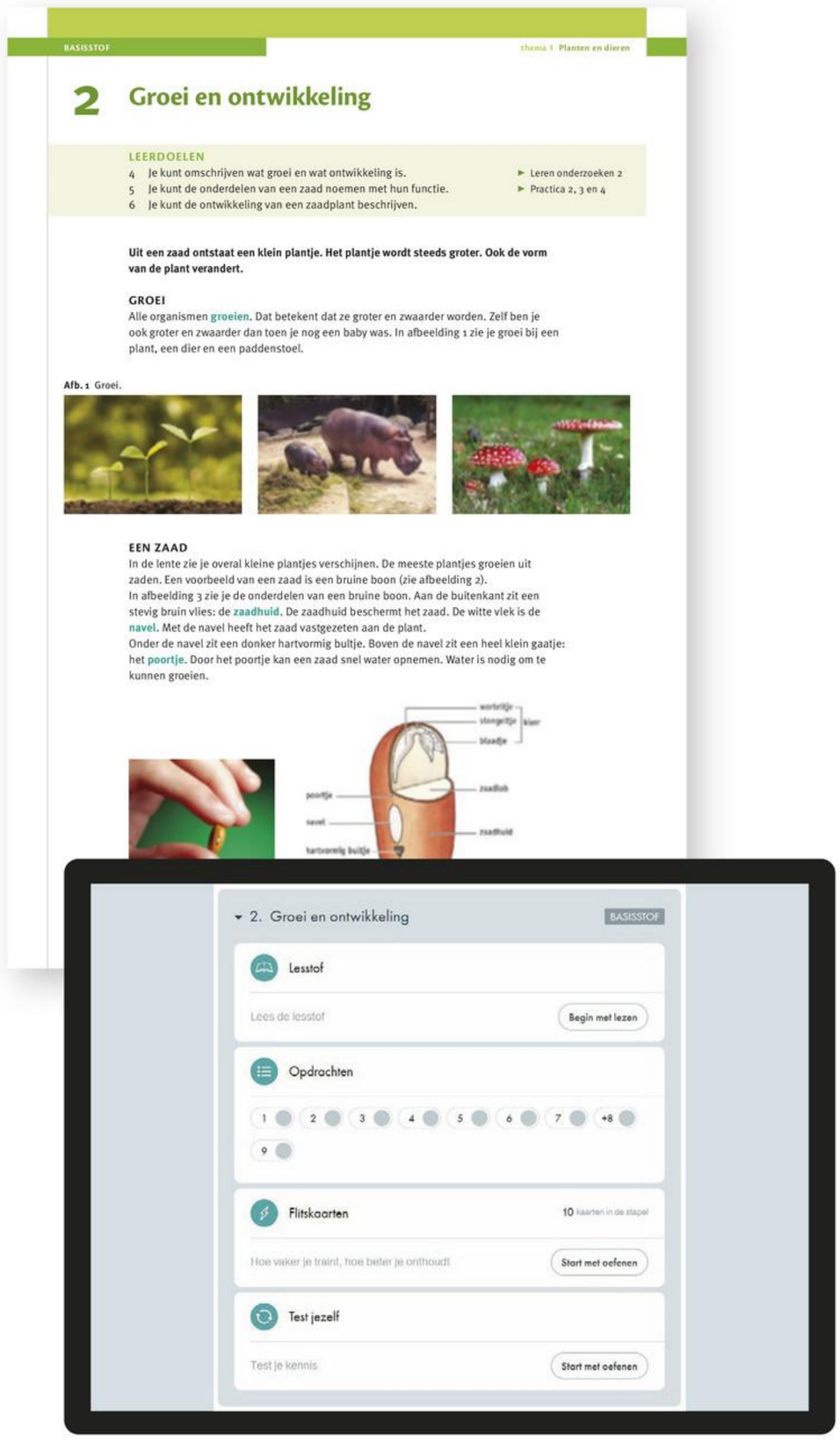


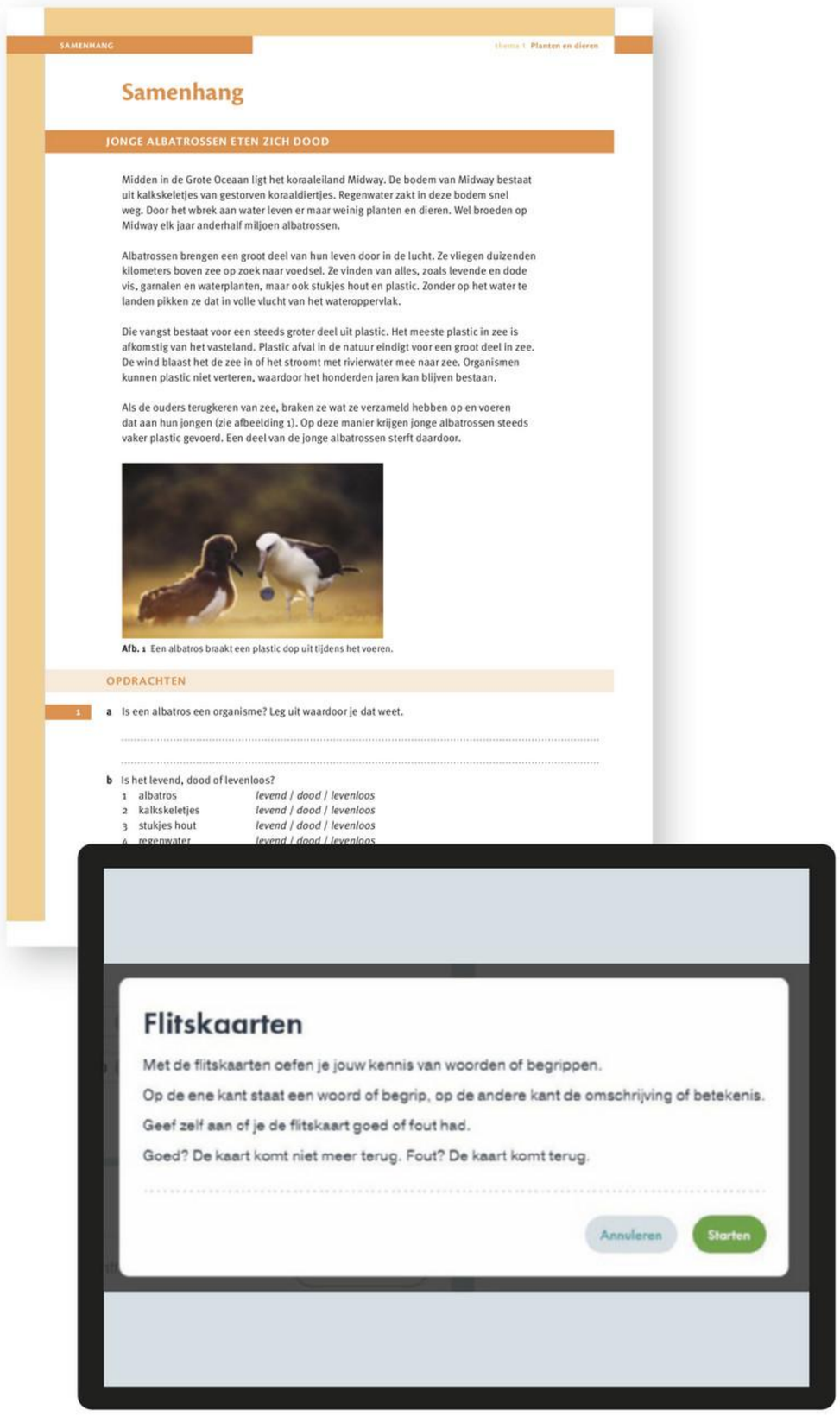
MAX Release 8.2

www.biologievoorjou.nl
Malmberg, 's-Hertogenbosch

# Aan de slag met *Biologie voor jou*

**Biologie is overal om je heen. Met *Biologie voor jou* heb je alles binnen handbereik om dit te ervaren, te beleven en te ontdekken! Je leert waar het vak biologie om draait, waarom het belangrijk is en wat je ermee kunt.**




## Werk in je boek én online!

Er zijn twee boeken per leerjaar en een online leeromgeving. Je docent kiest wat je online doet (met laptop, tablet of telefoon) en wat in je boek.
Elk thema is verdeeld in basisstof, extra stof, onderzoek en afsluiting. Vooraan staat steeds met leerdoelen aangegeven wat je gaat leren. De extra stof maak je als je meer wilt weten, nieuwsgierig bent of tijd over hebt. In het onderdeel onderzoek leer je onderzoeken en ga je met practica aan de slag.

## Voordelen van online

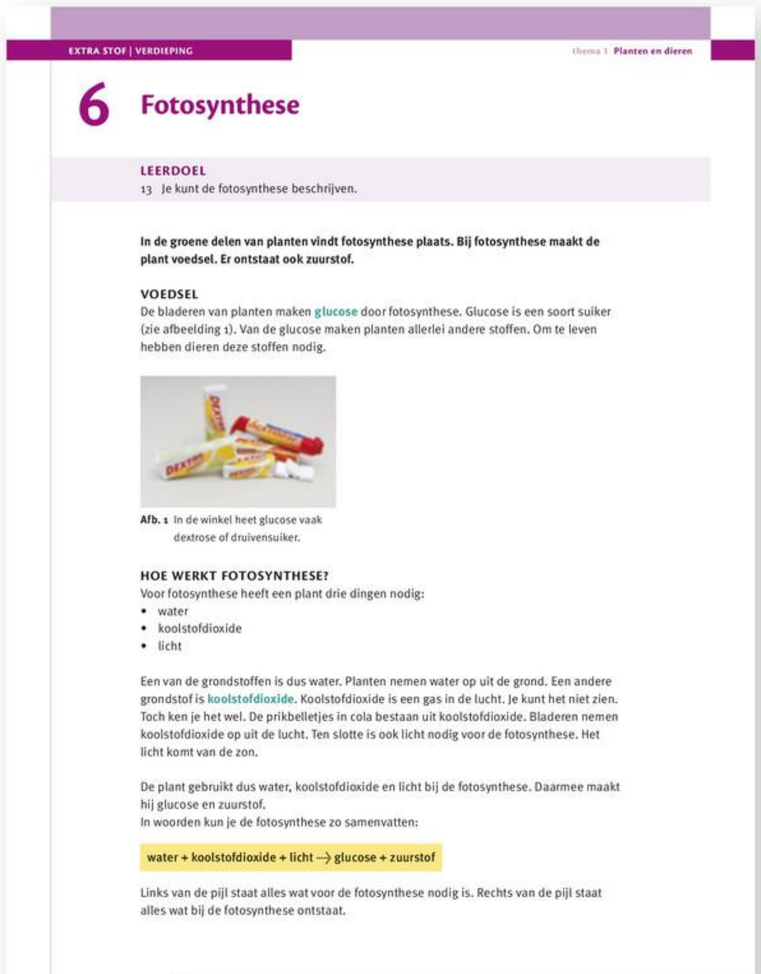
- Je ziet snel wat je goed of fout doet.
- Je krijgt direct feedback op je antwoorden.
- Je bekijkt filmpjes en animaties die bij de theorie aansluiten.
- Je leert de begrippen en overhoort jezelf met de flitskaarten.
- Je meet of je de stof beheerst met de test jezelf, oefentoets of diagnostische toets.
- Je kunt op een hoger of lager niveau en leerjaar werken.
- Je docent volgt hoe het met je gaat.

### Samenhang

Aan het einde van elke basisstof én na alle basisstoffen is er een onderdeel samenhang. Deze staan in een oranje kader. Met de samenhang ontdek je hoe de leerstof van belang is in de wereld om je heen. Ook leer je verbanden te zien tussen de informatie uit verschillende basisstoffen.

### Goede voorbereiding op de toets!

Een thema eindigt met een afsluiting (samenvatting). In de online leeromgeving vind je hier ook **flitskaarten** voor het leren van alle begrippen en er is een **diagnostische toets**. Twijfel je of je de stof voldoende beheerst? Maak dan de **test jezelf** of **oefentoets**.


EXTRA STOF | VERDIEPING

thema 1 Planten en dieren

# 6 Fotosynthese

**LEERDOEL**
13 Je kunt de fotosynthese beschrijven.

**In de groene delen van planten vindt fotosynthese plaats. Bij fotosynthese maakt de plant voedsel. Er ontstaat ook zuurstof.**

**VOEDSEL**
De bladeren van planten maken **glucose** door fotosynthese. Glucose is een soort suiker (zie afbeelding 1). Van de glucose maken planten allerlei andere stoffen. Om te leven hebben dieren deze stoffen nodig.


**Afb. 1** In de winkel heet glucose vaak dextrose of druivensuiker.

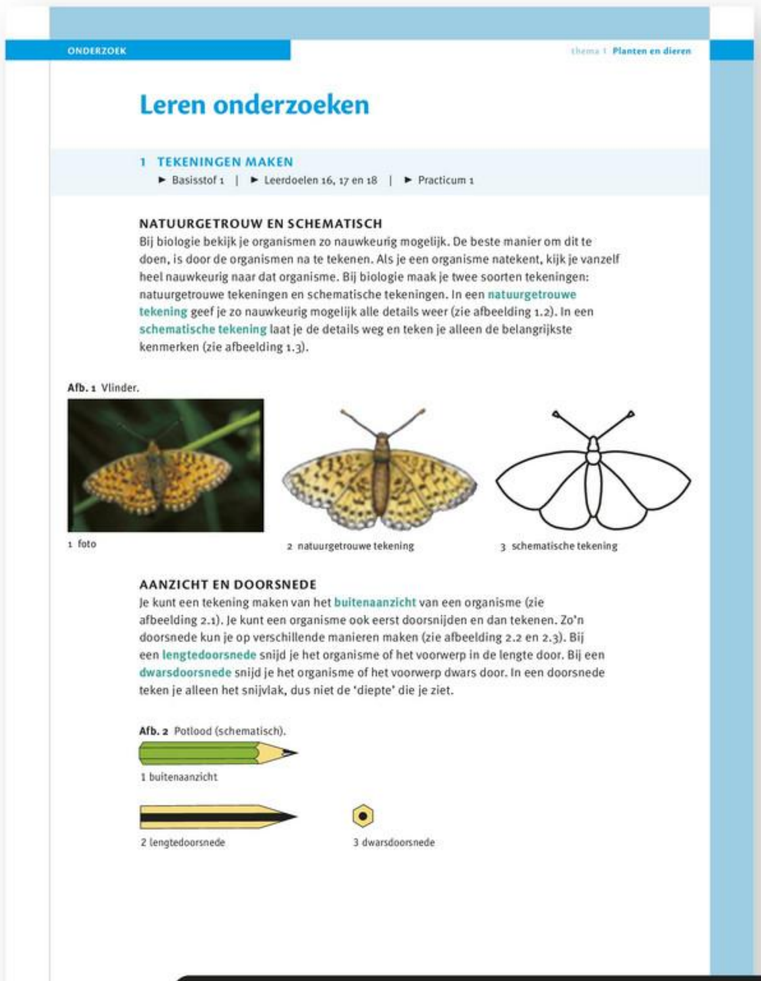
**HOE WERKT FOTOSYNTHESE?**
Voor fotosynthese heeft een plant drie dingen nodig:
- water
- koolstofdioxide
- licht

Een van de grondstoffen is dus water. Planten nemen water op uit de grond. Een andere grondstof is **koolstofdioxide**. Koolstofdioxide is een gas in de lucht. Je kunt het niet zien. Toch ken je het wel. De prikbelletjes in cola bestaan uit koolstofdioxide. Bladeren nemen koolstofdioxide op uit de lucht. Ten slotte is ook licht nodig voor de fotosynthese. Het licht komt van de zon.

De plant gebruikt dus water, koolstofdioxide en licht bij de fotosynthese. Daarmee maakt hij glucose en zuurstof.
In woorden kun je de fotosynthese zo samenvatten:

**water + koolstofdioxide + licht → glucose + zuurstof**

Links van de pijl staat alles wat voor de fotosynthese nodig is. Rechts van de pijl staat alles wat bij de fotosynthese ontstaat.


ONDERZOEK

thema 1 Planten en dieren

# Leren onderzoeken

**1 TEKENINGEN MAKEN**
► Basisstof 1 | ► Leerdoelen 16, 17 en 18 | ► Practicum 1

**NATUURGETROUW EN SCHEMATISCH**
Bij biologie bekijk je organismen zo nauwkeurig mogelijk. De beste manier om dit te doen, is door de organismen na te tekenen. Als je een organisme natekent, kijk je vanzelf heel nauwkeurig naar dat organisme. Bij biologie maak je twee soorten tekeningen: natuurgetrouwe tekeningen en schematische tekeningen. In een **natuurgetrouwe tekening** geef je zo nauwkeurig mogelijk alle details weer (zie afbeelding 1.2). In een **schematische tekening** laat je de details weg en teken je alleen de belangrijkste kenmerken (zie afbeelding 1.3).

**Afb. 1** Vlinder.


1 foto

2 natuurgetrouwe tekening

3 schematische tekening

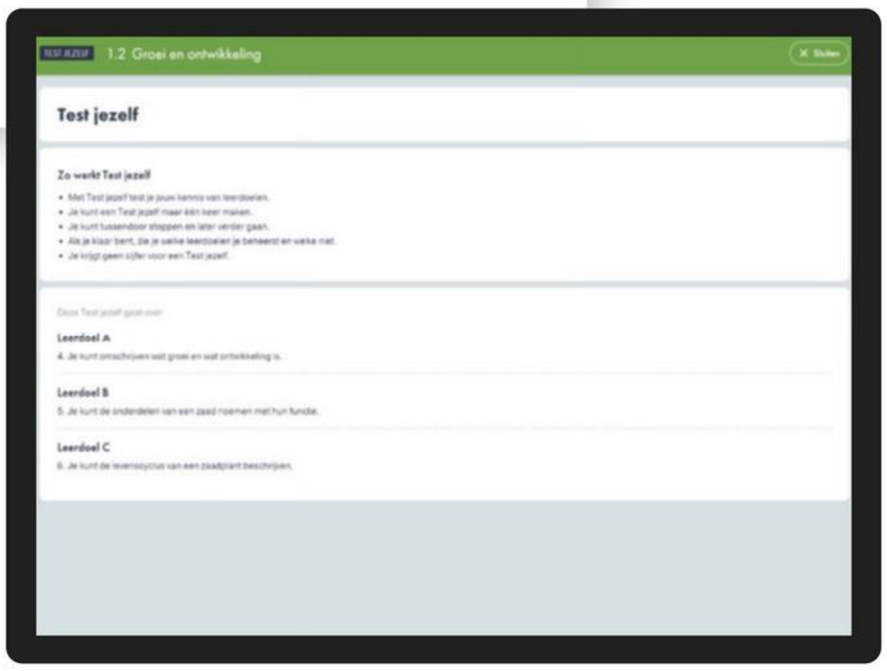
**AANZICHT EN DOORSNEDE**
Je kunt een tekening maken van het **buitenaanzicht** van een organisme (zie afbeelding 2.1). Je kunt een organisme ook eerst doorsnijden en dan tekenen. Zo'n doorsnede kun je op verschillende manieren maken (zie afbeelding 2.2 en 2.3). Bij een **lengtedoorsnede** snijd je het organisme of het voorwerp in de lengte door. Bij een **dwarsdoorsnede** snijd je het organisme of het voorwerp dwars door. In een doorsnede teken je alleen het snijvlak, dus niet de 'diepte' die je ziet.

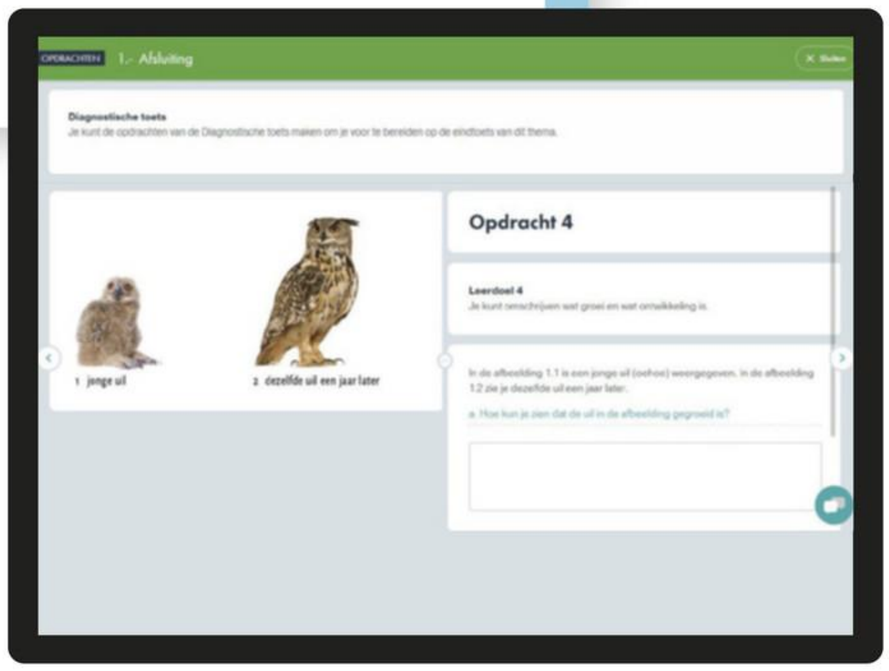
**Afb. 2** Potlood (schematisch).


1 buitenaanzicht

2 lengtedoorsnede

3 dwarsdoorsnede




## Voordelen van het boek

- Je hebt snel overzicht in wat je gaat leren.
- Je leest lange teksten op papier.
- Je markeert in de tekst en maakt aantekeningen.
- Je tekent en kleurt zodat je leerstof goed onthoudt.

## Betekenis symbolen

Deze opdracht maak je het best in je boek.

Ga naar de online leeromgeving voor handige extra's.

Met dit practicum ben je zó lang bezig.

Deze opdracht biedt extra uitdaging.

# Inhoud

## DEEL 2A


### Thema 1
### Verbranding en ademhaling

**BASISSTOF**

1 Stofwisseling
2 Verbranding
3 Het ademhalingsstelsel
4 Ademhalen
5 Gezonde luchtwegen
6 Ademhaling bij dieren

Samenhang:
*Volledig verdoofde viervoeter*

**EXTRA STOF**

7 Roken en blowen
8 Ademhaling bij dieren

**ONDERZOEK**

Leren onderzoeken
Practica

**AFSLUITING**

Samenvatting
Diagnostische toets

### Thema 2
### Voeding en vertering

**BASISSTOF**

1 Voedingsmiddelen en voedingsstoffen
2 Het verteringsstelsel
3 De organen voor vertering
4 Gezonde voeding
5 Voedselbederf

Samenhang:
*Astronautenvoeding*

**EXTRA STOF**

7 Voeding en vertering bij zoogdieren
8 Nadenken over eten

**ONDERZOEK**

Leren onderzoeken
Practica

**AFSLUITING**

Samenvatting
Diagnostische toets

### Thema 3
### De bloedsomloop

**BASISSTOF**

1 Bloed
2 De bloedsomloop
3 Het hart
4 Uitscheiding
5 Het immuunsysteem
6 Gezond leven

Samenhang:
*Slangengif, beslissst geen pretje*

**EXTRA STOF**

7 Alcohol
8 Weefselvloeistof en lymfe

**ONDERZOEK**

Leren onderzoeken
Practica

**AFSLUITING**

Samenvatting
Diagnostische toets

# Inhoud

## DEEL 2B


### Thema 4 Voortplanting en seksualiteit

**BASISSTOF**

**1** Geslachtsorganen 8
**2** Puberteit 18
**3** Vruchtbaar worden 28
**4** Zwanger worden 40
**5** Seksualiteit 53
**6** Veilige seks 62
Samenhang: *Paren met een pseudopenis* 80

**EXTRA STOF**

**7** Meer voorbehoedsmiddelen 84
**8** De geboorte 90

**ONDERZOEK**

Leren onderzoeken 95
Practica 98

**AFSLUITING**

Samenvatting 101
Diagnostische toets

### Thema 5 Erfelijkheid en evolutie

**BASISSTOF**

**1** Genotype en fenotype 110
**2** Chromosomen en genen 119
**3** Variatie in genotypen 128
**4** De evolutietheorie 139
**5** Geschiedenis van het leven op aarde 149
**6** DNA-technieken 160
Samenhang: *Muggenziften tegen malaria* 172

**EXTRA STOF**

**7** DNA, allelen en eiwitten 176
**8** Tweelingen 182

**ONDERZOEK**

Leren onderzoeken 186
Practica 188

**AFSLUITING**

Samenvatting 193
Diagnostische toets

### Thema 6 Ecologie en duurzaamheid

**BASISSTOF**

**1** Organismen en hun omgeving 200
**2** Voedselrelaties en kringlopen 212
**3** Samenleven 222
**4** Natuurbeheer 230
**5** Mens en milieu 239
**6** Duurzaamheid 251
Samenhang: *Drugsafval: drama voor natuur* 260

**EXTRA STOF**

**7** Cultuurlandschap 265
**8** Voedselproductie 269

**ONDERZOEK**

Leren onderzoeken 274
Practica 279

**AFSLUITING**

Samenvatting 291
Diagnostische toets

**PROJECT**

Zorgen voor de toekomst 296

Register 298
Colofon 300

# 4 Voortplanting en seksualiteit

**Ongeveer na je 10e verjaardag begint je lichaam te veranderen. Seksualiteit gaat dan een rol spelen in je leven. Een jongen krijgt zijn eerste zaadlozing en een meisje krijgt voor het eerst de menstruatie.**


**BASISSTOF**

1 Geslachtsorganen 8
2 Puberteit 18
3 Vruchtbaar worden 28
4 Zwanger worden 40
5 Seksualiteit 53
6 Veilige seks 62
Samenhang 80
*Paren met een pseudopenis*

**EXTRA STOF**

7 Meer voorbehoedsmiddelen 84
8 De geboorte 90

**ONDERZOEK**

Leren onderzoeken 95
Practica 98

**AFSLUITING**

Samenvatting 101
Diagnostische toets






# 1 Geslachtsorganen

## LEERDOELEN

4.1.1 Je kunt uitleggen welke organen tot het voortplantingsstelsel behoren.
4.1.2 Je kunt de delen van de geslachtsorganen van een man en een vrouw noemen, inclusief de overeenkomsten en verschillen.
4.1.3 Je kunt de primaire geslachtskenmerken noemen.

| TAXONOMIE | LEERDOELEN EN OPDRACHTEN | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4.1.1 | 4.1.2 | 4.1.3 | 2.1.1* | 3.3.7* | 5.2.3* |
| Onthouden | 1a | 3a | 1bcd | | | |
| Begrijpen | 4, 8a | 2, 3b, 4, 7a | 4 | | | |
| Toepassen | | 5, 6b, 8b | | | 8e | 8d |
| Analyseren | 6a | 6c, 7c | 8c | 7b | 8f | |

* Dit leerdoel vind je in thema 2, 3 of 5 van leerjaar 1.

**Ieder mens is anders. Dat begint al in de baarmoeder, want iedere ongeboren baby ontwikkelt zich op zijn eigen manier. Tijdens de zwangerschap wordt ook je geslacht bepaald.**

### GESLACHTSKENMERKEN

Als een baby geboren is, zie je aan de lichamelijke kenmerken van de baby vaak meteen of het een jongetje of een meisje is. Dat noem je het **geslacht** (**sekse**) van de baby. De lichamelijke kenmerken die het geslacht bepalen, noem je **geslachtskenmerken**.

### PRIMAIRE GESLACHTSKENMERKEN

De geslachtskenmerken die je bij de geboorte al hebt, heten **primaire geslachtskenmerken**. De primaire geslachtskenmerken kun je deels aan de buitenkant zien (zie afbeelding 1):

- Een jongen herken je aan zijn **penis** en zijn **balzak**.
- Een meisje herken je aan haar **vulva** (vulvalippen, clitoriseikel en opening van de vagina).

De overige primaire geslachtskenmerken zijn aan de buitenkant niet zichtbaar; ze liggen in de buik.

**Afb. 1** Primaire geslachtskenmerken zijn al bij de geboorte aanwezig.



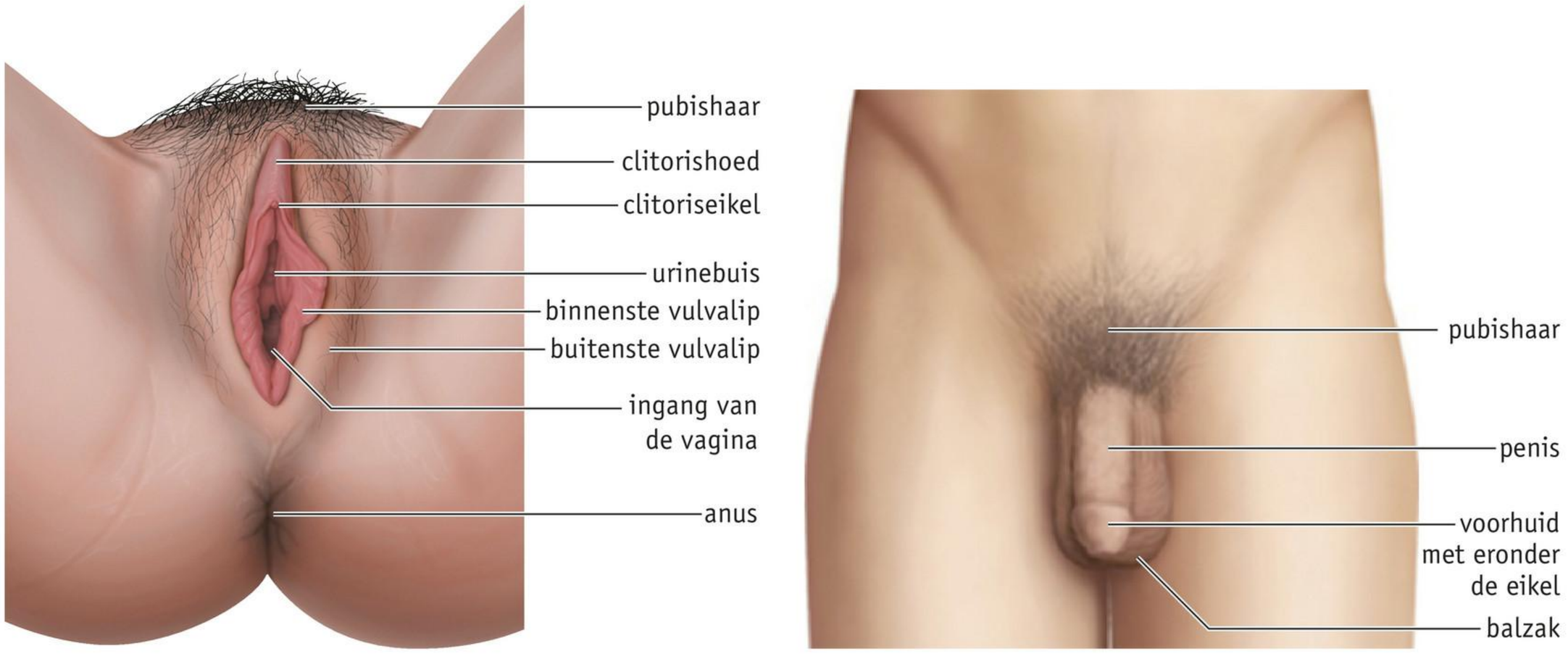
Sommige mensen worden geboren met zowel mannelijke als vrouwelijke geslachtskenmerken. Dit noem je **intersekse**. Soms betekent dit dat de geslachtskenmerken er anders uitzien dan mensen verwachten bij een jongen of meisje, of dat iemand geslachtskenmerken heeft van beide geslachten. Het kan ook betekenen dat de ontwikkeling tot volwassen man of vrouw anders verloopt dan verwacht. Soms blijkt pas in de puberteit dat iemand intersekse is.
Intersekse personen zijn niet ongezond en voelen zich vaak gewoon man of vrouw.
In Nederland wordt er gemiddeld één keer per week een intersekse baby geboren.
Intersekse is een voorbeeld van hoe ieder lichaam anders kan zijn.

## UITWENDIGE GESLACHTSORGANEN

Het **voortplantingsstelsel** bestaat uit alle organen die een rol spelen bij de voortplanting. De **geslachtsorganen** zorgen ervoor dat mensen zich kunnen voortplanten en zijn dus een onderdeel van het voortplantingsstelsel. Ook de borsten van de vrouw zijn een onderdeel van het voortplantingsstelsel.

De geslachtsorganen zijn deels aan de buitenkant zichtbaar. In afbeelding 2.1 zie je de uitwendige geslachtsorganen van een vrouw. Dit noem je de vulva. In afbeelding 2.2 zie je de uitwendige geslachtsorganen van een man.

**Afb. 2** Geslachtskenmerken bij de vrouw en bij de man.




1 uitwendig geslachtsorgaan vrouw

2 uitwendig geslachtsorgaan man

De **clitoris** (spreek uit: clí-toris) is gevoelig voor prikkels die een fijn gevoel geven. Alleen de **clitoriseikel** (**glans**) is aan de buitenkant zichtbaar. Dit 'knopje' is erg gevoelig en is omgeven door een huidplooi: de **clitorishoed**. De **binnenste vulvalippen** zijn gladde huidplooien. Aan de bovenkant komen ze samen onder de clitoris. Tussen de binnenste vulvalippen liggen de openingen van de urinebuis en van de vagina. Om de binnenste vulvalippen liggen de **buitenste vulvalippen**. Dit zijn de behaarde huidplooien. Bij de meeste vrouwen zijn de binnenste vulvalippen na de puberteit groter dan de buitenste.

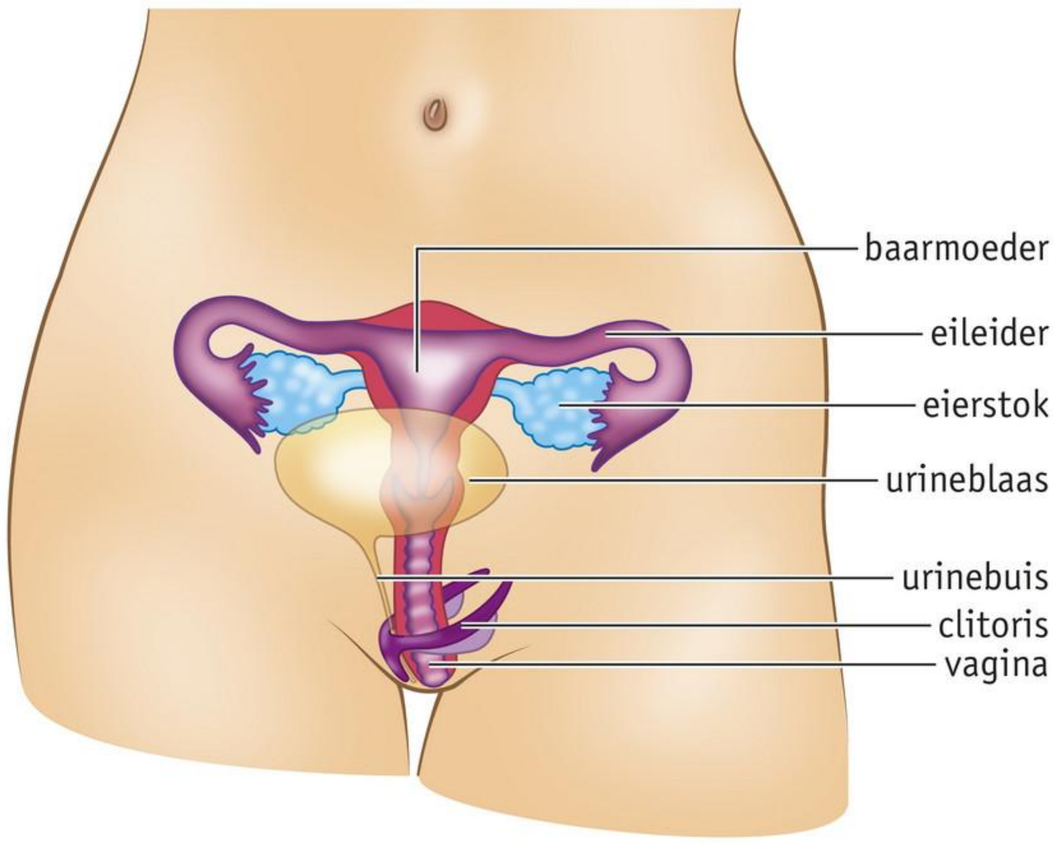
Bij de man is de top van de penis, de **eikel**, erg gevoelig. De eikel is bedekt met een dunne huidplooi: de **voorhuid**. Deze beschermt de eikel. De voorhuid is zo ruim dat je deze over de eikel kunt terugtrekken.
Achter de penis hangt de **balzak**. In deze huidplooi bevinden zich de teelballen. De huid van de balzak kan gerimpeld of glad zijn, met haar of kaal.

## INWENDIGE GESLACHTSORGANEN

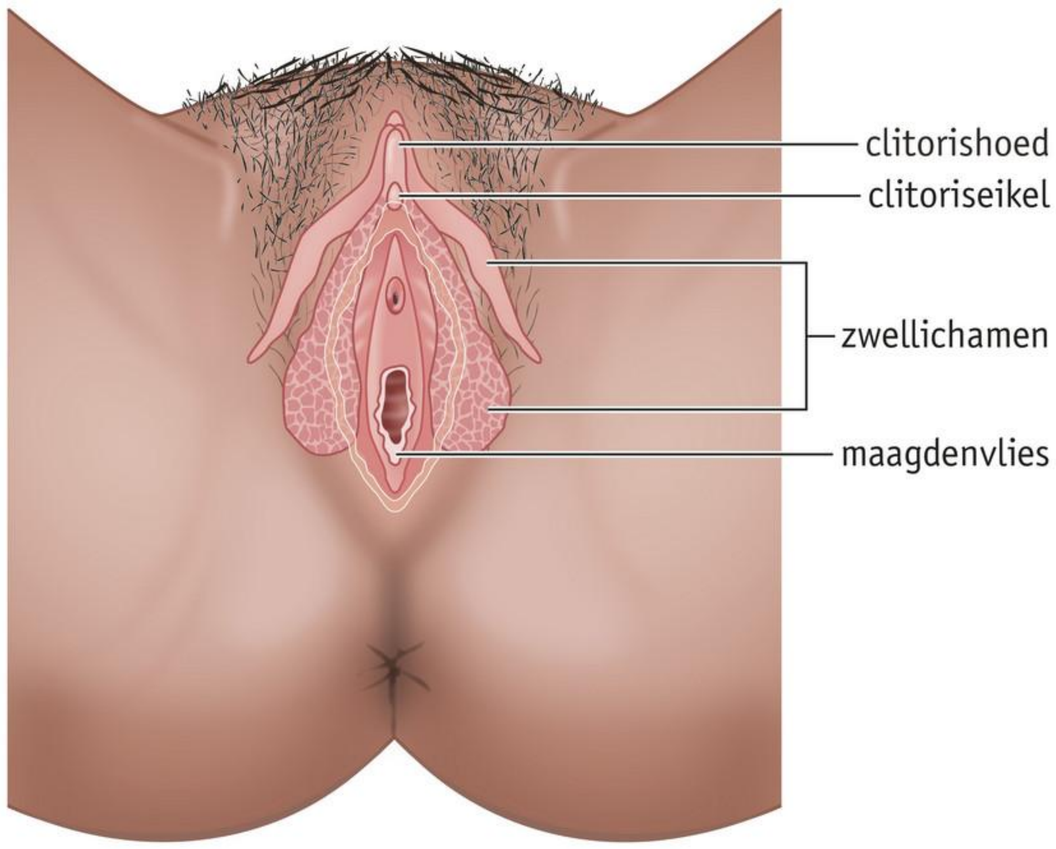
Bij de vrouw ligt het grootste deel van het geslachtsorgaan in de onderbuik (zie afbeelding 3.1). Een vrouw heeft een **baarmoeder**, **eileiders** en **eierstokken**. In elke eierstok zitten honderdduizenden onrijpe **eicellen**. Eicellen zijn de vrouwelijke geslachtscellen.
De **vagina** is het kanaal naar de baarmoeder. Vooraan in de vagina ligt het **maagdenvlies** (zie afbeelding 3.2). Het maagdenvlies is een randje weefsel aan het begin van de vagina. Het is geen dicht vlies. Sommige meisjes hebben geen maagdenvlies bij de geboorte.

Het grootste deel van de clitoris ligt inwendig (zie afbeelding 3.2). Dit inwendige deel bestaat uit **zwellichamen**. Als een vrouw seksueel opgewonden raakt, vullen de zwellichamen zich met bloed. Ze worden daardoor groter en steviger.

**Afb. 3** Inwendig geslachtsorgaan van de vrouw.



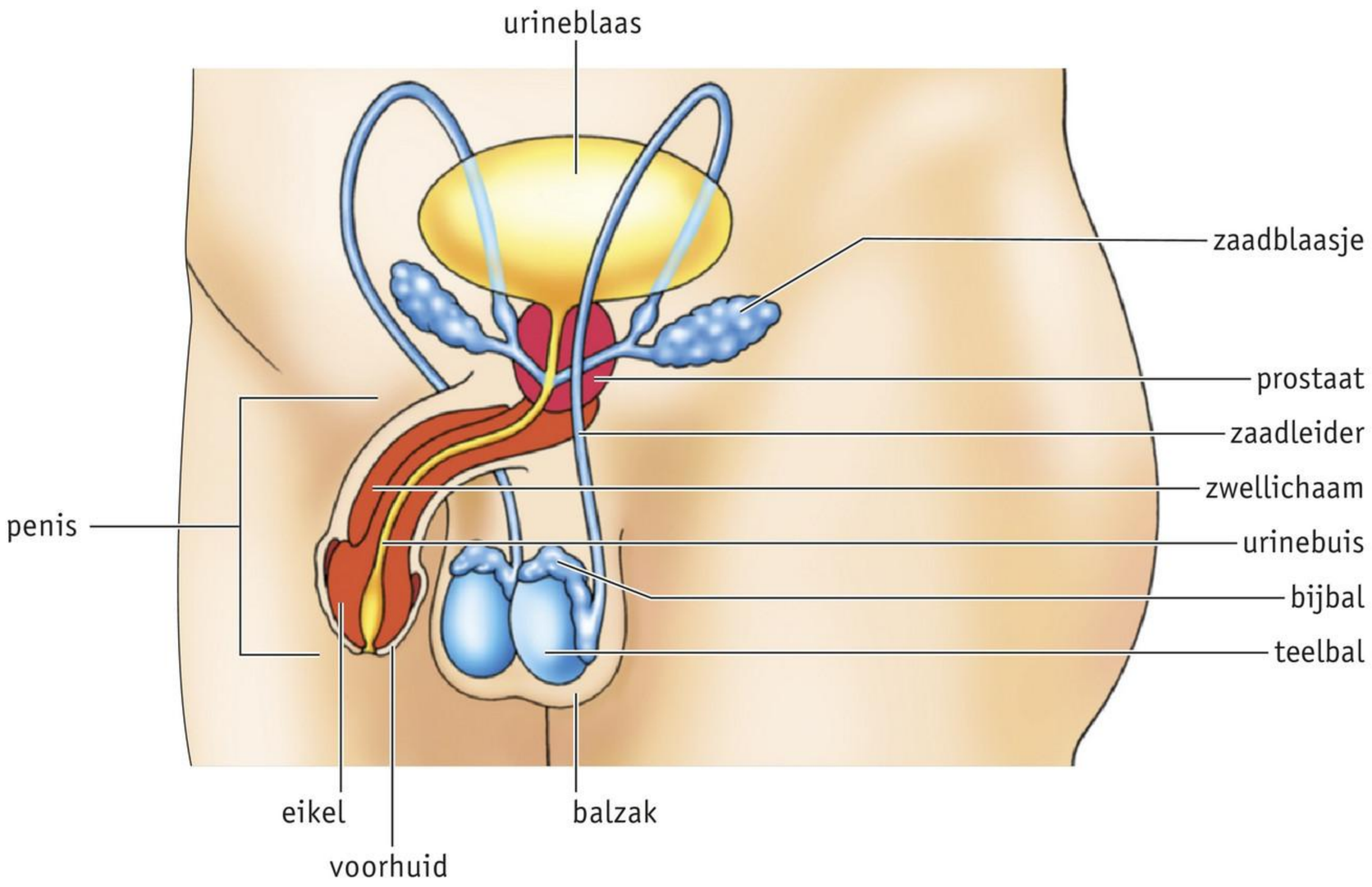

1 inwendig geslachtsorgaan




2 clitoris

Bij de man liggen de zwellichamen in de penis (zie afbeelding 4). Ook deze vullen zich met bloed en worden groter en steviger bij seksuele opwinding.
In de balzak liggen twee **teelballen**. De teelballen produceren zaadcellen. Dit zijn de geslachtscellen van de man. Op de beide teelballen liggen de **bijballen**. Vanaf de bijballen lopen de **zaadleiders** langs de zaadblaasjes en de prostaat in de onderbuik van de man. De zaadleiders vervoeren de zaadcellen. Bij de prostaat komen de zaadleiders uit in de **urinebuis**. De urinebuis loopt door de penis.

**Afb. 4** Inwendig geslachtsorgaan van de man.



## KENNIS

**1**

**a** Tot welk orgaanstelsel behoren de geslachtsorganen?

.....

**b** Geslachtskenmerken zijn de lichamelijke kenmerken waaraan je iemands geslacht herkent.
Wat zijn de zichtbare primaire geslachtskenmerken van een man?

.....

**c** De vulva is het zichtbare primaire geslachtskenmerk van de vrouw.
Uit welke delen bestaat de vulva?

.....

**d** Hoe noem je het wanneer iemand geboren wordt met zowel mannelijke als vrouwelijke geslachtskenmerken?

.....

**2**

**a** In afbeelding 5 zie je het uitwendig geslachtsorgaan van de vrouw (de vulva).
Zet de juiste namen bij de nummers.

1 = .....

2 = .....

3 = .....

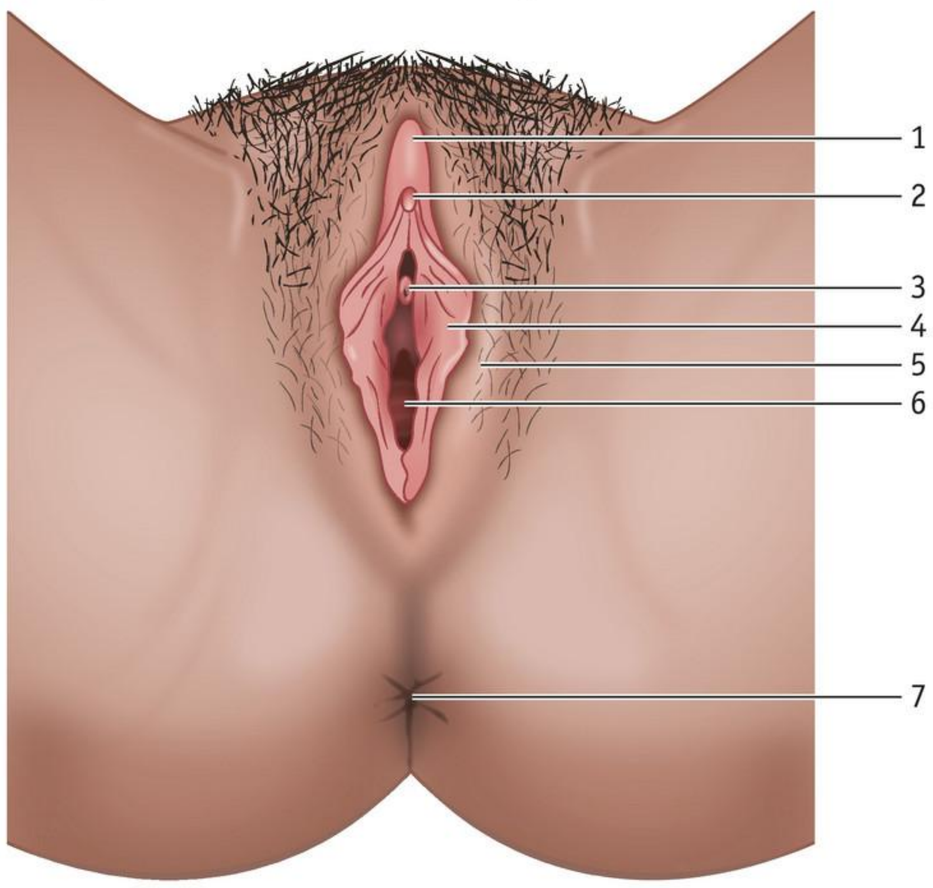
4 = .....

5 = .....

6 = .....

7 = .....

**Afb. 5** Schematische tekening van de vulva.




**b** In afbeelding 6 zie je het uitwendig geslachtsorgaan van de man.
Zet de namen bij de genummerde delen.

1 = .....

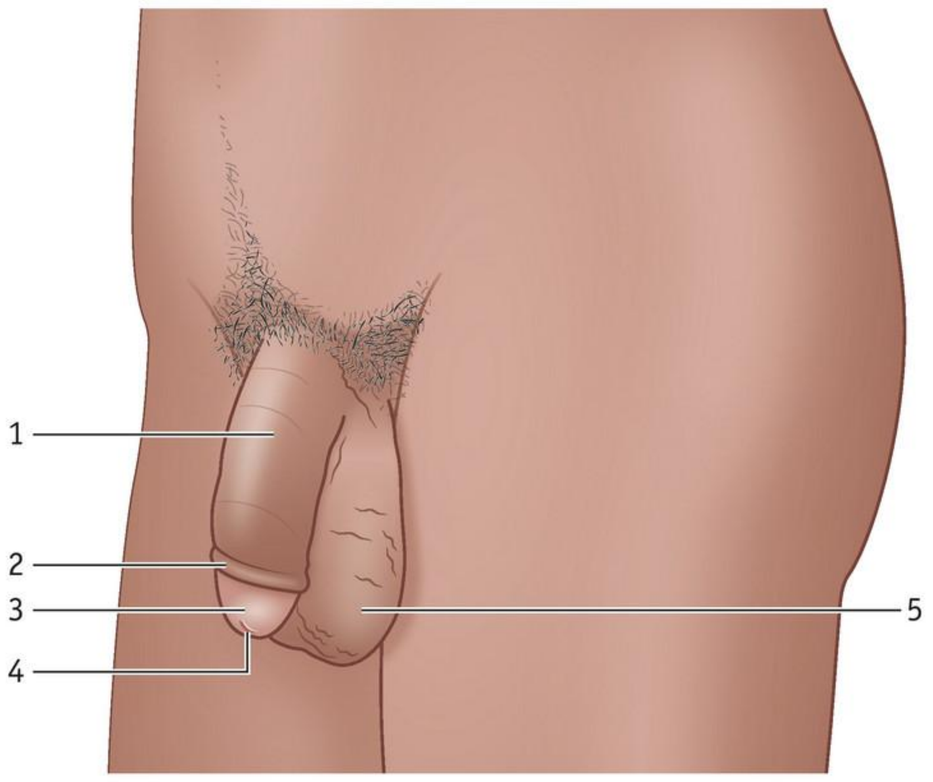
2 = .....

3 = .....

4 = .....

5 = .....

**Afb. 6** Schematische tekening van de penis en de balzak.



**3**

**a** Welk deel van de clitoris is het meest gevoelig voor prikkels?

- ○ A de clitoriseikel
- ○ B de clitorishoed
- ○ C de zwellichamen

**b** Met welk deel van het geslachtsorgaan van de man kun je de clitoriseikel vergelijken?

- ○ A met de balzak
- ○ B met de eikel
- ○ C met de penis
- ○ D met de voorhuid

**4**

**Samenvatting**

Een ander woord voor sekse is .....

Het voortplantingsstelsel bestaat uit .....

.....

Primaire geslachtskenmerken zijn .....

.....

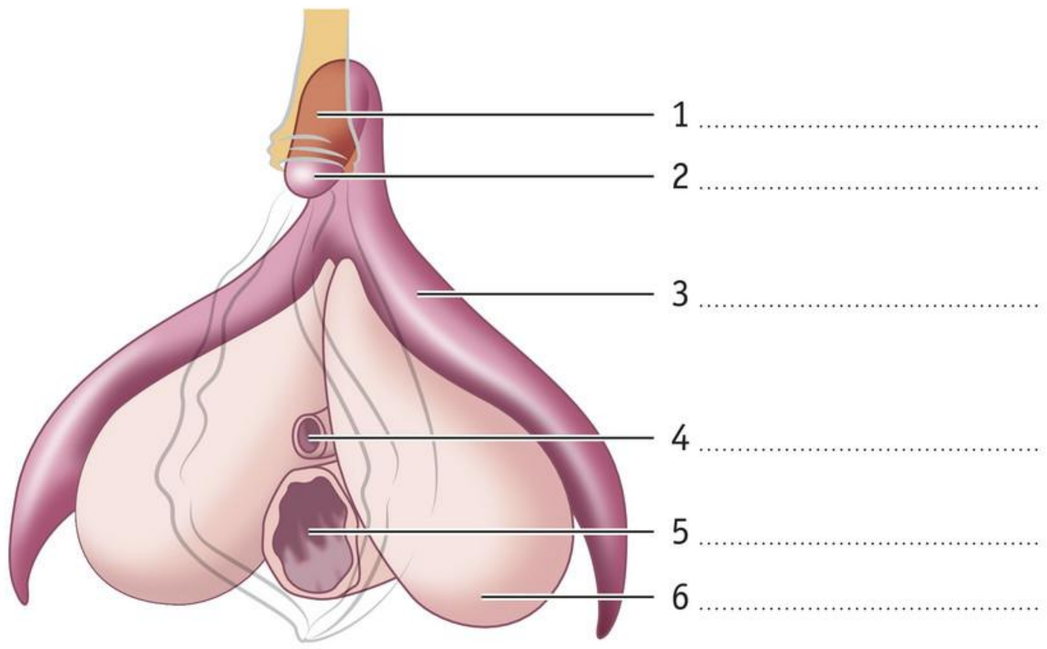
Intersekse personen hebben .....

.....

In afbeelding 7 zie je een tekening van de clitoris.

**a** Zet de namen bij de genummerde delen.

**Afb. 7**

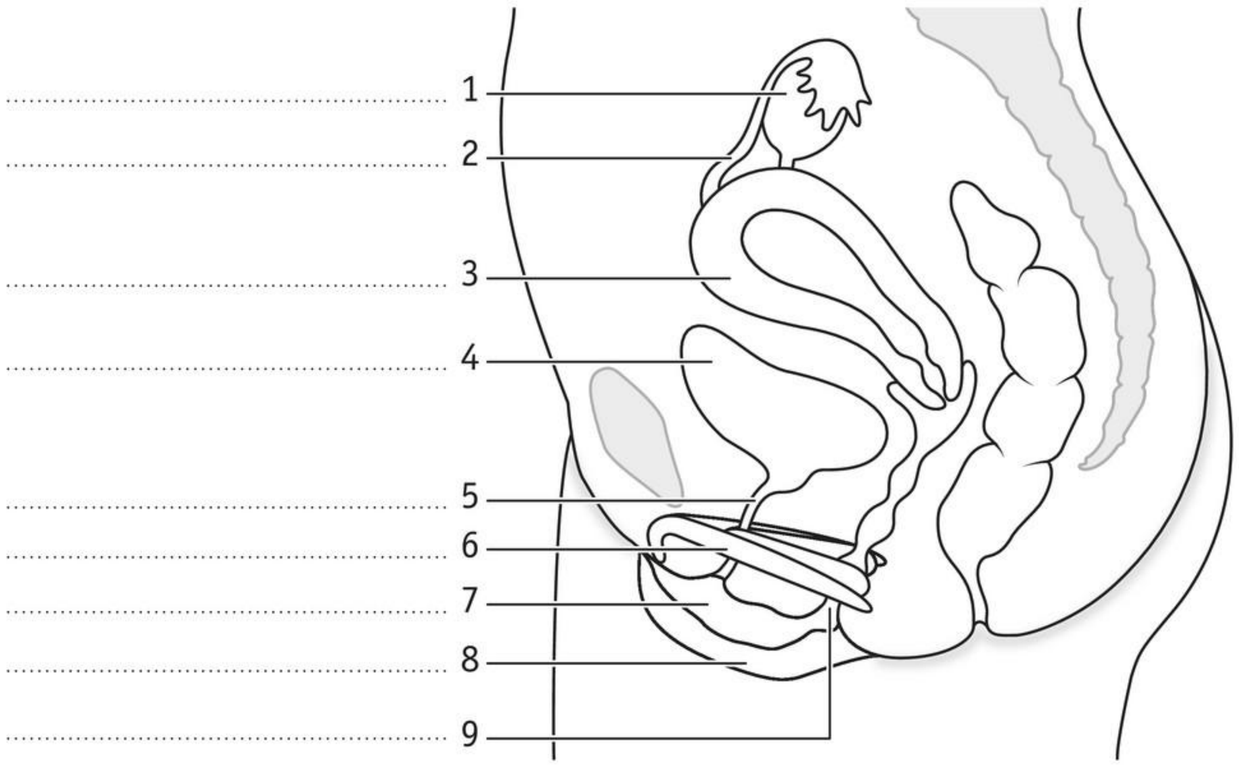


In afbeelding 8 zie je een tekening van het voortplantingsstelsel van een vrouw.

**b** Zet de namen bij de genummerde delen.

**c** Kleur de primaire geslachtskenmerken groen.

**Afb. 8**

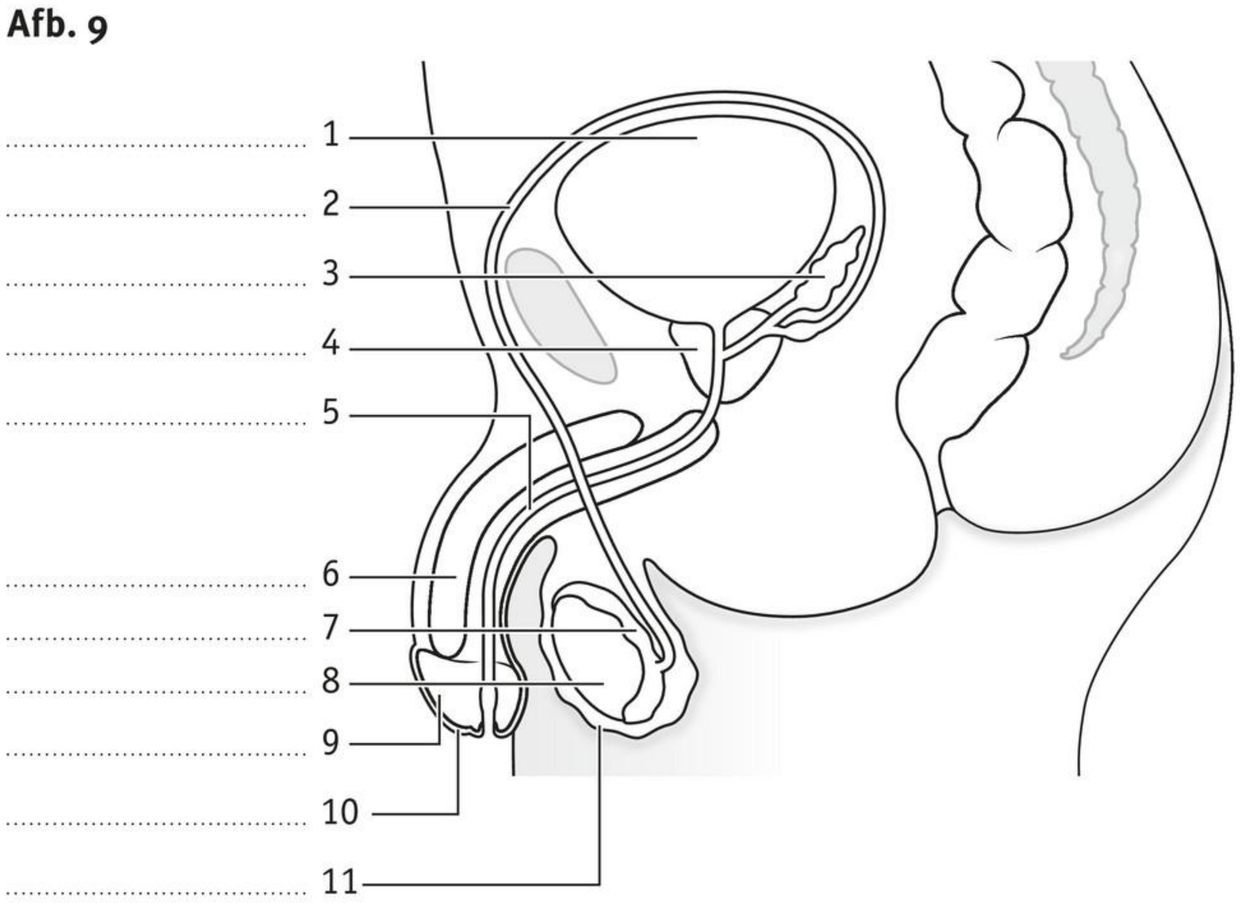



In afbeelding 9 zie je een tekening van het voortplantingsstelsel van een man.

**d** Zet de namen bij de genummerde delen.

**e** Kleur de primaire geslachtskenmerken groen.

**Afb. 9**



## INZICHT

**5** Lees de tekst ‘Schaam’lippen.

**a** De naam ‘vulvalippen’ is de vervanging van de naam ‘schaamlippen’.
Leg uit waarom de naam ‘vulvalippen’ beter klopt met het huidige denkbeeld over geslachtsorganen.

.....

.....

**b** Lang werden de binnenste vulvalippen ‘kleine schaamlippen’ genoemd en de buitenste vulvalippen ‘grote schaamlippen’.
Waarom is de naam ‘kleine schaamlippen’ niet correct?

.....

.....

**Afb. 10**

**‘Schaam’lippen?**
Zo’n 300 jaar geleden was het praten over je geslachtsorganen niet oké. Je moest je *schamen* als je hier met iemand over sprak of als je dit deel van je lichaam aan iemand liet zien. Onderdelen van het geslachtsorgaan van de vrouw werden toen haar *schaamdelen* genoemd. Later zijn ook de woorden *schaamlippen* en *schaamhaar* ontstaan.
Naast Nederland en Duitsland zijn er geen landen in de wereld die het woord ‘schaam’ gebruiken voor onderdelen van het geslachtsorgaan. In veel landen worden vulvalippen ‘labia’ genoemd. Dit is Latijn voor ‘lippen’.

**6** In afbeelding 11 zie je het geslachtsorgaan van een rund. Vrouwelijke runderen noem je koeien, mannelijke runderen noem je stieren.
De geslachtsorganen van runderen zien er anders uit dan die van de mens. De functies van de verschillende onderdelen zijn wel hetzelfde.

**a** Is in de afbeelding het geslachtsorgaan van een koe of van een stier te zien? Leg je antwoord uit.

.....

.....

**b** Zet de namen bij de genummerde delen.

1 = .....

2 = .....

3 = .....

**c** De urineblaas van de koe komt uit in de vagina. Bij een vrouw komt de urineleider uit tussen de binnenste vulvalippen.
Als een koe zwanger is geweest van een zwaar kalf, kan een 'urovagina' ontstaan. Dit betekent dat er na het plassen urine in de vagina van de koe achterblijft.
Kan bij een vrouw ook 'urovagina' ontstaan? Leg je antwoord uit.

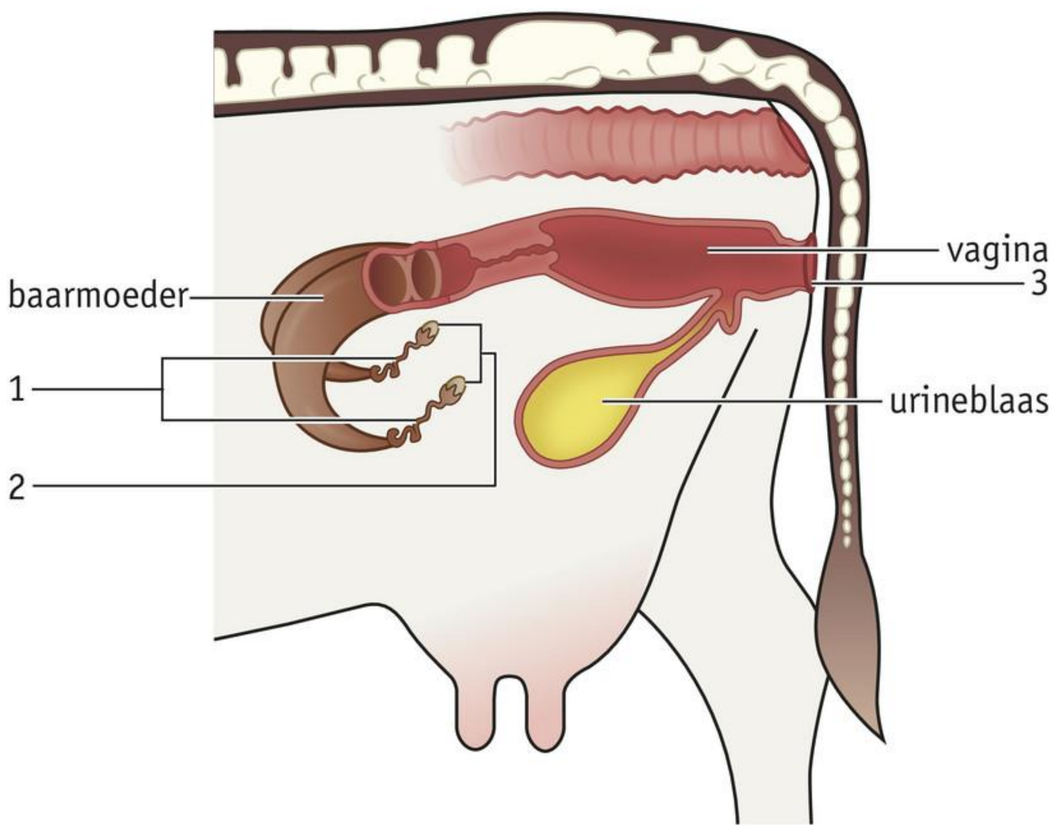
.....

.....

.....

.....

**Afb. 11** Geslachtsorgaan rund.




**+ 7**

De teelballen van de man zijn erg gevoelig. Wanneer er tijdens het voetballen een voetbal tegenaan komt, hebben mannen vaak veel pijn. De gevoeligheid van de teelballen komt doordat ze heel veel zenuwen bevatten.

**a** Welk deel van het mannelijk geslachtsorgaan is nog meer erg gevoelig?

.....

**b** De teelballen liggen onbeschermd buiten het lichaam. De klap van een voetbal wordt niet opgevangen door botten, spieren of een laagje vet.
Andere belangrijke organen liggen beter beschermd in ons lichaam.
Noem een belangrijk orgaan dat door een bot beschermd wordt.

.....

**c** Doordat de teelballen zo gevoelig zijn, zullen mannen ze automatisch goed beschermen tegen ongelukjes.
Leg uit waarom een goede bescherming van de teelballen de kans op voortplanten vergroot.

.....

.....

.....

.....

## SAMENHANG wetenschap

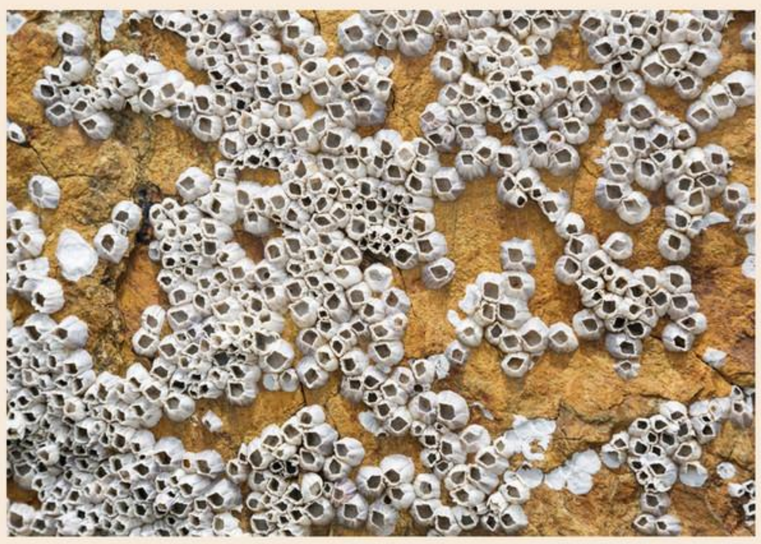
### ZEEPOKKEN HEBBEN GIGANTISCHE PENISSEN

Zeepokken zijn kleine kreeftachtige dieren van ongeveer een centimeter groot die leven langs de kustlijn. Ze leven van plankton. Zeepokken zetten zich vast op de romp van een schip of op hout, schelpen of stenen (zie afbeelding 12.1). Dat wordt de plek waar ze hun volwassen leven doorbrengen; ze kunnen zich dan niet meer verplaatsen. Rond de zeepok groeit een huisje van kalk. Hij steekt zijn zes paar poten uit het huisje als hij plankton wil verzamelen.

Als je je niet kunt verplaatsen, is het best lastig om iemand te vinden met wie je kunt paren. Want al je soortgenoten kunnen zich ook niet verplaatsen. Hier heeft de natuur een oplossing voor bedacht: een gigantische penis. Zeepokken zijn tweeslachtig: ze maken zowel zaad als eitjes. Als het voortplantingsseizoen begint, 'besluiten' sommige individuen om moeder te worden. De moeder legt eitjes in haar huisje en geeft bepaalde stoffen af (feromonen). Een naastgelegen zeepok merkt die stoffen op en neemt de rol van vader op zich. 'Hij' schuift zijn penis helemaal uit en bezorgt zijn zaad direct in het huisje van het vrouwtje. Om dat voor elkaar te krijgen, is het geslachtsdeel van de zeepok ongeveer zeven keer zo lang als zijn lichaam, met uitschieters tot wel twintig keer zo lang! Ter vergelijking: de penis van een mens zou dan 12 tot wel 35 meter lang zijn!

*Bronnen: www.quest.nl; KIJK, 'Fallisch wonderland', 18 maart 2010.*

**Afb. 12**



1 zeepokken op een steen



2 penis van een zeepok

**10** Lees de tekst 'Zeepokken hebben gigantische penissen'.

**a** In de tekst staat een functie beschreven van de penis bij een zeepok.
Over welke functie gaat het?

.....

**b** Bij een mens heeft de penis nog een andere functie.
Welke functie is dit?

.....

**c** Net als bij mensen bestaat het sperma van zeepokken niet alleen uit zaadcellen.
Waaruit bestaat sperma van mensen nog meer?

.....

.....

**d** In de tekst staat ‘hij’ tussen aanhalingstekens.
Leg uit waarom dat is.

.....

.....

.....

.....

.....

**e** Een zeepok gebruikt zijn penis ook om te voelen of hij zijn partner heeft bereikt. In de penis heeft de zeepok daarvoor zintuigcellen.
Hoe heten deze zintuigcellen bij de mens?

.....

**f** Organismen worden ingedeeld in groepen.
Tot welke stam behoren de zeepokken?

- ○ A geleedpotigen
- ○ B stekelhuidigen
- ○ C weekdieren
- ○ D wormen

Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# 2 Puberteit

**LEERDOELEN**

4.2.4 Je kunt uitleggen wat de functie is van hormonen.
4.2.5 Je kunt de lichamelijke en geestelijke veranderingen in de puberteit beschrijven.

| TAXONOMIE | LEERDOELEN EN OPDRACHTEN | | |
|---|---|---|---|
| | 4.2.4 | 4.2.5 | 5.5.12* |
| Onthouden | 1a | 1b, 2 | |
| Begrijpen | 1c, 3, 4, 7a | 4 | |
| Toepassen | | 5a, 6ab, 7bcd, 8abcd, 9c | 9b |
| Analyseren | | 5b, 6c, 8e, 9a | 9d |

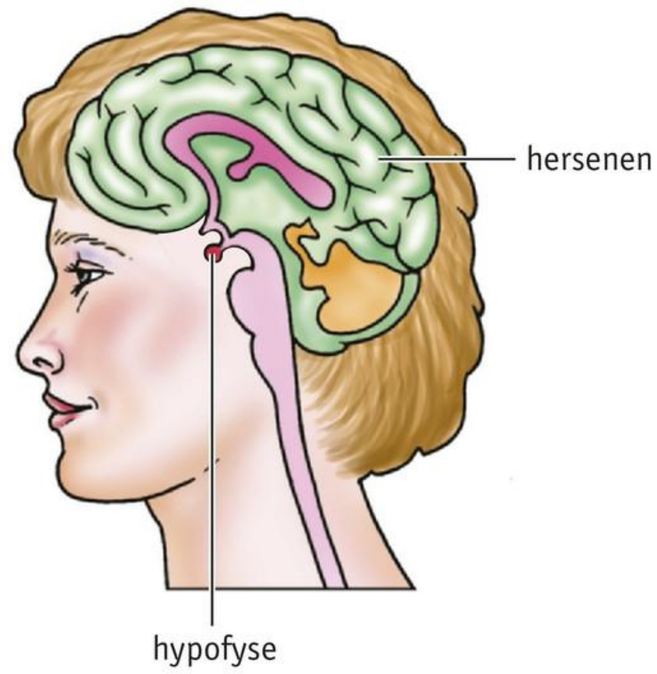
* Dit leerdoel vind je in thema 5 van leerjaar 1.

**Als je in de puberteit komt, verandert je lichaam en veranderen je gevoelens. Deze veranderingen ontstaan door de hormonen in je lichaam.**

## HORMONEN

**Hormonen** zijn stoffen die de werking van organen regelen. Hormoonklieren maken hormonen aan en geven die af aan het bloed. Via het bloed komen de hormonen in het hele lichaam terecht. Alleen een orgaan of weefsel dat gevoelig is voor dat specifieke hormoon, reageert op dat hormoon.
Hormonen die door de geslachtsorganen worden aangemaakt, noem je **geslachtshormonen**. **Testosteron** is het mannelijk geslachtshormoon. De vrouwelijke geslachtshormonen noem je **oestrogenen** (spreek uit: uistrogenen).

**Afb. 1** Ligging van de hypofyse.




De hypofyse is een belangrijke hormoonklier voor de voortplantingsorganen. Deze klier ligt aan de onderzijde van de hersenen (zie afbeelding 1).

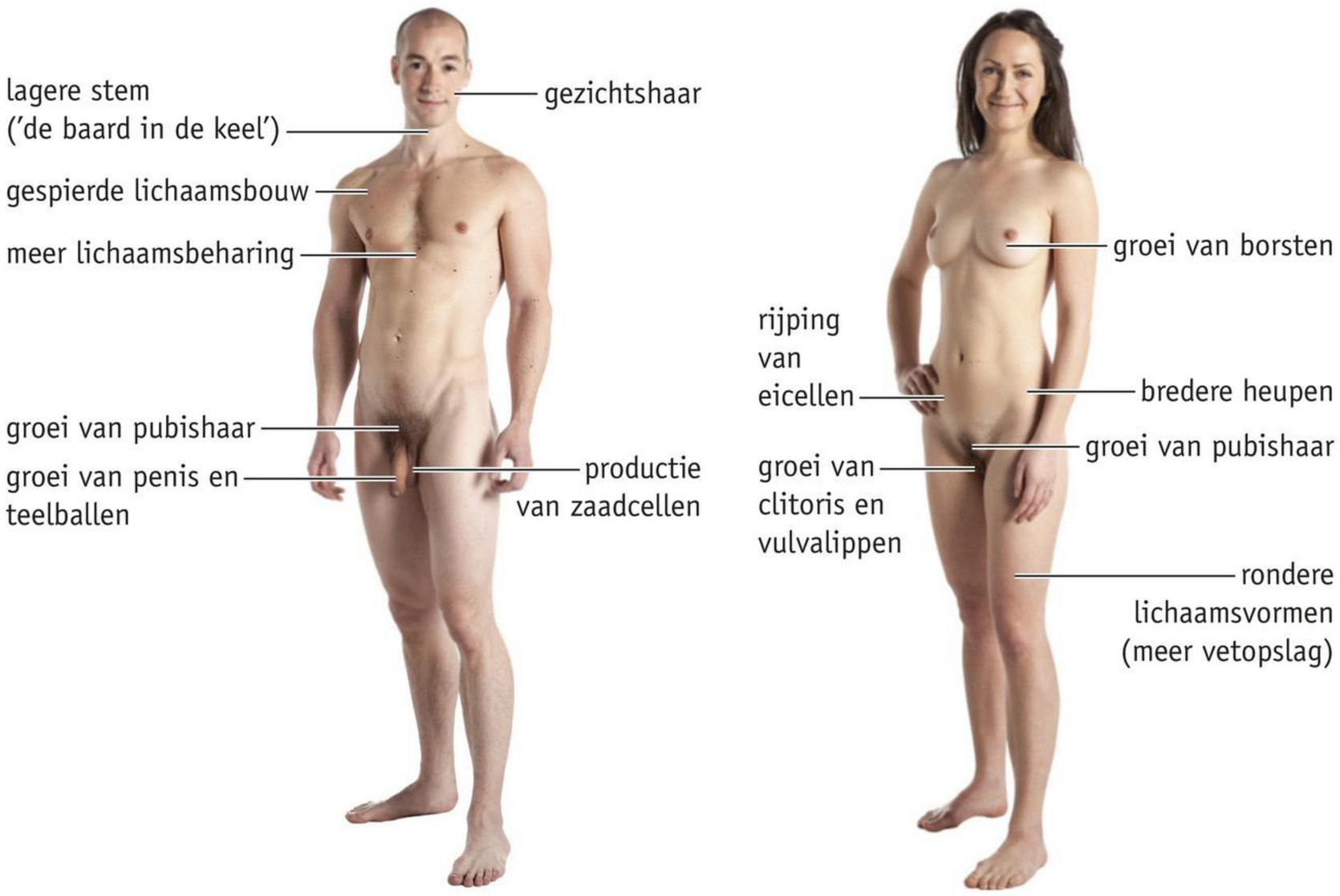
De **puberteit** is de periode waarin je je ontwikkelt tot volwassene. In de puberteit begint de hypofyse stimulerende hormonen te produceren. Onder invloed van die hormonen ga je snel groeien (de groeispurt) en beginnen in de eierstokken eicellen te rijpen en in de teelballen zaadcellen te ontwikkelen. Deze hormonen zorgen er ook voor dat de eierstokken en teelballen geslachtshormonen gaan produceren. Samen zorgen de hormonen ervoor dat je lichaam (je uiterlijk) en de werking van je organen verandert. Dit noem je **lichamelijke veranderingen**.

In de puberteit ontstaan door de geslachtshormonen nieuwe geslachtskenmerken. Deze noem je de **secundaire geslachtskenmerken**. In tabel 1 en afbeelding 2 zie je de mogelijke secundaire geslachtskenmerken bij een jongen en bij een meisje.

**Tabel 1** Mogelijke secundaire geslachtskenmerken.

| Bij een jongen | Bij een meisje |
|---|---|
| Gezichtshaar (baard, snor) | Groei van de borsten |
| Lagere stem | Groei van pubishaar |
| Gespierdere lichaamsbouw | Bredere heupen |
| Meer lichaamsbeharing | Rondere lichaamsvormen |
| Groei van pubishaar | Groei van clitoris en vulvalippen |
| Groei van de penis en teelballen | Rijping van eicellen |
| Productie van zaadcellen | |

**Afb. 2** Mogelijke secundaire geslachtskenmerken.




Ook bij intersekse personen ontstaan in de puberteit onder invloed van hormonen secundaire geslachtskenmerken. Afhankelijk van de hormonen die het lichaam produceert, zijn dit geslachtskenmerken die mannelijk of vrouwelijk zijn, of een mix hiervan. Het is mogelijk dat de primaire geslachtskenmerken van een persoon allemaal passen bij één geslacht (mannelijk of vrouwelijk), maar dat in de puberteit een mix van mannelijke en vrouwelijke hormonen wordt geproduceerd. Iemand komt er dan in de puberteit pas achter intersekse te zijn.

## LICHAMELIJKE VERANDERINGEN

Naast het ontstaan van secundaire geslachtskenmerken verandert er nog meer aan en in je lichaam.
Bij meisjes gaat de vagina meer afscheiding produceren. Dit is een witgelige vloeistof. Afscheiding houdt de vagina vanbinnen schoon en is normaal. Wel kan het een beetje gaan stinken als het opdroogt tussen de vulvalippen of in het ondergoed.
Jongens en meisjes produceren smegma. Smegma bestaat uit dode huidcellen, talg, zweet en bacteriën. Smegma hoopt zich op in de huidplooien van de geslachtsorganen en houdt de huid en eikel soepel. Bij onvoldoende hygiëne kunnen de bacteriën in het smegma ontstekingen veroorzaken. Het smegma kan dan ook gaan stinken.
Bij sommige jongens wordt de voorhuid weggesneden. Dit heet ‘besnijden’. Soms gebeurt dit om hygiënische reden, soms om godsdienstige reden (bijvoorbeeld bij joden en moslims).

Bij zowel jongens als meisjes is het belangrijk het geslachtsorgaan (uitwendig) schoon te houden. Hiervoor gebruik je alleen water (dus geen zeep).
Onder invloed van hormonen ga je meer zweten, vooral onder je oksels. Het zweet gaat ook sterker ruiken. Je zult je dus misschien wat vaker moeten wassen en een schoon shirt aan moeten doen.
Door de hormonen in de puberteit kan de huid wat vetter worden. Er kunnen puistjes ontstaan. De een heeft hier meer last van dan de ander. Het wassen van de huid kan helpen. Hiervoor kun je zeep gebruiken die voor de gezichtshuid bedoeld is.
Niet iedereen heeft last van puistjes in de puberteit, terwijl sommigen er juist heel veel last van hebben. Als je erg veel last hebt van puistjes, of van puistjes die gaan ontsteken, kun je terecht bij de huisarts of huidtherapeut.

## GEESTELIJKE VERANDERINGEN

Behalve de lichamelijke veranderingen, veranderen tijdens de puberteit ook je gedrag en je gevoelens: je wordt langzaam volwassen. Bij de een gaat dit wat sneller dan bij de ander. Gemiddeld zijn meisjes eerder volwassen dan jongens. Bij **geestelijke veranderingen** horen de veranderingen in je gedachten, gevoelens, zelfstandigheid en sociale leven.

## JEZELF ZIJN

Je verandert sociaal en je wordt zelfstandiger. Je gaat je anders opstellen tegenover je ouders. Je wilt niet meer dat ze je als een kind behandelen.
Soms word je om niks heel erg boos. Je voelt je het ene moment heel erg vrolijk en het andere moment erg down of verdrietig. Soms heb je veel stress en pieker je over van alles. Misschien word je heel perfectionistisch (wil je alles perfect doen) of kan het je soms even allemaal niet zoveel schelen.
Ook ga je anders om met je vrienden. Had je vroeger misschien het liefst één goede vriend of vriendin, nu voel je je soms beter in een groepje. Je vrienden krijgen een belangrijkere plaats in je leven. Wat die groep mensen om je heen vindt, ga jij ook belangrijker vinden. Je wilt erbij horen, maar je bent ook langzaam aan het ontdekken wat jij zelf vindt en wilt. Dit kan je onzeker maken.

## SEKSUALITEIT

In de puberteit krijg je meer belangstelling voor andere mensen. Seksualiteit gaat een steeds belangrijkere rol spelen in je leven. Vaak word je in de puberteit voor het eerst écht verliefd. Je denkt dan de hele tijd aan die persoon en wilt graag bij diegene in de buurt zijn. Als je diegene ziet, krijg je een sterk gevoel. Je wilt heel graag dat de ander jou ook leuk vindt. Misschien wil je diegene ook aanraken of zoenen. Je probeert aandacht te trekken. Dit is spannend. Als de ander ook verliefd wordt op jou, voel je je heel gelukkig. De puberteit kan leuk en spannend zijn, maar je kunt je ook onzeker, eenzaam of verdrietig voelen. Deze gevoelens horen bij de puberteit. Als je ouder wordt, heb je er meestal weer minder last van.

## JE EIGEN TEMPO, JE EIGEN LIJF

De veranderingen in de puberteit komen niet allemaal tegelijk. Sommige veranderingen komen vroeg in de puberteit, anderen pas heel laat. Er is geen vaste volgorde in de veranderingen. Hoe iemand verandert, verschilt ook per persoon. De ene jongen krijgt een lange dunne penis, de andere een korte dikke. Sommige meisjes krijgen grote borsten, andere kleine. Bij veel vrouwen zijn de twee borsten niet precies even groot, en ook de grootte en de vorm van de tepels is bij iedereen anders.
Bij sommige mensen blijven sommige veranderingen (bijna) helemaal weg. Niet alle mannen krijgen bijvoorbeeld borsthaar en vrouwen krijgen niet altijd grote borsten of brede heupen. De secundaire geslachtskenmerken van mensen kunnen daardoor heel verschillend zijn.
De leeftijd waarop de veranderingen plaatsvinden, verschillen per persoon. Iedereen ontwikkelt zich in een eigen tempo. De ontwikkeling van borsten begint bijvoorbeeld gemiddeld tussen de 8 en 13 jaar. Maar als je borsten beginnen te ontwikkelen op je 15e is dat ook compleet normaal. Jezelf vergelijken met anderen heeft dus niet zoveel zin, iedereen is anders.

## UNIEK LIJF

Hoe jouw lichaam zich ontwikkelt, is bijzonder en uniek. Niemand heeft hetzelfde lichaam als jij. In de media zie je soms ‘perfecte’ mensen. Die zijn niet echt. Vaak zijn ze opgemaakt door professionals, hebben ze hun lichaam laten veranderen of hun foto’s zijn bewerkt om ze ‘mooier’ te maken. Geen enkel lichaam ziet er hetzelfde uit en dat is prima. Iedereen is immers uniek (zie afbeelding 3).

**Afb. 3** Ieder lijf is uniek.



## KENNIS

**1** Vul de ontbrekende woorden in.

**a** Stoffen die de werking van organen regelen noem je .....

Deze stoffen komen bij organen terecht via het .....

**b** Welke hormoonklier geeft hormonen af die in de puberteit zorgen voor een groeispurt?

- ○ A eierstokken
- ○ B hypofyse
- ○ C teelballen

**c** Welke processen die starten in de puberteit worden aangestuurd door testosteron?

- ☐ A eicellen rijpen in de eierstokken
- ☐ B geslacht wordt bepaald
- ☐ C meer lichaamsbeharing
- ☐ D zaadcellen ontwikkelen in de teelballen

**2** Trek lijnen tussen de secundaire geslachtskenmerken en het juiste geslacht.

bij een jongen ○

bij een meisje ○

- ○ 1 bredere heupen
- ○ 2 groei van borsten
- ○ 3 lagere stem
- ○ 4 meer lichaamsbeharing
- ○ 5 productie van zaadcellen
- ○ 6 rijping van eicellen
- ○ 7 rondere lichaamsvormen

**3** Wat is bij ieder mens hetzelfde tijdens de puberteit?

- ○ A dat er secundaire geslachtskenmerken ontstaan
- ○ B de geestelijke veranderingen die iemand doormaakt
- ○ C de groeispurt
- ○ D het moment dat de puberteit plaatsvindt

**4** **Samenvatting**

Hormonen zijn .....

Geslachtshormonen worden .....

Het mannelijk geslachtshormoon noem je .....

Vrouwelijke geslachtshormonen noem je .....

Afbeelding 4 is een mindmap over de veranderingen in de puberteit.
Vul de mindmap verder in.

**Afb. 4**

Geslacht (sekse): man, vrouw of intersekse

Geslachtskenmerken: lichamelijke kenmerken waaraan je het geslacht herkent

Primaire geslachtskenmerken: zijn al bij de geboorte aanwezig

Bij jongens o.a.:
balzak en penis

Intersekse:
mannelijke en vrouwelijke kenmerken

Bij meisjes o.a.:
vulvalippen en vagina

**puberteit**

Lichamelijke veranderingen in de puberteit:

-

-

-

Secundaire geslachtskenmerken:

Bij jongens:

Bij meisjes:

Geestelijke veranderingen in de puberteit:

-

-

-

-

-

## INZICHT

**5** Lees de tekst 'Haarparfum'.

**a** Waarom zijn pubishaar en okselhaar een aanwijzing dat iemand geslachtsrijp is?

.....

.....

**b** In de negentiende eeuw gaven Engelsen een afgeknipt plukje pubishaar in een kistje cadeau aan een lover.
Leg uit dat de geur in het zweet uit deze zweetklieren een grote rol speelt bij de seksuele aantrekkingskracht.

.....

.....

.....

**Afb. 5**

**Haarparfum**
Zweetklieren vind je over je hele lichaam. Ze produceren zweet om af te koelen. Apocriene zweetklieren zitten alleen onder je oksels, rond je tepels en rond je geslachtsorgaan en anus. Deze klieren gaan pas werken in de puberteit en produceren zweet met een geurtje. Die geur is uniek voor iedere persoon en speelt een rol bij het verleiden van een partner. In de puberteit gaan ook de pubisharen en de okselharen groeien. Die vormen een extra groot oppervlak voor het zweet, waardoor de geur zich goed kan verspreiden.



**6** In afbeelding 6 is te zien hoeveel centimeter jongens en meisjes gemiddeld groeien per jaar.

**a** Wie groeien gemiddeld het snelst tijdens de puberteit: jongens of meisjes? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

**b** In de grafiek van afbeelding 6 zie je twee pieken. Tijdens deze piekperioden groeien jongens en meisjes heel snel. Deze periode heet de groeispurt.
Wie hebben gemiddeld eerder een groeispurt: jongens of meisjes?

.....

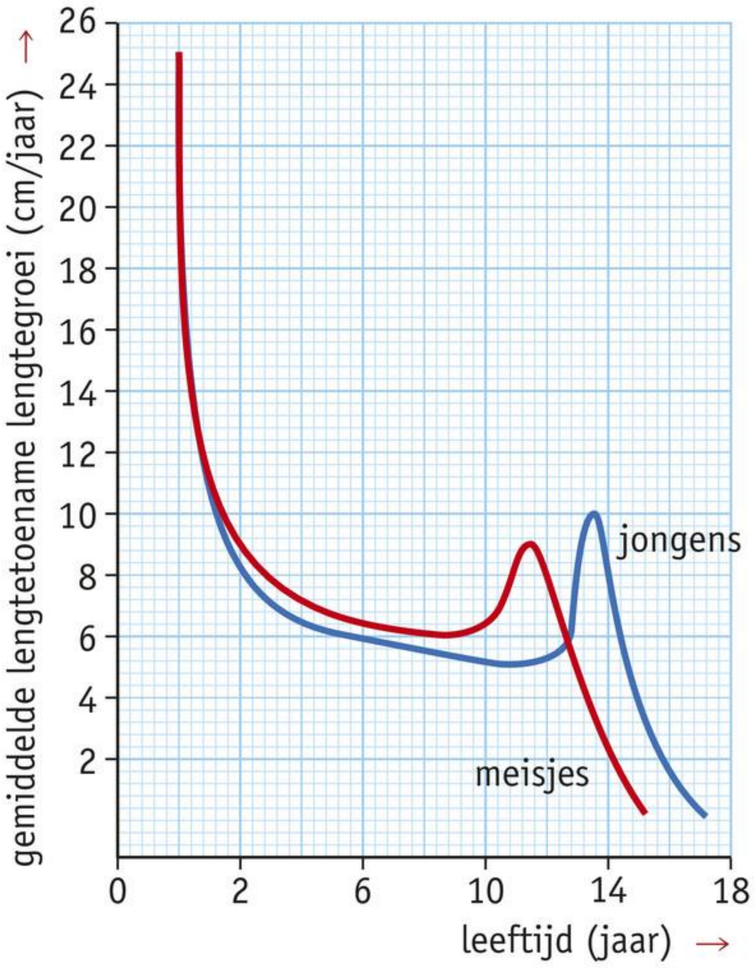
**c** Kun je uit de grafiek van afbeelding 6 concluderen dat 11-jarige meisjes altijd langer zijn dan 11-jarige jongens? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

**Afb. 6** Gemiddelde lengtetoename per jaar.




**7** Lees de tekst 'Puberende huisdieren'.

**a** Door welke lichamelijke verandering komen honden en katten in de puberteit?

.....

**b** Welke geestelijke veranderingen zijn bij de hond te zien in de puberteit?

.....

.....

**c** Welke geestelijke veranderingen zijn bij de kat te zien in de puberteit?

.....

.....

**d** Noem twee overeenkomsten tussen de puberteit bij huisdieren en de puberteit bij mensen.

.....

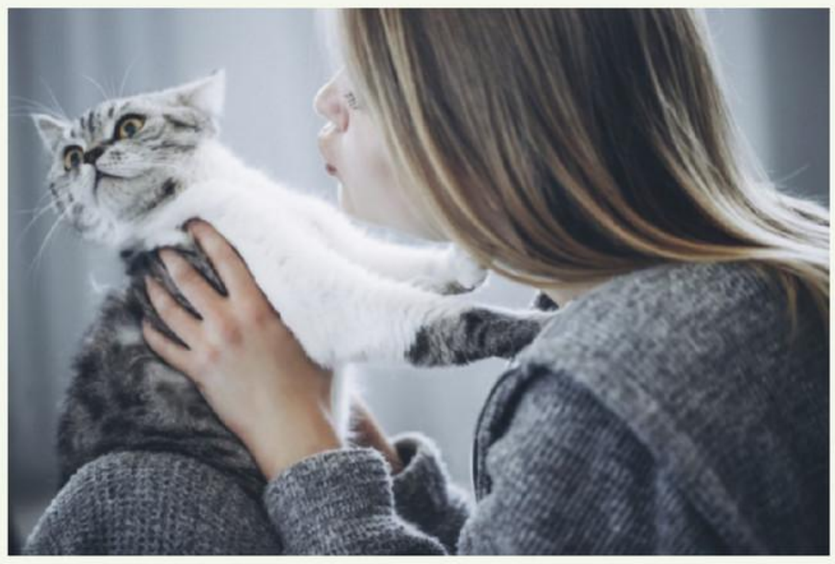
.....

**Afb. 7**

**Puberende huisdieren**

Tijdens de puberteit kom je los van je ouders om zelfstandig op stap te gaan. Dat is de natuur en dus puberen dieren ook.

Honden komen in deze fase vanaf een leeftijd van ongeveer zes maanden. Ze luisteren dan vaak minder goed, hebben geen aandacht meer voor de baasjes en reageren boos of agressief naar andere honden.



Katten kunnen puberen vanaf dat ze vier maanden oud zijn. Ze kunnen dan het ene moment willen spelen en knuffelen en het volgende moment boos zijn en speelgoed uit je handen slaan. Ook gaan ze hun eigen grenzen verleggen en klimmen bijvoorbeeld ineens in hoge bomen.

**+ 8**

Lees de tekst ‘Zelfbeeld en sociale media’.
Door het bekijken van veel foto’s op sociale media krijgen veel jongeren een onrealistisch beeld van hoe een lichaam eruitziet.

**a** Geef een voorbeeld van iets dat je zelf weleens op sociale media hebt gezien wat een onrealistisch beeld van het menselijk lichaam geeft.

.....

.....

**b** Welke verschillen zie je tussen de ‘voor’- en ‘na’-foto in afbeelding 8?

.....

.....

**c** Is het verstandig jezelf te vergelijken met iemand waarvan de foto is aangepast?

.....

**d** Vind je dat media voor jongeren dit soort foto’s mogen gebruiken? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

**e** Waarom denk jij dat mensen een onrealistisch en nepbeeld van zichzelf geven op sociale media?

.....

.....

.....

**Afb. 8**

## Zelfbeeld en sociale media

De puberteit is een periode waarin jongeren gemiddeld zes tot acht uur per dag te vinden zijn op sociale media. Veel accounts die zij volgen, worden beheerd door professionele teams en laten foto’s zien die gefotoshopt zijn. Dit leidt ertoe dat veel jongeren een onrealistisch schoonheidsideaal gaan nastreven. Vooral jongeren die erg onzeker zijn of emotionele problemen hebben, blijken kwetsbaar. Bij hen zorgen de beelden op sociale media vaker voor een laag zelfbeeld.



‘in het echt’ ‘met make-up en bewerking’

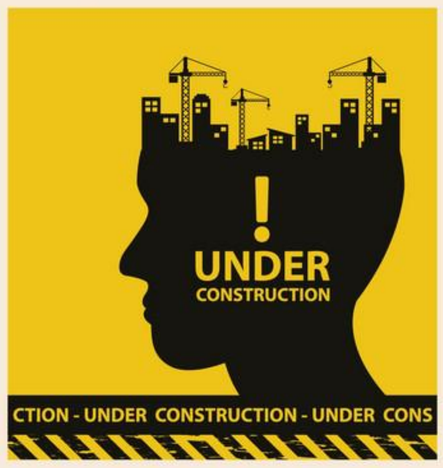
In een onderzoek waarbij pubers werd gevraagd hun dagelijkse schermtijd te halveren, bleek dat ze al na een paar werken veel positiever naar zichzelf in de spiegel kijken. Ze voelen zich beter over hun gewicht en hun uiterlijk, vergeleken met leeftijdsgenoten die lekker door bleven scrollen.

## SAMENHANG leefwereld

### PUBERBREIN

In de puberteit verander je in hoog tempo. Je krijgt nieuwe gevoelens en verlangens, je emoties lopen soms hoog op en je gaat op zoek naar nieuwe uitdagingen. Al deze veranderingen komen door hormonen. De hormonen zorgen niet alleen voor veranderingen van je lijf, maar zorgen er ook voor dat je hersenen zich gaan ontwikkelen (zie afbeelding 9). En die ontwikkeling gaat niet bij ieder hersendeel even snel. Het hersendeel dat verantwoordelijk is voor je gevoel en emoties ontwikkelt eerder dan het hersendeel dat je gebruikt om te plannen en vooruit te denken. 'Eerst denken en dan pas doen' past dus niet goed bij pubers.

**Afb. 9**




In de puberteit zijn je hersenen extra gevoelig voor beloningen. Je gaat op zoek naar uitdagingen en nieuwe ervaringen. Hierdoor worden er nieuwe verbindingen in je hersenen gemaakt en word je steeds zelfstandiger. Maar omdat pubers nog niet altijd de risico's van een situatie kunnen inschatten, kunnen ze sneller in de problemen komen (bijvoorbeeld door onveilige seks of gebruik van alcohol, tabak en drugs).
Doordat puberhersenen volop in ontwikkeling zijn, kun je veel en snel leren. Als je jezelf in de puberteit traint om iets goed te kunnen, heb je daar de rest van je leven voordeel van.

**9** Lees de tekst 'Puberbrein'.
Pubers zijn vaak emotioneel en impulsief (doen zonder na te denken). Ze vormen hun eigen mening en komen voor hun mening op. Hierdoor ontstaan soms ruzies tussen pubers en hun ouders. Ruzies zorgen voor een grotere zelfstandigheid van een puber.

**a** Leg uit hoe ruzies voor een grotere zelfstandigheid van een puber zorgen.

.....

.....

.....

**b** Is het ruziemaken met je ouders sociaal gedrag? Leg je antwoord uit.

.....

.....

**c** In een blog krijgen ouders van pubers het advies om hun kinderen kennis te laten maken met verschillende sporten, muziek en andere culturele activiteiten, en om de ontwikkeling van hun talenten en de nieuwsgierigheid naar nieuwe feiten te stimuleren. Waarom is juist de puberteit een geschikt moment om dit te doen?

.....

.....

**d** Een geestelijke verandering in de puberteit is dat seksualiteit een steeds belangrijkere rol gaat spelen. Je kunt je bijvoorbeeld aangetrokken voelen tot andere mensen. Wordt dat bepaald door inwendige prikkels, door uitwendige prikkels of door beide typen prikkels? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# 3 Vruchtbaar worden

## LEERDOELEN

4.3.6 Je kunt uitleggen hoe zaadcellen en eicellen worden gevormd. ► Practica 1 en 2
4.3.7 Je kunt de menstruatiecyclus beschrijven.

| TAXONOMIE | LEERDOELEN EN OPDRACHTEN | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 4.3.6 | 4.3.7 | 4.1.3* | 4.2.4* | 1.1.2** |
| Onthouden | 1, 2c | 2b, 3ac, 4c | | | |
| Begrijpen | 4b, 5 | 2a, 3b, 4ade, 5 | | | |
| Toepassen | 6bc, 8, 9c, 10a | 6a, 7, 10b | | | |
| Analyseren | 9d | 10d | 9a | 9b | 8b |

* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.
** Dit leerdoel vind je in een ander thema.
*** Dit leerdoel vind je in leerjaar 1.

**Vanaf de puberteit zorgen hormonen voor de productie van zaadcellen en de rijping van eicellen. Vanaf dat moment ben je vruchtbaar.**

### VRUCHTBAARHEID

Eicellen en zaadcellen zijn de geslachtscellen van de mens. Uit deze cellen kan een nieuw mens ontstaan. Vanaf het moment dat je vruchtbaar bent, kun je je dus voortplanten.

### VORMING ZAADCELLEN

Als een jongen ongeveer 13 jaar is, worden zijn teelballen actief. Ze produceren elke dag vele miljoenen mannelijke geslachtscellen: de **zaadcellen** (spermacellen).
De teelballen liggen in de balzak. De temperatuur in de balzak is iets lager dan die in de buikholte. Dat is gunstig voor de ontwikkeling van de zaadcellen.
De zaadcellen worden tijdelijk opgeslagen in de bijballen. De zaadleiders vervoeren de zaadcellen. De **zaadblaasjes** en de **prostaat** voegen vocht toe aan de zaadcellen. Het vocht uit de zaadblaasjes bevat voedingsstoffen voor de zaadcellen zodat deze in de baarmoeder/eileider van een vrouw nog een aantal dagen kunnen overleven. Het vocht uit de zaadblaasjes en de prostaat met de zaadcellen samen noem je **sperma**. Nauwelijks 1% van het sperma bestaat uit zaadcellen.
Bij de prostaat komen de zaadleiders uit in de urinebuis. De urinebuis loopt door de penis. De urinebuis vervoert zowel sperma als urine, maar niet op hetzelfde moment.

Bij een man produceren de teelballen tot op hoge leeftijd geslachtshormonen. Een man kan daardoor tot op hoge leeftijd zaadcellen vormen en is dus tot op hoge leeftijd vruchtbaar.

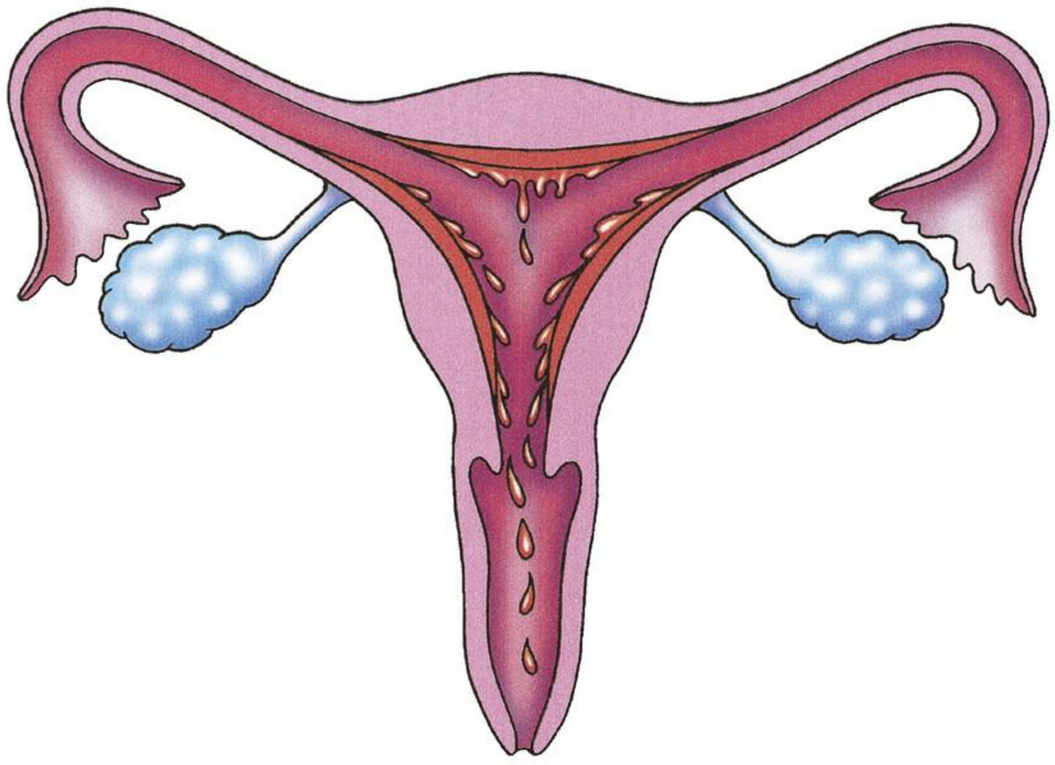
## RIJPING EICEL

**Eicellen** zijn vrouwelijke geslachtscellen. Vanaf de geboorte zitten bij een vrouw honderdduizenden onrijpe eicellen in de eierstokken. Vanaf de puberteit rijpt ongeveer één keer per vier weken een eicel. Die eicel komt dan vrij uit een eierstok. Dit heet de **ovulatie** of **eisprong**. Via de eileider gaat de eicel naar de baarmoeder. Een eicel blijft na de ovulatie maar 12 tot 24 uur in leven. Daarna sterft hij af. De resten worden opgenomen in het bloed. Dit gebeurt in een eileider.
Als de eicel na de ovulatie is bevrucht door een zaadcel van een man, kan hij wel in leven blijven. In de baarmoeder kan de bevruchte eicel zich ontwikkelen tot een kind. De vrouw is dan zwanger.

## MENSTRUATIE

De wand van de baarmoeder bestaat uit een dikke laag spieren en is vanbinnen bekleed met baarmoederslijmvlies. Het slijmvlies bevat veel bloedvaten. In dit baarmoederslijmvlies kan een bevruchte eicel zich vastzetten en ontwikkelen tot een kind.
Als een eicel niet bevrucht is, laat het baarmoederslijmvlies gedeeltelijk los. Dit gebeurt ongeveer één keer per vier weken. Hierbij komt ook bloed vrij. Door samentrekkingen van de spierlaag van de baarmoederwand wordt het slijmvlies met bloed afgevoerd (zie afbeelding 1). Dit afstoten van een deel van het baarmoederslijmvlies heet **menstruatie** of ongesteld zijn.

**Afb. 1** Slijmvlies en bloed worden tijdens de menstruatie afgevoerd.



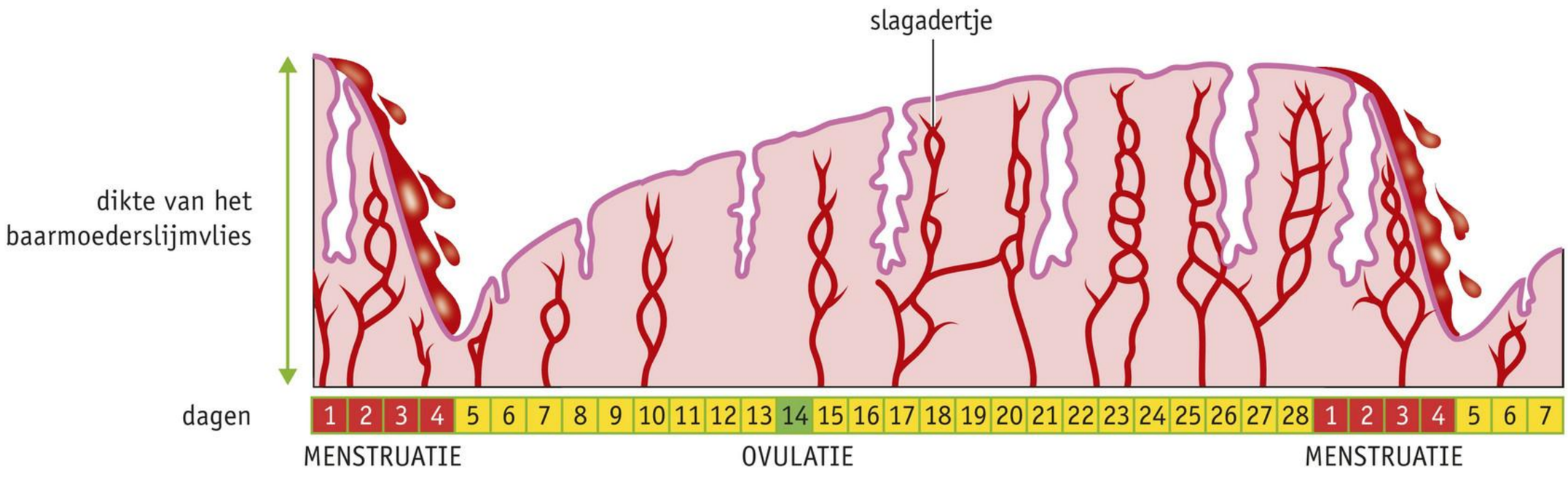
Tussen hun 10e en 16e jaar worden de meeste meisjes voor het eerst ongesteld. Bij sommige meisjes of vrouwen duurt de menstruatie een dag of drie, bij anderen een week. De samentrekkingen van de baarmoederwand kunnen voelen als pijnlijke buikkrampen. Meisjes en vrouwen kunnen zich vlak voor en tijdens de menstruatie zenuwachtig of verdrietig voelen. Sommigen zijn sacherijnig of afwezig, of hebben last van hoofdpijn, buikpijn, rugpijn of spierpijn. Er zijn ook vrouwen die nergens last van hebben.

Bij ongeveer 10% van de vruchtbare meisjes en vrouwen zit weefsel dat lijkt op baarmoederslijmvlies buiten de baarmoeder. Dit weefsel zit bijvoorbeeld op de eierstokken of op de blaas. Dit noem je endometriose. De stukjes weefsel reageren, net als het baarmoederslijmvlies, op de geslachtshormonen die de eierstokken produceren. Endometriose kan zorgen voor (extra) pijn tijdens de menstruatie, maar zorgt soms ook voor constante buikpijn.

## MENSTRUATIECYCLUS

Na de menstruatie wordt het baarmoederslijmvlies weer opgebouwd. Het slijmvlies wordt dikker en gaat meer bloedvaten bevatten. Op deze manier wordt de baarmoeder opnieuw klaargemaakt voor een mogelijke zwangerschap. In afbeelding 2 zie je de dikte van het baarmoederslijmvlies van een vrouw gedurende vijf weken.
Het steeds terugkerende opbouwen en afstoten van het baarmoederslijmvlies noem je de **menstruatiecyclus**. De menstruatiecyclus duurt gemiddeld 28 dagen. De eerste dagen zijn de menstruatie. 14 dagen voor de menstruatie vindt de ovulatie plaats. Bij een menstruatiecyclus van 28 dagen zal ongeveer op de 14e dag de ovulatie plaatsvinden.
Als de eicel niet bevrucht is, begint de volgende menstruatie dan ongeveer op de 29e dag.
Als een meisje net begonnen is met menstrueren, is de cyclus vaak onregelmatig. Hij kan dan bijvoorbeeld de ene keer twintig dagen duren en de volgende keer veertig of honderd dagen. Na een paar jaar wordt de cyclus meestal regelmatiger.
Wanneer een vrouw gemiddeld tussen de 40 en 60 jaar oud is, worden steeds minder geslachtshormonen aangemaakt. De vrouw komt dan in de **overgang**. Uiteindelijk rijpen er geen eicellen meer en kan een vrouw niet meer zwanger worden. Ze wordt dan niet meer ongesteld. Dit noem je de **menopauze**.

**Afb. 2** Dikte van het baarmoederslijmvlies gedurende vijf weken.




## MENSTRUATIEMIDDELEN

Om het slijmvlies en het bloed tijdens de menstruatie op te vangen, zijn verschillende middelen beschikbaar. Deze middelen moet een vrouw iedere paar uur vervangen of schoonmaken. De menstruatiemiddelen zijn beschikbaar in verschillende maten. Welke maat je nodig hebt, is afhankelijk van je lichaamsbouw en de hoeveelheid bloed die je verliest.
Tijdens de menstruatie is het belangrijk dat je je goed wast tussen de vulvalippen (zonder zeep).

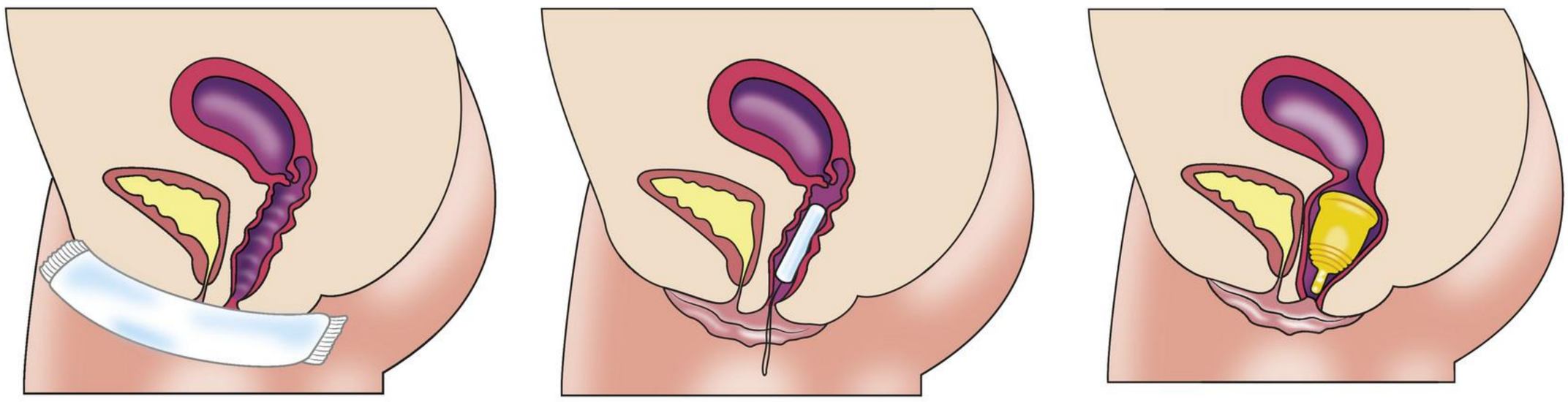
In afbeelding 3 zie je een aantal verschillende menstruatiemiddelen:

- Maandverband plak je in je onderbroek, waardoor de bovenkant tegen de opening van de vagina zit (zie afbeelding 4.1). Het maandverband vangt het slijmvlies en bloed op. De meeste soorten maandverband gooi je na gebruik weg. Er bestaat ook wasbaar maandverband.
- Menstruatieondergoed is een onderbroek met ingebouwd maandverband van katoen of bamboe. Na gebruik kun je het ondergoed wassen en hergebruiken. Er bestaan ook menstruatiezwembroekjes die je kunt dragen tijdens het zwemmen.
- Een tampon stop je in de vagina, waar hij het slijmvlies en bloed opzuigt (zie afbeelding 4.2). De tampon vervang je na een paar uur en gooi je dan weg.
- Een menstruatiecup breng je in de vagina in, waar hij langzaam volloopt (zie afbeelding 4.3). Om de vier tot zes uur moet je hem legen, afspoelen en weer inbrengen.

**Afb. 3** Maandverband, menstruatieondergoed, tampons en menstruatiecup.



**Afb. 4** Gebruik van verschillende menstruatiemiddelen.



1 gebruik van maandverband

2 gebruik van tampon

3 gebruik van menstruatiecup

## KENNIS

**1** Welk deel van het voortplantingsstelsel van een man hoort bij de functie?

| | | | |
|---|---|---|---|
| A | Hierin liggen de teelballen en de bijballen. | ○ | ○ 1 balzak |
| B | Loopt door de penis en vervoert urine en sperma. | ○ | ○ 2 bijballen |
| C | Produceren zaadcellen. | ○ | ○ 3 teelballen |
| D | Slaan zaadcellen tijdelijk op. | ○ | ○ 4 urinebuis |
| E | Vervoeren zaadcellen naar prostaat en zaadblaasjes. | ○ | ○ 5 zaadblaasjes |
| F | Voegen vocht met voedingsstoffen toe aan zaadcellen. | ○ | ○ 6 zaadleiders |

**2** **a** Eicellen zijn de vrouwelijke geslachtscellen.
Rijpe eicellen *ontstaan vanaf de puberteit / zijn al aanwezig vanaf de geboorte*.

**b** Hoe heet het vrijkomen van een eicel uit de eierstok?

.....

**c** Zet achter elke functie de naam van het bijbehorende orgaan.

- Deze vervoeren eicellen. .....
- Hierin kan een bevruchte eicel zich ontwikkelen tot een kind. .....
- Hierin vindt de ontwikkeling van eicellen plaats. .....

**3** **a** Hoe vaak vindt bij een vruchtbare vrouw de ovulatie plaats?

○ A elke 12 tot 24 uur
○ B ongeveer één keer per twee weken
○ C ongeveer één keer per vier weken

**b** Wanneer vindt bij een vruchtbare vrouw de ovulatie plaats?

○ A ongeveer 14 dagen ná de start van de menstruatie
○ B ongeveer 14 dagen vóór de start van de menstruatie
○ C tijdens de menstruatie

**c** Een eicel die niet bevrucht is, sterft af.
Wat gebeurt er met de resten van de eicel?

○ A De resten verlaten samen met slijmvlies en bloed het lichaam tijdens de menstruatie.
○ B De resten worden in de baarmoeder opgenomen in het bloed.
○ C De resten worden in de eileider opgenomen in het bloed.

**4** Vanaf de puberteit worden de meeste meisjes ongesteld.

**a** Zet de ontwikkelingen in het lichaam van een vrouw in de juiste volgorde.

..... Als de eicel niet bevrucht is, wordt het baarmoederslijmvlies afgestoten (menstruatie).

..... Een rijpe eicel komt vrij bij de ovulatie.

..... In de puberteit geeft de hypofyse stimulerende hormonen af.

..... Onder invloed van hormonen beginnen zich de eicellen in de eierstokken te ontwikkelen.

..... Via het bloed komen de stimulerende hormonen bij de eierstokken.

**b** Wanneer een vrouw tussen de 40 en 60 jaar is, komt ze in de overgang.
Welke bewering over vrouwen in de overgang is juist?

- ○ A Er rijpen steeds minder eicellen in de eierstokken.
- ○ B Ze gaan steeds meer hormonen aanmaken.
- ○ C Ze worden elke maand ongesteld.
- ○ D Zwangerschap is niet meer mogelijk.

**c** Hoe wordt het slijmvlies met bloed uit de baarmoeder afgevoerd?

.....

.....

**d** Zet achter elke beschrijving het bijbehorende middel om menstruatiebloed op te vangen.
Kies uit: *maandverband – menstruatiecup – menstruatieondergoed – tampon*.

A Breng je in de vagina in, waar hij langzaam volloopt. .....

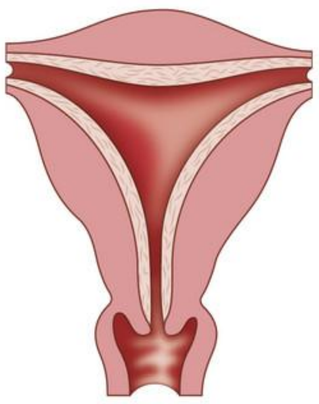
B Draag je als gewone onderbroek en was je na gebruik uit. .....

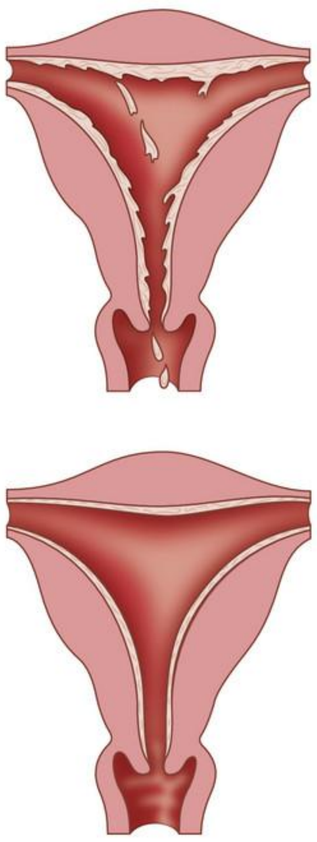
C Plak je in je onderbroek, waardoor de bovenkant tegen de opening van de vagina zit. .....

D Stop je in de vagina, waar hij het slijmvlies en bloed opzuigt. .....

**e** Bij welk moment van de menstruatiecyclus hoort de doorsnede van de baarmoeder in afbeelding 5?

**Afb. 5**

A 

B 

C 

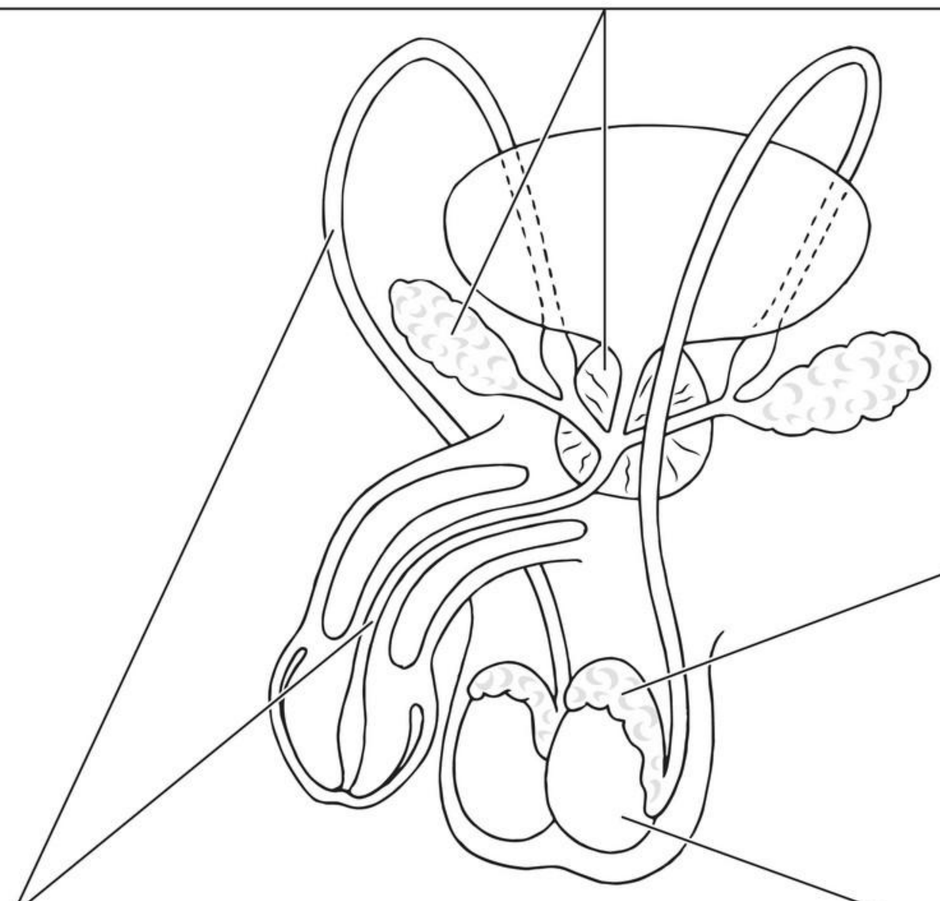
- ○ 1 kort na de menstruatie
- ○ 2 tijdens de menstruatie
- ○ 3 tijdens de ovulatie

5

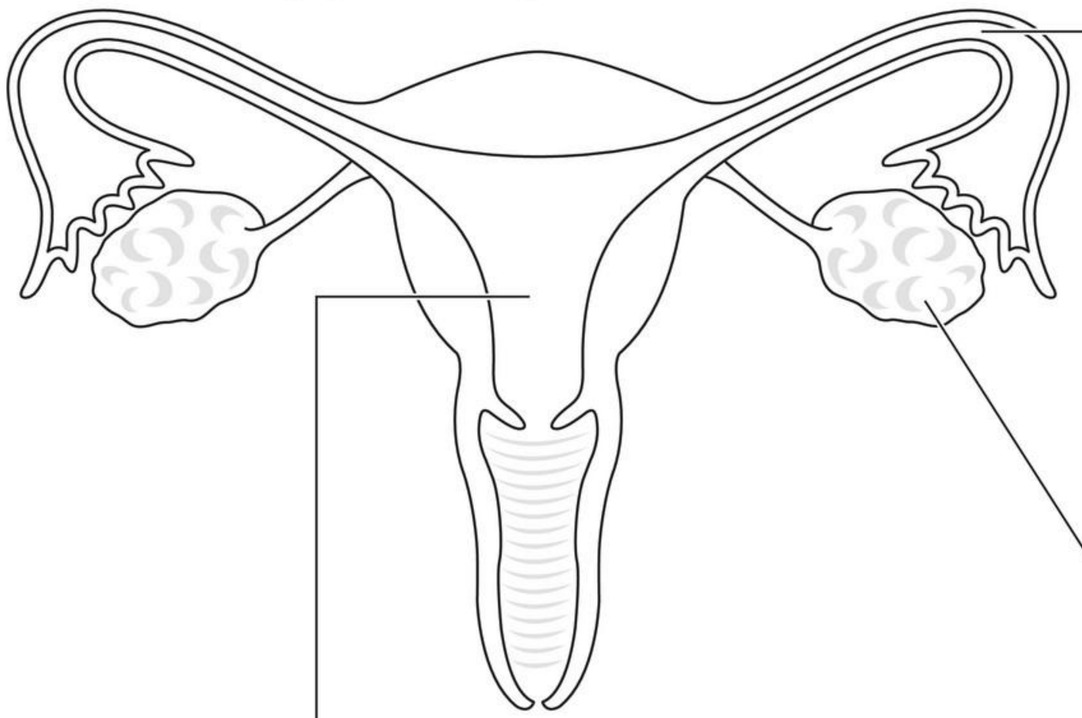
## Samenvatting

Noteer in de vakken wat er op de aangewezen plaats van het mannelijk en vrouwelijk geslachtsorgaan gebeurt.

**Afb. 6** Mannelijk geslachtsorgaan.



**Afb. 7** Vrouwelijk geslachtsorgaan.



De menstruatiecyclus:

- Ovulatie (eisprong): .....
  .....
- Menstruatie (ongesteld zijn): .....
  .....
- Menstruatiecyclus:
  - Dag 1: .....
  - Dag 5 (ongeveer): .....
  - Dag 14 (ongeveer): .....
  - Dag 28: .....

## INZICHT

**6** Lisa heeft vanaf haar 13e verjaardag regelmatig (om de vier weken) ovulaties gehad. Ze raakt in de overgang rond haar 46e verjaardag. Deze periode stopt als ze 51 jaar is. Lisa is nooit zwanger geweest.

**a** Hoeveel ovulaties hebben in haar lichaam ongeveer plaatsgevonden tussen haar 13e en haar 46e verjaardag? Geef bij je antwoord een berekening.

.....

.....

.....

**b** Kunnen er in het lichaam van Lisa na haar 46e verjaardag nog ovulaties plaatsvinden? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

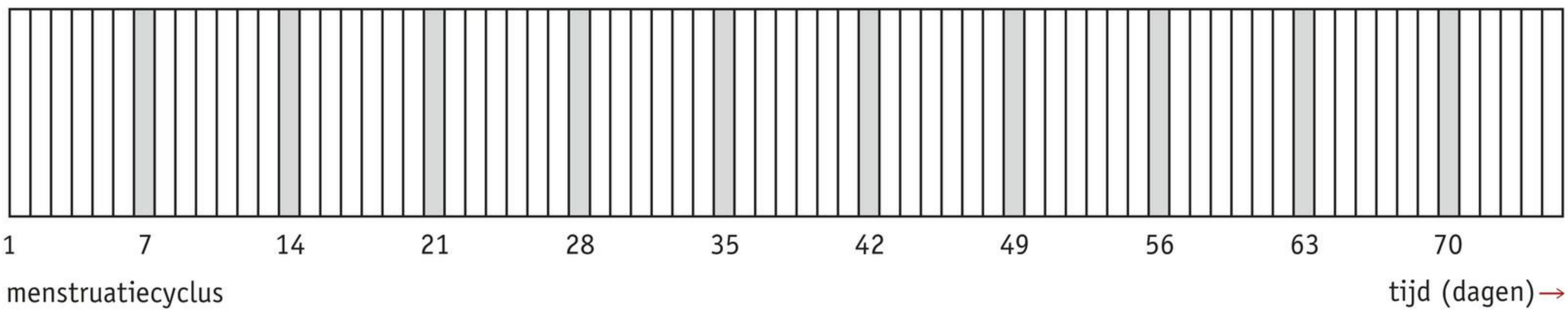
**c** Kan in het lichaam van een vrouw (in normale situaties) na de overgang nog bevruchting optreden? *ja* / *nee*

**7** In afbeelding 8 zie je een tijdbalk van 75 dagen. Een vrouw is de eerste vier dagen ongesteld. 30 dagen na de eerste dag van deze menstruatie wordt ze weer ongesteld. Ze menstrueert erg regelmatig en haar menstruaties duren steeds vier dagen.

**a** Kleur alle dagen waarop de vrouw ongesteld is rood.

**b** Zet een sterretje op de dagen waarop bij deze vrouw waarschijnlijk ovulatie plaatsvindt.

**Afb. 8**




**8** **a** De eierstokken bij een vrouw en de teelballen bij een man zijn vergelijkbare organen, want ze maken allebei geslachtscellen. Bij een vrouw zitten de eierstokken in de buik. Bij een jongetjesbaby zitten de teelballen in de buikholte. Voor of vlak na de geboorte verplaatsen de teelballen zich van de buikholte naar de balzak. Dit heet indalen. Leg uit waarom het belangrijk is dat de teelballen niet in de buikholte blijven liggen.

.....

.....

**b** De teelballen van een man liggen heel dicht bij de penis. Zaadcellen zouden via een korte zaadleider direct naar de penis kunnen worden vervoerd. Toch lopen de zaadleiders eerst helemaal terug de buikholte in, langs andere delen van het voortplantingsstelsel. Pas daarna worden de zaadcellen als sperma vervoerd richting de urinebuis in de penis.
Leg uit dat het belangrijk is dat de zaadcellen deze hele weg afleggen.

.....

.....

**c** De prostaat van een man kan ontstoken raken. Dat gebeurt soms na een blaasontsteking. Een prostaatontsteking zorgt voor zwelling en pijn.
Leg uit dat een man dan moeilijker kan plassen.

.....

.....

**+ 9**

Lees de tekst 'Man/vrouw/intersekse?'.
Hormonen werken alleen in weefsels en organen die gevoelig zijn voor die hormonen. Bij Caster Semenya zijn bij haar ontwikkeling in de baarmoeder teelballen aangelegd die testosteron produceren. Dit hormoon had ervoor moeten zorgen dat ze mannelijke geslachtskenmerken ging ontwikkelen, maar dat is niet gebeurd. Ze kreeg geen penis maar een vagina, waardoor ze als meisje ter wereld is gekomen en opgegroeid.

**a** Wat heeft ervoor gezorgd dat de weefsels en organen van Caster Semenya vrouwelijke geslachtsorganen zijn gaan ontwikkelen tijdens de ontwikkeling in de baarmoeder, terwijl er wel testosteron werd aangemaakt?

.....

.....

.....

**b** Tijdens de puberteit maakt de hypofyse hormonen aan die ervoor zorgen dat de teelballen meer testosteron gaan produceren. Caster Semenya begon toen veel spiermassa te ontwikkelen en werd langer dan de gemiddelde vrouw. Dat zijn mannelijke geslachtskenmerken.
Leg uit hoe dat kan.

.....

.....

.....

**Afb. 9**

**Man/vrouw/intersekse?**

Hormonen bepalen of een persoon mannelijke, vrouwelijke of beide eigenschappen ontwikkelt. De Zuid-Afrikaanse hardloopster Caster Semenya maakt veel van het hormoon testosteron aan. Dat hormoon zorgt ervoor dat je mannelijke lichaamskenmerken krijgt. Hierdoor is ze langer en heeft ze meer spieropbouw en kracht dan vrouwen met een lager testosterongehalte. Caster wint daardoor veel wedstrijden. Veel mensen vinden dit oneerlijk en willen daarom dat ze medicijnen slikt die ervoor zorgen dat ze minder testosteron aanmaakt.



**c** Vinden in het lichaam van Caster Semenya ovulaties plaats? Leg je antwoord uit.

.....

.....

**d** Sommige mensen vinden dat Caster Semenya vruchtbaar is, anderen vinden dat ze onvruchtbaar is.
Geef voor beide standpunten een biologisch argument.

.....

.....

.....

.....

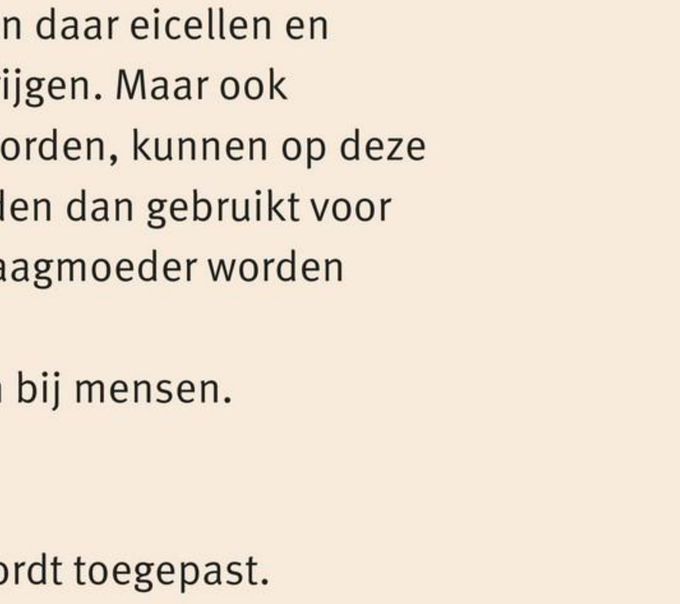
.....

## SAMENHANG wetenschap

### BABY'S UIT HUIDCELLEN

Stamcellen zijn cellen die in je lichaam zitten en die nog kunnen uitgroeien tot allerlei typen cellen. Ze kunnen dus een spiercel worden, maar ook een huidcel of een levercel.
Japanse onderzoekers zijn erin geslaagd om stamcellen uit te laten groeien tot eicellen. Dit wordt IVG genoemd.
Bij IVG worden eerst wat huidcellen weggenomen. Deze cellen worden veranderd in stamcellen, die vervolgens moeten uitgroeien tot ei- of zaadcellen. Gynaecoloog Petra de Sutter zegt hierover: 'Dit onderzoek gaat de voortplanting op zijn kop zetten. Als dit er komt, is niks meer zoals het was.'
Het is de Japanse onderzoekers al gelukt om uit de cellen van een staart van een muis eicellen te maken. Deze eicellen werden bevrucht en zijn uitgegroeid tot gezonde muisjes. Deze muisjes ontstonden door geslachtelijke voortplanting, waarbij een eicel bevrucht werd door een zaadcel.
Het is zelfs mogelijk om van één persoon huidcellen af te nemen en daar eicellen en zaadcellen van te maken, waardoor je in je eentje een kind kunt krijgen. Maar ook homoseksuele stellen of mensen die moeite hebben zwanger te worden, kunnen op deze manier misschien wel een kindje krijgen. Hun lichaamscellen worden dan gebruikt voor het maken van ei- en zaadcellen. De bevruchte eicel kan in een draagmoeder worden geplaatst. Een andere vrouw draagt dan het kind.
De Sutter verwacht dat binnen tien jaar IVG toegepast gaat worden bij mensen.

**Afb. 10** Een muis met jongen.



**10** Lees de tekst 'Baby's uit huidcellen'.

**a** Leg uit welke organen bij een vrouw overbodig raken als IVG wordt toegepast.

.....

.....

.....

**b** Vrouwen raken tussen de 40 en 60 jaar in de overgang.
Kan een vrouw dan door IVG nog wel een kind krijgen? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

.....

**c** Wanneer IVG wordt toegepast, is het belangrijk dat het lichaam van een vrouw is voorbereid op het ontvangen van de bevruchte eicel.
Welke stoffen regelen dit normaal gesproken in het lichaam?

.....

**d** Op welke manier zorgen deze stoffen ervoor dat het lichaam van een vrouw is voorbereid op het ontvangen van de bevruchte eicel?

.....

.....

.....

**e** Vind jij dat met IVG baby's mogen worden gemaakt, als dit in de toekomst mogelijk wordt? Geef een argument voor je mening.

.....

.....

Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# 4 Zwanger worden

## LEERDOELEN

4.4.8 Je kunt de kenmerken van zaadcellen en eicellen noemen.
4.4.9 Je kunt beschrijven hoe bevruchting bij de mens verloopt.
4.4.10 Je kunt beschrijven hoe een zwangerschap verloopt.
4.4.11 Je kunt uitleggen wat prenataal onderzoek is en hiervan voorbeelden noemen.

| TAXONOMIE | LEERDOELEN EN OPDRACHTEN | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 4.4.8 | 4.4.9 | 4.4.10 | 4.4.11 | 4.2.4* |
| Onthouden | | | 2abc | 3a | |
| Begrijpen | 1a, 4, 7b | 1bc, 4, 9a | 2d, 4, 11c | 3b, 4 | |
| Toepassen | 7ac | 5, 8, 9b | 6, 11d | | |
| Analyseren | | 9e | 10 | 11b | 9cd |

* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

**Als een zaadcel de eicel na de ovulatie bevrucht, kan de eicel in leven blijven. De bevruchte eicel kan in de baarmoeder uitgroeien tot een kind.**

### ERECTIE

Bij een **erectie** zijn geslachtsorganen groter en steviger doordat de zwellichamen gevuld zijn met bloed. Erecties ontstaan vaak door seksuele opwinding. Een erectie bij een man noem je vaak een ‘stijve’.
Bij **geslachtsgemeenschap** brengt een man zijn stijve penis in de vagina van een vrouw. Door bewegingen van man en vrouw beweegt de penis in de vagina op en neer. De eikel van de penis wordt daarbij voortdurend geprikkeld. Daardoor kan de man een zaadlozing krijgen (‘klaarkomen’). Bij een **zaadlozing** komt het sperma met schokken door de urinebuis naar buiten. Het sperma komt dan in de vagina van de vrouw.
Per zaadlozing komt ongeveer een theelepel sperma uit de penis. Sperma is kleverig en melkwit van kleur. Eén zaadlozing bevat honderd tot vierhonderd miljoen zaadcellen.

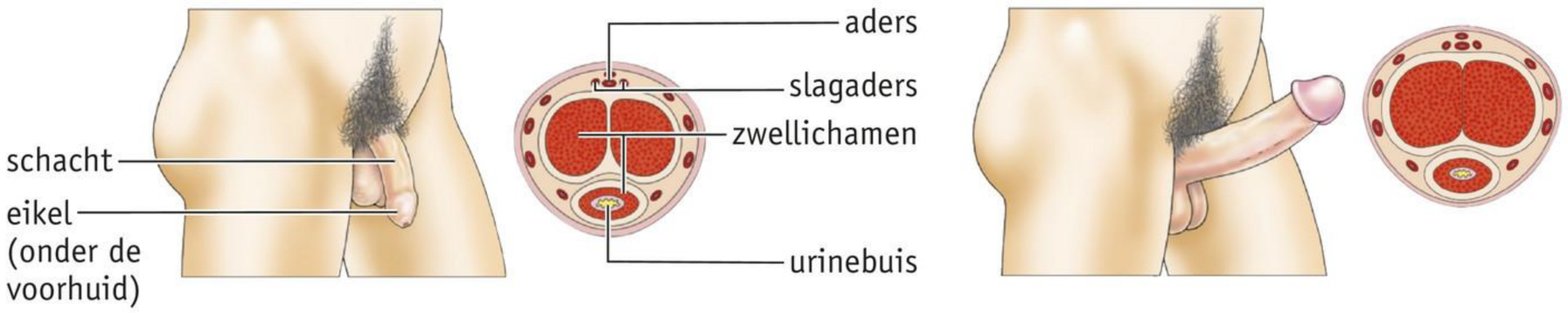
Jongens en mannen kunnen op de vervelendste momenten een erectie krijgen. Bijvoorbeeld tijdens een onderzoek door een dokter, bij een stoeipartijtje of bij intiem dansen. Vaak hebben jongens en mannen ’s nachts een erectie of als ze wakker worden. ’s Nachts kunnen jongens ook spontaan een zaadlozing krijgen. Dit noem je een natte droom. Een natte droom heeft vaak niets met (dromen over) seks te maken.

### ZWELLICHAMEN

Een erectie van een man ontstaat door de drie zwellichamen in de penis (zie afbeelding 1.1). De zwellichamen vullen zich met bloed, waardoor ze groter en steviger worden (zie afbeelding 1.2). De grootte en de vorm van de penis in slappe toestand en in erectie verschillen van man tot man.
Wanneer een vrouw seksueel opgewonden is, vullen de zwellichamen van de clitoris zich met bloed. Ze zwellen op en vormen een soort kussentje (zie afbeelding 2). Hierdoor kan de penis gemakkelijker de vagina in tijdens de geslachtsgemeenschap.
De wand van de vagina en klieren in de wand van de binnenste vulvalippen produceren bij seksuele opwinding slijm. Hierdoor wordt de toegang tot de vagina nat en glad en wordt geslachtsgemeenschap gemakkelijker.

Als de vagina en de vulvalippen bij seksuele opwinding voldoende slijm hebben geproduceerd en de vrouw ontspannen is, hoeft geslachtsgemeenschap geen pijn te doen. Ook niet bij de eerste keer. Als een meisje bloed verliest tijdens de eerste keer, komt dit meestal omdat ze niet voldoende ontspannen en/of opgewonden is.

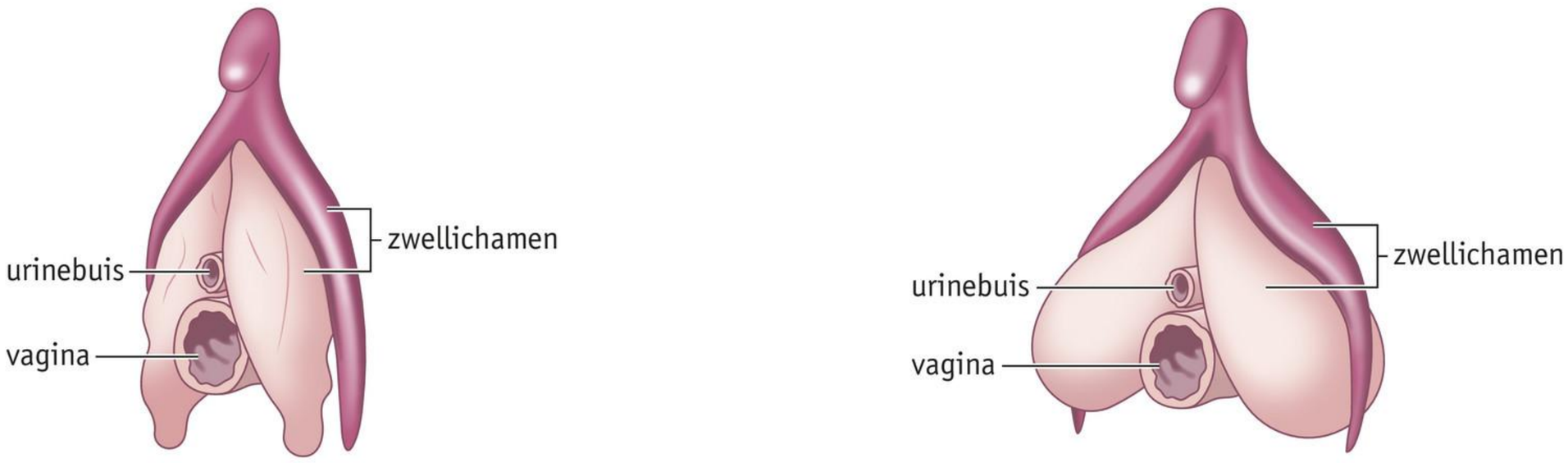
**Afb. 1** De penis (buitenaanzicht en dwarsdoorsnede).




1 in gewone toestand (slap)

2 in erectie (een ‘stijve’)

**Afb. 2** Clitoris.



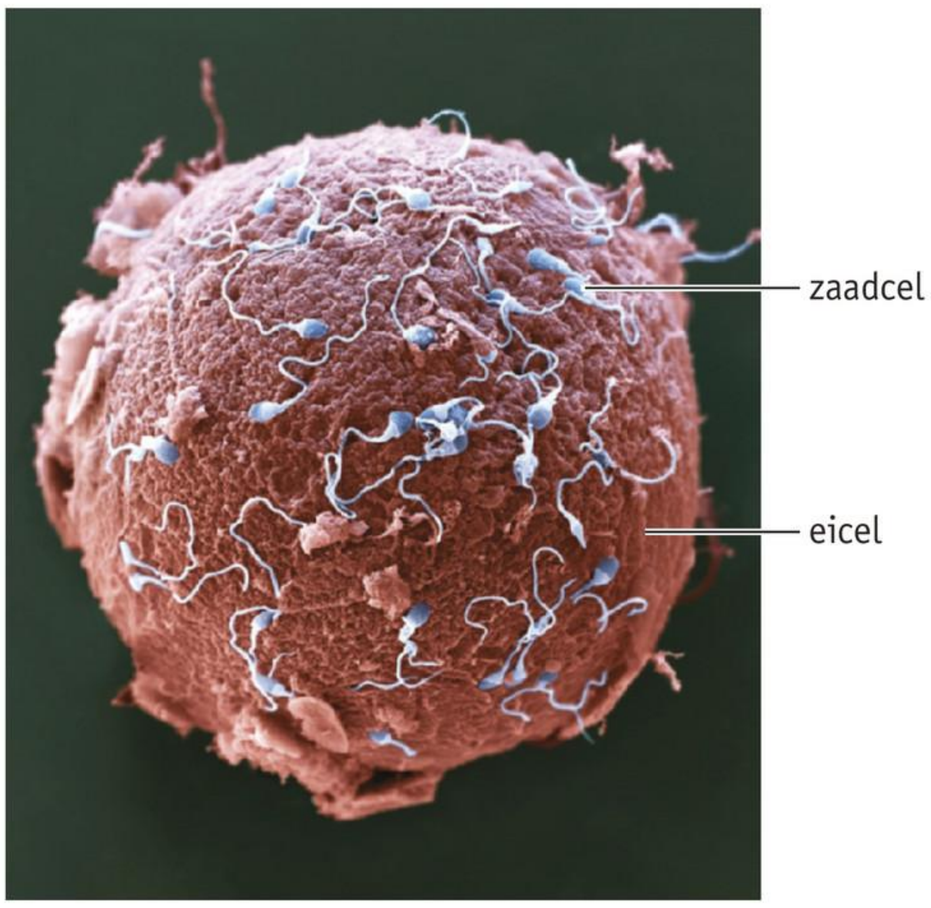

1 in gewone toestand

2 in erectie

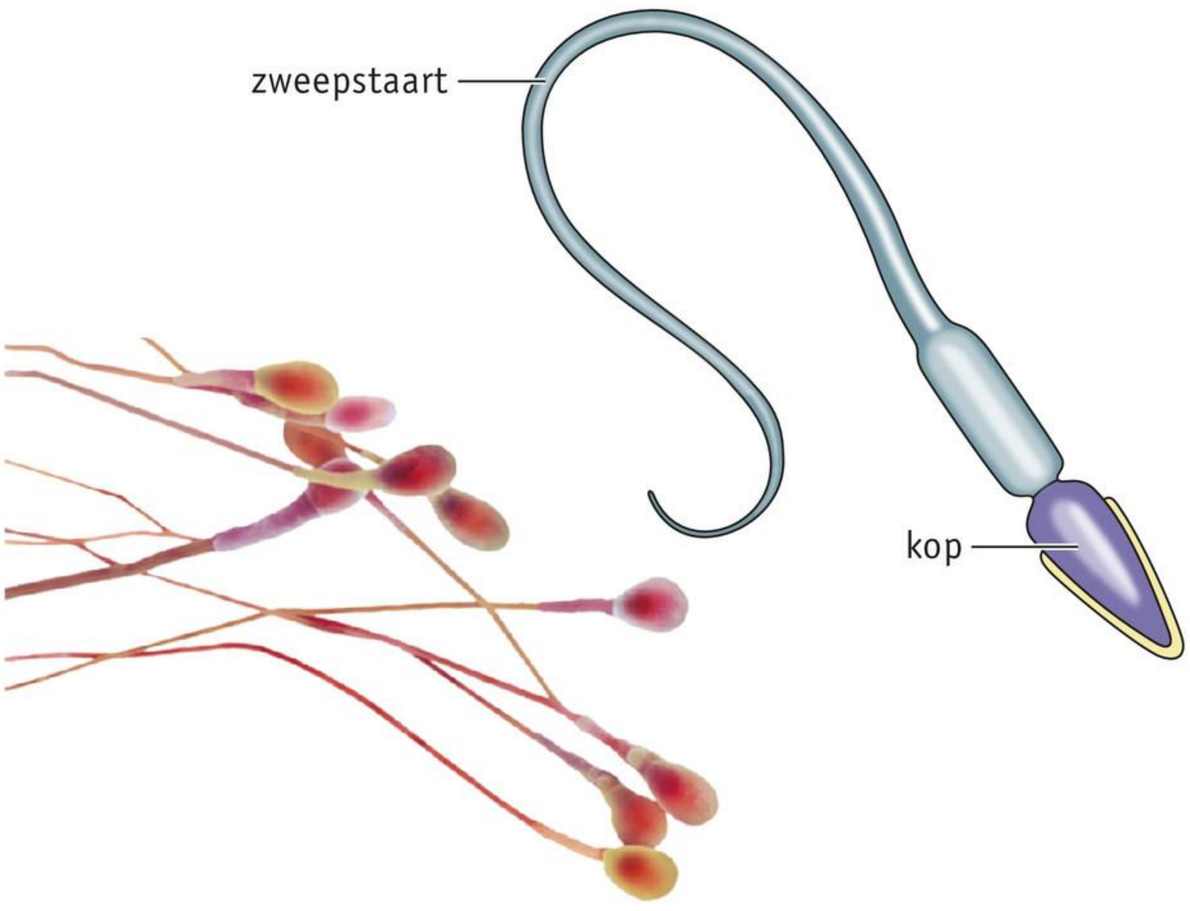
## BEVRUCHTING

Bij de **bevruchting** versmelt de kern van een mannelijke geslachtscel met de kern van een vrouwelijke geslachtscel. Dit vindt plaats in de eileider.
Een eicel is de grootste menselijke cel (zie afbeelding 3). Een eicel is zo groot doordat hij veel reservevoedsel bevat. Dit **reservevoedsel** is nodig voor de eerste ontwikkeling als de eicel wordt bevrucht. Een zaadcel is de kleinste menselijke cel. Met de **zweepstaart** kan een zaadcel zich voortbewegen (zie afbeelding 4).

**Afb. 3** Een eicel met zaadcellen (vergroting 360×).




**Afb. 4** Zaadcel.



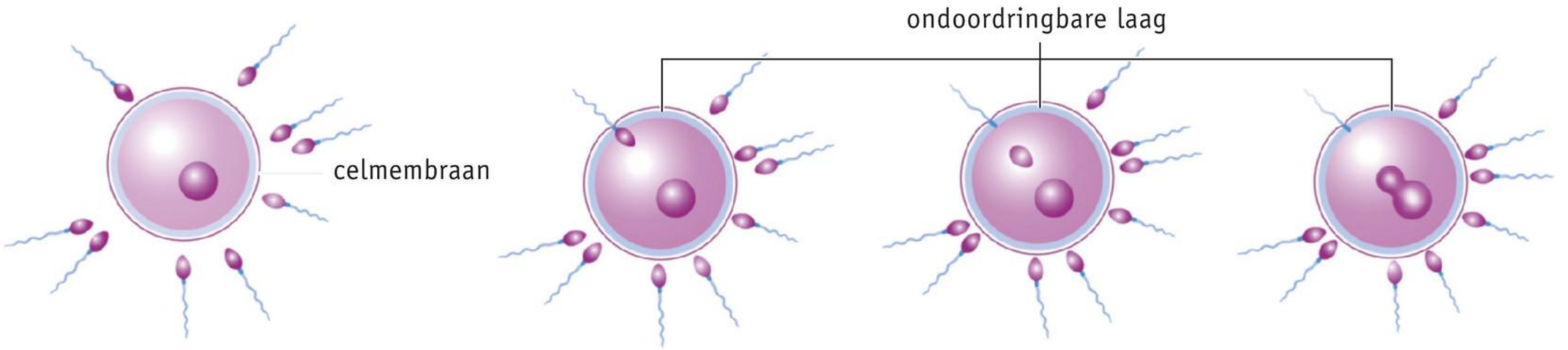

1 elektronenmicroscopische foto van zaadcellen (vergroting 1260×)

2 zaadcel (schematisch)

Bij geslachtsgemeenschap kan sperma in de vagina komen. De zaadcellen ‘zwemmen’ na een zaadlozing de baarmoeder en de eileiders in. Ze kunnen twee tot drie dagen overleven in het lichaam van de vrouw. Eicellen blijven 12 tot 24 uur in leven na de ovulatie. Als de zaadcellen in de eileider een levende eicel tegenkomen, kan de eicel bevrucht worden (zie afbeelding 5). De periode in de menstruatiecyclus waarin een eicel bevrucht kan worden, noem je de ‘vruchtbare periode’.

Vlak voor de bevruchting dringt de kop van een zaadcel de eicel binnen (zie afbeelding 5). De zweepstaart van de zaadcel blijft achter. Zodra de kop (kern) van een zaadcel de eicel is binnengedrongen, wordt de buitenste laag van de eicel ondoordringbaar. Hierdoor kunnen andere zaadcellen deze eicel niet meer binnendringen.

**Afb. 5** Bevruchting van een eicel (schematisch).




1 eicel omringd door zaadcellen

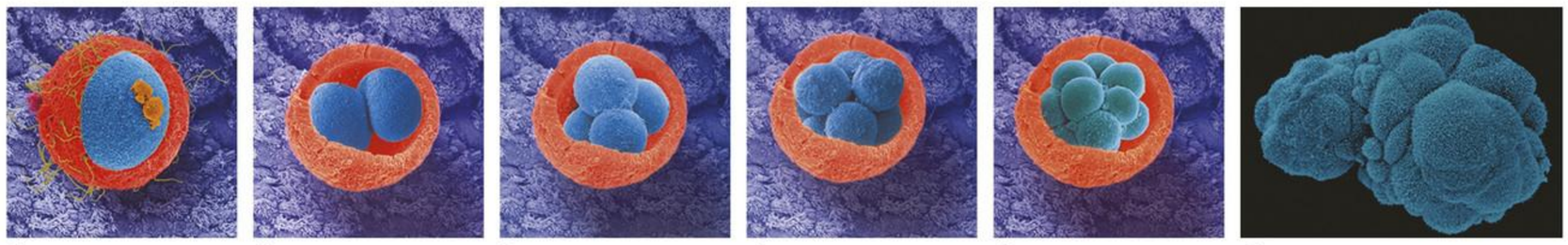
2 De kern van een van de zaadcellen dringt de eicel binnen.

3 De kernen van de zaadcel en de eicel versmelten met elkaar (bevruchting).

## INNESTELING

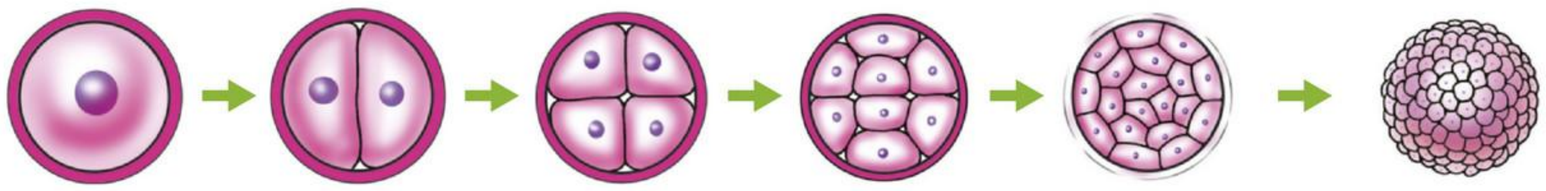
De bevruchte eicel gaat zich meteen na de bevruchting een aantal keren delen (zie afbeelding 6). Het klompje cellen dat zo ontstaat, gaat via de eileider naar de baarmoeder. Het baarmoederslijmvlies is na de ovulatie erg dik en bevat veel bloedvaten. Het klompje cellen zet zich vast in het slijmvlies van de baarmoeder. Dat heet **innesteling** (zie afbeelding 7). Het baarmoederslijmvlies wordt dan niet afgestoten en er vindt geen menstruatie plaats. De vrouw is zwanger. Gedurende de zwangerschap wordt een vrouw niet ongesteld.
De innesteling van het klompje cellen vindt vijf tot zeven dagen na de ovulatie plaats. Het klompje cellen groeit uit tot een kind dat ongeveer 38 weken na de bevruchting geboren wordt.

**Afb. 6** De eerste delingen van de bevruchte eicel.



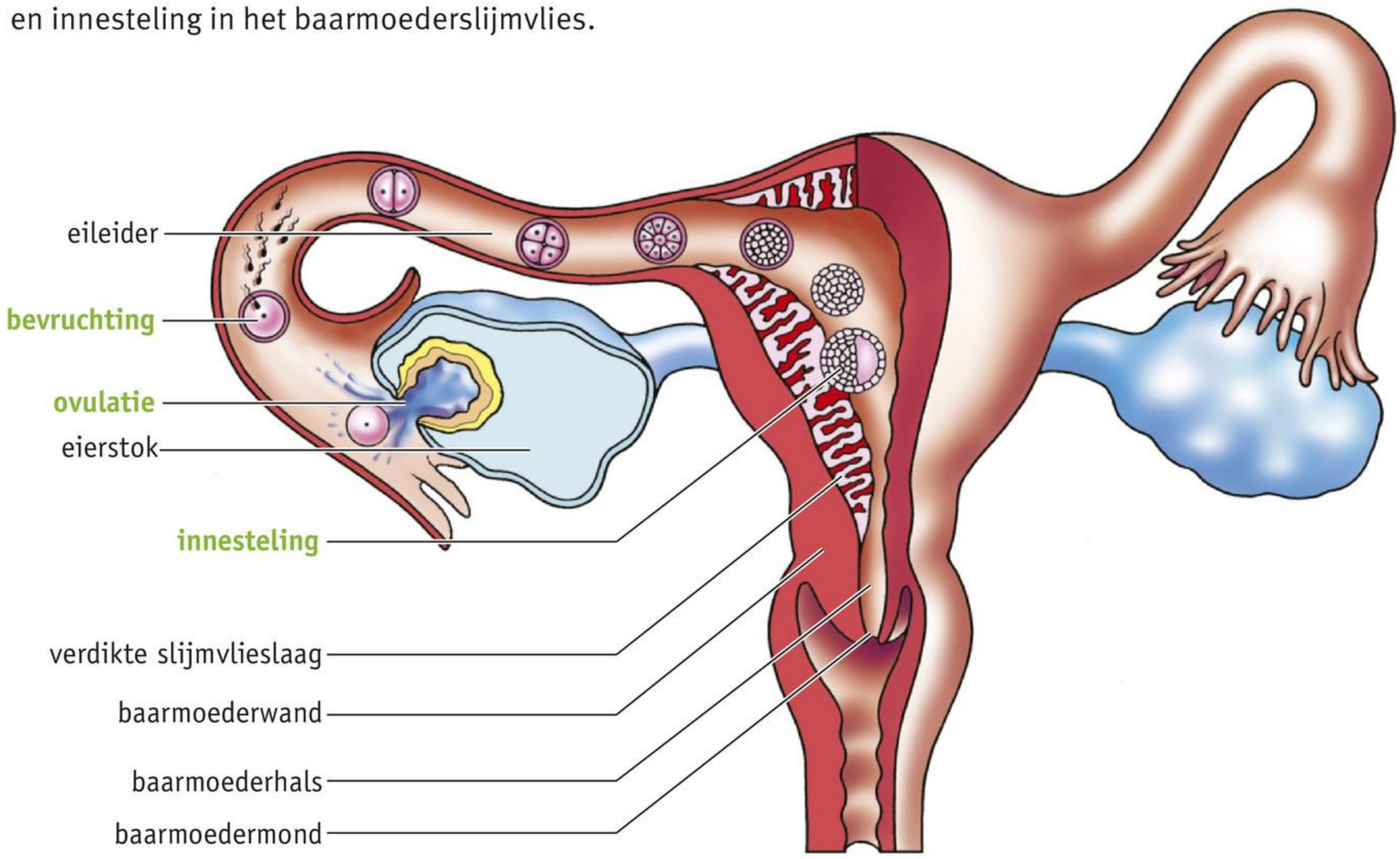
1 2 3 4 5 6

1 microscopische foto’s



2 schematische tekening

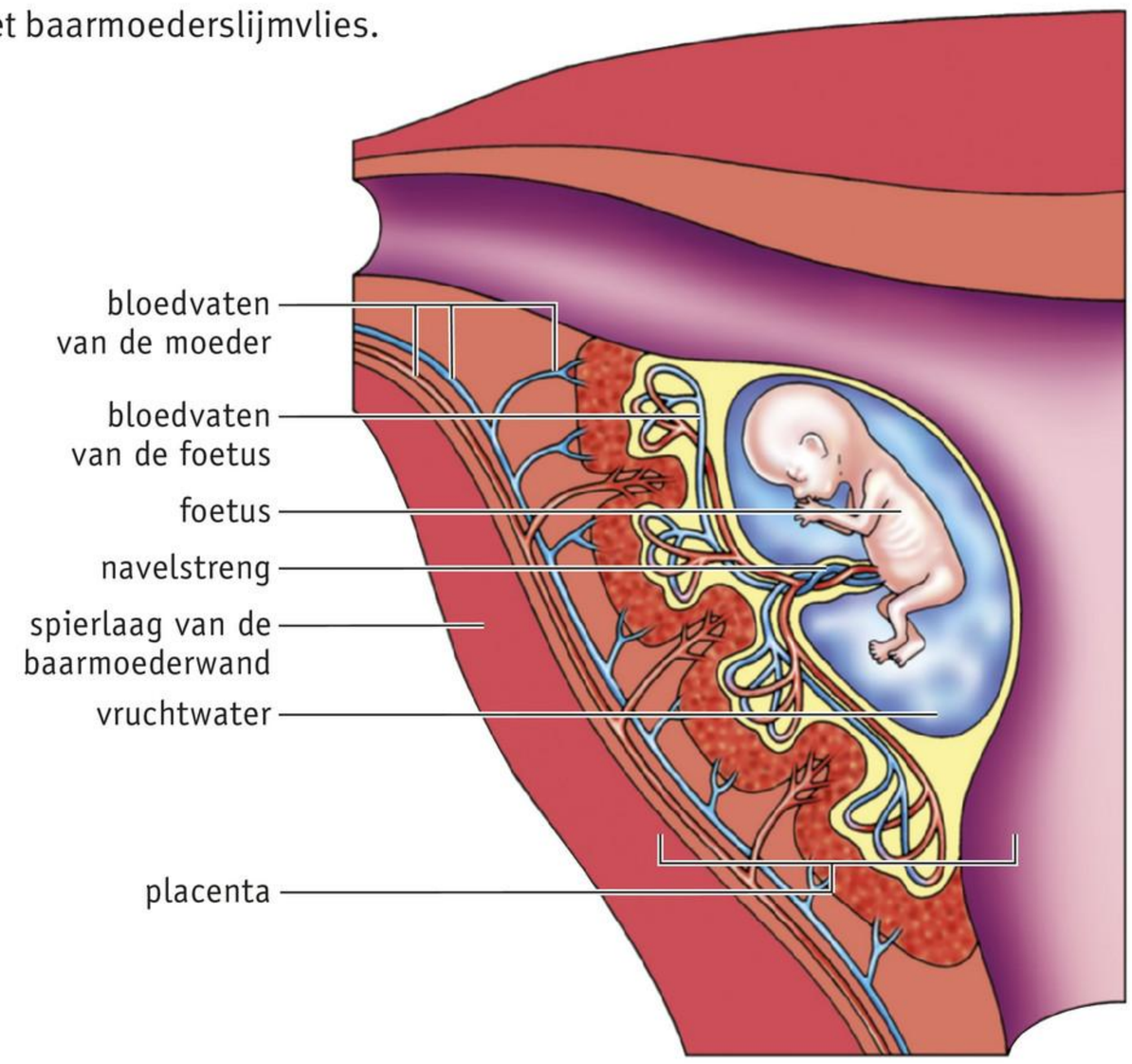
**Afb. 7** Vervoer van het klompje cellen naar de baarmoeder en innesteling in het baarmoederslijmvlies.




## ZWANGERSCHAP

Het kind dat zich in de baarmoeder ontwikkelt, heet de eerste weken **embryo**. Vanaf de achtste week na de bevruchting tot aan de geboorte noem je het een **foetus** (spreek uit: feutus). De eerste weken van de zwangerschap zorgt het baarmoederslijmvlies voor de voeding van het embryo. Daarna ontstaat de **placenta** of moederkoek (zie afbeelding 8). Dat is een speciaal deel van de baarmoederwand waar bloed in bloedvaten van de foetus vlak langs het bloed van de moeder stroomt. Hierdoor kunnen stoffen worden uitgewisseld van het bloed van de moeder naar het bloed van de foetus en omgekeerd. Het bloed van de moeder stroomt niet door de foetus, maar blijft door dunne vliezen gescheiden van het bloed van de foetus. Zuurstof en voedingsstoffen gaan van het bloed van de moeder naar het bloed van de foetus. Afvalstoffen gaan van het bloed van de foetus naar het bloed van de moeder.
De foetus is door de **navelstreng** verbonden met de placenta.

**Afb. 8** Foetus in het baarmoederslijmvlies.



Meteen na de innesteling ontstaan twee **vruchtvliezen**. Daarbinnen bevindt zich vloeistof: het **vruchtwater**. Het embryo, en later de foetus, drijft in het vruchtwater (zie afbeelding 9). Hierdoor wordt het beschermd tegen stoten, uitdroging en wisseling van temperatuur. De eerste maanden van de zwangerschap kan het embryo/de foetus zich gemakkelijk bewegen in het vruchtwater. Na ongeveer negen maanden zwangerschap is de baby 'klaar' om geboren te worden.

**Afb. 9** Verschillende stadia in de ontwikkeling van een ongeboren kind.



1 embryo, 6 weken oud



2 foetus, 8 weken oud



3 foetus, 12 weken oud



4 foetus, 21 weken oud

## ECHOGRAFIE EN PRENATAAL ONDERZOEK

Als een vrouw acht tot tien weken zwanger is, wordt meestal een **echo** (echografie) gemaakt. Bij een echo ontstaat met behulp van geluidsgolven een beeld van de foetus in de baarmoeder. Deze eerste echo is de termijnecho. Aan de hand van deze echo kan de verloskundige precies bepalen hoeveel weken de vrouw zwanger is en wanneer het kind dus ongeveer geboren zal worden.

Tijdens de zwangerschap kan worden onderzocht of de moeder een grotere kans heeft op een kind met een aangeboren afwijking of erfelijke ziekte. Dit noem je **prenataal onderzoek** (pre = voor, nataal = de geboorte). Ook kan het geslacht van de baby worden bepaald. Prenatale tests zijn niet verplicht.

De eerste prenatale test die een moeder krijgt aangeboden, is de **NIPT**. NIPT staat voor niet-invasieve prenatale test en is vanaf de tiende week mogelijk. Bij deze test wordt bij de moeder bloed afgenomen en onderzocht. In het bloed zit een beetje DNA van de placenta. DNA is het erfelijk materiaal in de celkern van iedere lichaamscel. Het DNA van de placenta is bijna altijd hetzelfde DNA als dat van het kind. Uit het bloedonderzoek kan blijken dat er een verhoogde kans is op een kind met een erfelijke aandoening, zoals het syndroom van Down en Edwardssyndroom.

Na ongeveer dertien weken zwangerschap kan weer een echo worden gemaakt (zie afbeelding 10.1). Bij deze 13 wekenecho wordt de foetus onderzocht op verschillende aangeboren afwijkingen aan het hart, de hersenen, de organen en de ledematen. Ook wordt er gekeken naar de groei van de foetus, de placenta en de hoeveelheid vruchtwater.
Na ongeveer twintig weken vindt de 20 wekenecho plaats. Deze echo lijkt veel op de 13 wekenecho, maar bij de 20 wekenecho kan ook het geslacht van de foetus worden bepaald.

Naast de (gratis) echo's die nodig zijn voor onderzoek aan de foetus, kunnen aanstaande ouders ook een pretecho laten maken. Een pretecho dient alleen om de foetus alvast te zien. Dat kan ook in 3D (zie afbeelding 10.2) of 4D (een filmpje).

**Afb. 10** Echo's.




1 13 wekenecho



2 pretecho (3D)

## KENNIS

**1**

**a** Kies de juiste geslachtscellen.

- zijn het grootst *eicellen / zaadcellen*
- kunnen zelf bewegen *eicellen / zaadcellen*
- bevatten reservevoedsel *eicellen / zaadcellen*
- worden het meest geproduceerd *eicellen / zaadcellen*

**b** Door hoeveel zaadcellen kan één eicel worden bevrucht?

○ A 1
○ B 2
○ C 3

**c** Zet de gebeurtenissen die leiden tot bevruchting in de juiste volgorde.

..... Bij geslachtsgemeenschap komen zaadcellen in de vagina.

..... De buitenste laag van de eicel wordt ondoordringbaar voor andere zaadcellen.

..... De kernen van de zaadcel en de eicel versmelten met elkaar (bevruchting).

..... De kop van een zaadcel dringt een eicel binnen.

..... Zaadcellen bewegen vanuit de baarmoeder naar een eileider.

..... Zaadcellen bewegen vanuit de vagina naar de baarmoeder.

**2**

**a** Een klompje cellen groeit uit tot *embryo* / *foetus*. Na acht weken wordt het ongeboren kind *embryo* / *foetus* genoemd.

**b** Wat zorgt voor de voeding tijdens de eerste weken van een embryo?

- ○ A baarmoederslijmvlies
- ○ B placenta
- ○ C vruchtvliezen
- ○ D vruchtwater

**c** Tijdens een zwangerschap treden *wel* / *geen* ovulaties en *wel* / *geen* menstruaties op.

**d** De foetus is door de navelstreng verbonden met de placenta.
Zuurstof en voedingsstoffen gaan van het bloed van de *foetus* / *moeder* naar het bloed van de *foetus* / *moeder*.
Afvalstoffen gaan van het bloed van de *foetus* / *moeder* naar het bloed van de *foetus* / *moeder*.

**3**

**a** Hoe noem je het onderzoeken van het ongeboren kind op aangeboren afwijkingen of erfelijke ziekten?

.....

**b** Welk onderzoek hoort bij de beschrijving?

| | | |
|---|---|---|
| A Bloed met DNA van de placenta wordt bij de moeder afgenomen en onderzocht. | ○ | ○ 1 20 wekenecho |
| B Met geluidsgolven wordt een beeld gemaakt van de foetus in de baarmoeder. | ○ | ○ 2 echografie |
| C Onderzoek waarbij de foetus wordt onderzocht op aangeboren afwijkingen en waarbij het geslacht kan worden bepaald. | ○ | ○ 3 NIPT |

**4**

**Samenvatting**

Vul de tabel over de kenmerken van zaadcellen en eicellen in.

| Kenmerk | Zaadcellen | Eicellen |
|---|---|---|
| Afmeting | | |
| Reservevoedsel | | |
| Zweepstaart | | |

Maak de infographic in afbeelding 11 af.

**Afb. 11**

Innesteling:

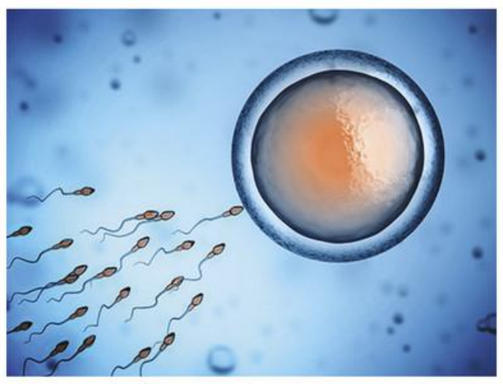
Voeding:

- eerste weken:

- daarna:

Via bloed in de navelstreng gaan:

Twee vruchtvliezen en vruchtwater:



ontwikkeling in de baarmoeder





Bevruchting:

Een eicel kan maar door één zaadcel worden bevrucht doordat:

Prenataal onderzoek:

## INZICHT

**5** Lees de tekst ‘De eerste keer’.
Er wordt soms gedacht dat aan het maagdenvlies te zien is of iemand al eens geslachtsgemeenschap heeft gehad, maar dat klopt niet.
Leg uit waarom dit niet te zien is.

.....

.....

.....

**Afb. 12**

### De eerste keer

Bijna alle meisjes worden geboren met een maagdenvlies aan het begin van de vagina. Dit is een soepel randje weefsel dat geribbeld of glad kan zijn. Het maagdenvlies is dus helemaal geen vlies en sluit de vagina dus niet af.
Sommige mensen geloven dat het maagdenvlies ‘scheurt’ bij de eerste keer geslachtsgemeenschap en dat het dan gaat bloeden. Dat gebeurt meestal niet. Ook bij het gebruik van tampons of tijdens sporten gaat het maagdenvlies niet stuk.

**6**

**a** In afbeelding 13 zie je een eicel en zaadcellen van een muis.
Is de afbeelding getekend op het moment dat er al bevruchting heeft plaatsgevonden? Leg je antwoord uit.

.....

.....

**b** In afbeelding 14 is een deel van het voortplantingsstelsel en het uitscheidingsstelsel van een muis getekend. De bouw van het voortplantingsstelsel van een muis wijkt af van de bouw van het voortplantingsstelsel van de mens, omdat een muis een gedeeltelijk gespleten baarmoeder heeft. De functies van de delen zijn verder hetzelfde.
In welk deel van de afbeelding vindt de ontwikkeling van eicellen plaats? .....

**c** In welk deel vindt de bevruchting plaats? .....

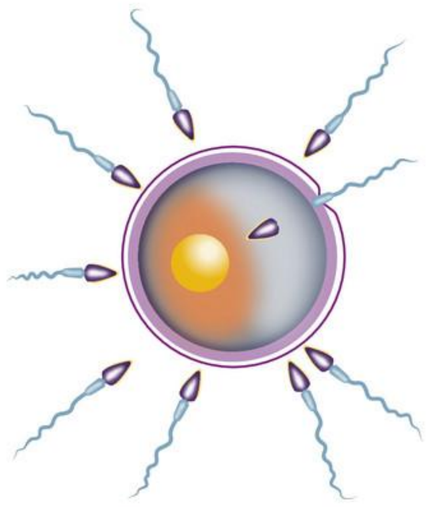
**d** In welk deel vindt de innesteling plaats? .....

**e** Heeft er al innesteling plaatsgevonden? Leg je antwoord uit.

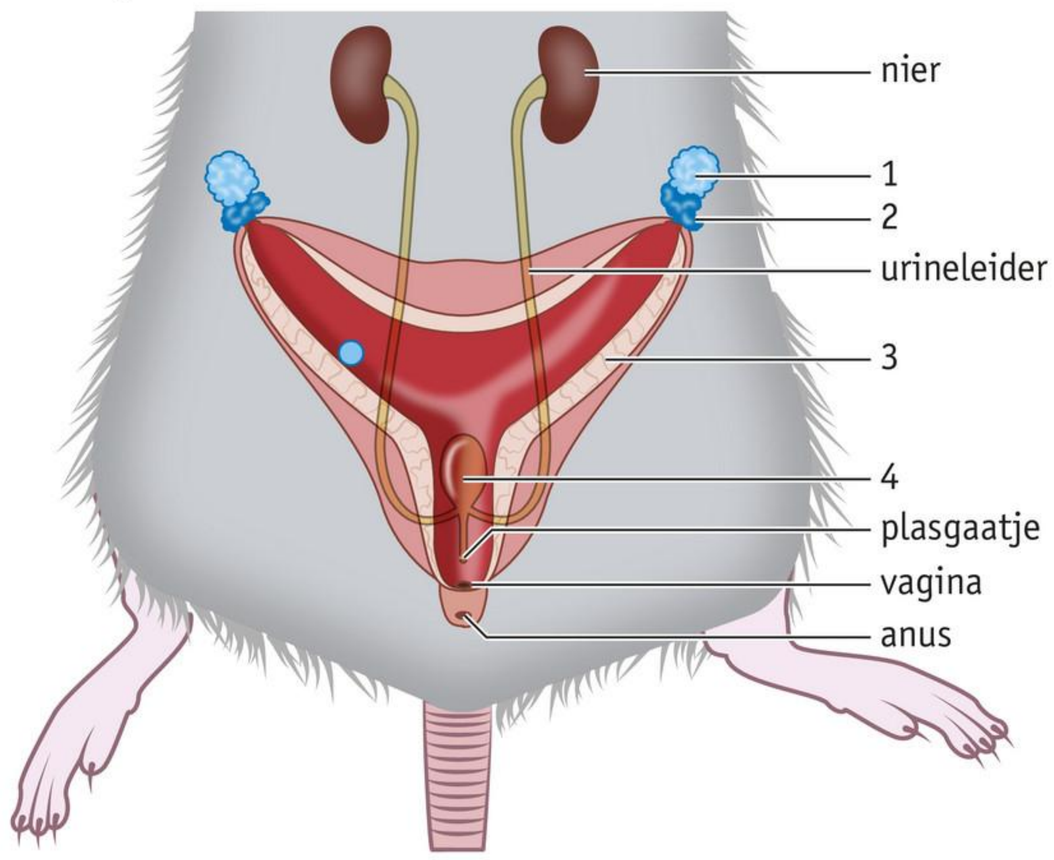
.....

.....

**Afb. 13**



**Afb. 14**




**7**

**a** De binnenkant van de eileiders is bedekt met trilharen.
Leg uit wat de functie is van de trilharen.

.....

**b** Tijdens het transport door de eileider kan een bevruchte eicel geen voedingsstoffen uit de omgeving opnemen. Dat kan pas na de innesteling in het baarmoederslijmvlies.
Hoe komt de bevruchte eicel aan voedingsstoffen om te kunnen delen?

.....

**c** Bij mannen is er vrijwel nooit sprake van onvruchtbaarheid, maar van verminderde vruchtbaarheid. Vaak bevat sperma wel voldoende zaadcellen, maar is de bewegelijkheid van de zaadcellen niet voldoende.
Waarom is dat een probleem?

.....

.....

**8** Wanneer het niet lukt om zwanger te worden, is ivf of icsi een optie. De bevruchting vindt dan niet in het lichaam plaats, maar in een laboratorium. Enkele dagen na de bevruchting wordt het embryo teruggeplaatst in de baarmoeder. Hierna kan een gewone zwangerschap volgen. In Nederland is 1 op de 30 geboren kinderen het resultaat van een ivf- of icsi-behandeling.

**a** Bij ivf worden de eicel en de zaadcel samen in een schaaltje gebracht. Een van de zaadcellen bevrucht dan de eicel. Bij icsi wordt de kop van de zaadcel met een spuit in de eicel gebracht (zie afbeelding 15).
Wanneer werkt ivf niet en is icsi nodig?

.....

.....

.....

**b** Voor ivf zijn rijpe eicellen nodig. Door het toedienen van hormonen wordt ervoor gezorgd dat in een cyclus meerdere eicellen gaan rijpen. Op het juiste moment worden de rijpe eicellen uit de eierstokken gehaald.
Op welk moment is het mogelijk de rijpe eicellen uit het lichaam van de vrouw te halen, bij een menstruatiecyclus van 28 dagen? Leg je antwoord uit.

.....

.....

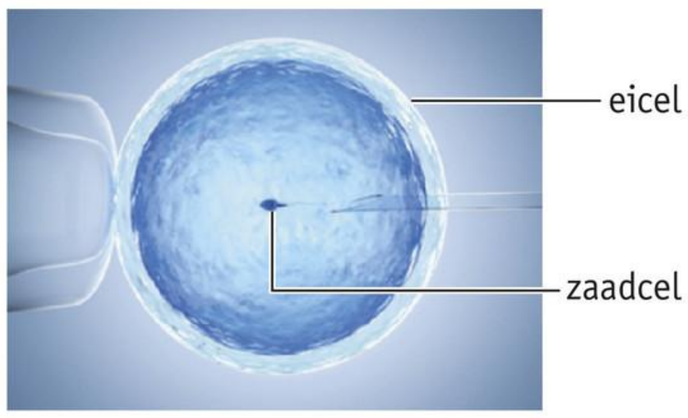
.....

**c** Enkele dagen na de bevruchting wordt het embryo teruggeplaatst in de baarmoeder.
Welk proces moet er dan nog plaatsvinden om te kunnen spreken van een zwangerschap?

.....

.....

**Afb. 15** Icsi.



**9** Voordat een man een zaadlozing heeft, stroomt er voorvocht door de urineleider. Dit is vocht vanuit speciale klieren die in de buurt van de prostaat liggen. Voorvocht spoelt de urineleider schoon.

**a** Wat moet er uit de urineleider worden gespoeld voordat de zaadcellen er doorheen gaan?

.....

**b** Voorvocht werkt als een natuurlijk glijmiddel. Het zorgt ervoor dat de penis gemakkelijker de vagina in glijdt.
Met welk vocht dat de vrouw produceert, kun je voorvocht vergelijken?

.....

**c** Voor mannen, maar vooral voor vrouwen, is het belangrijk om na geslachtsgemeenschap te plassen. Bacteriën kunnen tijdens de geslachtsgemeenschap aan het begin van de urinebuis terechtkomen. Via de urinebuis komen ze dan terecht in de blaas, waar ze een ontsteking veroorzaken.
Bekijk afbeelding 16.
Wie heeft een langere urinebuis: een man of een vrouw?

.....

**d** Leg uit waarom vrouwen een grotere kans hebben op een blaasontsteking na geslachtsgemeenschap dan mannen.

.....

.....

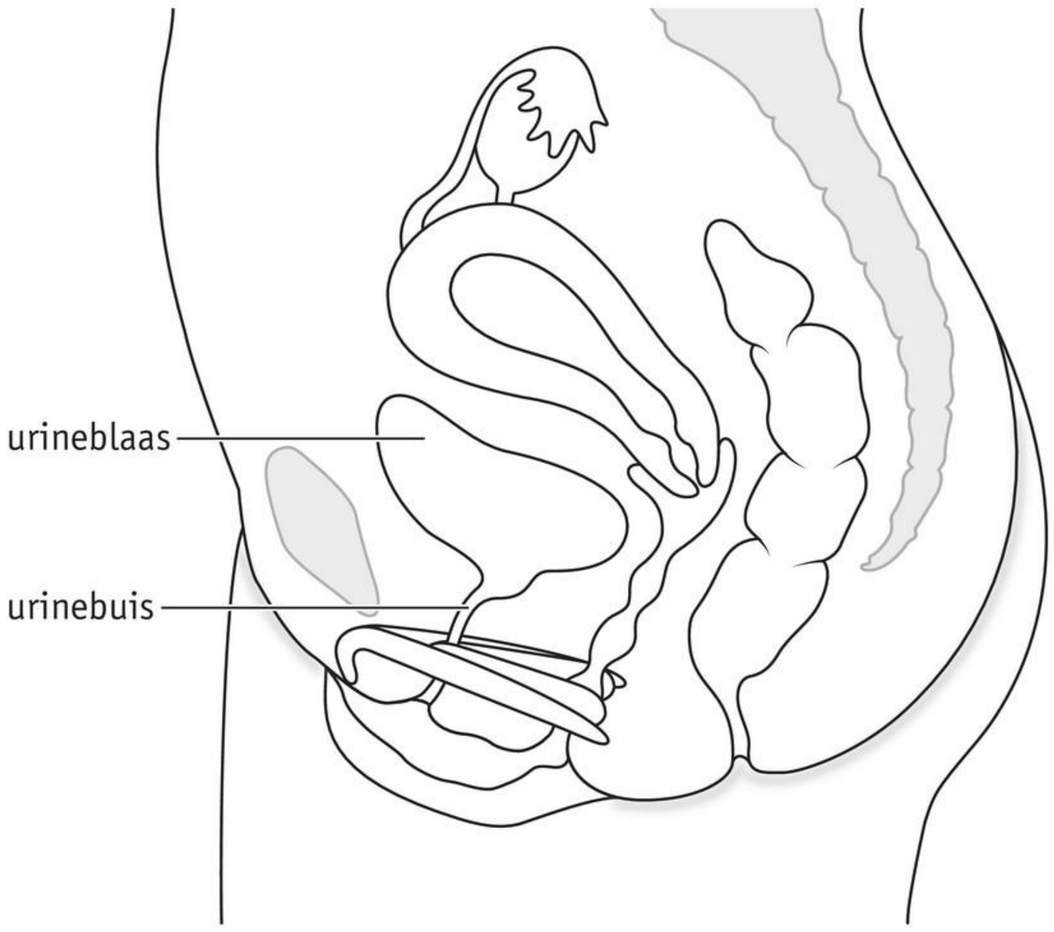
**e** Voorvocht kan zaadcellen bevatten die na de laatste zaadlozing in de urineleider zijn achtergebleven. Wanneer een man plast na een zaadlozing spoelen deze achtergebleven zaadcellen weg.
Kan een vrouw zwanger raken van voorvocht? Leg je antwoord uit.

.....

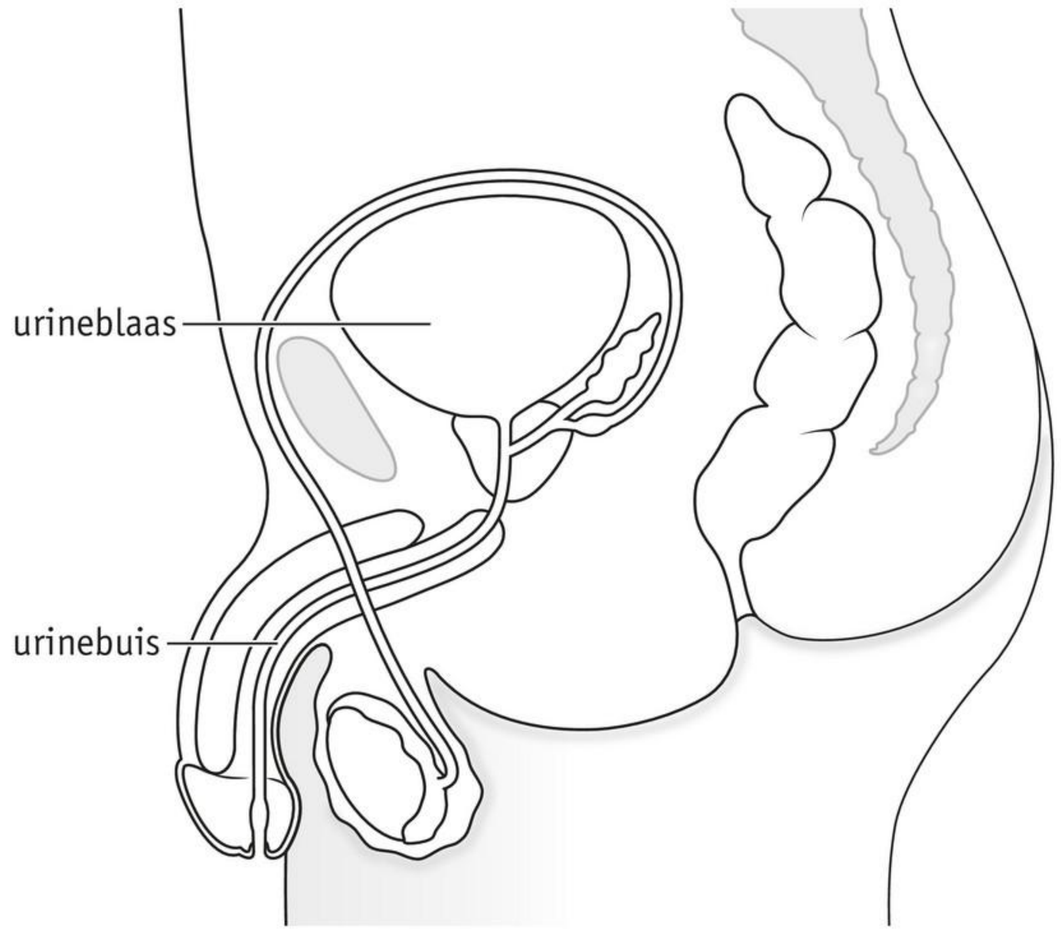
.....

.....

**Afb. 16** Geslachtsorganen van vrouw en man.




1 geslachtsorgaan vrouw (schematisch)




2 geslachtsorgaan man (schematisch)

**+ 10**

Lees de tekst ‘Het tweelingtransfusiesyndroom’.

**a** Een foetus houdt de hoeveelheid vruchtwater in zijn vruchtzak (de vruchtvliezen) op peil door het op te drinken en uit te plassen. Bij het tweelingtransfusiesyndroom heeft de foetus die veel bloed ontvangt veel meer vruchtwater in zijn vruchtzak dan de foetus die weinig bloed ontvangt.
Leg uit hoe dat komt.

.....

.....

**b** De foetus die weinig bloed ontvangt, krijgt minder zuurstof en voedingsstoffen en op een echo is duidelijk te zien dat hij strak in de vruchtvliezen komt te zitten.
Noteer een behandeling die een arts bij een zwangere vrouw kan uitvoeren als er sprake is van het tweelingtransfusiesyndroom.

.....

.....

**Afb. 17**

**Het tweelingtransfusiesyndroom**
Meestal zijn eeneiige tweelingen via een eigen navelstreng verbonden met één placenta. In de wirwar van bloedvaten in de placenta zijn er punten waar de vaatjes van de helften van de placenta met elkaar zijn verbonden. Bloed kan via deze vaatverbindingen van de ene foetus naar de andere gaan. Meestal is dit niet erg, omdat beide foetussen in totaal evenveel bloed geven als ze terugkrijgen.
Bij ongeveer een op de zeven eeneiige tweelingen krijgt de ene foetus veel meer bloed dan de andere foetus. Dat noemt je het tweelingtransfusiesyndroom.

## SAMENHANG beroep

### VERLOSKUNDIGE

Jason is verloskundige en vertelt over zijn werk: ‘Ik mag elke dag aanstaande ouders bijstaan bij hun zwangerschap of bij de geboorte van hun kindje. Tijdens de zwangerschap voer ik controles uit. Ik controleer de bloeddruk en het gewicht van de moeder en de groei van het kindje door te voelen hoe groot de baarmoeder is. Tijdens elke controle luister ik ook naar het hart van de baby. Ook maak ik echo’s om te kijken of het met de ontwikkeling van de baby allemaal goed gaat. En natuurlijk beantwoord ik alle vragen die de aanstaande ouders hebben.
Als de bevalling begint, word ik gebeld. Ik ga dan naar de mensen toe om te kijken hoe het met moeder en kind gaat. Ik moet soms ’s nachts werken. Kinderen die geboren worden, houden zich niet aan de normale werktijden, dus dan moet je werken op een tijdstip dat anderen vrij zijn of slapen. Maar ik vind dat helemaal niet erg. Het is zo mooi om van dichtbij te mogen zien hoe een kindje geboren wordt. Na de bevalling kom ik nog een paar keer terug voor een controle en voor het afnemen van wat bloed uit de hiel van de baby: de hielprik. Hiermee kunnen ziekten worden opgespoord waar met een behandeling goed mee te leven is.
Ik vind dat ik een erg mooi beroep heb, omdat geen zwangerschap op dezelfde manier verloopt. Ook vind ik het erg fijn om met mensen te werken en er voor hen te kunnen zijn als ze vragen hebben of als ze ergens mee zitten. Daarom is het een afwisselend beroep.’

**Afb. 18** Een echo laten maken bij de verloskundige.



**11** Lees de tekst ‘Verloskundige’.

**a** Met een echo kan halverwege de zwangerschap vaak al het geslacht van de baby worden gezien.
Waar wordt dan naar gekeken: naar de primaire of naar de secundaire geslachtskenmerken?

.....

**b** Met een echo wordt enkele keren gekeken of de ontwikkeling van de foetus goed gaat.
Zijn alle afwijkingen die een foetus kan hebben met de echo te zien? Leg je antwoord uit.

.....

.....

**c** Met een echo wordt ook gekeken hoe de bloedstroom van moeder naar kind is. Hier wordt extra naar gekeken als de baby erg klein is. Het kan zijn dat de uitwisseling van voedingsstoffen en zuurstof niet helemaal goed gaat.
Welk orgaan is verantwoordelijk voor een goede uitwisseling van deze stoffen?

.....

**d** Tijdens de zwangerschap gaan via de navelstreng belangrijke stoffen van de moeder naar het kind. Afvalstoffen van het kind gaan terug naar de moeder.
Welke twee afvalstoffen gaan van het kind via de navelstreng terug naar de moeder?
Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

**e** Lijkt jou het beroep van verloskundige leuk? Licht je antwoord toe.

.....

.....

.....

.....

Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# 5 Seksualiteit

## LEERDOELEN

4.5.12 Je kunt benoemen hoe gender en geaardheid kunnen verschillen.
4.5.13 Je kunt omschrijven wat onder seksualiteit wordt verstaan.

| TAXONOMIE | LEERDOELEN EN OPDRACHTEN | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4.5.12 | 4.5.13 | 4.1.2* | 4.1.3* | 4.2.4* | 4.4.9* |
| Onthouden | 8b | 1abd, 3 | | | | |
| Begrijpen | 2, 4 | 1ce, 4 | 7e | | | |
| Toepassen | 5b, 6b, 8acd | | | 7c | 7b | 7d |
| Analyseren | 5a, 6acd, 7a | | | | | |

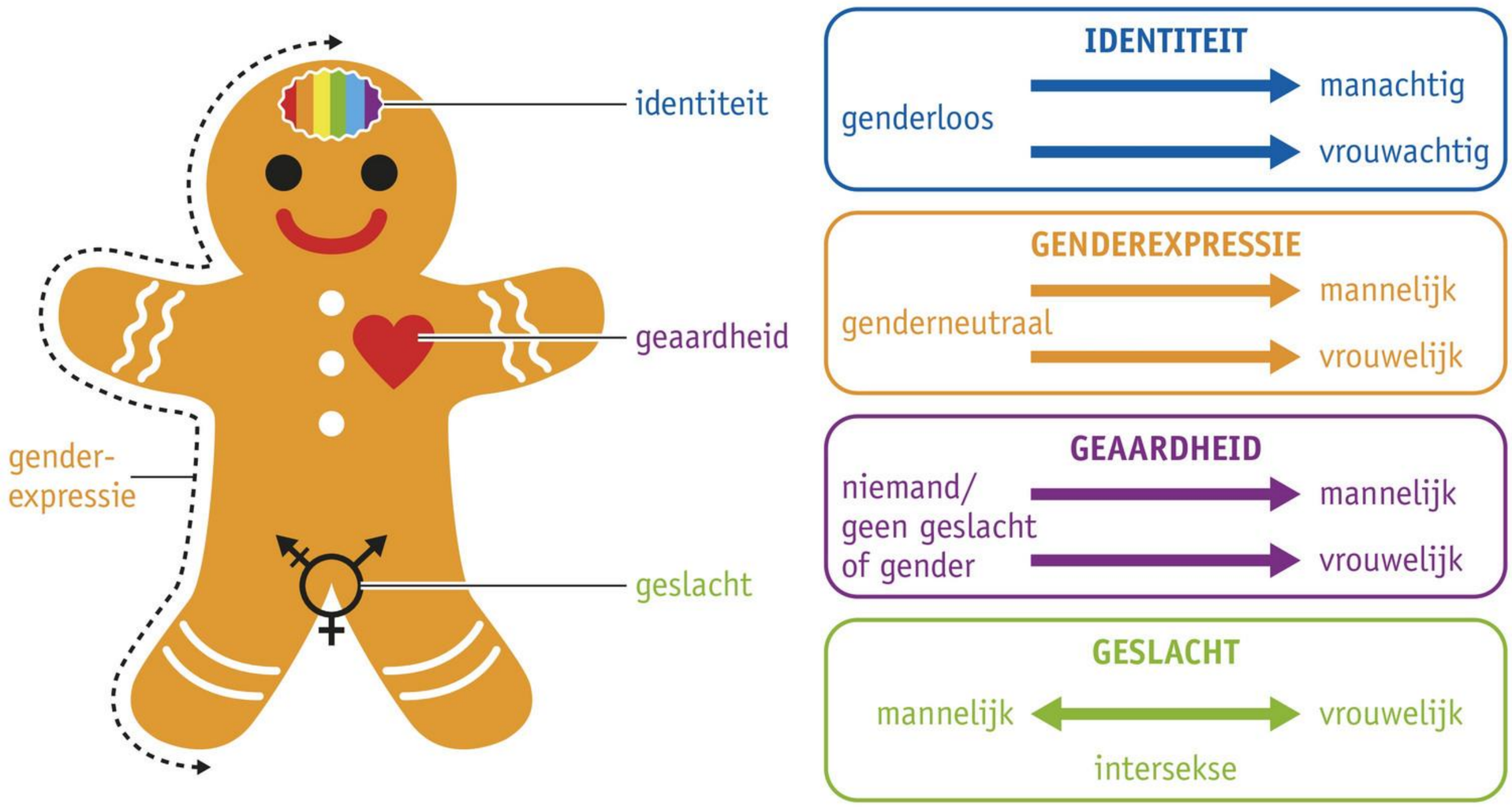
* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

**In de puberteit gaat seksualiteit een rol spelen in je leven. Je gaat ontdekken wie je leuk vindt en wat je fijn vindt.**

## GESLACHT EN GENDER

Je geslacht (man, vrouw of intersekse) wordt bepaald door de lichamelijke geslachtskenmerken die je hebt. Bij je gender horen ook eigenschappen en gedragingen die mensen mannelijk of vrouwelijk vinden. Voorbeelden daarvan zijn: het soort speelgoed waar je mee speelt of de soort kleding die je draagt. Deze eigenschappen worden ook deels door je cultuur bepaald.
Je **gender** is een optelsom van je geslacht, je identiteit (wie je bent, hoe je je voelt), je geaardheid en je genderexpressie (hoe je je uit naar de buitenwereld door bijvoorbeeld kleding en gedrag). Dit zie je in afbeelding 1.

**Afb. 1** Gender is een optelsom.



Bij de meeste mensen komt de genderidentiteit (je gevoel) overeen met het geslacht (je lichamelijke kenmerken). Dit noem je **cisgender**. Bij sommige mensen komt dit gevoel niet of niet helemaal overeen met het geslacht. Dat noem je **genderdysforie**. Bij een **transgender** persoon komt het geboortegeslacht niet overeen met het gevoel. Sommige transgender personen kiezen voor geslachtsaanpassende operaties, waardoor het lichaam wel overeenkomt met de genderidentiteit.
Mensen die zich niet compleet herkennen in de eigenschappen en gedragingen die passen bij één bepaald geslacht, noem je **non-binair**. Een persoon kan zich bijvoorbeeld deels man en deels vrouw voelen, of het gevoel wisselt in de tijd.

### GEAARDHEID

Je **geaardheid** zegt iets over op wie je verliefd wordt. De meeste mensen voelen zich seksueel aangetrokken tot personen van het andere geslacht. Deze mensen zijn **heteroseksueel** (hetero = ongelijk). Ongeveer een op de vijftien mensen is **homoseksueel** (homo = gelijk) of **biseksueel** (bi = twee). Homoseksuele mensen voelen zich aangetrokken tot personen van hetzelfde geslacht. Bij meisjes en vrouwen noem je dit **lesbisch**. Mensen die zich aangetrokken voelen tot mannen én vrouwen, noem je biseksueel. Er zijn ook mensen die zich niet seksueel aangetrokken voelen tot anderen. Zij zijn **aseksueel**. Voor sommigen maakt het geslacht of gender van de ander niets uit. Dit noem je **panseksueel**.

### LHBTQIA+

LHBTQIA+ is de afkorting voor Lesbisch, Homoseksueel, Biseksueel, Transgender, Queer, Intersekse en Aseksueel. De + geeft aan dat de term breder is dan de genoemde letters. Deze afkorting staat voor iedereen met een andere geaardheid dan heteroseksueel en een ander gender dan cisgender.
Vaak linken mensen de regenboogvlag aan seksuele geaardheden die anders zijn dan heteroseksueel. Dat is niet (meer) waar deze vlag voor staat. De regenboogvlag staat voor diversiteit: dat iedereen gelijk is en zichzelf moet kunnen zijn (zie afbeelding 2).

**Afb. 2** Regenboogvlag.






Voor vragen over je gender en geaardheid kun je in Nederland bij verschillende instanties terecht. Voorbeelden hiervan zijn:

- Iedereen is anders (www.iedereenisanders.nl): een website met informatie, verhalen en hulp voor lhbtqia+-jongeren en iedereen die het nog niet helemaal weet.
- Genderpraatjes (www.genderpraatjes.nl): een website voor jongeren voor steun en vragen over gender. Er is ook een chatmogelijkheid en een telefoonnummer om vragen te stellen.
- Jong&out (www.jongenout.nl): een community waar je in contact kunt komen met andere lhbtqia+-jongeren.

## SEKSUALITEIT

Geslachtsgemeenschap hoort bij **seksualiteit**. Onder seksualiteit vallen alle gedachten, gevoelens en handelingen die te maken hebben met lust en opwinding. De functie van seksualiteit is niet alleen voortplanting, maar ook lust (seksuele opwinding) en intimiteit.
Seksualiteit kan mensen veel plezier geven. Seksuele opwinding is een prettig gevoel. De handelingen die zorgen voor seksuele opwinding noem je seks. Mensen kunnen door allerlei prikkels seksueel opgewonden raken, bijvoorbeeld door aanraken, strelen, zoenen en geslachtsgemeenschap. Ook door alleen maar te kijken naar iemand die je aantrekkelijk vindt, kan seksuele opwinding ontstaan.
Seksualiteit kan een rol spelen bij intimiteit of het onderhouden van een liefdesrelatie met iemand (zie afbeelding 3). Als je op deze manier van iemand houdt, kan het zijn dat je dat regelmatig wilt laten blijken aan die persoon, bijvoorbeeld door te strelen, te zoenen of te knuffelen. Als je van iemand houdt, wil je misschien ook seks of geslachtsgemeenschap hebben. Dat kan een gevoel van verbondenheid geven.

**Afb. 3** Intimiteit in een liefdesrelatie.



## ORGASME

De eikel van de penis en de eikel van de clitoris zijn erg gevoelig voor prikkels. Door bijvoorbeeld prikkeling van deze delen kun je een orgasme krijgen (‘klaarkomen’). Dit geeft een prettig gevoel. Tijdens een **orgasme** spannen spieren rond het geslachtsorgaan zich aan. Bij mannen vindt dan een zaadlozing plaats.
Door geslachtsgemeenschap kun je een orgasme krijgen. Bij geslachtsgemeenschap stimuleer je vooral de eikel van de penis. Bij vrouwen zorgt geslachtsgemeenschap vaak niet voor een orgasme.
Een orgasme kan ook ontstaan door andere seksuele handelingen, bijvoorbeeld door het stimuleren van de eikel of clitoris met de hand. Dit kan door met de hand de huid van de penis op en neer te bewegen. Dit wordt ‘aftrekken’ genoemd. Bij ‘vingeren’ wordt er over de clitoris gewreven, eventueel met de vingers in de vagina. Aftrekken of vingeren kun je bij iemand anders doen, maar ook bij jezelf. Dat noem je **zelfbevrediging** of **masturbatie**. Veel jongens en meisjes hebben seks met zichzelf, maar het is ook niet raar als je er geen zin in hebt.

Andere voorbeelden om iemand een orgasme te geven, zijn pijpen of beffen. De eikel of clitoris wordt dan met de mond gestimuleerd. Dit noem je orale seks.

Seks kan plaatsvinden tussen mensen die elkaar leuk vinden. Dit is niet afhankelijk van geslacht, gender of geaardheid.
Het hebben van seks met iemand is spannend en persoonlijk. Het is belangrijk dat je je op zo'n moment ontspannen voelt en de ander vertrouwt. Als dat het geval is, kan het ontdekken van je seksualiteit en het hebben van een seksuele relatie erg fijn zijn.

### ONLINE SEKS

Seks kan ook online plaatsvinden door bijvoorbeeld sexting en het kijken naar porno.
**Sexting** is het online versturen van seksueel getinte berichtjes, foto's of filmpjes van jezelf. Sexting kan leuk en spannend zijn en kan een onderdeel zijn van een seksuele relatie. Bij sexting is het belangrijk dat beide partners zeker weten dat ze dit willen en dat de berichtjes in vertrouwen worden gestuurd. De berichtjes mogen niet met anderen worden gedeeld! Soms is het zelfs strafbaar, bijvoorbeeld als je ongevraagd naaktfoto's van minderjarigen doorstuurt. Dit wordt beschouwd als het verspreiden van kinderporno en is een misdrijf.
Heeft iemand ongevraagd een privéfoto of -filmpje van jou doorgestuurd? Jij hebt niets fout gedaan; wat de ander doet is wél fout. Praat hierover met iemand die je vertrouwt, zoals een vriend, je ouders of je mentor.

### PORNO

Foto's, films of teksten met het doel om mensen seksueel te prikkelen, noem je pornografie (porno). Mensen kijken naar porno om bijvoorbeeld seksueel opgewonden te raken.
Meestal zijn de geslachtsorganen bij porno duidelijk in beeld. Die zien er vaak niet uit zoals ze er bij de meeste mensen in het echt uitzien. Ook gedragen de acteurs zich niet natuurlijk (ze acteren). Porno is soms vrouwonvriendelijk.
Porno kijken kan spannend en leuk zijn, zolang je je er maar bewust van bent dat het in het echt anders gaat.

## KENNIS

**1** Seksualiteit heeft verschillende functies.

**a** Wat is seksualiteit?

.....

**b** Welke beschrijving hoort bij welke functie?

| | | | |
|---|---|---|---|
| A | geslachtsgemeenschap, zwangerschap | ○ | ○ 1 intimiteit |
| B | gevoel van verbondenheid in een liefdesrelatie | ○ | ○ 2 lustbeleving |
| C | opwinding, hartstocht, plezier | ○ | ○ 3 voortplanting |

**c** Zelfbevrediging (masturberen) is *wel* / *geen* seks.

**d** Zowel bij mannen als bij vrouwen kan prikkeling van een bepaald deel van het voortplantingsstelsel leiden tot een orgasme.
Om welk deel van het voortplantingsstelsel gaat het dan? .....

**e** Op welke manieren kan een orgasme ontstaan?

- ☐ A bevrediging met de hand
- ☐ B bevrediging met de mond
- ☐ C geslachtsgemeenschap
- ☐ D zelfbevrediging

**2** Hierna staan negen begrippen over geaardheid en gender.
Welke omschrijving hoort bij het begrip?

| | | | |
|---|---|---|---|
| A | aseksueel | ◯ | ◯ 1 De genderidentiteit komt overeen met het geslacht. |
| B | biseksueel | ◯ | ◯ 2 Het geslacht komt niet overeen met het gevoel. |
| C | cisgender | ◯ | ◯ 3 Het gevoel past niet bij één bepaald geslacht. |
| D | genderidentiteit | ◯ | ◯ 4 Valt op mensen van alle genders. |
| E | heteroseksueel | ◯ | ◯ 5 Valt op mensen van beide geslachten. |
| F | homoseksueel | ◯ | ◯ 6 Valt op mensen van het andere geslacht. |
| G | non-binair | ◯ | ◯ 7 Valt op mensen van hetzelfde geslacht. |
| H | panseksueel | ◯ | ◯ 8 Voelt geen seksuele aantrekking. |
| I | transgender | ◯ | ◯ 9 Voelt zich mannelijk, vrouwelijk of iets daartussenin. |

**3** **a** Welke omschrijving hoort bij welk begrip?

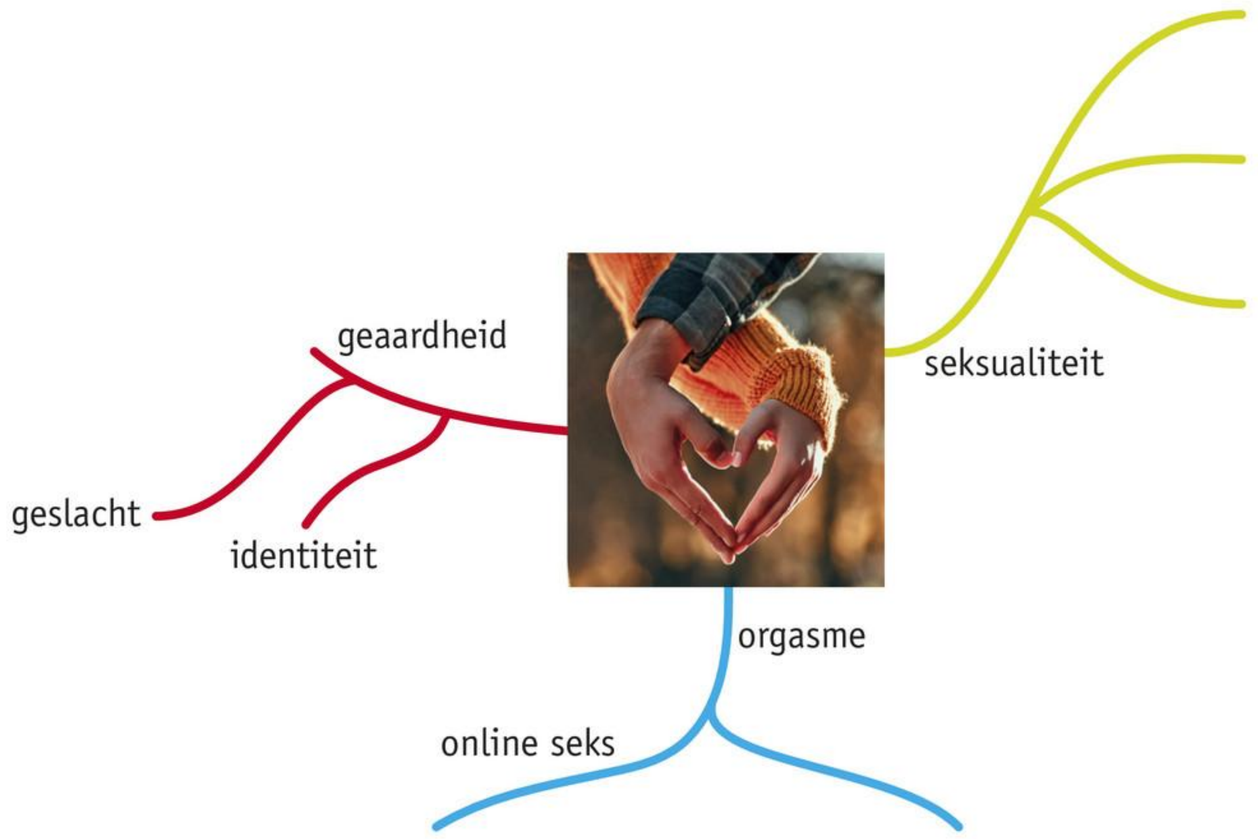
| | | | |
|---|---|---|---|
| A | online dating | ◯ | ◯ 1 foto's of films die seksueel prikkelen |
| B | pornografie | ◯ | ◯ 2 iemand online leren kennen |
| C | sexting | ◯ | ◯ 3 het versturen van seksueel getinte berichtjes of foto's |

**b** Pornografie is bedoeld om mensen seksueel te prikkelen.
Pornografie geeft *wel een* / *geen* realistisch beeld van seksualiteit.

**4** **Samenvatting**

Afbeelding 4 is het begin van een mindmap.
Maak de mindmap af.

**Afb. 4**



## INZICHT

**5** Het genderkoekje in afbeelding 1 geeft weer dat je geslacht, je identiteit, je genderexpressie en je geaardheid samen bepalen wie jij bent. Bij ieder onderdeel zijn er veel verschillende opties mogelijk. Dit geef je weer met de 'schuifjes' die je kunt verplaatsen.
Het schuifje bij geslacht kan staan bij 'mannelijk' of 'vrouwelijk' maar ook ergens tussenin (intersekse).
Bekijk afbeelding 5.

**a** Wat is de geaardheid, het geslacht, de identiteit en de genderexpressie van de persoon die de schuifjes zo heeft geplaatst?

.....

.....

.....

.....

**b** Het genderkoekje heeft heel veel opties. Er zijn dus heel veel verschillen tussen mensen.
Is er ook een 'normaal' genderkoekje? Leg je antwoord uit.

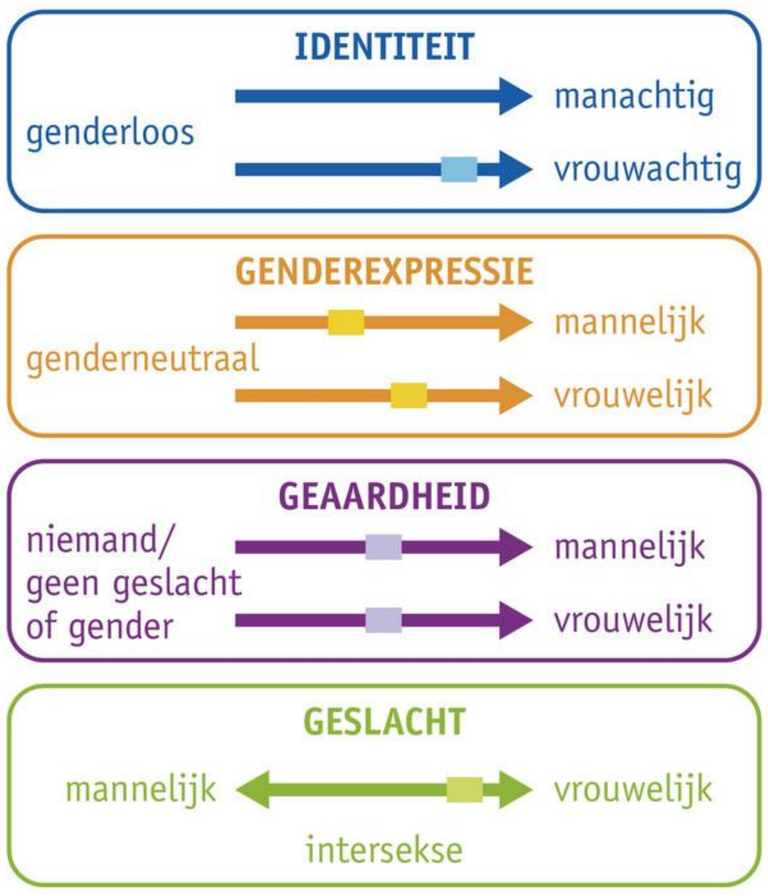
.....

.....

.....

.....

**Afb. 5**



**6** Lees de tekst 'Homoseksualiteit bij dieren'.

**a** Bij de laysan-albatros is er een tekort aan mannetjes. Dit lossen de vogels op door vrouwtjesparen te vormen in plaats van heteroparen. Hierdoor is er geen strijd om de mannetjes en hebben de jongen een grotere overlevingskans.
Zijn deze vrouwtjes homoseksueel? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

.....

**b** Bij olifanten heeft een vrouwtje maar één keer in de drie jaar een vruchtbare periode van ongeveer zes dagen. Alleen dan wil ze paren. Een mannetje moet hier dus snel op inspelen, maar dan moet hij wel weten hoe hij te werk moet gaan voor een geslaagde paring. Olifantenmannetjes oefenen daarom met elkaar. Ook tijdens het oefenen zijn de mannetjes seksueel opgewonden.
Zijn olifantenmannetjes homoseksueel, heteroseksueel of biseksueel?

.....

.....

.....

**c** Bij zwarte zwanen en flamingo's zijn de mannetjes groter en sterker dan de vrouwtjes. Mannenstellen van deze vogels stelen een ei uit het nest van een heterostel en broeden het vervolgens zelf uit. De kuikens die worden grootgebracht door een mannenstel, hebben een veel hogere overlevingskans.
Hoe is dat te verklaren?

.....

.....

.....

**d** Wat is een nadeel van homoseksualiteit bij dieren?

.....

.....

.....

**Afb. 6**

**Homoseksualiteit bij dieren**

Het was al langer bekend dat homoseksualiteit in het dierenrijk regelmatig voorkomt. Onder meer onder apen en albatrossen komen individuen voor die hun hele leven met een partner van hetzelfde geslacht leven. De Denver Zoo heeft twee homoflamingo's die al sinds 2014 samen zijn. Ze hebben ook een nestje gebouwd en wachten op een adoptie-ei.



**+ 7**

Lees de tekst 'In transitie'.

**a** Wat verandert er vooral wanneer een transgender persoon in sociale transitie gaat: het geslacht, de genderexpressie of beide? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

.....

**b** De medische transitie start met het gebruik van geslachtshormonen. Wat zal het effect zijn van het nemen van deze hormonen?

.....

.....

.....

.....

**c** Door middel van operaties kunnen geslachtsorganen worden aangepast. Dit is toegestaan vanaf 18 jaar. Er kan een penis of een vagina worden gemaakt. Welke geslachtskenmerken worden hiermee veranderd?

.....

**d** Bij een van de operaties waarbij een penis kan worden gecreëerd, zal de urinebuis worden verlengd en wordt van de clitoris een penis gevormd. Door twee overeenkomsten tussen de penis en de clitoris zal de transgender persoon zo een werkende penis krijgen (op seksueel gebied).
Welke twee overeenkomsten zijn dat?

.....

.....

.....

**e** Welk deel van de clitoris zal worden gebruikt voor het vormen van de eikel?

.....

**Afb. 7**

**In transitie**



Transitie is de weg die een transgender persoon kan gaan om geheel of gedeeltelijk van geslacht te veranderen. Een geboren man gaat bijvoorbeeld in transitie om vrouw te worden.
De transitie is deels sociaal. Dat betekent bijvoorbeeld dat de transgender persoon de omgeving vertelt over de veranderingen die eraan komen, de naam verandert of zich anders gaat kleden.
Het andere deel van de transitie is medisch. Deze transitie start vaak met het gebruik van mannelijke of vrouwelijke geslachtshormonen.

*Bron: transvisie.nl*

## SAMENHANG leefwereld

### PAARSE VRIJDAG OP SCHOOL

Paarse Vrijdag is in 2010 begonnen in de Verenigde Staten als *Spirit Day*. Leerlingen gingen paarse kleding dragen om hun solidariteit te tonen aan jongeren die homo- of biseksueel, lesbisch of transgender zijn. De kleur paars is gekozen, omdat in de regenboogvlag de kleur paars staat voor 'spirit'. Spirit kun je vertalen als 'karakter'. Mensen die zich onzeker voelen om wie of wat ze zijn, voelen zich extra gesteund door iedereen die paars draagt op Paarse Vrijdag. Door paars te dragen, laat je zien dat je echt oké bent met alle genders en seksuele oriëntaties.
In Nederland wordt Paarse Vrijdag georganiseerd door het netwerk van Gay-Straight Alliances (GSA) van de homobelangenorganisatie COC. Uit onderzoek is gebleken dat het op de helft van de scholen niet veilig genoeg is om 'uit de kast' te komen.
Je kunt zelf de Paarse Vrijdag organiseren bij jou op school. Het is elk jaar op de tweede vrijdag van december. Er zijn verschillende websites waarop je informatie kunt vinden.
Je kunt een groot feest organiseren op school, maar natuurlijk kun je het ook kleiner houden. Zorg ervoor dat iedereen een fijne dag heeft en vertel ook waarom het belangrijk is om deze dag te organiseren.

*Bronnen: www.gsanetwerk.nl; www.beleven.org.*

**Afb. 8**






**8** Lees de tekst 'Paarse Vrijdag op school'.

**a** Vind jij het belangrijk dat er een dag is waarop wordt stilgestaan bij verschillende seksuele oriëntaties?

.....

.....

**b** Waren er seksuele oriëntaties die jij nog niet kende voordat je met dit thema begon? Zo ja, welke?

.....

**c** Elke school besteedt op zijn eigen manier aandacht aan dit thema.
Vind jij dat er bij jou op school genoeg aandacht wordt besteed aan de verschillende seksuele oriëntaties?

.....

.....

**d** Leg uit waarom het juist op scholen belangrijk is dat er aandacht wordt besteed aan seksuele oriëntaties en gender.

.....

.....

Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# 6 Veilige seks

## LEERDOELEN

4.6.14 Je kunt benoemen hoe je wensen en grenzen kunt bewaken en respecteren in een seksuele relatie. ► Practicum 3

4.6.15 Je kunt enkele soa's noemen en uitleggen hoe je die kunt voorkomen.

4.6.16 Je kunt enkele methoden voor geboorteregeling noemen en hun werking uitleggen.

| TAXONOMIE | LEERDOELEN EN OPDRACHTEN | | |
|---|---|---|---|
| | 4.6.14 | 4.6.15 | 4.6.16 |
| Onthouden | 1ac | 2 | 3bcde, 4 |
| Begrijpen | 1b, 5 | 5, 11a | 3af, 5 |
| Toepassen | 8ac | 6, 12a, 14b | 7ad, 9, 14a |
| Analyseren | 8b | 10, 11b, 12b, 14c | 7bc, 13 |

**Het ontdekken van je seksualiteit kan fijn en leuk zijn. Bij veilige seks respecteer je je eigen grenzen, blijf je gezond en ontstaat er geen ongewenste zwangerschap.**

### WENSEN EN GRENZEN

Als je een relatie hebt, kun je zoenen, hand in hand lopen of elkaar aanraken. In een seksuele relatie zijn er dingen waarvan je hoopt dat ze gebeuren. Dat zijn je **wensen**. Er zijn ook dingen die je niet wilt of die je niet fijn vindt. Dat zijn je **grenzen**. Ook de ander heeft wensen en grenzen. Het is belangrijk dat je deze ook kent. Jullie moeten iets beiden willen voordat het gebeurt.
Wensen en grenzen zijn heel persoonlijk. De een vindt tongzoenen fantastisch, de ander vindt het vies. Praat daarover met elkaar. Stel elkaar vragen. Vertel ook dingen van jezelf. Het is niet raar als je iets (nog) niet wilt. En het is ook niet raar als je iets wél wilt. Seksualiteit en relaties ontdek je samen, in je eigen tempo. Doe niets wat je zelf (nog) niet wilt of wat de ander (nog) niet wil. Zo blijft het leuk voor jullie allebei.

Soms merk je tijdens het zoenen of de seks dat je iets niet fijn vindt. Je wordt onzeker, onrustig of je voelt je niet prettig. Dat betekent dat je een grens voelt bij jezelf. Als je voelt dat je een grens bereikt, neem dat gevoel dan serieus. Zeg het eerlijk tegen de ander. Als je verdergaat dan je eigenlijk wilt, heb je daar later spijt van.

Geeft je partner een grens aan, stop dan met wat je aan het doen bent. Voel je weerstand, maar weet je het niet zeker? Vraag dan of de ander het nog fijn vindt. Let ook op signalen, zoals niet aankijken of een afwerende houding. In afbeelding 1 lees je meer tips voor het bespreken en bewaken van je wensen en grenzen.

**Afb. 1**

**Bewaken en respecteren van wensen en grenzen:**



- Praat met elkaar over wat je wel en niet wilt.
- Laat ook zonder woorden merken wat je wel of niet wilt, bijvoorbeeld door iemands hand te sturen.
- Als je niet zeker weet of iemand iets wel of niet wil, vraag het dan.
- Zeg het duidelijk als je iets niet wilt: 'Ik vind dit niet fijn, ik wil dit niet.'
- Zeg erbij wat de ander moet doen: 'Ik wil dat je daarmee stopt.'
- Als de ander jouw grens niet respecteert, is hij of zij je niet waard.

Bij een seksuele relatie is er consent nodig. **Consent** betekent 'toestemming'. Je geeft elkaar toestemming om seksuele handelingen te verrichten. Wanneer je niet zeker weet of de ander iets wel wil, vraag je consent. Je checkt hiermee of je niet (per ongeluk) een grens overgaat.

Een gezonde relatie is wederzijds en gelijkwaardig. Je wilt het dus allebei en niemand is 'de baas'. Ook heb je respect voor elkaar en je vertrouwt elkaar. Dan is het hebben van een relatie erg fijn.

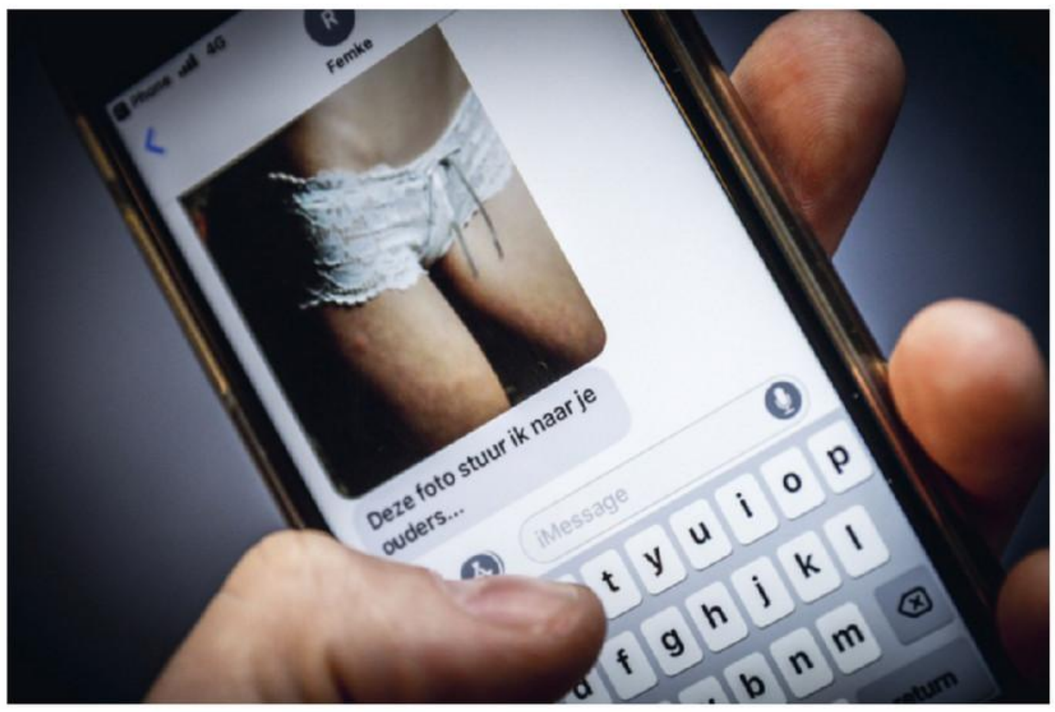
## SEKSUEEL GRENSOVERSCHRIJDEND GEDRAG

Een jongen die jou op de dansvloer aanraakt. Een meisje dat een sexy foto van jou aan iedereen laat zien. Je vriend of vriendin die tegen je zin met jou wil zoenen. Dit zijn momenten dat iemand over jouw grens gaat. Dit noem je **seksueel grensoverschrijdend gedrag**: iemand maakt seksuele opmerkingen of verricht seksuele handelingen, terwijl jij dat niet wilt.
Dit gedrag is onacceptabel. Probeer hier iets van te zeggen of roep hulp in (als diegene bijvoorbeeld niet luistert of het lukt je niet om iets te zeggen). Weet dat het nooit jouw schuld is als iemand over je grens gaat. Grenzen moet je altijd respecteren.

Er zijn verschillende vormen van seksueel overschrijdend gedrag. Bij **ongewenste intimiteiten** raakt iemand je aan terwijl je dat niet wilt of maakt iemand ongewenst seksuele opmerkingen.
Het kan ook gebeuren dat iemand je dwingt tot seksueel contact. Dit heet **seksueel geweld**. Het slachtoffer wordt dan seksueel misbruikt. Iemand wordt bijvoorbeeld gedwongen seksuele handelingen te verrichten of iemand raakt ongewenst geslachtsdelen van een persoon aan. Dit noem je **aanranding**. Bij **verkrachting** gaat iemand ongewenst het lichaam van een ander binnen, bijvoorbeeld bij ongewenste geslachtsgemeenschap. Aanranding of verkrachting door een familielid heet **incest**. Seksueel geweld is bij wet verboden en kan voor de daders leiden tot een gevangenisstraf.

Seksueel geweld kan ook plaatsvinden via internet of chat (zie afbeelding 2). Bijvoorbeeld: een meisje dwingt een jongen om zijn penis te laten zien voor de webcam. Of een ex-vriendje dreigt naaktfoto's van een meisje te delen als ze niet doet wat hij wil. Als een volwassene online seksueel contact probeert te krijgen met kinderen en jongeren, dan spreek je van grooming. Een groomer is een online kinderlokker. Vaak doet de groomer zich voor als iemand van dezelfde leeftijd als het kind of de jongere. Hij probeert zo het vertrouwen te winnen. Na een tijdje stuurt de groomer het gesprek richting seks. Hij vraagt bijvoorbeeld om naaktfoto's of om ergens af te spreken om seks te hebben. Grooming is verboden en strafbaar.

**Afb. 2** Online seksueel grensoverschrijdend gedrag.



## VICTIM BLAMING

Een op de vier vrouwen en een op de drie mannen vertelt niet dat ze seksueel misbruikt zijn. Een van de redenen om het niet te vertellen, is victim blaming. Victim blaming betekent dat slachtoffers van de mensen in hun omgeving de schuld krijgen van het seksueel misbruik. Natuurlijk is het nooit de schuld van het slachtoffer dat seksueel geweld heeft plaatsgevonden: de dader is schuldig!
Victim blaming is schadelijk. Het maakt het verwerken van het seksueel misbruik moeilijker. Het is dus belangrijk slachtoffers van seksueel geweld te steunen. Dit doe je door het slachtoffer te geloven, serieus te nemen en de gevoelens te erkennen.

Heb je te maken gehad met seksueel geweld of heb je vragen over dit onderwerp? Bij de volgende organisaties kun je terecht:

- Centrum Seksueel Geweld (www.centrumseksueelgeweld.nl): biedt online- en offlinehulp voor iedereen die een nare seksuele ervaring heeft meegemaakt.
- Help Wanted (www.helpwanted.nl): voor hulp bij online grensoverschrijdend gedrag (bijvoorbeeld via chat).
- Huisarts: je huisarts kan je verder helpen wanneer je seksueel geweld hebt meegemaakt.

## SOA

Er zijn ziekten die je alleen kunt krijgen via intiem lichamelijk contact met een besmet persoon. Deze ziekten noem je seksueel overdraagbare aandoeningen (**soa's**) of **geslachtsziekten**. Besmetting kan plaatsvinden door geslachtsgemeenschap en door ander seksueel contact tussen geslachtsorganen, mond of anus. Je kunt géén soa oplopen door een vies toilet of door te drinken uit het glas van een ander. De ziekteverwekkers van soa's gaan buiten het lichaam van een mens namelijk snel dood.

De meest voorkomende soa in Nederland is chlamydia (zie tabel 1). Om te weten of je besmet bent met chlamydia of een andere soa, kun je een soa-test doen. Dat kan bij een soa-centrum van de GGD of bij de huisarts.
Voor het vaststellen van een soa kan urine- of bloedonderzoek nodig zijn. Ook kan een uitstrijkje nodig zijn. Bij een uitstrijkje haal je (vaak zelf) met een wattenstaafje wat vocht uit de vagina, anus of keel.
Een soa-test bij de GGD is voor personen jonger dan 22 jaar gratis.

**Tabel 1** Aantal soa-diagnoses in Nederland in 2022.

| Soa | Bij CSG's* | Bij de huisarts | Totaal |
|---|---|---|---|
| Chlamydia | 24 684 | 39 600 | 64 284 |
| Genitale wratten | 782 | 47 500 | 48 282 |
| Genitale herpes | 596 | 27 300 | 27 300 |
| Gonorroe | 10 600 | 12 700 | 23 300 |
| Syfilis | 1574 | onbekend | (1574) |
| Hiv | 144 | onbekend | (144) |
| Hepatitis B en C | 104 | | 104 |

* *CSG staat voor Centrum Seksuele Gezondheid, bijvoorbeeld bij de GGD of Sense.*

*Bron: RIVM, Sexually transmitted infections in the Netherlands in 2022.*

## CHLAMYDIA

De bacterie die **chlamydia** veroorzaakt, komt vooral voor bij mensen tussen 15 en 30 jaar. Vaak merken besmette personen niets van de besmetting, maar kunnen ze chlamydia wel overdragen op mensen met wie ze seksueel contact hebben.
De chlamydiabacterie kan een ontsteking veroorzaken van de anus, de baarmoedermond en de urinebuis. Een jongen merkt dat aan een (waterige) afscheiding uit de penis, pijn bij het plassen en pijn in de balzak. Een meisje merkt dat aan pijn bij het plassen, pijn tijdens de geslachtsgemeenschap en pijn in de onderbuik. Als chlamydia niet tijdig wordt behandeld, kan de ontsteking uitbreiden naar de eileiders of bijballen. Een vrouw kan daardoor onvruchtbaar worden.

## HPV

**HPV** (**humaan papillomavirus**) is een virus dat genitale wratten kan veroorzaken, maar is vooral bekend als veroorzaker van baarmoederhalskanker en kankers aan bijvoorbeeld penis, anus, vagina en mond. Meestal geeft HPV echter geen klachten.
HPV is een zeer besmettelijk virus dat veel voorkomt. Er bestaan veel verschillende typen en bijna iedereen krijgt ooit een HPV-infectie. Bijna altijd ruimt het lichaam dit virus netjes op. Af en toe blijft het virus in het lichaam en kan dan verschillende vormen van kanker veroorzaken.
Voor HPV bestaat een vaccinatie. De vaccinatie beschermt tegen de meest gevaarlijke typen van het virus. De HPV-vaccinatie is onderdeel van het Rijksvaccinatieprogramma en wordt gratis aangeboden aan alle jongens en meisjes in hun 10e-levensjaar.

## SOA VOORKOMEN

Als je seks met iemand hebt, weet je vaak niet 100% zeker dat deze persoon geen soa heeft. Om een soa te voorkomen, moet je ervoor zorgen dat er geen contact tussen geslachtsorganen, mond of anus is. Dit kan door het gebruik van een condoom bij geslachtsgemeenschap, anale seks of pijpen. Ook kun je een beflapje gebruiken tijdens het beffen. Dit is een dun rubberen lapje dat je over de vulva legt. Er bestaan condooms en beflapjes met een smaakje. In afbeelding 3 zie je een voorbeeld van een condoom en een beflapje.

**Afb. 3** Een condoom en een beflapje.



## ANTICONCEPTIE

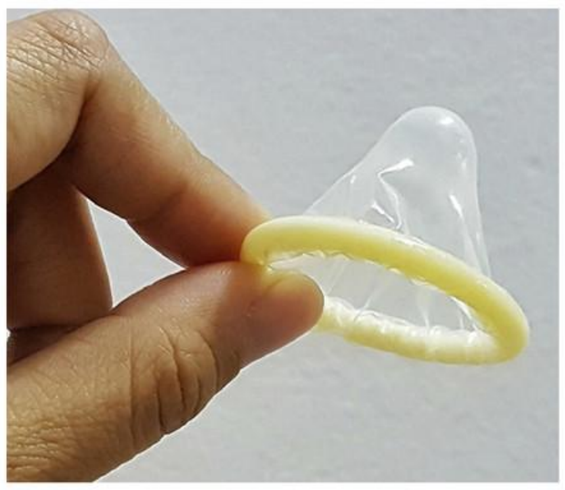
**Geboorteregeling** betekent dat een man en vrouw samen bepalen of zij een kind willen of niet. Als ze dat niet willen, kunnen ze een voorbehoedsmiddel of **anticonceptiemiddel** gebruiken om een zwangerschap te voorkomen. Anti betekent ‘tegen’ en conceptie betekent ‘bevruchting’. Voorbehoedsmiddelen voorkomen dat bevruchting plaatsvindt.

De bekendste voorbehoedsmiddelen zijn het condoom en de anticonceptiepil. Het condoom is het enige middel dat beschermt tegen een zwangerschap en tegen soa’s.

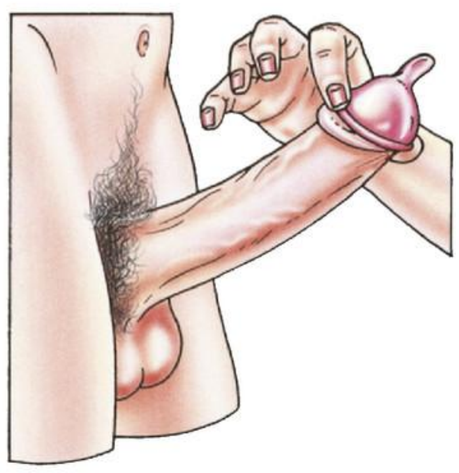
## CONDOOM

Het **condoom** schuif je bij een erectie om de penis. Het vangt sperma op zodat (bij geslachtsgemeenschap) geen sperma in de vagina terechtkomt (zie afbeelding 4). Zo voorkom je bevruchting.

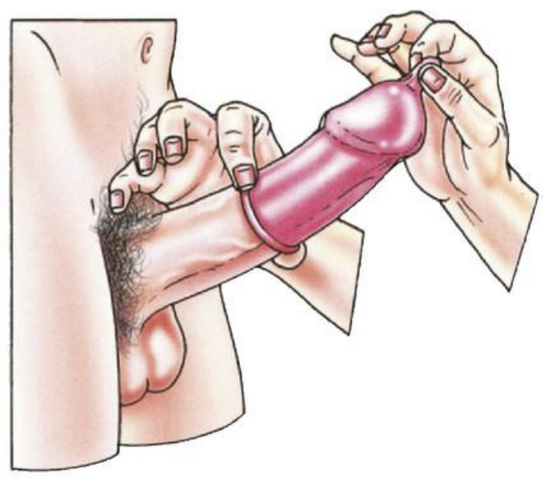
**Afb. 4** Het gebruik van een condoom.



1 Haal het condoom uit de verpakking.



2 Plaats het condoom om de eikel.



3 Houd het topje van het condoom vast en rol met de andere hand het condoom over de penis.

Voordelen van condooms zijn dat ze gemakkelijk, goedkoop en betrouwbaar zijn. Condooms kun je kopen bij een supermarkt, drogist of (anoniem) online (zie afbeelding 5). Een nadeel is dat je de seks moet onderbreken om het condoom om te doen.

Een condoom mag je maar één keer gebruiken. Na gebruik controleer je of het condoom niet lek is geraakt. Daarna leg je er een knoop in en gooit hem in de vuilnisbak.
Gebruik alleen condooms met het CE-veiligheidskeurmerk (zie afbeelding 6). Let ook op de houdbaarheidsdatum op de verpakking.
Funcondooms (zie afbeelding 7) zijn gemaakt voor de grap. Ze voorkomen geen zwangerschap of soa.

**Afb. 5**




**Afb. 6** Condoom met CE-keurmerk en houdbaarheidsdatum (veilig).




**Afb. 7** Funcondoom (niet veilig).



Een speciaal soort condoom is het **vrouwencondoom** dat in de vagina wordt ingebracht (zie afbeelding 8). Het inbrengen kan al enkele uren voor de seks gebeuren, zodat je de seks niet hoeft te onderbreken. Ook een vrouwencondoom mag je slechts één keer gebruiken. Het vrouwencondoom is betrouwbaar en beschermt ook tegen soa's.

**Afb. 8** Vrouwencondoom.



## HORMONALE ANTICONCEPTIE

De meeste soorten anticonceptie worden door de vrouw gebruikt en zorgen met behulp van hormonen dat een zwangerschap wordt voorkomen. De **anticonceptiepil** is hiervan het bekendste voorbeeld. De hormonen in de pil zorgen ervoor dat er geen eicel vrijkomt (geen ovulatie). Daarnaast maken de hormonen het slijm in de baarmoederhals dikker, waardoor zaadcellen er minder goed doorheen kunnen. Ook hebben de hormonen invloed op de baarmoederwand, waardoor een bevruchte eicel zich niet kan innestelen. De pil is een zeer betrouwbaar voorbehoedsmiddel.

De pil neem je dagelijks in, meestal met een onderbreking van één week per vier weken. In de week waarin je stopt, vindt een lichte menstruatie plaats. Daarom wordt de pil soms ook voorgeschreven aan meisjes of vrouwen met een erg pijnlijke of onregelmatige menstruatie.

De tabletten zitten in een strip waarop de dagen van de week zijn aangegeven (zie afbeelding 9). Daardoor weet je meteen of je een dag vergeten bent de pil in te nemen. Als je een pil vergeet, ben je tot de volgende menstruatie *niet* volledig beschermd tegen zwangerschap. Ook wanneer je moet overgeven of diarree hebt, is de pil niet meer betrouwbaar.

**Afb. 9** Anticonceptiepil.



Als je voor het eerst de pil wilt gaan gebruiken, heb je een recept nodig van de huisarts. Daarna kun je de pil steeds halen bij de apotheek. De huisarts en de apotheek geven informatie over de werking en het gebruik van de pil.

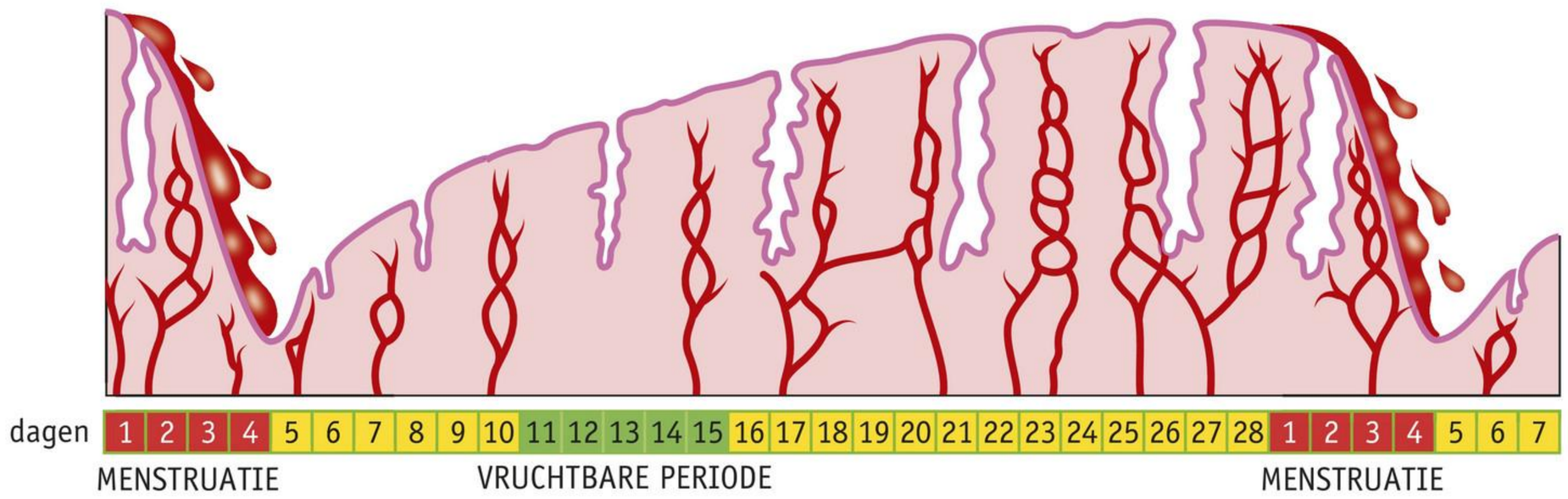
De pil is eenvoudig in te nemen en betrouwbaar. Nadelen van de pil zijn dat de pil niet beschermt tegen soa's en dat de pil bijwerkingen kan hebben. Sommige meisjes en vrouwen hebben last van bijvoorbeeld hoofdpijn, misselijkheid, sombere gevoelens of last van bloedverlies tussen de menstruaties door.

Andere voorbeelden van hormonale anticonceptie zijn het anticonceptiestaafje en de hormoonspiraal. Het **anticonceptiestaafje** wordt door een arts ingebracht onder de huid in de bovenarm. De **hormoonspiraal** wordt door een arts in de baarmoeder geplaatst.

## ONBETROUWBARE MANIEREN

Een manier om zwangerschap proberen te voorkomen, is **periodieke onthouding**. Hierbij hebben een man en een vrouw geen geslachtsgemeenschap in de vruchtbare periode. Doordat de eicel na de ovulatie 12 tot 24 uur in leven blijft en zaadcellen na een zaadlozing twee tot drie dagen in leven blijven, ontstaat er een vruchtbare periode van ongeveer vijf dagen (zie afbeelding 10).
Periodieke onthouding is niet betrouwbaar. Meestal kun je niet precies vaststellen wanneer de ovulatie plaatsvindt. Bij veel vrouwen vindt de ovulatie eerder of later plaats dan gemiddeld. De vruchtbare periode is dan eerder of later in de cyclus.

**Afb. 10**




Een andere onbetrouwbare manier om zwangerschap te voorkomen, is **coïtus interruptus** (onderbroken geslachtsgemeenschap). Hierbij trekt de man zijn penis terug uit de vagina als hij zijn zaadlozing voelt aankomen. De zaadlozing vindt dan buiten de vagina plaats. Maar voor het sperma vrijkomt uit de penis, komt er al voorvocht uit de penis. In dit voorvocht kunnen ook zaadcellen zitten zodat de vrouw zwanger kan worden.

## MORNING-AFTERPIL EN ABORTUS

Een vrouw kan na de seks ontdekken dat ze is vergeten de pil in te nemen. Of het condoom scheurt of glijdt af. Hierdoor kan een vrouw (ongewenst) zwanger worden. Als ze dit niet wil, zijn er maatregelen mogelijk om een zwangerschap te voorkomen of af te breken.

De **morning-afterpil** is een pil die grote hoeveelheden hormonen bevat. De pil moet je binnen drie dagen (72 uur) na de geslachtsgemeenschap slikken, maar het liefst zo snel mogelijk. De morning-afterpil voorkomt een eisprong en voorkomt innesteling.
De morning-afterpil is zonder recept verkrijgbaar bij drogist en apotheek, maar je mag hem niet te vaak gebruiken.
Wanneer je zwanger bent, word je niet ongesteld. Na de eerste dag waarop de menstruatie had moeten plaatsvinden, ben je overtijd. Om zeker te weten dat je zwanger bent, kun je naar de huisarts gaan of een zwangerschapstest doen (zie afbeelding 11). Je plast dan over het uiteinde van de stick. De test meet de hormonen in de urine en geeft aan of je zwanger bent of niet.

**Afb. 11** Zwangerschapstest.



Een vrouw die onbedoeld zwanger is geworden, kan ervoor kiezen de zwangerschap af te breken. Ze kiest dan voor een **abortus**. Ook medische redenen of praktische problemen kunnen aanleiding zijn om te kiezen voor een abortus. De wijze waarop de zwangerschap kan worden afgebroken, is afhankelijk van hoelang de vrouw al zwanger is.
Bij de FIOM (www.fiom.nl) kun je terecht voor informatie over een ongewenste zwangerschap en hulp bij het maken van een keuze bij een ongewenste zwangerschap.

## KENNIS

**1**

**a** Dingen waarvan je hoopt dat die gaan gebeuren in een seksuele relatie noem je *grenzen* / *wensen*.
Dingen die je niet wilt of niet fijn vindt binnen een seksuele relatie zijn je *grenzen* / *wensen*.

**b** Wie bepaalt wat jouw wensen en grenzen zijn?

.....

**c** Welke omschrijving hoort bij het begrip?

| | | | |
|---|---|---|---|
| A | het slachtoffer van (seksueel) geweld de schuld geven van wat er is gebeurd | ○ | ○ 1 aanranding |
| B | iemand dwingen tot seksueel contact | ○ | ○ 2 grooming |
| C | iemand seksueel aanraken of seksuele opmerkingen plaatsen naar iemand die dat niet wil | ○ | ○ 3 ongewenste intimiteiten |
| D | ongewenst het lichaam van iemand binnengaan, bijvoorbeeld ongewenste geslachtsgemeenschap | ○ | ○ 4 verkrachting |
| E | online kinderen lokken | ○ | ○ 5 victim blaming |

**2**

**a** Wat is een soa?

.....

.....

**b** Op welke wijze kun je een soa voorkomen?
Door bij seksueel contact:
- ☐ A de pil te gebruiken.
- ☐ B een beflapje te gebruiken.
- ☐ C een condoom te gebruiken.
- ☐ D te kiezen voor coïtus interruptus.

**c** Waar kun je laten testen of je een soa hebt?

.....

**d** Op welke wijze wordt een soa-test uitgevoerd?
Door te zoeken naar de aanwezigheid van de soa in:
- ☐ A urine.
- ☐ B bloed.
- ☐ C speeksel.
- ☐ D slijm van de vagina.

**3**

**a** Wat is de functie van anticonceptiemiddelen?
- ○ A voorkomen van een zwangerschap
- ○ B voorkomen van een soa
- ○ C ervoor zorgen dat een zwangerschap wordt afgebroken

**b** *De pil* / *Het condoom* zorgt ervoor dat er geen zaadcellen in de vagina terechtkomen.
*De pil* / *Het condoom* zorgt er door middel van hormonen voor dat er geen ovulatie is.

**c** Vul de juiste tijdsduur in. Kies uit: *1 dag – 2 tot 3 dagen – 3 tot 4 dagen – 5 dagen*.
- Eicellen leven .....
- Zaadcellen leven in het lichaam van een vrouw .....
- Bij periodieke onthouding heeft een stel geen geslachtsgemeenschap gedurende .....

**d** Bij periodieke onthouding heeft een stel geen geslachtsgemeenschap tijdens de *menstruatie* / *ovulatie* / *vruchtbare periode*. Deze manier van anticonceptie is *betrouwbaar* / *onbetrouwbaar*.

**e** Waarom is coïtus interruptus geen betrouwbare manier van anticonceptie?
- ○ A De vruchtbare periode is niet precies vast te stellen.
- ○ B De zaadcellen kunnen ook langer in leven blijven.
- ○ C Er vindt soms toch een ovulatie plaats.
- ○ D Het voorvocht kan zaadcellen bevatten.

**f** Gaan de volgende zinnen over abortus of over de morning-afterpil?
- Bij deze methode worden veel hormonen geslikt. *abortus* / *morning-afterpil*
- Deze methode gebruik je binnen drie dagen na de geslachtsgemeenschap. *abortus* / *morning-afterpil*
- Tot en met de 23e week van de zwangerschap kan deze methode worden uitgevoerd. *abortus* / *morning-afterpil*

**4**

**a** Condooms met het CE-veiligheidskeurmerk zijn *niet* / *redelijk* / *zeer* betrouwbaar.

**b** Hoe voorkomt de pil dat een vrouw zwanger wordt?

.....

.....

.....

**c** Als een vrouw een pil vergeet, is ze tot de volgende menstruatie *wel* / *niet* volledig beschermd tegen zwangerschap.

**d** Nadat ze seks heeft gehad met haar vriend ontdekt Rosan dat ze de pil is vergeten in te nemen. Als Rosan niet zwanger wil raken, moet ze de morning-afterpil slikken binnen ..... dagen na de geslachtsgemeenschap.

**5**

**Samenvatting**

Vul afbeelding 12 in.

**Afb. 12**

**Geboorteregeling:**

- Betrouwbare methoden:
  - Werking:
- Onbetrouwbare manieren:
- Na gelachtsgemeenschap:



**Soa's:**

- Kun je alleen krijgen via:
- Voorkom je door:

**Chlamydia:**

**HPV:**

**Wensen:**
**Grenzen:**
**Ongewenste intimiteiten:**

**Seksueel geweld:**

**Aanranding:**

**Verkrachting:**

## INZICHT

**6** Iedereen kan slachtoffer worden van een aanranding of verkrachting. Als je een aanranding of een verkrachting hebt meegemaakt, kun je terecht bij het Centrum Seksueel Geweld. Artsen, verpleegkundigen, politie en andere hulpverleners werken samen om de juiste zorg te verlenen.

**a** Welke zorg kan een arts je verlenen na een aanranding of verkrachting?

.....

.....

**b** Welke zorg kan een psycholoog verlenen?

.....

**c** Welke zorg kan de politie verlenen?

.....

.....

**7** **a** De cyclus van Esra is heel regelmatig en duurt steeds 28 dagen. Esra heeft op dag 11 van haar cyclus onbeschermde geslachtsgemeenschap. Ze gebruikt geen anticonceptie.
Leg uit waardoor geslachtsgemeenschap op dag 11 kan leiden tot bevruchting.

.....

**b** Leg uit waarom een vrouw nooit zeker kan weten op welke dag haar ovulatie plaats gaat vinden.

.....

.....

.....

**c** In afbeelding 13 is in deel A de lengte van de menstruatiecyclus van vijf vrouwen weergegeven tijdens de eerste zes jaar van de menstruatie.
Wanneer is de lengte van de menstruatiecyclus in deel A het meest verschillend bij deze vrouwen: kort na de eerste menstruatie of na zes jaar menstrueren? Leg je antwoord uit.

.....

.....

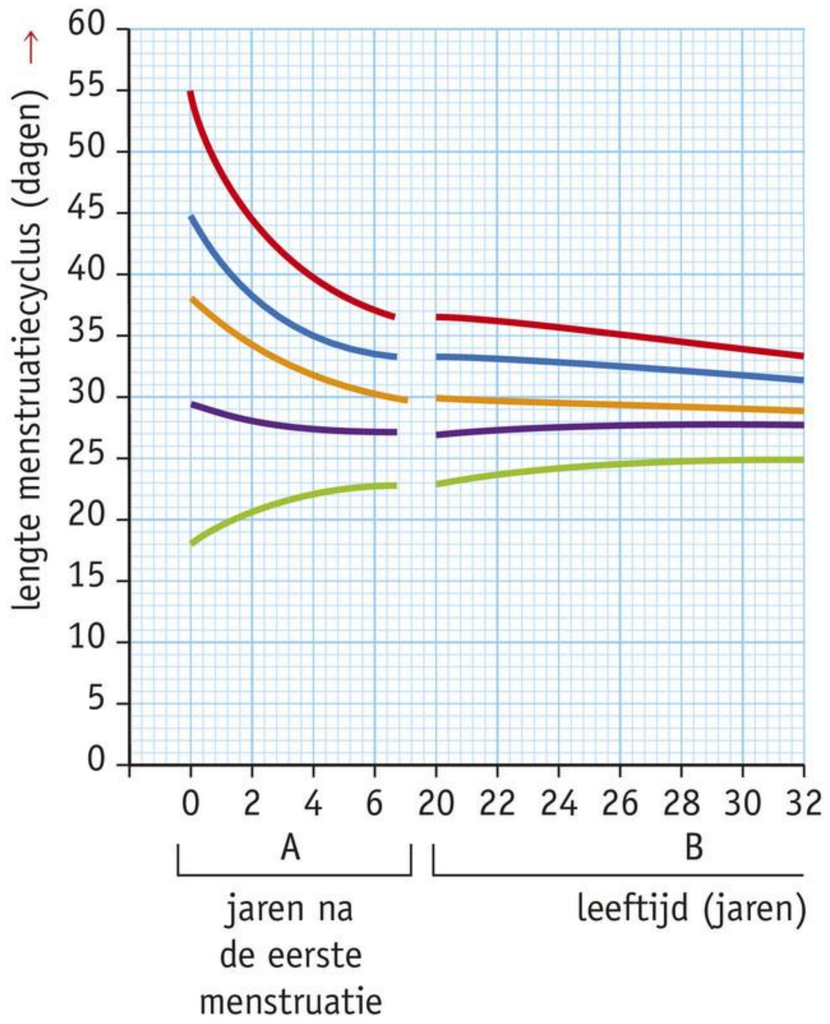
**d** In deel B van afbeelding 13 zie je de gemiddelde lengte van de menstruatiecyclus van vijf andere vrouwen van 20 tot 32 jaar.
Leg uit waarom periodieke onthouding voor deze vrouwen een onbetrouwbare manier is om zwangerschap te voorkomen.

.....

.....

.....

**Afb. 13** Lengte van de menstruatiecyclus van vijf vrouwen.




**8** Lees de tekst 'Slutshaming'.

**a** Het doorsturen van andermans naaktfoto's (zonder toestemming) valt onder slutshaming. Leg dit uit.

.....

.....

**b** Kun je verklaren waarom vooral meisjes en vrouwen slachtoffer zijn van slutshaming? Leg je antwoord uit.

.....

.....

**c** Wat vind je hiervan?

.....

.....

**Afb. 14**

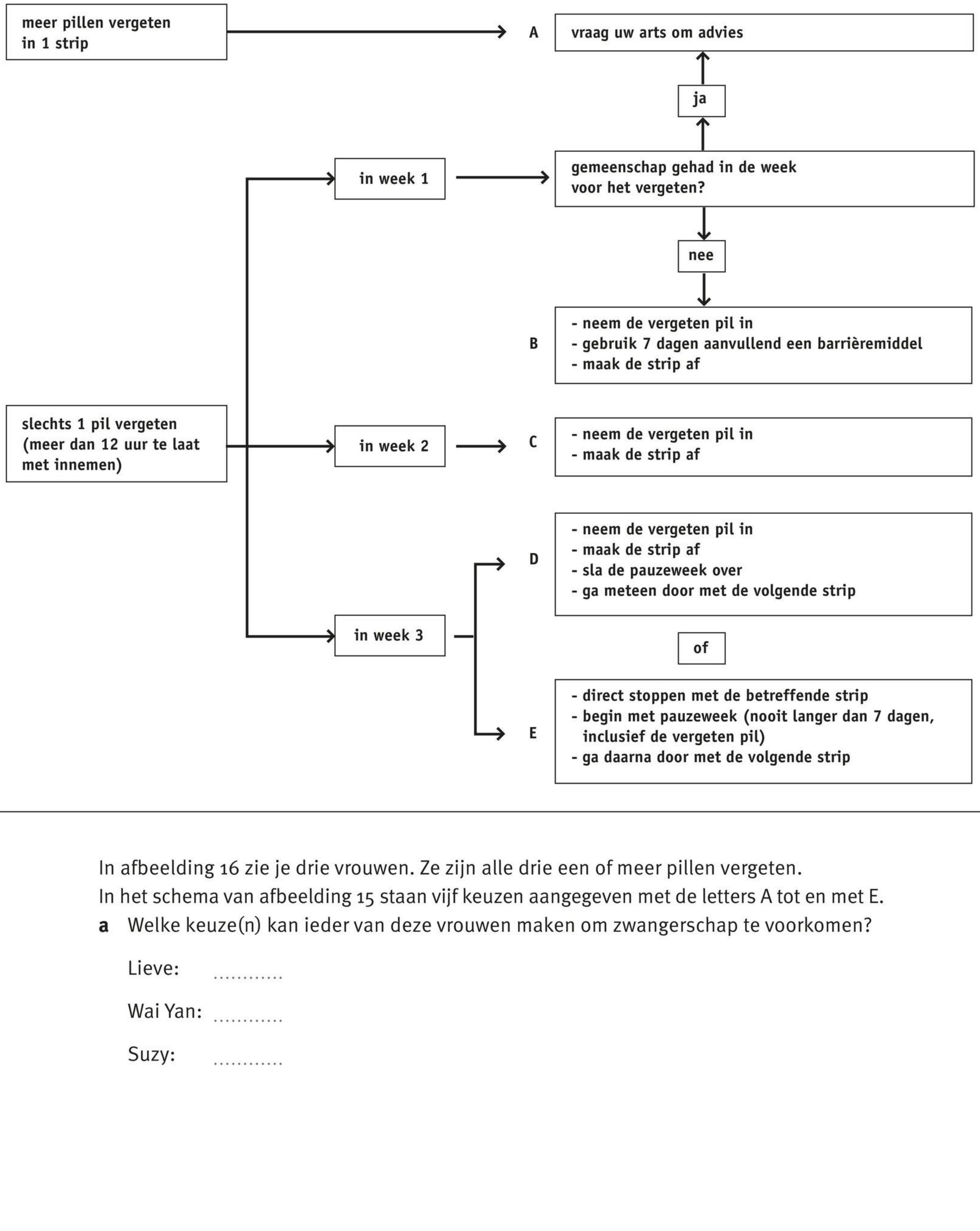
**Slutshaming**

Wie aan 'slutshaming' doet, noemt iemand een 'slet' of 'hoer' of iets gelijkaardigs omdat iemand zich niet gedraagt volgens de bekende genderrollen. Vaak zijn meisjes en vrouwen het slachtoffer van slutshaming. Ze worden dan bijvoorbeeld veroordeeld om het aantal mensen met wie ze seks hebben gehad, de kleding die ze dragen of het versturen van naaktfoto's.
Slutshaming vindt regelmatig online plaats.

**9** Er zijn verschillende soorten anticonceptiepillen verkrijgbaar. In afbeelding 15 zie je een deel van de bijsluiter van een bepaalde pil. Dit deel van de bijsluiter geeft aan wat een vrouw kan doen als ze een pil is vergeten.

**Afb. 15**

**Pillen vergeten**




In afbeelding 16 zie je drie vrouwen. Ze zijn alle drie een of meer pillen vergeten.
In het schema van afbeelding 15 staan vijf keuzen aangegeven met de letters A tot en met E.

**a** Welke keuze(n) kan ieder van deze vrouwen maken om zwangerschap te voorkomen?

Lieve: .....

Wai Yan: .....

Suzy: .....

**b** Wai Yan is bang dat ze zwanger is en is van plan om op dinsdag naar de huisarts te gaan.
Is ze nog op tijd voor de morning-afterpil? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

**c** Voordat Wai Yan de pil gebruikte, ging ze ervan uit dat ze bij geslachtsgemeenschap de volgende dag altijd nog de morning-afterpil kon halen.
Waarom is dit niet verstandig?

.....

.....

**Afb. 16**





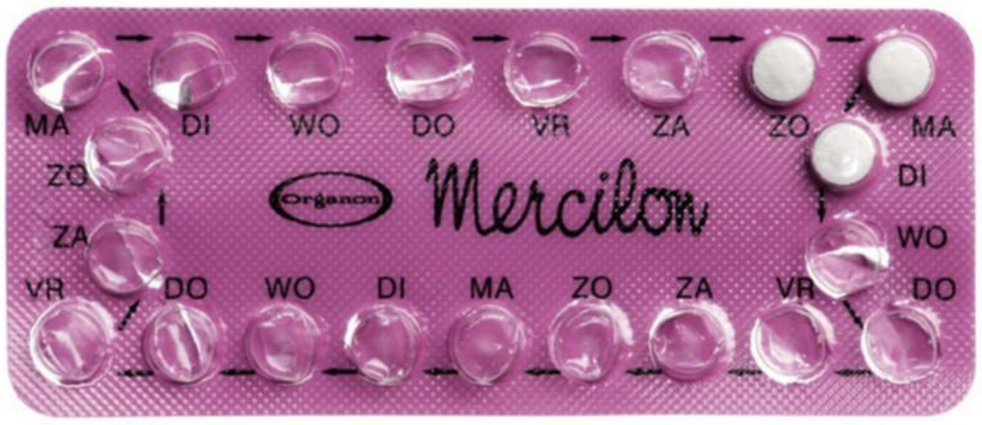

Op maandagavond ontdekt Lieve dat ze zondagavond de pil is vergeten. De afgelopen weken heeft ze geen geslachtsgemeenschap gehad.






Op maandagavond ontdekt Wai Yan dat ze zaterdagavond en zondagavond de pil is vergeten, terwijl ze op zondagavond geslachtsgemeenschap had.






Op maandagavond ontdekt Suzy dat ze zondagavond de pil is vergeten. Op de vrijdag ervoor heeft ze geslachtsgemeenschap gehad.

**10** Over soa's bestaan allerlei fabels.
Welke beweringen zijn juist?

- ☐ A Als je een keer een soa hebt gehad, krijg je deze soa nooit meer.
- ☐ B Als je partner een soa heeft, zie je dat meteen.
- ☐ C Een soa gaat vanzelf over.
- ☐ D Je kunt een ander besmetten met een soa, ook als je zelf geen klachten hebt.
- ☐ E Lesbische meisjes kunnen elkaar niet besmetten met een soa.
- ☐ F Van een soa kun je onvruchtbaar worden.

**11** **a** Bekijk afbeelding 17. Je ziet hier wat de klachten zijn van de meest voorkomende soa's.
Welke soa hoort bij welke klachten?

| | | | |
|---|---|---|---|
| A | chlamydia | ○ | ○ 1 blaasjes en zweertjes rondom de geslachtsorganen |
| B | genitale herpes | ○ | ○ 2 geen klachten of genitale wratten |
| C | genitale wratten | ○ | ○ 3 klachten door slechte afweer, zoals ontstekingen |
| D | gonorroe | ○ | ○ 4 pijn bij plassen en afscheiding uit penis en vagina |
| E | hepatitis B | ○ | ○ 5 vermoeidheid, spierpijn, misselijkheid, koorts en buikpijn |
| F | hiv/aids | ○ | ○ 6 wratjes rondom de geslachtsorganen |
| G | HPV | ○ | ○ 7 zonder verschijnselen of ontstekingen aan o.a. de baarmoedermond |
| H | syfilis | ○ | ○ 8 zweertjes en vlekjes op penis, vagina, anus en mond |

**b** Geef een mogelijke verklaring waarom chlamydia de meest voorkomende soa in Nederland is.

.....

.....

.....

.....

**Afb. 17**

| Soa | Ziekteverschijnselen | Hoe te genezen of te behandelen? | Mogelijke gevolgen zonder behandeling |
|---|---|---|---|
| Chlamydia | • vaak zonder verschijnselen<br>• ontstekingen in de baarmoedermond, anus of urinebuis | antibiotica | • eileiderontsteking<br>• bijbalontsteking<br>• onvruchtbaar worden |
| Genitale wratten | wratjes rondom de geslachtsorganen | gaat vanzelf over | niet gevaarlijk |
| Genitale herpes | blaasjes en zweertjes rondom de geslachtsorganen, koortslip | niet te behandelen | niet gevaarlijk, het virus blijft in het lichaam en de aanvallen met blaasjes en zweertjes komen af en toe terug |
| Gonorroe | • pijn met plassen<br>• vieze afscheiding uit penis en vagina | antibiotica | • eileiderontsteking<br>• bijbalontsteking<br>• onvruchtbaar worden |
| Hepatitis B | vermoeidheid, spierpijn en misselijkheid, koorts en pijn in de buik (vaak pas na drie maanden) | gaat vanzelf over | ontstekingen aan de lever |
| Hiv/aids | • geen klachten als je seropositief bent<br>• bij aids krijg je klachten door je slechtere afweer, zoals ontstekingen | niet te genezen, aidsremmers remmen de ziekte | • slechte afweer<br>• aan aids ga je dood |
| HPV | • vaak geen klachten<br>• op korte termijn kun je genitale wratten krijgen | niet te behandelen (wel vaccinatie mogelijk) | baarmoederhalskanker en penis-, vagina- en mondkanker |
| Syfilis | zweertjes of vlekjes op penis, vagina, anus of mond | antibiotica | na jaren: aantasting van organen en anus of mond; kan leiden tot de dood |

**12**

**a** Wanneer je een soa hebt, wordt je gevraagd om na te gaan met welke mensen je seks hebt gehad.
Welke mensen heb jij kunnen besmetten met de soa: de mensen met wie je beschermde seks hebt gehad of de mensen met wie je onbeschermde seks hebt gehad?

.....

**b** Als je een soa hebt, wordt je ook gevraagd om al jouw eerdere seksuele contacten hiervan op de hoogte te brengen.
Geef twee redenen waarom het belangrijk is dat je dit doet.

.....

.....

.....

**+ 13** Lees de tekst 'hCG'.
In het lichaam van sommige zwangere vrouwen wordt niet voldoende hCG aangemaakt.

**a** Welke gevolgen kan dit hebben voor de bevruchte eicel?

.....

.....

**b** In de grafiek zijn de veranderingen weergegeven in de hoeveelheid hCG in het bloed van een zwangere vrouw. Vier tijdstippen worden met een letter aangegeven.
Leg uit waardoor de productie van hCG begint op tijdstip T.

.....

.....

.....

**c** Een zwangerschapstest kan hCG in je urine meten vanaf ongeveer 28 dagen nadat je laatste menstruatie is begonnen, maar geadviseerd wordt om pas na vijf weken een test te doen.
Leg met behulp van de informatie in de grafiek uit waarom je beter na vijf weken een zwangerschapstest kunt doen.

.....

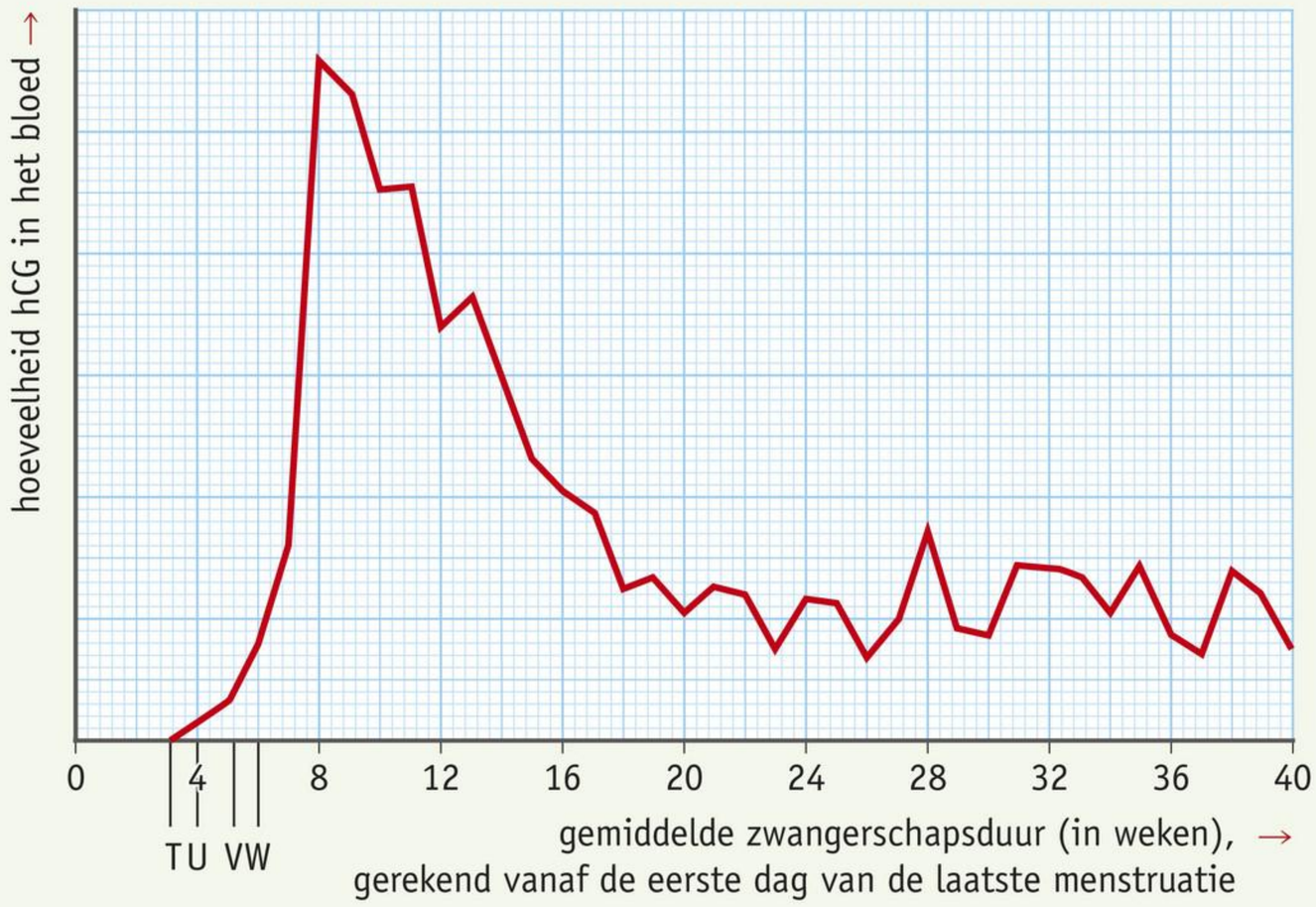
.....

.....

**Afb. 18**

## hCG

Als een vrouw het hormoon hCG in haar bloed of urine heeft, is dat een bewijs dat ze zwanger is. hCG noem je ook wel het zwangerschapshormoon. Het hormoon wordt vanaf het begin van de zwangerschap aangemaakt door het (innestelende) embryo. De placenta neemt later de productie van hCG over. Met een zwangerschapstest kan hCG in de urine van een zwangere vrouw worden aangetoond.
hCG zorgt ervoor dat er geen eicellen meer rijpen in de eierstok. Het zorgt er ook voor dat er geen menstruatie optreedt waarbij het baarmoederslijmvlies wordt afgestoten.



## SAMENHANG leefwereld

### EEN STUKJE DARM ALS CONDOOM

Een condoom wordt gebruikt om een zwangerschap en soa's te voorkomen. Vroeger kwamen er ook al soa's voor en gebruikten mannen ook al condooms. Deze condooms waren niet gemaakt van rubber of latex, maar van planten of dieren.
Voor zover bekend werd drieduizend jaar voor Christus het eerste condoom gebruikt. Dit was gemaakt van de blaas van een geit en werd gebruikt door een koning op Kreta (een eiland in Griekenland).
Tweeduizend jaar later waren het de Egyptenaren die bang waren dat ze een soa zouden oplopen als ze gingen zwemmen. Daarom maakten ze een huls van vlas (een plant) en deden die om hun penis.
Pas in de zeventiende eeuw werden opnieuw organen van dieren gebruikt, namelijk schapendarmen. Vanaf deze tijd werden de schapencondooms ook gebruikt als anticonceptie (zie afbeelding 19).
In 1855 werd het eerste condoom van rubber gemaakt. Dit condoom kon je na gebruik wassen en opnieuw gebruiken. Pas vanaf 1929 lagen de eerste latexcondooms in de winkel. Deze waren net zoals de condooms van nu voor eenmalig gebruik.

*Bron: https://wibnet.nl.*

**Afb. 19** Condoom van schapendarm.



**14** Lees de tekst 'Een stukje darm als condoom'.

**a** Condooms van nu mag je maar één keer gebruiken.
Leg uit waarom het niet veilig is om een condoom vaker te gebruiken.

.....

.....

.....

**b** In de tekst staat dat de Egyptenaren bang waren om een soa op te lopen bij het zwemmen.
Leg uit dat ze hier niet bang voor hoefden te zijn.

.....

.....

**c** In de jaren tachtig van de twintigste eeuw werd de soa die wij kennen als aids (veroorzaakt door het virus hiv) nog grid genoemd. Grid staat voor gay related immune disease. De reden hiervoor was dat deze ziekte in het begin vooral bij homoseksuele mannen voorkwam en niet bij mannen die een heteroseksuele relatie hadden.
Leg uit waarom het virus meer werd overgedragen onder homoseksuele mannen.

.....

.....

Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# Samenhang

## PAREN MET EEN PSEUDOPENIS

Het leven van mannetjes van de gevlekte hyena gaat niet over rozen. De vrouwtjes zijn de baas en geven de mannetjes nauwelijks iets te eten. Maar voor een vrouwtje valt het leven ook niet mee. Als ze zwanger wordt, staat haar een zware bevalling te wachten.

### DOMINANT

Bij de meeste diersoorten zijn de mannetjes dominant (de baas) tegenover de vrouwtjes, maar dat geldt niet voor de gevlekte hyena. De vrouwtjes zijn een stuk groter dan de mannetjes en ook agressiever.

Gevlekte hyena's leven in een groep die wordt geleid door één vrouwtje. Alle andere leden van de groep zijn ondergeschikt aan haar. De jongen in een groep hebben dezelfde status als hun moeder. Als mannetjes volwassen worden, moeten ze een andere groep opzoeken. Bij de nieuwe groep zijn alle vrouwtjes de baas over hen.

Als de groep een prooi heeft gevangen, mogen de vrouwtjes en hun jongen eerst eten. De mannetjes komen pas aan de beurt als de andere dieren klaar zijn en het meeste vlees al van de botten is verdwenen. Gevlekte hyena's kunnen botten verteren; de mannetjes eten dan ook alle botten van de prooi op. De mannetjes zorgen niet voor de jongen, waardoor ze tijd overhouden om in hun eentje op jacht te gaan en af een toe een prooi voor zichzelf te vangen.

### PSEUDOPENIS

De voortplantingsorganen van gevlekte hyenavrouwtjes lijken erg op die van de mannetjes. De vrouwtjes worden geboren met een clitoris die bijna net zo groot is als de penis van een mannetje. Het lijkt dus net alsof de vrouwtjes ook een penis hebben (zie afbeelding 1). De 'penis' van het vrouwtje wordt een pseudopenis genoemd. Pseudo betekent 'niet echt'.

De pseudopenis heeft zwellichamen die zich kunnen vullen met bloed. Daardoor wordt hij groter en steviger. Vrouwelijke gevlekte hyena's kunnen een volledige erectie krijgen. Behalve een pseudopenis hebben vrouwtjes ook een pseudobalzak. Dat komt doordat de schaamlippen met elkaar vergroeid zijn. Daardoor hebben vrouwtjes geen uitwendige vulva. Door de pseudopenis loopt één buis die toegang tot de baarmoeder geeft en die ook als urinebuis dient.

**Afb. 1** Een vrouwelijke gevlekte hyena met een pseudopenis.



## VOORTPLANTING

Voordat gevlekte hyena's geslachtsgemeenschap kunnen hebben, moet het vrouwtje eerst haar pseudopenis terugtrekken. Als het vrouwtje na bevruchting zwanger is, worden de jongen na iets minder dan vier maanden geboren. Meestal krijgt ze twee jongen, die bij de geboorte door de pseudopenis naar buiten komen. Bij de geboorte zijn de jongen behoorlijk groot. Bij de eerste bevalling van een vrouwtje scheurt de wand van haar pseudopenis dan ook altijd uit. Omdat de bevalling zo zwaar is, is er een grote kans dat de jongen tijdens de bevalling overlijden. Zelfs voor de moeder is de kans groot dat ze de bevalling niet overleeft.

De jongen worden geboren met zacht, zwartbruin haar. Na twee tot drie maanden verliezen ze hun donkere haren en krijgen ze de lichtere, gevlekte vacht die de volwassen dieren ook hebben. Hoewel ze na een maand of drie al vlees kunnen eten, drinken ze langer dan een jaar melk bij hun moeder.

Het leven van de jongen begint allesbehalve vreedzaam. Vlak na de geboorte vallen de broertjes en zusjes elkaar vaak aan. Dat gebeurt vooral als beide jongen hetzelfde geslacht hebben. In dat geval gaat het er zo agressief aan toe, dat de kans groot is dat de zwakste van de twee sterft. Van je familie moet je het hebben!

## OPDRACHTEN

**1** Vrouwelijke gevlekte hyena's hebben een pseudopenis.

**a** Zijn ze daardoor intersekse? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

**b** Bij de meeste diersoorten gedragen mannetjes zich dominant ten opzichte van vrouwtjes, maar bij gevlekte hyena's is het net andersom.
Komt het gender van hyenavrouwtjes overeen met hun geslacht? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

**c** Wanneer twee gevlekte hyenavrouwtjes geslachtsgemeenschap met elkaar hebben, kunnen er geen jongen komen.
Leg uit waardoor dat komt.

.....

.....

.....

**d** Zijn gevlekte mannetjeshyena's die geslachtsgemeenschap met een vrouwtje hebben homoseksueel? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

**e** Is er bij gevlekte mannetjeshyena's die geslachtsgemeenschap met een vrouwtje hebben sprake van genderdysforie? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

**2**

**a** Door de pseudopenis loopt één buis die als urinebuis dient en toegang tot de baarmoeder geeft. Leg uit hoe dit afwijkt van de urinebuis en de toegang tot de baarmoeder bij de mens.

.....

.....

**b** Welke delen van de mannelijke en vrouwelijke voortplantingsorganen passeert een zaadcel bij de gevlekte hyena voordat hij een eicel bereikt? Zet de delen in de juiste volgorde.

..... baarmoeder

..... bijbal

..... clitoris

..... eileider

..... teelbal

..... urinebuis

..... zaadleider

**c** Noteer een overeenkomst en een verschil tussen de pseudopenis van een gevlekte hyena en de clitoris van een vrouw.

.....

.....

.....

.....

.....

**3**

**a** Leg uit of de pseudopenis een primair, een secundair of geen geslachtskenmerk is.

.....

.....

.....

**b** Zijn de vlekken op de vacht van volwassen dieren secundaire geslachtskenmerken? Leg je antwoord uit.

.....

.....

**4**

**a** Wolven en gevlekte hyena's behoren beide tot de orde van de roofdieren.
Tot welke stam en klasse behoren gevlekte hyena's?
Rijk: dieren
Stam: *gewervelden / zoogdieren*
Klasse: *gewervelden / zoogdieren*
Orde: roofdieren

**b** De orde van roofdieren is onderverdeeld in twee onder-orden: de hondachtigen en de katachtigen. Wolven zijn hondachtigen en gevlekte hyena's zijn katachtigen. Gevlekte hyena's horen dus niet bij dezelfde onder-orde als wolven, maar hun gedrag en uiterlijk lijken wel meer op die van wolven (zie afbeelding 2.1) dan die van veel katachtigen, zoals jachtluipaarden (zie afbeelding 2.2).
Vertoont het DNA van de gevlekte hyena meer overeenkomsten met een wolf of met een jachtluipaard? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**c** De bouw van gevlekte hyena's is aangepast aan hun manier van jagen. Hun manier van jagen lijkt erg op de manier waarop wolven jagen. Daarom lijken ze ook zoveel op wolven.
Leg uit dat ze door hun aangepaste bouw beter kunnen overleven.

.....

.....

**Afb. 2** Wolven zijn hondachtigen, jachtluipaarden zijn katachtigen.



1 een wolf



2 een jachtluipaard

**5**

Als gevlekte hyena's als groep een prooi vangen, dan komen de mannetjes pas aan de beurt om te eten als de rest klaar is met eten. Het meeste vlees is dan al van de botten. De mannetjes eten alle botten op, waardoor hun tanden en kiezen snel slijten.

**a** Tot welke vorm van vertering zijn ze daardoor na een paar jaar niet goed meer in staat?

Ze zijn dan niet meer goed in staat tot ..... vertering.

**b** Mannetjes leven veel korter dan vrouwtjes.
Hoe komt dat?

.....

.....

.....

# 7 Meer voorbehoedsmiddelen

## LEERDOEL

4.7.17 Je kunt andere manieren noemen om zwangerschap te voorkomen.

| TAXONOMIE | LEERDOEL EN OPDRACHTEN |
|---|---|
| | 4.7.17 |
| Onthouden | |
| Begrijpen | 2 |
| Toepassen | 1 |
| Analyseren | |

**Naast de pil en het condoom zijn er nog verschillende andere manieren om zwangerschap te voorkomen (zie afbeelding 1). Deze worden vooral door de vrouw gebruikt.**

## HORMONEN

Er bestaan verschillende voorbehoedsmiddelen (zie afbeelding 1) die dezelfde hormonen bevatten als de pil. Ze houden de eisprong tegen en maken innesteling moeilijker.

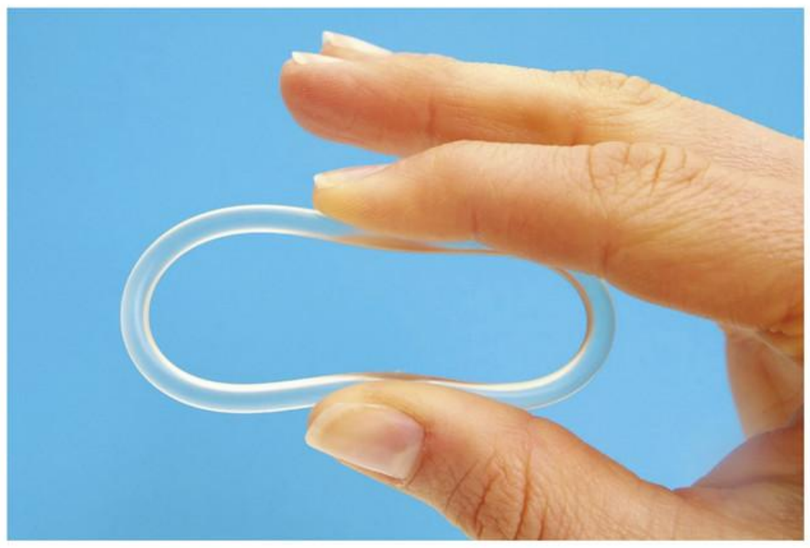
De **anticonceptiering** is een kunststof ring die een vrouw zelf aanbrengt in haar vagina (zie afbeelding 2.1). Ze draagt de ring drie weken onafgebroken met daarna een pauzeweek. Bij goed gebruik is de anticonceptiering even betrouwbaar als de pil.

Een **anticonceptiepleister** wordt op de huid geplakt en wordt wekelijks vervangen (zie afbeelding 2.2). Na drie weken is er een pauzeweek.

**Afb. 1** Verschillende anticonceptiemiddelen.



**Afb. 2**



1 anticonceptiering



2 anticonceptiepleister

Voorbeelden van voorbehoedsmiddelen met een hormoon dat de rijping van de eicel voorkomt, zijn het anticonceptiestaafje, de prikpil en de hormoonspiraal.
Het **anticonceptiestaafje** of hormoonstaafje is ongeveer zo groot als een lucifer en wordt onder de huid in de bovenarm ingebracht (zie afbeelding 3). Elke dag geeft het staafje een heel kleine hoeveelheid hormonen af aan het lichaam. Het staafje kan drie jaar blijven zitten.

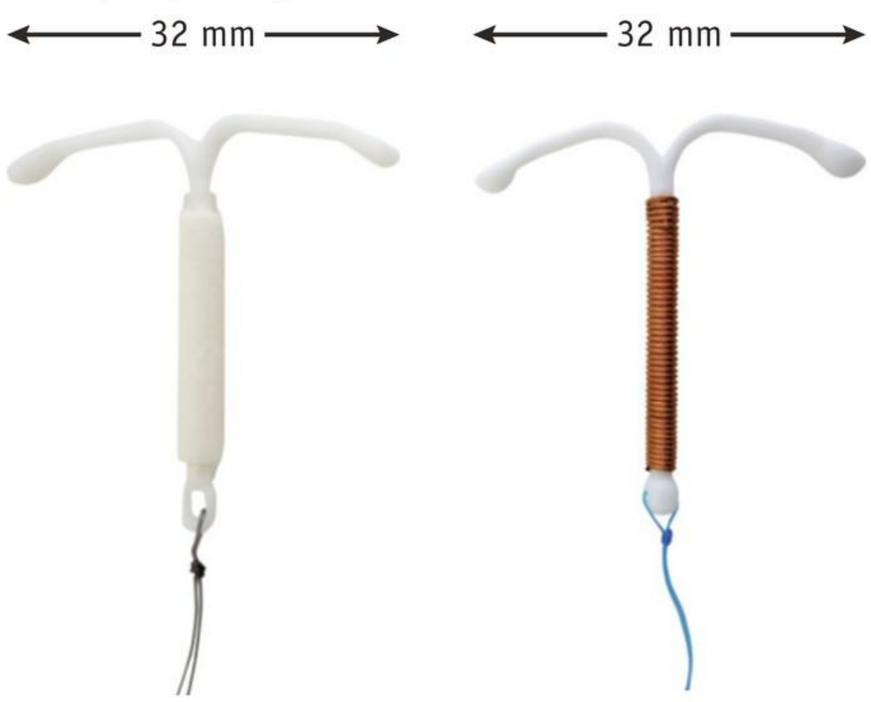
**Afb. 3** Anticonceptiestaafje.



Bij de **prikpil** krijgt een vrouw om de drie maanden een injectie met een hormoon dat de ovulatie remt. De menstruatie wordt minder en blijft soms helemaal weg. Als een vrouw stopt met de prikpil kan het soms wel twee jaar duren voordat de menstruaties terugkomen.

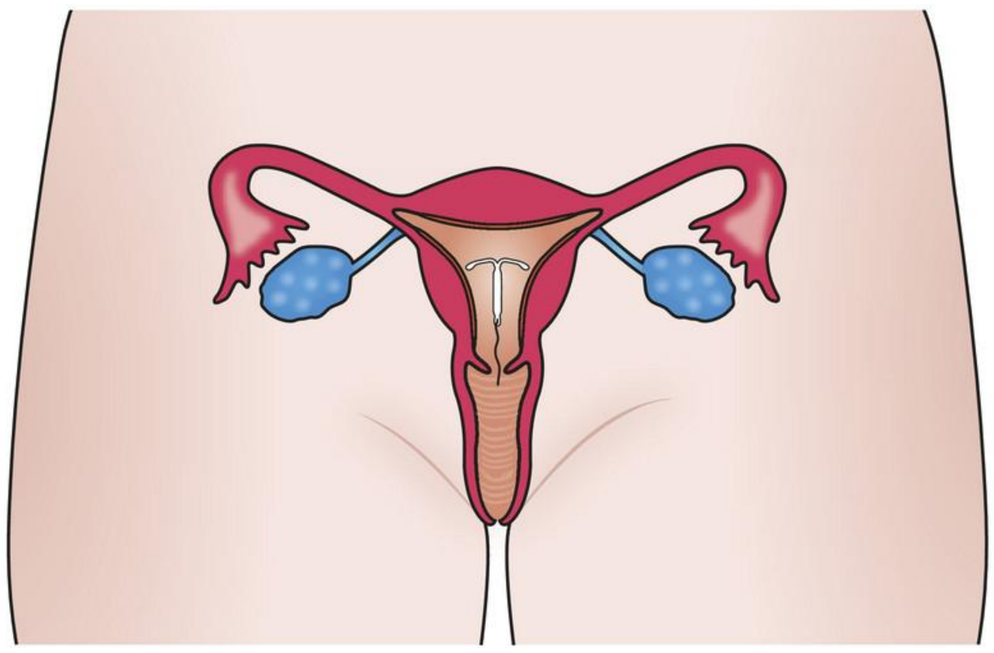
Een **hormoonspiraaltje** (zie afbeelding 4.1) wordt door een arts in de baarmoeder geplaatst (zie afbeelding 5) en geeft dagelijks kleine hoeveelheden hormoon af. De menstruatie wordt vaak minder en korter. Na vijf jaar is een hormoonspiraaltje uitgewerkt en moet het worden vervangen.

**Afb. 4** Spiraaltjes.




Hormoonspiraal (links) en koperspiraal (rechts)

**Afb. 5** Spiraaltje in de baarmoeder.



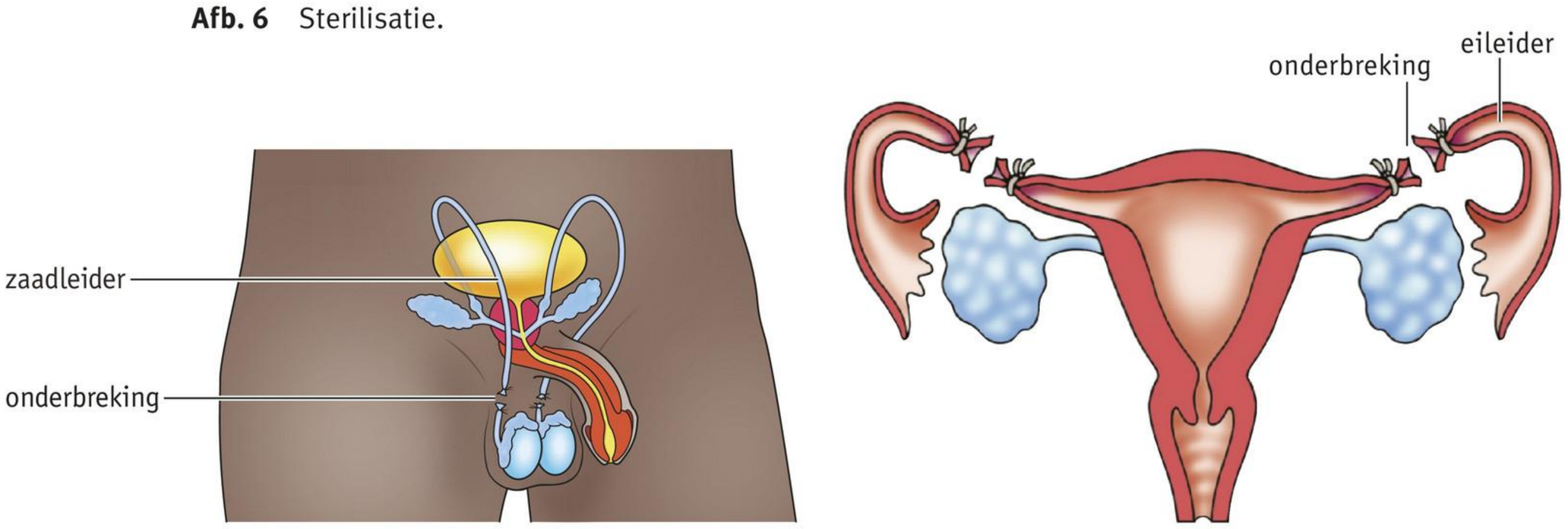
## MIDDELEN ZONDER HORMONEN

Naast het hormoonspiraaltje is er ook een spiraal zonder hormonen: het **koperspiraaltje**. Dit spiraaltje is omwikkeld met een koperdraadje (zie afbeelding 4.2). Een koperspiraaltje kan tot wel tien jaar blijven zitten. In de baarmoeder veroorzaakt een koperspiraaltje een reactie waardoor zaadcellen worden aangetast en innesteling wordt bemoeilijkt.
Met een koperspiraaltje blijft de menstruatie meestal gelijk. Soms ga je heviger menstrueren.

## STERILISATIE

Bij **sterilisatie** wordt een man of een vrouw door middel van een kleine operatie onvruchtbaar gemaakt. Bij een man worden beide zaadleiders onderbroken (zie afbeelding 6.1). De productie van zaadcellen gaat normaal door. Ook verandert er niets aan de hoeveelheid vocht die bij een zaadlozing vrijkomt. De geproduceerde zaadcellen kunnen het lichaam niet meer verlaten. Ze worden in de bijballen en in de zaadleiders afgebroken.
Bij een vrouw worden bij een sterilisatie de eileiders onderbroken, waardoor de zaadcellen niet meer bij de eicel kunnen komen (zie afbeelding 6.2).

**Afb. 6** Sterilisatie.




1 bij een man

2 bij een vrouw

## OPDRACHTEN

**1** Het Rutgers doet iedere vijf jaar uitgebreid onderzoek naar de seksuele gezondheid van jongeren en volwassenen in Nederland. In dit onderzoek bekijkt Rutgers ook het anticonceptiegebruik.
Bekijk tabel 1. In deze tabel wordt het anticonceptiegebruik weergegeven van vrouwen tussen de 17 en 24 jaar die ooit geslachtsgemeenschap hebben gehad.

**a** Leg uit waarom er in dit onderzoek alleen gekeken is naar vrouwen tussen de 17 en 24 jaar.

.....

.....

.....

**b** De pil is de meest gebruikte anticonceptiemethode in de leeftijdsgroep 17-18 jaar.
Hoeveel procent van deze leeftijdsgroep gebruikt deze methode?

.....

**c** Na de pil is het spiraaltje het meest gebruikte anticonceptiemiddel.
Geef hiervoor twee mogelijke verklaringen.

.....

.....

.....

.....

**d** Er is een verschil zichtbaar tussen het gebruik van de pil en het condoom samen tussen de verschillende leeftijdsgroepen.
Geef hiervoor een mogelijke verklaring.

.....

.....

.....

**e** Uit het onderzoek van 2012 en 2017 bleek dat 73% van de jongeren een condoom gebruikte bij de eerste keer geslachtsgemeenschap. In 2023 was dit nog maar 67%.
Waarom denk jij dat minder jongeren een condoom zijn gaan gebruiken?

.....

**Tabel 1** Gebruikte anticonceptiemethode bij vrouwen tussen de 17 en 24 jaar (die ooit geslachtsgemeenschap hadden), Rutgers 2024.

| | 17-18 jaar | 19-21 jaar | 22-24 jaar | Totaal |
|---|---|---|---|---|
| Niets | 22% | 17% | 22% | 20% |
| De pil | 45% | 40% | 37% | 39% |
| Condooms | 9% | 8% | 8% | 8% |
| De pil en condooms | 11% | 9% | 4% | 7% |
| Een spiraaltje | 7% | 21% | 25% | 21% |
| De prikpil | 3% | 2% | 2% | 2% |
| De anticonceptiepleister | ‹1%* | ‹1%* | ‹1%* | ‹1%* |
| De anticonceptiering | 1% | 1% | 1% | 1% |
| Het anticonceptiestaafje | 1% | 2% | 2% | 2% |
| Iets anders | ‹1%* | ‹1%* | ‹1%* | ‹1%* |

* Aantallen vrouwen die deze anticonceptiemethode gebruiken zijn zeer klein.

**2**

In de tabel staan al enkele gegevens over voorbehoedsmiddelen.
Gebruik www.seksualteit.nl voor het opzoeken van de voor- en nadelen van de verschillende voorbehoedsmiddelen en vul de tabel verder in.

| Methode van geboorteregeling | Werking | Eventuele voordelen | Eventuele nadelen |
|---|---|---|---|
| Anticonceptiepleister | | | |
| Anticonceptiering | | | |
| Anticonceptiestaafje | | | |

| Methode van geboorteregeling | Werking | Eventuele voordelen | Eventuele nadelen |
|---|---|---|---|
| Prikpil | | | Menstruatie wordt onregelmatig of blijft weg; na stoppen kan het lang duren voor menstruaties terugkomen. |
| Hormoonspiraaltje | | | |
| Koperspiraaltje | Verandert het baarmoederslijmvlies waardoor innesteling niet meer mogelijk is en het tast zaadcellen aan. | | |
| Sterilisatie | | Hoeft maar één keer te gebeuren; alle seksuele functies gaan gewoon door. | |

Ga naar de *Flitskaarten*.

# 8 De geboorte

**LEERDOEL**

4.8.18 Je kunt beschrijven hoe een bevalling verloopt.

| TAXONOMIE | LEERDOEL EN OPDRACHTEN |
|---|---|
| | 4.8.18 |
| Onthouden | |
| Begrijpen | 1, 2 |
| Toepassen | 3, 4, 5 |
| Analyseren | |

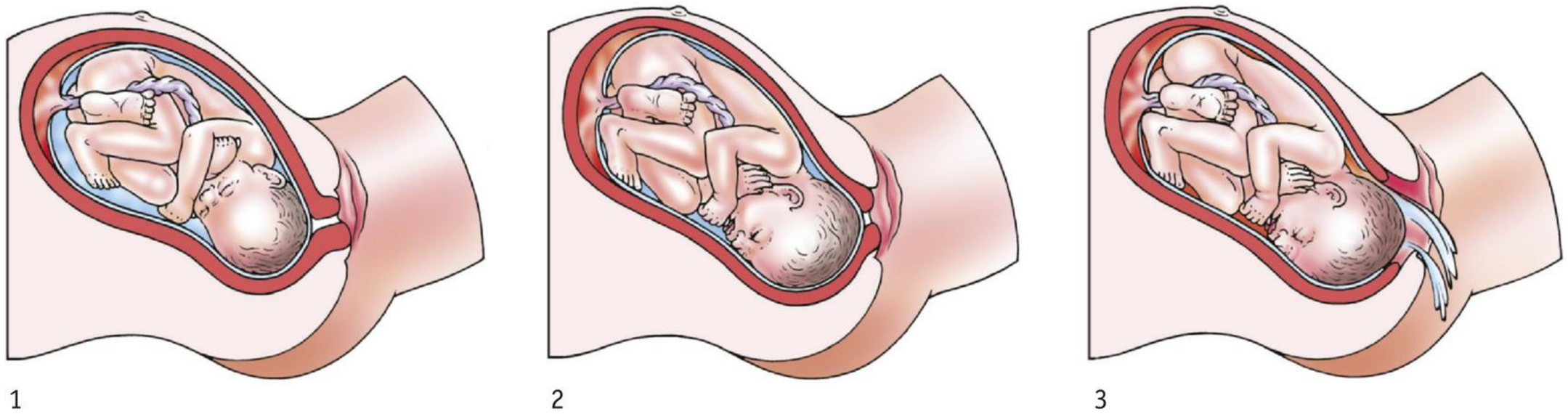
**Na ongeveer negen maanden zwangerschap wordt een baby geboren. De bevalling vindt plaats in verschillende fasen.**

## BEVALLING

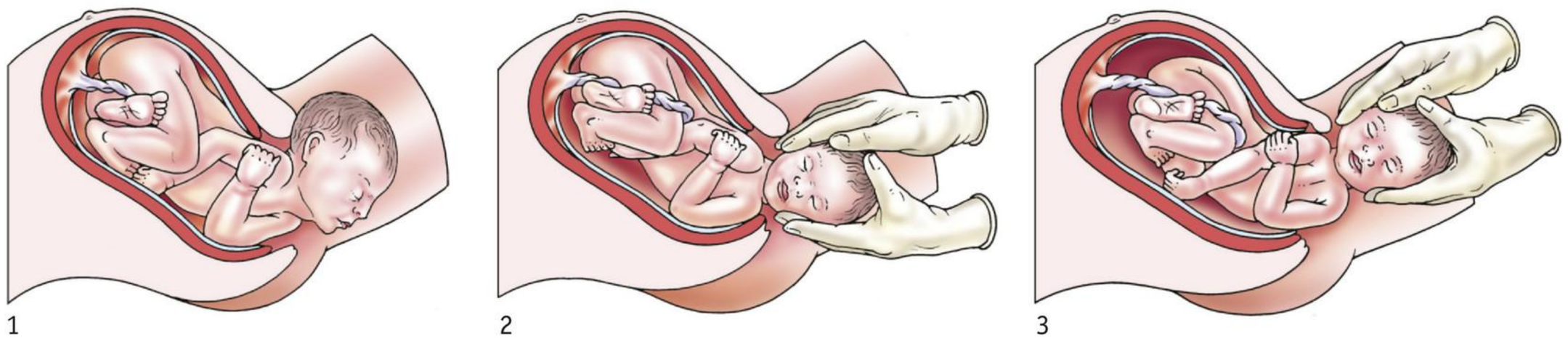
De **bevalling** start meestal met **weeën**. De spieren in de baarmoederwand trekken dan met tussenpozen samen. Door de weeën worden de baarmoederhals en de baarmoedermond wijder (zie afbeelding 1). Dat heet de **ontsluiting**. Hierbij breken meestal de vruchtvliezen, waardoor het vruchtwater via de vagina wegvloeit. Door de ontsluiting wordt de opening van de baarmoedermond groot genoeg dat het hoofdje erdoor kan. De ontsluiting kan wel twintig uur duren.

Hierna vindt de **uitdrijving** plaats (zie afbeelding 2). De weeën worden steeds krachtiger en ook de spieren in de buikwand gaan samentrekken. Door deze **persweeën** wordt het kind naar buiten geperst. De uitdrijving kan van enkele seconden tot wel twee uur duren.

**Afb. 1** De ontsluiting.

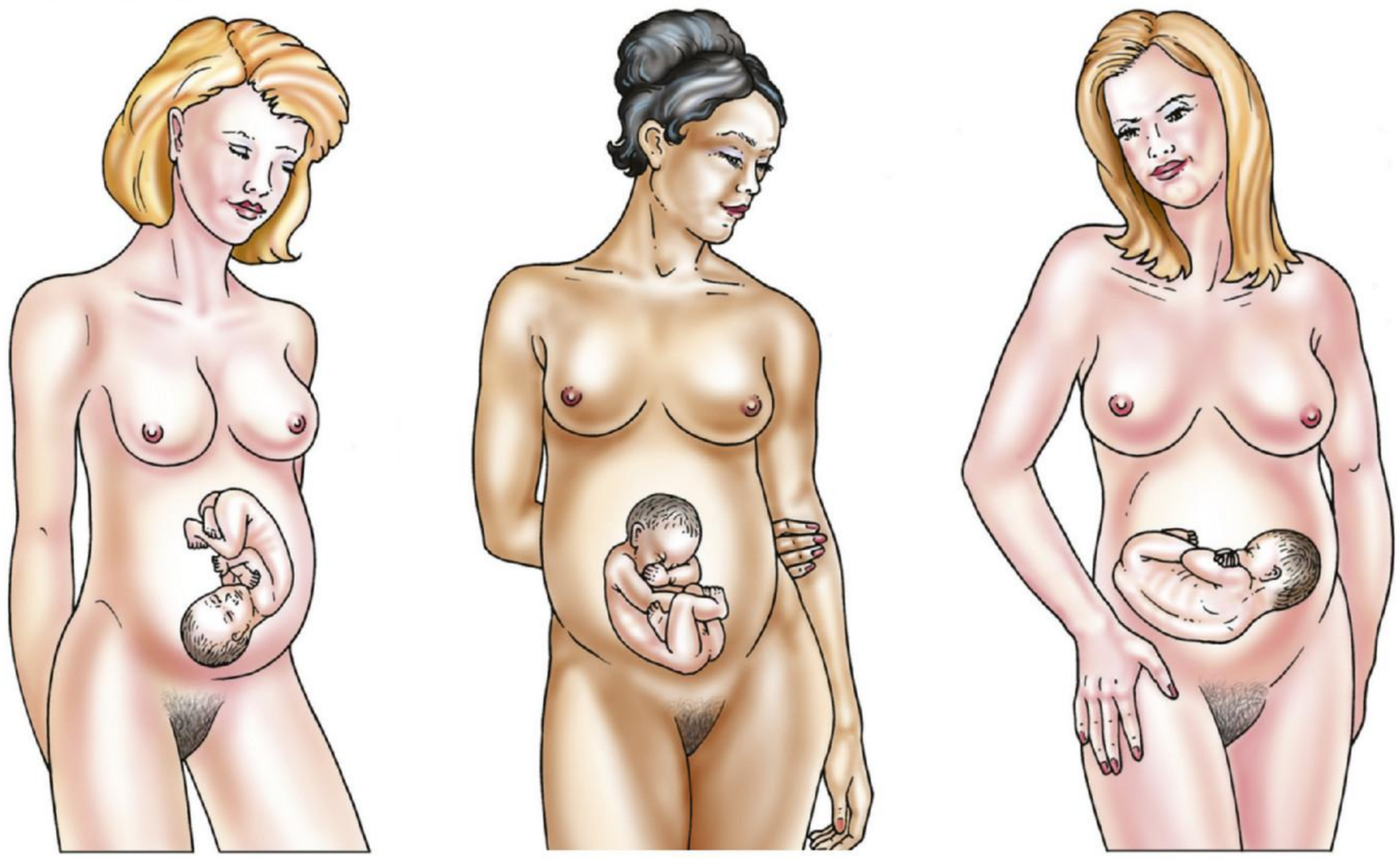



**Afb. 2** De uitdrijving.



Bij een normale bevalling komt eerst het hoofdje naar buiten (zie afbeelding 3.1). Bij een **stuitligging** (zie afbeelding 3.2) komt eerst het kontje of een voetje naar buiten. Bij een **dwarsligging** (zie afbeelding 3.3) kan het kind niet via de vagina worden geboren. Dit komt niet vaak voor. Door een operatie via de buikwand (**keizersnede**) komt het kind dan ter wereld. Ook bij een stuitligging wordt het kind vaak geboren via een keizersnede.

**Afb. 3** Ligging in de buik van de moeder.



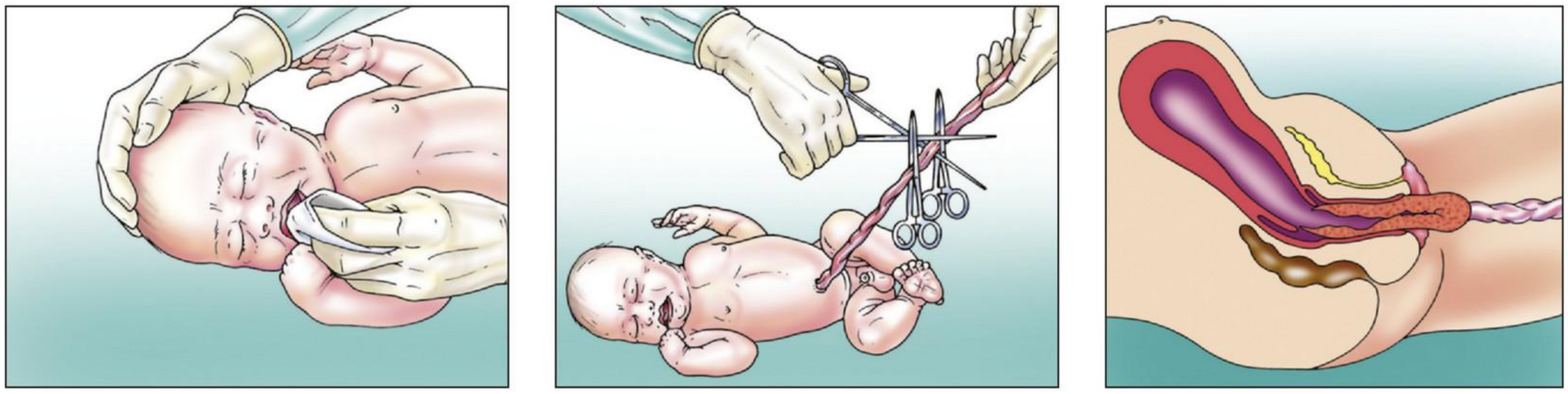
1 normale ligging
2 stuitligging
3 dwarsligging

## NA DE BEVALLING

Na de geboorte worden restjes slijm uit de mond en luchtwegen van de baby gehaald (zie afbeelding 4.1). Vervolgens wordt de navelstreng afgeklemd en doorgeknipt (zie afbeelding 4.2). De baby begint meestal meteen te huilen. Dat is een goed teken: de ademhaling is op gang gekomen.
Het deel van de navelstreng dat aan de baby vastzit, droogt in ongeveer een week uit en valt dan af. Hierdoor ontstaat bij het kind een soort litteken op de buik: de navel.

Na de uitdrijving is de bevalling nog niet helemaal afgelopen. De placenta, de resten van de navelstreng en de vruchtvliezen zijn achtergebleven in de baarmoeder. Deze worden door samentrekkingen van de baarmoederwand losgewoeld. Ze worden ongeveer een kwartier na de baby uitgedreven (zie afbeelding 4.3). Dit noem je de **nageboorte**.

**Afb. 4** Na de geboorte.



1 Restjes slijm worden uit de mond van de baby gehaald.
2 De navelstreng wordt afgeklemd en doorgeknipt.
3 nageboorte

## OPDRACHTEN

**1**

Vul de zinnen aan. Gebruik daarbij: *baarmoederwand – buikwand – hoofdje – keizersnede – nageboorte – navel – navelstreng – ontsluiting – persweeën – placenta – slijm – stuitligging – uitdrijving – vruchtvliezen – vruchtwater – weeën.*

Tijdens de ..... wordt de onderkant van de baarmoeder wijder. Tijdens deze fase kunnen er ..... ontstaan. Dit zijn samentrekkingen van spieren in de baarmoederwand, die met tussenpozen plaatsvinden. De ..... kunnen tijdens deze fase breken, waardoor er ..... via de vagina wegvloeit. De fase die hierna volgt, is de ..... De spieren van de ..... gaan nu ook tijdens de weeën samentrekken en er ontstaan ..... Hierdoor wordt het kind naar buiten geperst. Bij een normale bevalling komt eerst het ..... naar buiten. Bij een ..... komt eerst het kontje of een voetje naar buiten. Bij een dwarsligging komt de baby via een ..... ter wereld. Na de geboorte wordt het ..... uit de luchtwegen van de baby gehaald. De ..... wordt afgeklemd en doorgeknipt. Het uiteinde hiervan dat aan de baby vastzit, droogt in en valt af. Het litteken dat zo ontstaat, noem je de ..... Door samentrekkingen van de ..... worden de ..... en de resten van de navelstreng en de vruchtvliezen losgewoeld. Dit is de .....

**2**

Lees de tekst 'Verloskundige'.
Verloskundige Anne zegt dat mevrouw Westenberg met de persweeën mag mee persen.

**a** Welke fase van de bevalling begint dan?

- ○ A weeën
- ○ B ontsluiting
- ○ C uitdrijving
- ○ D nageboorte

**b** Welke twee groepen spieren trekken samen tijdens de persweeën?

.....

.....

**Afb. 5**

## Verloskundige



Anne werkt als verloskundige en begeleidt vrouwen tijdens hun zwangerschap, de bevalling en de eerste uren erna: ‘Om je een indruk te geven van mijn werk zal ik kort wat van de laatste bevalling vertellen. Om twee uur ben ik bij mevrouw Westenberg. Ze heeft flinke weeën en de vliezen zijn al spontaan gebroken. Ik bekijk hoe ze de weeën opvangt, hoe vaak de weeën komen en hoe sterk ze zijn. Dan voel ik hoe de baby ligt, luister naar het hartje en doe een inwendig onderzoek om te beoordelen hoeveel ontsluiting mevrouw Westenberg heeft. Het blijkt volledige ontsluiting (10 cm) te zijn. Ik zet alle spullen klaar en bel de kraamzorg. Wanneer de persweeën komen, mag mevrouw Westenberg mee persen. Na 45 minuten is er een mooie zoon geboren. De vader knipt de navelstreng door en ik onderzoek het kindje. Het is een gezond jongetje. Nadat ook de nageboorte heeft plaatsgevonden, is het tijd voor beschuit met muisjes. Ondertussen vul ik alle formulieren in en houd bij moeder en kind een oogje in het zeil. Dit was een snelle bevalling.

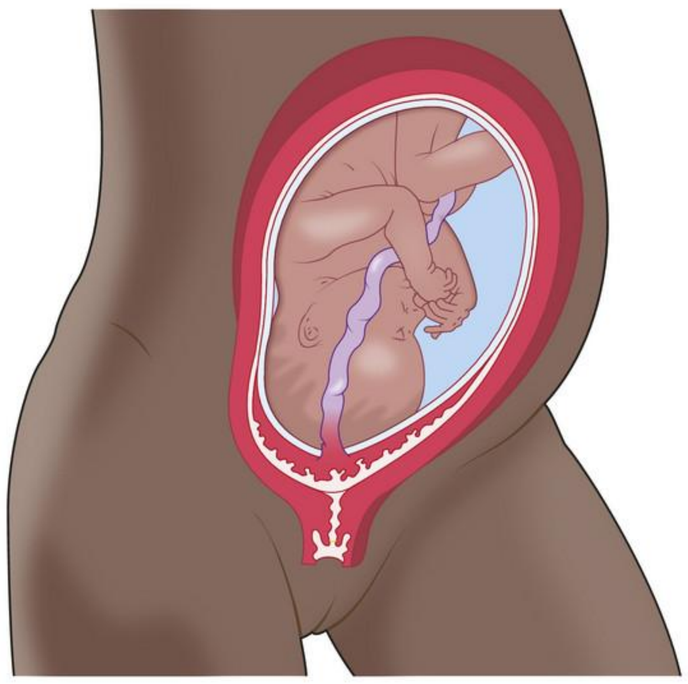
**3** Hoe zal het kind in afbeelding 6 worden geboren: via de vagina of via een keizersnede? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

**Afb. 6**



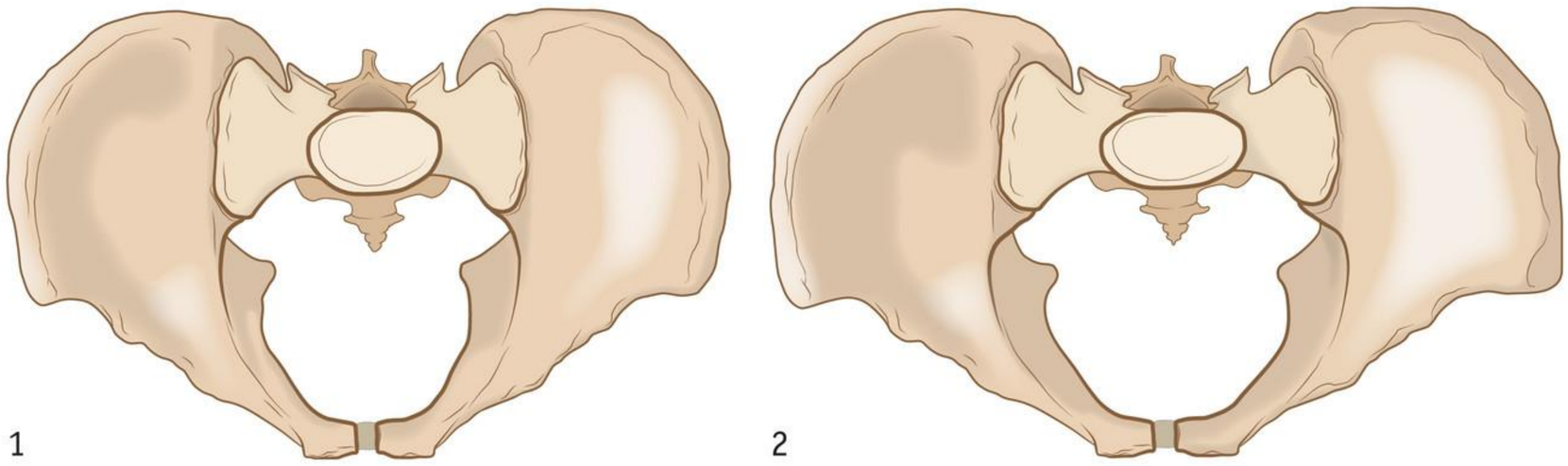
**4** In afbeelding 7 zie je twee keer het bekken van een vrouw getekend.
Bij welke vrouw wordt eerder gekozen voor een keizersnede: bij vrouw 1 of bij vrouw 2?
Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

**Afb. 7** Bekkens van twee zwangere vrouwen.




**5** Lees de tekst ‘Smoes blijkt toch spoedbevalling’.

**a** Welke fase van de bevalling is begonnen vlak voor de man en vrouw van huis reden?
*ontsluiting* / *uitdrijving* / *nageboorte*

**b** Welke fase van de bevalling is begonnen op het moment van aanhouding door de politie?
*ontsluiting* / *uitdrijving* / *nageboorte*

**c** Welke fase van de bevalling is begonnen in de verloskamer van het ziekenhuis?
*ontsluiting* / *uitdrijving* / *nageboorte*

**Afb. 8**

**Smoes blijkt toch spoedbevalling**

EINDHOVEN – Een automobilist die bij een verkeerscontrole uit zijn autoraam riep dat zijn vrouw moest bevallen, maakte zich daarna snel uit de voeten. De agenten hadden deze smoes wel vaker gehoord en konden de man niet zomaar geloven. Na een achtervolging door de politie bleek de man werkelijk een aanstaande moeder aan boord te hebben. Het hoofdje van de baby was volgens een politiewoordvoerster al te zien toen de man tot stoppen werd gedwongen. Toen bleek dat er werkelijk sprake was van acute barensnood is het stel onder politiebegeleiding naar het ziekenhuis gereden. Daar was de verloskamer al gereed. Even later zette de vrouw een gezonde zoon op de wereld. De vrouw bleek thuis plotseling weeën te hebben gekregen, waarna het stel halsoverkop naar het ziekenhuis was gereden.

Ga naar de *Flitskaarten*.

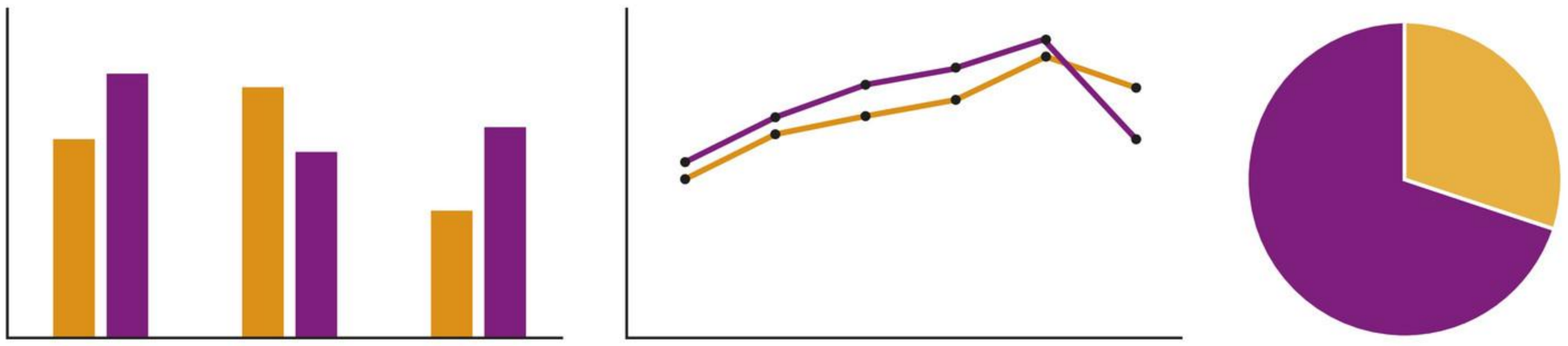
# Leren onderzoeken

## 1 RESULTATEN DIGITAAL VERWERKEN

► Basisstof 5 | ► Leerdoel 4.0.19

Resultaten van een onderzoek geef je overzichtelijk weer met behulp van een tabel of een diagram. Je gebruikt een diagram wanneer je veel resultaten hebt of veel verschillende factoren hebt gemeten. Drie typen diagram zijn het staafdiagram, het lijndiagram en het cirkeldiagram (zie afbeelding 1).

**Afb. 1** Drie typen diagram (schematisch).



1 staafdiagram 2 lijndiagram 3 cirkeldiagram

Je kunt diagrammen op een computer maken. Het noteren en verwerken van je resultaten met de computer heeft verschillende voordelen:

- Je raakt je resultaten minder snel kwijt dan op (losse) papiertjes.
- Een computer kan de diagrammen voor je maken.
- Diagrammen zien er netter uit.
- Je kunt resultaten en diagrammen gemakkelijk delen met anderen.

### PROGRAMMA'S VOOR JE RESULTATEN

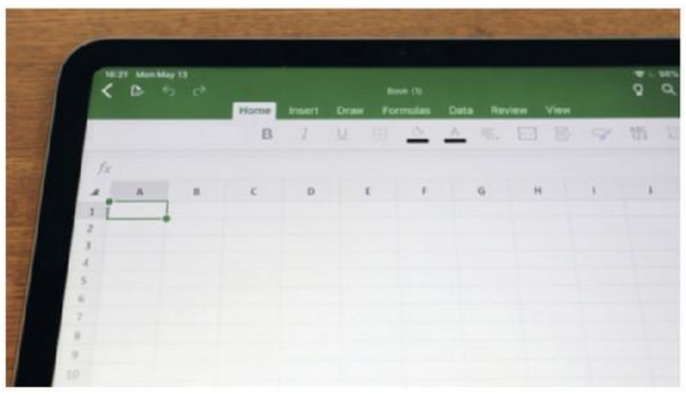
Er zijn verschillende programma's om tabellen en diagrammen te maken. Het meest gebruikte programma is Microsoft Excel (zie afbeelding 2.1 en afbeelding 3). De meeste mensen hebben Microsoft Excel op hun computer of laptop staan. Ook Google Sheets wordt veel gebruikt (zie afbeelding 2.2). Voor dit programma heb je internet nodig. Het voordeel van Google Sheets is dat je met meer mensen tegelijkertijd in een document kunt werken. Mensen die een computer of laptop van het merk Apple hebben, kunnen gebruikmaken van het programma Numbers (zie afbeelding 2.3). Dit programma staat standaard op elke computer of laptop van Apple.

**Afb. 2** Apps om tabellen en diagrammen te maken.



1 Microsoft Excel 2 Google Sheets 3 Numbers

**Afb. 3** Een werkblad in Excel.



## DIAGRAM MAKEN

Om een diagram met de computer te maken, maak je eerst een tabel in het programma. In de tabel zet je de gegevens waar je een diagram van wilt maken. Daarna selecteer je deze tabel. Kies dan het type diagram dat je wilt maken. Het programma maakt automatisch het gewenste diagram. Je kunt het diagram of de grafiek nog aanpassen, bijvoorbeeld door de kleuren te veranderen of bijschriften bij de assen en een legenda toe te voegen.

## OPDRACHTEN

**1** Lees de tekst 'Vruchtbare periode maakt aantrekkelijk?'.
Biologen onderzochten of het gezicht van een vrouw aantrekkelijker wordt gevonden in haar vruchtbare periode. Feylin trekt de conclusie dat je aan het gezicht van een vrouw kunt zien wanneer haar vruchtbare periode is, omdat vrouwen meestal aantrekkelijker worden gevonden tijdens de vruchtbare periode.

**a** Heeft Feylin gelijk? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

**b** Maak het staafdiagram in de tabel van afbeelding 4 na in Excel (of een ander programma). Print het diagram en bewaar het bij deze opdracht.

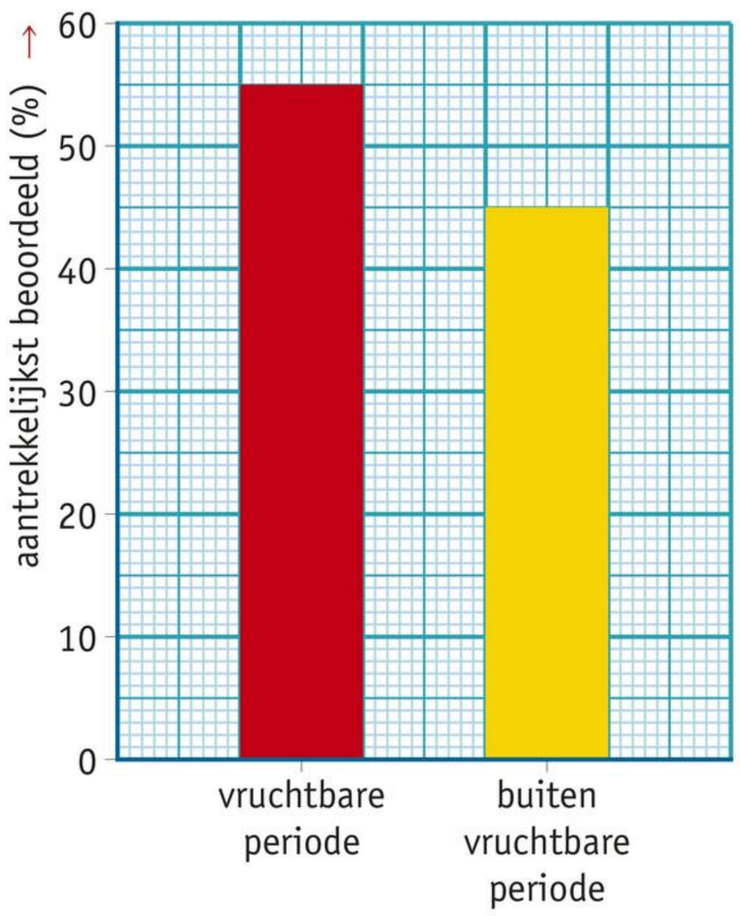
**c** Omdat de resultaten in percentages zijn weergegeven, kun je ook een cirkeldiagram maken.
Maak van de resultaten een cirkeldiagram in Excel (of een ander programma). Zorg ervoor dat de percentages zichtbaar zijn in de cirkel. Print het diagram en bewaar het bij deze opdracht.

**Afb. 4**

### Vruchtbare periode maakt aantrekkelijk?

Bij veel dieren is duidelijk zichtbaar dat de vruchtbare periode aanbreekt. Bij chimpansees bijvoorbeeld zie je dat de geslachtsdelen opzwellen en roder worden (zie de foto). Maar bij mensen is dat niet zo duidelijk zichtbaar. Of misschien een klein beetje? Onderzoekers van de Universiteit van Newcastle vroegen zich af of de aantrekkelijkheid van het vrouwelijk gezicht varieert gedurende de menstruatiecyclus. Zou het gezicht van een vrouw in de vruchtbare periode aantrekkelijker worden beoordeeld?



| ONDERZOEK | VRUCHTBARE PERIODE EN AANTREKKELIJKHEID |
|---|---|
| Onderzoeksvraag | Wordt het gezicht van een vrouw tijdens haar vruchtbare periode aantrekkelijker beoordeeld dan buiten haar vruchtbare periode? |
| Hypothese | Het gezicht van een vrouw wordt aantrekkelijker beoordeeld tijdens de vruchtbare periode. |
| Werkplan | Van 50 vrouwen in de leeftijd van 19 tot en met 33 jaar wordt twee keer een foto genomen: een keer in de vruchtbare dagen (of de dagen ervoor) en twee weken later. Daarna werd aan 250 mensen gevraagd welke van de twee foto's ze het meest aantrekkelijk vonden. |
| Resultaten |  |

**2** In afbeelding 5 staat een onderzoek naar het aantal mensen in Nederland dat zich laat testen op een soa.

**a** Waarom kun je van deze tabel het best een lijndiagram maken?

.....

**b** Maak met de computer een lijndiagram van de gegevens in afbeelding 5.
- Zet een bijschrift bij de *y*-as.
- Zorg ervoor dat er bij je diagram een legenda komt.
- Print het diagram en bewaar het bij deze opdracht.

**c** Twee leerlingen trekken een conclusie uit de resultaten van afbeelding 5.
Leerling 1: Het aantal heteroseksuele mannen dat een soa-test doet, is hoger dan het aantal homoseksuele mannen dat een soa-test doet.
Leerling 2: In 2022 was het aantal vrouwen dat een soa-test deed hoger dan het aantal mannen dat een soa-test deed.
Noteer voor iedere leerling of deze *gelijk* of *ongelijk* heeft en leg uit waarom. Geef bij leerling 2 ook een berekening.

**Afb. 5**

| ONDERZOEK | SOA-TESTS IN NEDERLAND |
|---|---|
| Onderzoeksvraag | Hoeveel mensen in Nederland laten zich testen op een soa? |
| Werkplan | Van 2018 tot en met 2022 wordt het aantal mensen dat zich laat testen geregistreerd bij de huisartsen en de Centra Seksuele Gezondheid. |
| Resultaten | |

| Jaar | Heteroseksuele mannen | Homoseksuele mannen | Vrouwen |
|---|---|---|---|
| 2018 | 33 041 | 49 873 | 68 710 |
| 2019 | 24 706 | 42 905 | 54 522 |
| 2020 | 18 018 | 30 400 | 42 238 |
| 2021 | 23 198 | 53 941 | 53 941 |
| 2022 | 27 947 | 44 318 | 62 883 |

# Practica

## 1 EICELLEN

► Basisstof 3 | ► Leerdoel 4.3.6

20-30 minuten

### WAT GA JE DOEN?

In dit practicum bekijk je een preparaat van een eierstok. In deze eierstok zitten eicellen. Van één eicel maak je een tekening.

### BENODIGDHEDEN

- ☐ een microscoop
- ☐ een klaargemaakt preparaat van een eierstok met eicellen
- ☐ tekenmateriaal

### WERKWIJZE

- Bekijk het preparaat onder de microscoop bij een vergroting van 40×. Zoek een stukje waarin je een eicel goed kunt zien.
- Bekijk de eicel bij een vergroting van 400×.
- Maak een schematische tekening van de eicel.

Titel .....

..... x vergroot

## 2 MENSTRUATIEMIDDELENTEST

► Basisstof 3 | ► Leerdoel 4.3.7

30-45 minuten

### WAT GA JE DOEN?

In dit practicum onderzoek je hoeveel vocht verschillende menstruatiemiddelen opnemen en breng je een advies uit.

### BENODIGDHEDEN

De benodigdheden staan in de tabel.

### WERKWIJZE

Voer het onderzoek uit en vul tabel 1 verder in.

**Tabel 1**

| | |
|---|---|
| Onderzoek | |
| Onderzoeksvraag | |
| Hypothese | |
| Benodigdheden | ☐ vier verschillende menstruatiemiddelen die water opnemen<br>☐ maatcilinder van 100 mL en 250 mL<br>☐ bekerglas van 500 mL<br>☐ water |
| Werkwijze | 1 Verzamel de benodigdheden.<br>2 Noteer in de linkerkolom van tabel 2 welke menstruatiemiddelen je test.<br>3 Vul een bekerglas met 250 mL water. Gebruik hiervoor een maatcilinder.<br>4 Pak een van de menstruatiemiddelen en houd dit 15 seconden in het bekerglas met water.<br>5 Haal het menstruatiemiddel uit het bekerglas. Laat het even uitlekken (niet uitknijpen).<br>6 Giet het overgebleven water in de maatcilinder en lees af hoeveel water er nog over is. Noteer dit in de tabel.<br>7 Herhaal stap 3 tot en met 6 nog drie keer, met steeds andere menstruatiemiddelen.<br>8 Reken uit hoeveel water elk menstruatiemiddel heeft opgenomen en noteer dit in de tabel. |
| Resultaten | **Tabel 2**<br>**Overgebleven water (in mL)** / **Opgenomen water (in mL)**<br>1<br>2<br>3<br>4 |
| Conclusie | Welk menstruatiemiddel heeft het meeste vocht opgenomen?<br><br>Welk menstruatiemiddel zou jij adviseren voor de eerste dagen van de menstruatie?<br><br>Welk menstruatiemiddel zou jij adviseren voor de laatste dagen van de menstruatie? |
| Discussie | Komt je conclusie overeen met je hypothese? *ja* / *nee*<br>De hypothese is *bevestigd* / *verworpen*. |

## 3 EEN CONDOOM OMDOEN

► Basisstof 6 | ► Leerdoel 4.5.10 en 4.5.11

15-25 minuten

### WAT GA JE DOEN?

In dit demonstratiepracticum doet je docent voor hoe je een condoom omdoet bij een plastic penis. De docent laat ook zien wat je met een condoom doet na de zaadlozing.

**Afb. 1**



### OPDRACHT

**1**

**a** Waarom moet de penis in erectie zijn als je een condoom omdoet?

.....

.....

.....

**b** Waarom moet je voorzichtig zijn met scherpe nagels bij het omdoen van een condoom?

.....

.....

.....

**c** Waarom moet je na de zaadlozing de onderkant van het condoom stevig vasthouden bij het terugtrekken van de penis?

.....

.....

.....

**d** Waarom moet je het condoom controleren voordat je het weggooit?

.....

.....

# Samenvatting

BASIS 1

## GESLACHTSORGANEN

**1 Je kunt uitleggen welke organen tot het voortplantingsstelsel behoren.**

- Het voortplantingsstelsel bestaat uit alle organen die een rol spelen bij de voortplanting.
  - Geslachtsorganen zijn onderdeel van het voortplantingsstelsel.
- Geslachtskenmerken: lichamelijke kenmerken waaraan je het geslacht herkent.
- Geslacht (sekse): man of vrouw.
  - Intersekse: de geslachtskenmerken verschillen van de norm (man of vrouw), het lichaam heeft zowel mannelijke als vrouwelijke kenmerken.
- Geslachtsorganen zijn deels aan de buitenkant zichtbaar (uitwendig). Het grootse deel van de geslachtsorganen ligt in de buik (inwendig).

**2 Je kunt de delen van de geslachtsorganen van een man en een vrouw noemen, inclusief de overeenkomsten en verschillen.**

**Geslachtsorganen van de vrouw:**

- Clitoris: gevoelig voor prikkels die een fijn gevoel geven.
  - clitoriseikel: gevoelig 'knopje' dat zichtbaar is aan de buitenkant.
  - clitorishoed: huidplooi om de clitoriseikel
  - zwellichamen: vullen zich met bloed bij seksuele opwinding, ze worden groter en steviger.
- Buitenste vulvalippen: de dikke, behaarde huidplooien.
- Binnenste vulvalippen: de dunne, gladde huidplooien.
  - Na de puberteit zijn de binnenste vulvalippen bij de meeste vrouwen groter dan de buitenste.
- Vagina: kanaal naar de baarmoeder.
  - Rond de opening kan een randje weefsel zitten: het maagdenvlies.
- Eierstokken: hierin bevinden zich onrijpe eicellen.
  - Eicellen zijn de vrouwelijke geslachtscellen.
- Baarmoeder: hierin kan een bevruchte eicel zich ontwikkelen tot een kind.

**Geslachtsorganen van de man:**

- Penis:
  - eikel: gevoelig voor prikkels die een fijn gevoel geven
  - voorhuid: huidplooi om de eikel
  - zwellichamen: vullen zich met bloed bij seksuele opwinding, ze worden groter en steviger.
- Balzak: huidplooi waarin teelballen en bijballen liggen.
  - huid van balzak is glad, gerimpeld, met of zonder haar.
  - teelballen: produceren zaadcellen.
- Zaadleiders: vervoeren zaadcellen.
  - lopen langs zaadblaasjes en prostaat.
- Urinebuis: vervoeren van urine en zaadcellen.
  - urinebuis loopt door de penis

**3 Je kunt de primaire geslachtskenmerken noemen.**

- Primaire geslachtskenmerken zijn al bij de geboorte aanwezig.
  Primaire geslachtskenmerken die aan de buitenkant zichtbaar zijn:
  - bij jongens: balzak en penis
  - bij meisjes: vulva (vulvalippen, clitoriseikel en opening van de vagina)

BASIS 2

## PUBERTEIT

**4 Je kunt uitleggen wat de functie is van hormonen.**

- Hormonen zijn stoffen die de werking van organen regelen.
  - Worden aangemaakt door hormoonklieren en afgegeven aan het bloed.
- Geslachtshormonen worden aangemaakt door geslachtsorganen.
  - Testosteron is het mannelijk geslachtshormoon.
  - Oestrogenen zijn vrouwelijke geslachtshormonen.

**5 Je kunt de lichamelijke en geestelijke veranderingen in de puberteit beschrijven.**

- In de puberteit produceert de hypofyse stimulerende hormonen.
  - Zorgen voor groeispurt, rijping eicellen, ontwikkeling zaadcellen.
  - Zorgen ervoor dat eierstokken en teelballen zelf ook hormonen produceren.
- Door hormonen uit eierstokken en teelballen ontstaan secundaire geslachtskenmerken.
  - bij jongens: o.a. borsthaar, baardgroei, zwaardere stem, gespierde lichaamsbouw
  - bij meisjes: o.a. borsten, brede heupen, ronde lichaamsvormen
- Bij intersekse personen ligt het eraan welke hormonen er worden geproduceerd, welke secundaire geslachtskenmerken er in de puberteit ontstaan.
  - Kan een mix van mannelijke en vrouwelijke secundaire geslachtskenmerken zijn.
- Andere lichamelijke veranderingen in de puberteit:
  - De vagina produceert meer afscheiding.
  - Onder de voorhuid kan zich smegma ophopen.
  - Meer zweten, vettere (gezichts)huid en puistjes.
- Geestelijke veranderingen in de puberteit.
  - Meer belangstelling krijgen voor andere mensen.
  - Soms verliefd worden op iemand.
  - Seksualiteit begint een belangrijke rol te spelen in het leven.
  - Je stelt je zelfstandiger op naar je ouders.
  - Je gaat anders om met vrienden en vriendinnen, vaker vriendschappen in groepjes.
  - Je voelt je soms boos, onzeker, eenzaam of verdrietig.
- Iedereen ontwikkelt zich anders en ieder lichaam is uiteindelijk anders.

BASIS 3

## VRUCHTBAAR WORDEN

**6 Je kunt uitleggen hoe zaadcellen en eicellen worden gevormd.**

- Zaadcellen zijn geslachtscellen van de man.
  - De productie van de zaadcellen begint in de puberteit onder invloed van hormonen uit de hypofyse.
- Bijballen: tijdelijke opslag van zaadcellen.
  - De temperatuur in de balzak is iets lager dan die in de buikholte. Dat is gunstig voor de ontwikkeling van zaadcellen (spermacellen).
- Zaadblaasjes: voegen vocht en voedingsstoffen toe aan de zaadcellen.
- Prostaat: voegt vocht toe aan de zaadcellen.
- Sperma: zaadcellen met vocht uit de zaadblaasjes en de prostaat.
- Eicellen zijn vrouwelijke geslachtscellen.
  - De rijping van de eicellen begint in de puberteit onder invloed van hormonen uit de hypofyse.
- Ovulatie (eisprong): het vrijkomen van een eicel uit een eierstok.
  - Een eicel blijft na de ovulatie 12 tot 24 uur in leven.
  - Als de eicel bevrucht is, kan hij zich in de baarmoeder ontwikkelen tot een kind.

**7 Je kunt de menstruatiecyclus beschrijven.**

- Baarmoeder is vanbinnen bekleed met baarmoederslijmvlies.
  - In het baarmoederslijmvlies kan een bevruchte eicel zich vastzetten en uitgroeien tot een kind.
- Menstruatie (ongesteld zijn): maandelijks afstoten van baarmoederslijmvlies en bloed.
  - Gebeurt wanneer eicel niet bevrucht is.
  - Slijmvlies en bloed worden via de vagina afgevoerd.
- Menstruatiecyclus: het terugkerende opbouwen en afstoten van baarmoederslijmvlies.
  - dag 1: begin van de menstruatie, afbraak baarmoederslijmvlies
  - dag 5 (ongeveer): begin opbouw baarmoederslijmvlies
  - dag 14 (ongeveer): ovulatie
  - dag 28: laatste dag van de cyclus, einde opbouw baarmoederslijmvlies
- Menstruatiecyclus is aan het begin vaak onregelmatig.
- Overgang: er worden minder hormonen aangemaakt die zorgen voor de rijping van eicellen.
  - bij vrouwen tussen de 40 en 60 jaar
  - menopauze: als er geen eicellen meer rijpen, een vrouw heeft dan geen menstruaties meer.
- Er zijn verschillende middelen om slijmvlies en bloed tijdens menstruatie op te vangen:
  - maandverband (wegwerp en herbruikbaar)
  - menstruatieondergoed
  - tampon
  - menstruatiecup

## BASIS 4 ZWANGERSCHAP

**8 Je kunt de kenmerken van zaadcellen en eicellen noemen.**

| Zaadcellen | Eicellen |
|---|---|
| erg klein | in verhouding groot |
| kunnen zelf bewegen (met de zweepstaart) | kunnen niet zelf bewegen |
| bevatten geen reservevoedsel | bevatten veel reservevoedsel |
| vele miljoenen per zaadlozing | meestal één eicel per vier weken |

**9 Je kunt beschrijven hoe bevruchting bij de mens verloopt.**

- Bij een erectie vullen zwellichamen zich met bloed; ze worden groter en steviger.
  - De penis wordt stijf.
  - Clitoris zwelt op en vormt een kussentje.
- Bij geslachtsgemeenschap brengt een man de stijve penis in de vagina van de vrouw.
  - Bij seksuele opwinding produceren vagina en binnenste vulvalippen slijm; dat vergemakkelijkt de geslachtsgemeenschap.
  - Bij een zaadlozing komt sperma in de vagina.
  - Zaadcellen bewegen door de baarmoeder naar de eileiders.
- Bevruchting: het versmelten van de kern van een zaadcel met de kern van een eicel.
  - Bevruchting vindt plaats in een eileider.
  - Bevruchting is mogelijk in de vruchtbare periode (van ongeveer drie dagen vóór de ovulatie tot één dag na de ovulatie).
  - Een eicel kan maar door één zaadcel worden bevrucht. De buitenste laag van de eicel wordt ondoordringbaar nadat de kop van een zaadcel is binnengedrongen.
- Een bevruchte eicel deelt zich een aantal keren. Het klompje cellen dat zo ontstaat, wordt naar de baarmoeder vervoerd.

**10 Je kunt beschrijven hoe een zwangerschap verloopt.**

- Innesteling: het klompje cellen zet zich vast in het baarmoederslijmvlies.
  - Het klompje cellen groeit uit tot embryo. Vanaf de achtste week na de bevruchting wordt het embryo foetus genoemd.
  - In de eerste weken van de zwangerschap zorgt het baarmoederslijmvlies voor de voeding. Daarna ontstaat in de baarmoederwand de placenta.
  - Tijdens de zwangerschap treden geen menstruaties op.
- Placenta (moederkoek): deel van de baarmoederwand waar bloed in bloedvaten van de foetus vlak langs bloed van de moeder stroomt.
  - Het bloed van de moeder blijft gescheiden van het bloed van de foetus.
  - Zuurstof en voedingsstoffen gaan van het bloed van de moeder naar het bloed van de foetus.
  - Afvalstoffen gaan van het bloed van de foetus naar het bloed van de moeder.
- Navelstreng: verbindt de foetus met de placenta.
  - Door bloedvaten stroomt bloed van de foetus naar de placenta en terug.
- Twee vruchtvliezen en vruchtwater: beschermen de foetus tegen stoten, tegen uitdroging en tegen wisseling van temperatuur.
  - In het vruchtwater kan de foetus zich gemakkelijk bewegen.

**11 Je kunt uitleggen wat prenataal onderzoek is en hiervan voorbeelden noemen.**

- Prenataal onderzoek ('voor de geboorte'): onderzoek tijdens de zwangerschap.
  - Onderzoeken of de vrouw een verhoogde kans heeft op een kind met een aangeboren afwijking.
  - Om het geslacht van de foetus te bepalen.
- NIPT: niet-invasieve prenatale test.
  - Bij de moeder wordt bloed afgenomen en onderzocht. In het bloed zit een beetje DNA van de placenta. Dit is bijna altijd hetzelfde DNA als dat van het kind.
  - Uit het bloedonderzoek kan blijken dat er een verhoogde kans is op een kind met een aangeboren afwijking.
- Echoscopie (echo): met geluidsgolven wordt een beeld gemaakt van de foetus in de baarmoeder.
  - 13 wekenecho: opsporen van afwijkingen in de ontwikkeling van de foetus.
  - 20 wekenecho: opsporen van afwijkingen in de ontwikkeling van de foetus. Ook is het mogelijk om het geslacht van de foetus te zien.

## BASIS 5 SEKSUALITEIT

**12 Je kunt benoemen hoe gender en geaardheid kunnen verschillen.**

- Geslacht: lichamelijke geslachtskenmerken, bijv. penis of vulva.
- Gender: optelsom van geslacht, identiteit, geaardheid en genderexpressie.
- Genderidentiteit: of iemand zich mannelijk, vrouwelijk of iets daartussenin voelt.
  - Cisgender: genderidentiteit komt overeen met het geslacht.
  - Genderdysforie: genderidentiteit komt niet of niet helemaal overeen met het geslacht.
  - Transgender: het geslacht (lichaam) komt niet overeen met de genderidentiteit (gevoel).
  - Non-binair: genderidentiteit komt niet overeen met één bepaald geslacht.
- Geaardheid: tot welk geslacht iemand zich seksueel aangetrokken voelt.
  - Heteroseksueel: valt op mensen van het andere geslacht.
  - Homoseksueel: valt op mensen van hetzelfde geslacht. Bij vrouwen noem je dit lesbisch.
  - Biseksueel: valt op mensen van beide geslachten.
  - Aseksueel: voelt geen seksuele aantrekking.
  - Panseksueel: geslacht of gender maakt niet uit.

**13 Je kunt omschrijven wat onder seksualiteit wordt verstaan.**

- Seksualiteit bij de mens: alle gedachten, gevoelens en handelingen die te maken hebben met lust en opwinding.
- Seksualiteit speelt een rol bij:
  - intimiteit (een gevoel van verbondenheid in een liefdesrelatie)
  - lustbeleving (opwinding, lust, plezier)
  - voortplanting (geslachtsgemeenschap, zwangerschap)
- Orgasme (klaarkomen): een lekker gevoel door prikkeling van de eikel (van de penis of van de clitoris).
  - Spieren rondom het geslachtorgaan spannen zich aan.
  - Een man krijgt een zaadlozing.
- Orgasme kan ontstaan door seksuele handelingen.
  - Zelfbevrediging (masturbatie): bij jezelf zorgen voor een orgasme.
- Sexting: het versturen van seksueel getinte berichtjes, foto's of filmpjes.
  - Sexting gebeurt in vertrouwen.
  - Het ongevraagd doorsturen van seksueel getint materiaal is strafbaar.
- Porno(grafie): foto's, films en tekst met het doel om mensen seksueel te prikkelen.
  - Porno geeft geen realistisch beeld van seksualiteit.

BASIS 6

## VEILIGE SEKS

**14 Je kunt benoemen hoe je wensen en grenzen kunt bewaken en respecteren in een seksuele relatie.**

- Wensen: dingen die je fijn vindt, die je graag zou willen op het gebied van seks.
- Grenzen: dingen die je niet wilt (doen) op het gebied van seks.
- Wensen en grenzen bewaken en respecteren:
  - Praat met elkaar over wat je wel en niet wilt.
  - Laat zonder woorden merken wat je wel of niet wilt.
  - Zeg het duidelijk als je iets niet wilt. Zeg dat de ander moet stoppen.
  - Doe niks tegen je zin, en doe ook niks wat de ander niet wil.
- Een gezonde seksuele relatie:
  - Jullie willen het allebei.
  - Jullie zijn gelijkwaardig.
  - Jullie hebben respect voor elkaar.
  - Jullie vertrouwen elkaar.
  - Jullie zeggen het eerlijk als je iets niet wilt of juist wel.
- Seksueel grensoverschrijdend gedrag: iemand maakt seksuele opmerkingen of verricht seksuele handelingen, terwijl jij dat niet wilt.
  - Ongewenste intimiteiten: iemand raakt je aan terwijl je dat niet wilt.
- Seksueel geweld: iemand dwingt je tot seksueel contact.
  - Aanranding: iemand wordt gedwongen seksuele handelingen te verrichten.
  - Verkrachting: ongewenst binnendringen van het lichaam (bijv. ongewenste geslachtsgemeenschap).
  - Incest: aanranding of verkrachting door een familielid.
- Seksueel geweld kan ook plaatsvinden online.
  - Grooming: een volwassene probeert online sekstueel contact met kinderen of jongeren te krijgen. Een groomer is een online kinderlokker die zich vaak voordoet als iemand van dezelfde leeftijd als het kind of de jongere.
- Victim blaming: slachtoffer krijgt de schuld van seksueel geweld.
  - Victim blaming maakt verwerken van seksueel geweld onterecht moeilijker voor het slachtoffer.

**15 Je kunt enkele soa's noemen en uitleggen hoe je die kunt oplopen.**

- Soa's: seksueel overdraagbare aandoeningen of geslachtsziekten.
  - Ziekten die je alleen kunt krijgen via intiem lichamelijk contact met een besmet persoon.
- Met een soa-test kun je erachter komen of je een soa hebt.
  - Onderzoek van urine of bloed of een uitstrijkje van vagina, anus of keel.
  - Een soa-test is onder de 22 jaar gratis bij de GGD.
- Chlamydia: de meest voorkomende soa in Nederland.
  - De ziekteverwekker is een bacterie.
  - Ziekteverschijnselen: soms een (waterige) afscheiding uit de urinebuis of vagina, pijn bij het plassen, pijn tijdens seks of pijn in de onderbuik.
  - Onbehandelde chlamydia kan bij vrouwen leiden tot onvruchtbaarheid.
- HPV: virus dat genitale wratten en verschillende soorten kanker (o.a. baarmoederhalskanker) kan veroorzaken.
  - HPV komt veel voor en geeft meestal geen klachten.
  - Tegen de meest gevaarlijke typen HPV bestaat een vaccinatie; dit is onderdeel van het Rijksvaccinatieprogramma.
- Een soa kun je voorkomen door het gebruik van een (vrouwen)condoom of een beflapje.

**16 Je kunt enkele methoden voor geboorteregeling noemen en hun werking uitleggen.**

- Geboorteregeling: een man en vrouw bepalen samen of zij een kind willen of niet.
- Anticonceptiemiddelen (voorbehoedsmiddelen) voorkomen een zwangerschap.
- Condoom: sperma wordt opgevangen in het condoom, het komt niet in de vagina.
  - Het mannencondoom is een rubberen hoesje dat je om de penis doet.
  - Het vrouwencondoom wordt in de vagina ingebracht.
- De pil: een pil die de vrouw elke dag op dezelfde tijd inneemt.
  - De pil bevat hormonen waardoor geen ovulatie plaatsvindt, het slijm in de baarmoederhals dikker wordt en een bevruchte eicel niet kan innestelen.
  - De pil beschermt niet tegen soa's.
- Onbetrouwbare manieren:
  - periodieke onthouding (geen geslachtsgemeenschap hebben in de vruchtbare periode rond de ovulatie)
  - coïtus interruptus (de man trekt zijn penis vlak voor de zaadlozing terug uit de vagina)
- Maatregelen die je kunt nemen na geslachtsgemeenschap om (ongewenste) zwangerschap te voorkomen:
  - morning-afterpil: mogelijk tot drie dagen na de geslachtsgemeenschap; voorkomt eisprong en innesteling
  - abortus: afbreken van een zwangerschap

EXTRA 7

## MEER VOORBEHOEDSMIDDELEN

**17 Je kunt andere manieren noemen om zwangerschap te voorkomen.**

- Voorbehoedsmiddelen met dezelfde hormonen als de pil:
  - Anticonceptiering: wordt in de vagina aangebracht, blijft drie weken zitten.
  - Anticonceptiepleister: wordt op de huid geplakt en wekelijks vervangen.
  - Bij beide middelen is er na drie weken een stopweek.
- Voorbehoedsmiddelen met een hormoon dat de eisprong voorkomt:
  - Anticonceptiestaafje: wordt onder de huid van de bovenarm ingebracht, blijft drie jaar zitten.
  - Prikpil: injectie gegeven door een arts, iedere drie maanden een nieuwe injectie.
  - Hormoonspiraaltje: wordt door een arts in de baarmoeder geplaatst, blijft vijf jaar zitten.
- Koperspiraaltje: spiraaltje zonder hormonen.
  - Koper tast zaadcellen aan en innesteling wordt bemoeilijkt.
  - Koperspiraaltje kan tot tien jaar blijven zitten.
- Bij goed gebruik zijn alle voorbehoedsmiddelen betrouwbaar.
- Sterilisatie: de man of vrouw wordt onvruchtbaar gemaakt.
  - Zaadleiders of eileiders worden onderbroken.
  - De ingreep is erg betrouwbaar.

EXTRA 8

## DE GEBOORTE

**18 Je kunt beschrijven hoe een bevalling verloopt.**

- De geboorte begint met de weeën: samentrekkingen van spieren in de baarmoederwand.
- Ontsluiting: de baarmoederhals en de baarmoedermond worden wijder.
  - De vruchtvliezen breken en het vruchtwater vloeit weg via de vagina.
- Uitdrijving: het kind komt ter wereld door krachtige persweeën.
  - Meestal komt het hoofdje het eerst tevoorschijn (normale bevalling)
  - Stuitligging: eerst komt het kontje of een voetje naar buiten.
  - Dwarsligging: het kind kan niet via de vagina worden geboren, het komt ter wereld via een keizersnede.
- Nageboorte: de placenta, de resten van de navelstreng en de vruchtvliezen worden uitgedreven.
- Navel: hier zat de navelstreng vast aan de foetus.

ONDERZOEK

## LEREN ONDERZOEKEN & PRACTICA

**19 Je kunt resultaten digitaal verwerken in een tabel of grafiek.**

Ga naar de *Flitskaarten* en de *Diagnostische toets*.

# 5 Erfelijkheid en evolutie

**Het DNA in de celkern van lichaamscellen bevat informatie voor al je erfelijke eigenschappen. Ouders geven hun DNA door aan hun nakomelingen. Door kleine veranderingen in het DNA kunnen soorten ontstaan en verdwijnen.**


**BASISSTOF**

1 Genotype en fenotype 110
2 Chromosomen en genen 119
3 Variatie in genotypen 128
4 De evolutietheorie 139
5 Geschiedenis van het leven op aarde 149
6 DNA-technieken 160
Samenhang 172
*Muggenziften tegen malaria*

**EXTRA STOF**

7 DNA, allelen en eiwitten 176
8 Tweelingen 182

**ONDERZOEK**

Leren onderzoeken 186
Practica 188

**AFSLUITING**

Samenvatting 193
Diagnostische toets






# 1 Genotype en fenotype

**LEERDOELEN**

5.1.1 Je kunt benoemen dat alle cellen van je lichaam dezelfde erfelijke informatie bevatten.
5.1.2 Je kunt omschrijven wat het genotype en het fenotype zijn.
5.1.3 Je kunt uitleggen dat cellen alleen de erfelijke informatie gebruiken die ze nodig hebben.

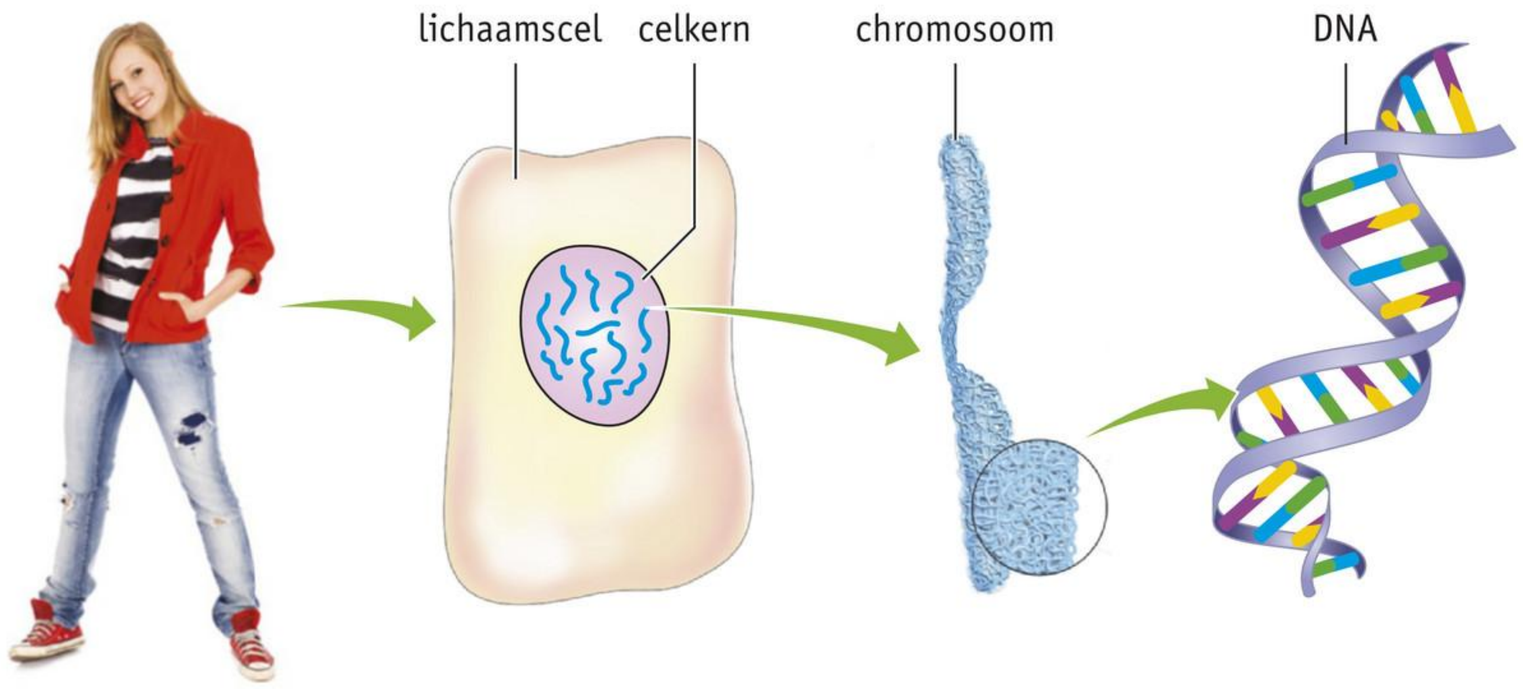
| TAXONOMIE | LEERDOELEN EN OPDRACHTEN | | |
|---|---|---|---|
| | 5.1.1 | 5.1.2 | 5.1.3 |
| Onthouden | 1a | 2a | |
| Begrijpen | 1b, 4 | 2bcde, 4 | 3, 4 |
| Toepassen | 6 | 5, 6c, 7, 9a, 10ab | 8, 10d |
| Analyseren | | 9bc, 10c | |

**Je lichaam is opgebouwd uit cellen. Alle cellen hebben een celkern met daarin de informatie voor je erfelijke eigenschappen. Die informatie heb je gekregen van je ouders.**

## ERFELIJKE INFORMATIE

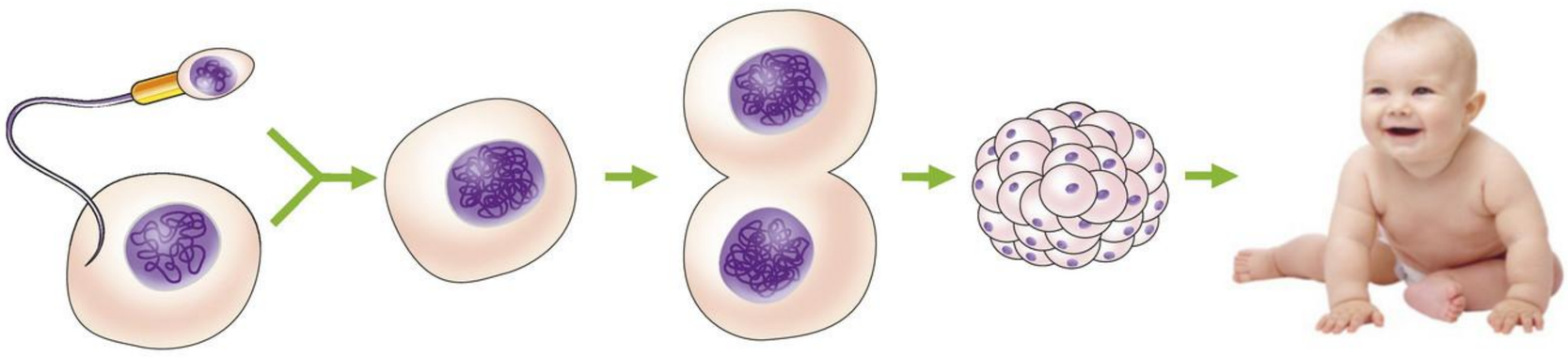
De cellen waaruit je lichaam is opgebouwd, heten **lichaamscellen**. Elke celkern van elke lichaamscel bevat 46 chromosomen. **Chromosomen** zijn lange, dunne draden in de celkern. Ze bestaan uit de stof **DNA**. Deze stof is gebouwd als een soort wenteltrap (zie afbeelding 1). In het DNA is de informatie opgeslagen voor je erfelijke eigenschappen.

**Afb. 1** Chromosomen bestaan uit de stof DNA.




Al je lichaamscellen zijn ontstaan uit één enkele, bevruchte eicel. Door **celdeling** ontstaan nieuwe cellen uit de bevruchte eicel (zie afbeelding 2). Bij elke celdeling worden eerst de chromosomen gekopieerd. Daarna deelt de cel zich. Elke **dochtercel** krijgt een complete set chromosomen. Daardoor bevat elke celkern van elke lichaamscel dezelfde informatie. Deze informatie erf je van je ouders (de helft van je moeder, de helft van je vader).

**Afb. 2** Bevruchting en celdeling.



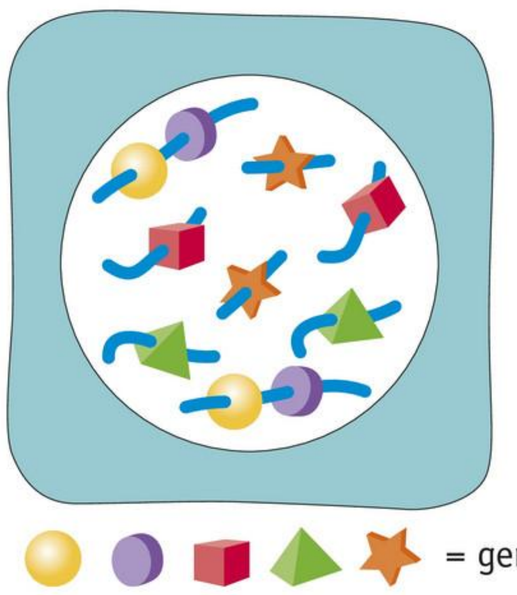
## GENOTYPE

Je chromosomen bevatten informatie over duizenden erfelijke eigenschappen. Voor elke eigenschap zijn meerdere stukjes DNA nodig. Die stukjes DNA vormen samen een **gen**. Een gen bestaat dus uit verschillende stukjes DNA die samen de informatie bevatten voor een eigenschap.

In afbeelding 3 is een gen getekend als een gekleurde kraal. De blauwe lijntjes zijn de chromosomen. In het echt liggen op elk chromosoom wel honderden of zelfs duizenden genen. Een mens heeft ongeveer 20 000 genen.

De genen in één celkern bevatten samen alle informatie voor je erfelijke eigenschappen. Deze verzameling (alle informatie op alle genen) noem je het **genotype**. Het genotype van een organisme is de informatie voor de erfelijke eigenschappen van dat organisme. Het genotype ontstaat op het moment van bevruchting.

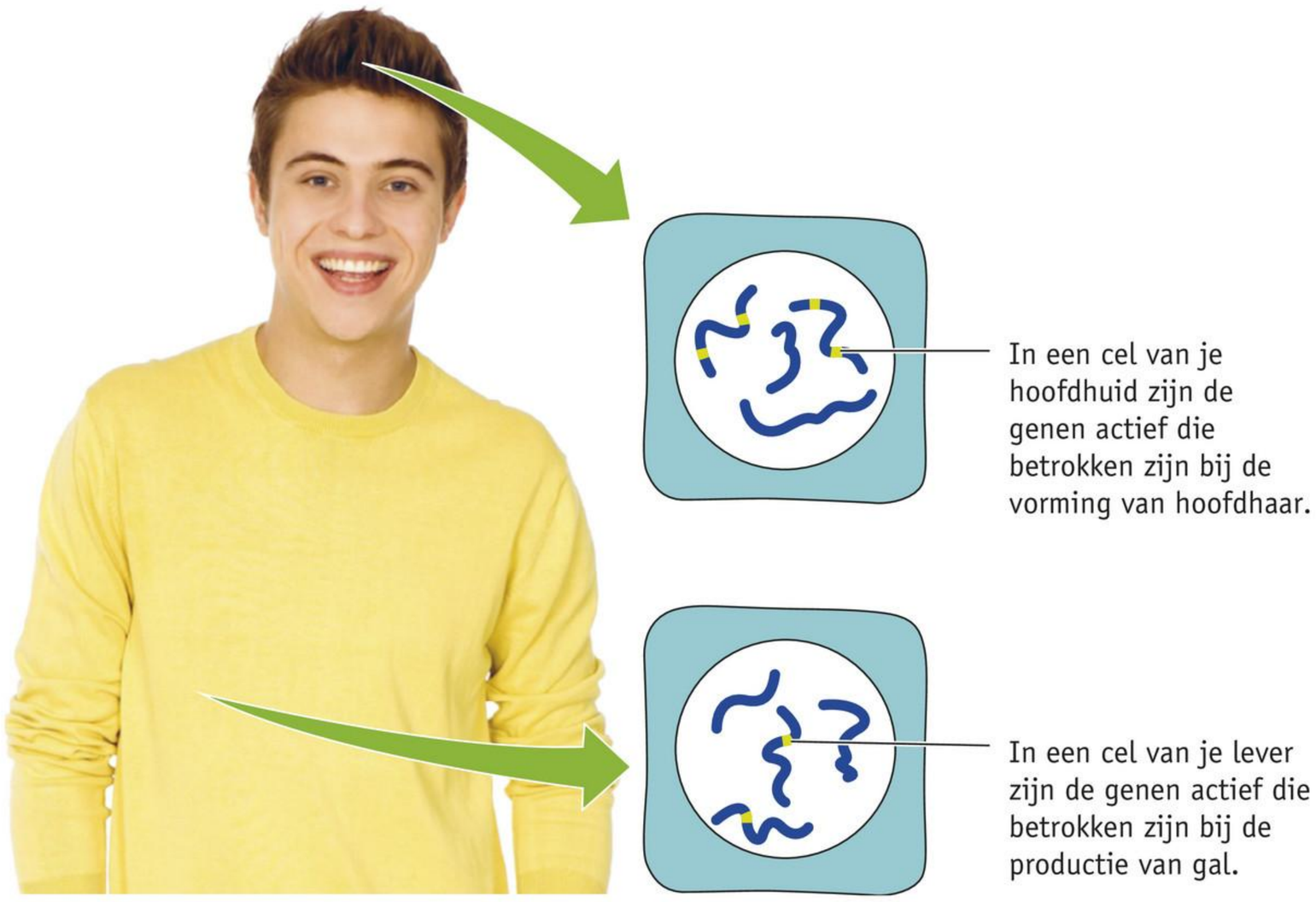
**Afb. 3** Lichaamscel met chromosomenparen en genen.




## ACTIEF OF NIET ACTIEF

Een cel gebruikt alleen de genen die hij nodig heeft. De andere genen in de cel zijn niet actief. Je kunt ook zeggen: de andere genen staan uit. Welke genen actief zijn, hangt onder andere af van de plaats in het lichaam waar de cel zich bevindt (zie afbeelding 4).

**Afb. 4** Elke lichaamscel bevat alle genen, maar niet alle genen zijn actief.



In levercellen bijvoorbeeld zijn de genen actief die ervoor zorgen dat de cellen gal produceren. De genen die ervoor zorgen dat hoofdhaar wordt gemaakt, zijn hier niet actief. In de huidcellen boven op je hoofd is dit net andersom: deze cellen maken geen gal, maar wel haren. Hier zijn dus de genen voor het maken van hoofdhaar actief.
Als een gen actief is, kan het een klein beetje tot erg actief zijn (zacht of hard staan). In een spiercel bijvoorbeeld is een gen actief voor het maken van een spiereiwit. Als je veel krachttraining gaat doen, wordt dit gen actiever. De spiercel maakt dan meer spiereiwitten en de spieren worden dikker. Het gen voor het maken van spiereiwitten kan dus hard of zacht staan.

## FENOTYPE

Van een kind wordt weleens gezegd: 'Ik vind dat hij op zijn moeder lijkt', of 'Zij heeft de ogen van haar vader'. Je kunt aan een kind dus zien dat het eigenschappen heeft geërfd van de moeder en de vader. Alle eigenschappen van een organisme noem je het **fenotype**. Bij het fenotype horen de zichtbare eigenschappen, zoals de oogkleur. Maar ook de onzichtbare eigenschappen horen erbij, zoals je bloeddruk of de bouw van je organen.

Het fenotype wordt bepaald door je genotype, maar ook je leefstijl en de omgeving hebben er invloed op. Bijvoorbeeld: als je van jezelf bruin haar hebt, komt dat door je genotype. Maar als je het paars verft, ziet je haar er anders uit. Je fenotype verandert dan door je leefstijl. Maar je genotype verandert niet (zie afbeelding 5). Het genotype bevat nog steeds de informatie voor bruin haar.
Als je in de zomer veel buiten bent, wordt je haar lichter. Je fenotype verandert dan door de omgeving. Het genotype verandert niet. Als je niets doet, groeit de paarse of lichte kleur vanzelf uit je haar en wordt het weer bruin.

**Afb. 5** Fenotype en genotype.




Het fenotype verandert ...

... het genotype niet.

Sommige eigenschappen worden vooral bepaald door je genotype, bijvoorbeeld je oogkleur. Andere eigenschappen worden alleen bepaald door je leefstijl of omgeving, bijvoorbeeld een litteken. De meeste eigenschappen worden zowel bepaald door je genotype als door je leefstijl of omgeving. Bijvoorbeeld: de eigenschap 'gespierd zijn' kun je krijgen door erfelijke eigenschappen (aanleg) in combinatie met training (leefstijl).

## KENNIS

**1**

**a**
- De cellen waaruit je lichaam is opgebouwd, heten .....
- Lange, dunne draden in een celkern heten .....
- Chromosomen bevatten de stof .....
- Deze stof bevat informatie voor je ..... eigenschappen.

**b** Twee cellen zijn: een maagcel van Lara en de bevruchte eicel waaruit Lara is ontstaan.
- Deze twee cellen bevatten *dezelfde* / *verschillende* erfelijke informatie.
- Alle lichaamscellen van Lara bevatten *dezelfde* / *verschillende* erfelijke informatie.
- Een spiercel en een levercel van Lara bevatten *dezelfde* / *verschillende* erfelijke informatie.
- Van de erfelijke informatie in een wangcel van Lara is *de helft* / *een onbekende hoeveelheid* afkomstig van haar moeder.

**2**

**a** Welk begrip hoort bij de beschrijving?

| | | |
|---|---|---|
| A alle eigenschappen van een organisme | ○ | ○ 1 fenotype |
| B de informatie op het DNA voor één erfelijke eigenschap | ○ | ○ 2 gen |
| C de informatie voor de erfelijke eigenschappen van een organisme | ○ | ○ 3 genotype |

**b** Welke eigenschappen van een organisme zijn erfelijk?
*alle eigenschappen* / *een deel van de eigenschappen*

**c** Het fenotype wordt *voor een deel* / *helemaal* bepaald door het genotype.

**d** Een man heeft in de winter een lichtgekleurde huid. In de zomer is zijn huid verkleurd door de zon.
- In de zomer is zijn fenotype *anders dan* / *hetzelfde als* in de winter.
- In de zomer is zijn genotype *anders dan* / *hetzelfde als* in de winter.
- Een kind van deze man erft de eigenschap 'verkleurde huid' *wel* / *niet* van zijn vader.

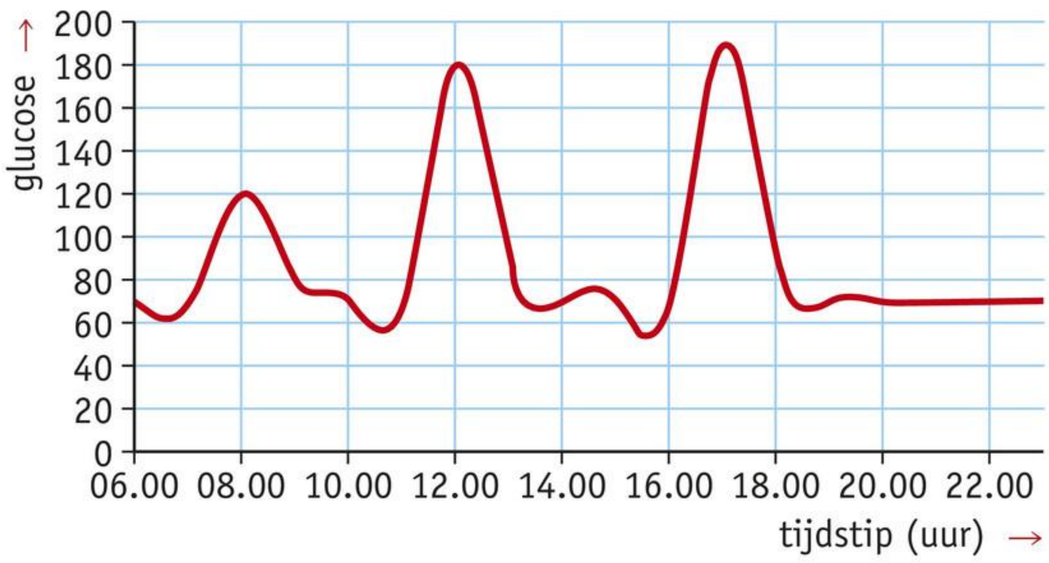
**e** Stel je voor: je hebt de vijf eigenschappen die hier zijn gegeven.
Kies bij elke eigenschap of je deze hebt gekregen door je genotype, door je leefstijl/omgeving, of door beide.

| | | |
|---|---|---|
| A Je bent snel zenuwachtig bij proefwerken. | ○ | |
| B Je hebt een gespierd lichaam. | ○ | ○ 1 genotype |
| C Je hebt een tatoeage. | ○ | ○ 2 leefstijl/omgeving |
| D Je hebt krullend haar vanaf je geboorte. | ○ | ○ 3 beide |
| E Je kunt goed gitaar spelen. | ○ | |

**3** In het lichaam wordt insuline gemaakt. Dit hormoon is nodig om het glucosegehalte van het bloed te verlagen als dat te hoog wordt. In afbeelding 6 zie je hoe het glucosegehalte van het bloed verandert gedurende een dag.
Op welke drie tijdstippen is het gen voor de aanmaak van insuline weinig actief?

- ☐ A om 07.00 uur
- ☐ B om 08.00 uur
- ☐ C om 10.00 uur
- ☐ D om 11.00 uur
- ☐ E om 14.00 uur
- ☐ F om 16.00 uur

**Afb. 6** Glucosegehalte van het bloed.




**4** **Samenvatting**

Teken een grote lichaamscel. Geef hierin aan: *celkern – chromosoom – DNA – gen*.
Maak de tekst onder het tekenvak af.

Elke celkern bevat de complete informatie voor .....

Een gen bevat de informatie voor .....

Genotype: .....

Fenotype: .....

Het fenotype wordt bepaald door: .....

## INZICHT

**5** Bekijk afbeelding 7.
Zijn de eigenschappen erfelijk?

- behaarde bladeren *ja / nee*
- bladeren die slap hangen *ja / nee*
- een wipneus *ja / nee*
- geel gras *ja / nee*
- het zware lichaam van een sumoworstelaar *ja / nee*
- kleurenblind zijn *ja / nee*
- kort haar *ja / nee*
- krullend haar vanaf de geboorte *ja / nee*
- lange dikke darm *ja / nee*
- piercings in je neus *ja / nee*

**Afb. 7** Erfelijk of niet?



1 geel gras in een droge zomer



2 Sumoworstelaars hebben een zwaar lichaam door speciale voeding.

**6** **a** Van wie is de erfelijke informatie in jouw lichaamscellen afkomstig?

- ○ A vooral van je moeder
- ○ B vooral van je vader
- ○ C van beide ouders evenveel

**b** Erwins moeder is met een donkere huid geboren. Erwins vader is met een lichte huid geboren. Erwin had bij zijn geboorte een donkere huid. De huidcellen van Erwin bevatten erfelijke informatie voor zijn huidskleur.
Hoeveel van deze erfelijke informatie is afkomstig van zijn moeder?

- ○ A minder dan 50%
- ○ B 50%
- ○ C meer dan 50%

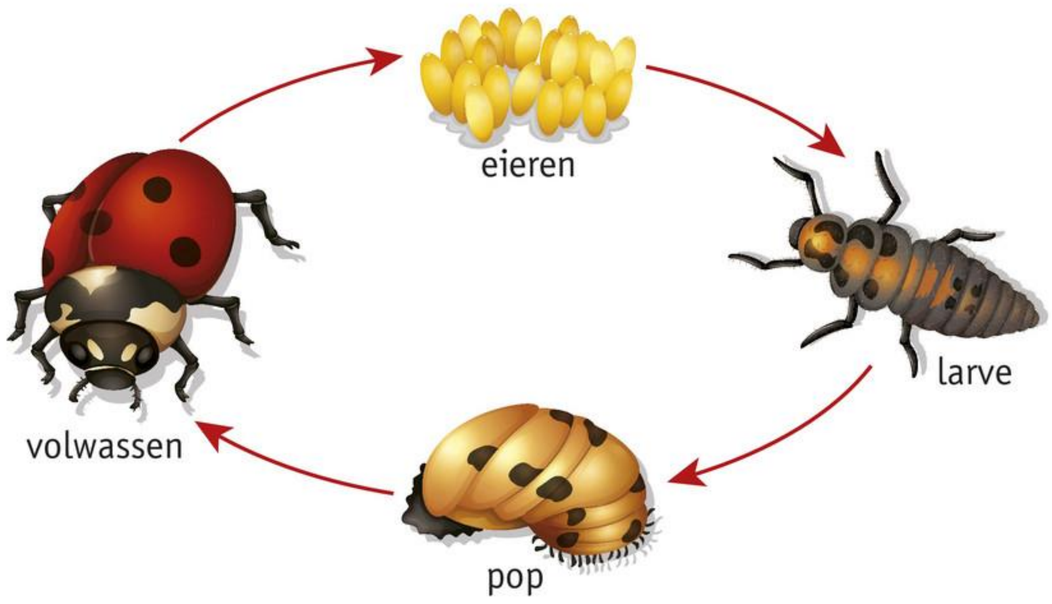
**c** Welke cellen bevatten de erfelijke informatie voor de huidskleur van Erwin?
*alle lichaamscellen / alleen de huidcellen*
Welke cellen bepalen het fenotype huidskleur van Erwin?
*alle lichaamscellen / alleen de huidcellen*

**7** In afbeelding 8 zie je de vier stadia in de levenscyclus van een lieveheersbeestje.

**a** In elk stadium is het fenotype *hetzelfde* / *verschillend*.

**b** In elk stadium is het genotype *hetzelfde* / *verschillend*.

**Afb. 8** Stadia in het leven van een lieveheersbeestje.




**8** Uv-straling van de zon is schadelijk voor je huid. Je huid wordt beschermd door melanine. Dit is een pigment dat in de huid ontstaat en de huid donkerder maakt. Melanine geeft ook kleur aan je haren en ogen. Dat je melanine kunt maken, heb je te danken aan een aantal genen.

**a** Wanneer zijn die genen het meest actief: in de winter of in de zomer? Leg je antwoord uit.

.....

.....

**b** Jos en Jennifer gaan op een zomerse dag naar het strand. Aan het eind van de dag is de huid van Jos wat donkerder geworden. De huid van Jennifer is rood.
Leg dit uit aan de hand van het genotype.

.....

**c** Zijn de genen voor de aanmaak van melanine in een spiercel even actief als in een huidcel? Leg je antwoord uit.

.....

.....

**+ 9** Lees de tekst 'Verliefd op een ander genotype' in afbeelding 9.

**a** Welk deel van het genotype bepaalt je weerstand tegen ziekten?

.....

**b** Welke drie fenotypen worden in de tekst genoemd?

1 .....

2 .....

3 .....

**c** Leg uit dat een betere titel voor het artikel is: 'Verliefd op een ander fenotype'.

.....

.....

.....

**Afb. 9**

### Verliefd op een ander genotype

Amerikaanse onderzoekers ontdekten dat het genotype van getrouwde koppels onderling meer verschilt dan dat van willekeurig door de computer gekozen koppels. Vooral de genen die belangrijk zijn bij de weerstand tegen ziekten (MHC-genen) verschilden bij getrouwde koppels. Ouders die veel verschillen in hun MHC-genen, krijgen gemiddeld gezondere kinderen dan ouders van wie de MHC-genen weinig verschillen.
Hoe kan dat? Je kunt immers niet zien dat een partner andere MHC-genen heeft dan jij zelf. Nee, maar je kunt het wel ruiken, bleek uit ander onderzoek. De lichaamsgeur van iemand met andere MHC-genen dan je zelf hebt, vinden we namelijk aantrekkelijker ruiken dan die van iemand met gelijke MHC-genen.

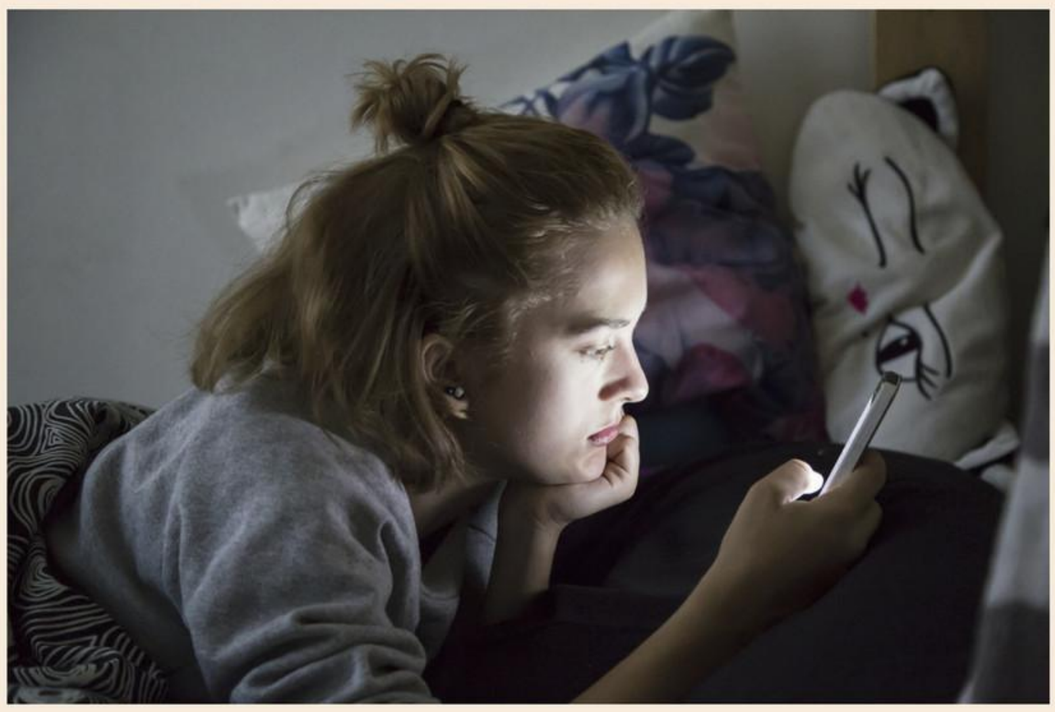
## SAMENHANG leefwereld

### BEELDSCHERMGENEN?

Van heel veel eigenschappen is al aangetoond dat ze deels erfelijk zijn. Bijvoorbeeld of je van mosterd houdt, gevoelig bent voor verslaving en of je van lezen houdt. Onderzoekers van het VU Medisch Centrum in Amsterdam hebben aangetoond dat ook de vrije tijd die je achter een beeldscherm doorbrengt deels erfelijk is. Genetische aanleg speelt een rol in het aantal uren dat jongeren televisiekijken, computerspelletjes spelen en internetten (de beeldschermtijd). Bij een groep jongens is de beeldschermtijd gemiddeld voor 35% erfelijk bepaald. Bij een groep meisjes bleek de beeldschermtijd gemiddeld voor 19% erfelijk.
Wanneer je ’s avonds nog op een beeldscherm kijkt, kun je vaak moeilijker in slaap komen. Dat komt door het blauwe licht dat beeldschermen uitstralen. Blauw licht remt de productie van melatonine. Melatonine is een hormoon dat wordt geproduceerd door een klier in de hersenen. Melatonine regelt het slaap-waakritme. Een hogere productie van melatonine veroorzaakt dat je in slaap valt. De meeste telefoons en monitoren hebben een ingebouwde functie om het blauwe licht ’s avonds te filteren. En anders kun je een app installeren die de hoeveelheid blauw licht regelt.

*Bron: ‘Lamlendigheid kinderen zit in genen’, nu.nl, 2012.*

**Afb. 10** De tijd die je achter een beeldscherm doorbrengt, is deels erfelijk bepaald.



**10** Lees de tekst ‘Beeldschermgenen?’.

**a** De beeldschermtijd van Adam is ongeveer twee uur per dag.
Is dit gedrag bij Adam voor 35% erfelijk bepaald? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

**b** Je omgeving bepaalt voor een belangrijk deel je beeldschermtijd.
Geef hiervan twee voorbeelden.

.....

.....

.....

.....

**c** Bij wie heeft de omgeving gemiddeld de meeste invloed op de beeldschermtijd: bij jongens of bij meisjes? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

.....

**d** Rachid zit vaak ’s avonds achter een beeldscherm, totdat hij naar bed gaat, Omar alleen ’s middags. Beide jongens gaan meestal rond 21.30 uur naar bed.
Bij de productie van melatonine zijn bepaalde genen betrokken.
Bij wie zijn deze genen waarschijnlijk het meest actief rond 21.30 uur: bij Rachid of bij Omar? Leg je antwoord uit.

.....

.....

Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# 2 Chromosomen en genen

## LEERDOELEN

5.2.4 Je kunt uitleggen hoe elk van de ouders 50% van de chromosomen levert.

5.2.5 Je kunt uitleggen dat bij mensen het geslacht wordt bepaald door de geslachtschromosomen.

| TAXONOMIE | LEERDOELEN EN OPDRACHTEN | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 5.2.4 | 5.2.5 | 5.1.1* | 1.2.3** |
| Onthouden | | | | |
| Begrijpen | 1, 2, 4 | 3, 4 | | |
| Toepassen | 5, 6, 7a, 8, 11a | 9c, 11a | | |
| Analyseren | 7bc, 10, 11bcd | 9ab, 11bcd | 11bd | 11e |

* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

** Dit leerdoel vind je in een ander thema.

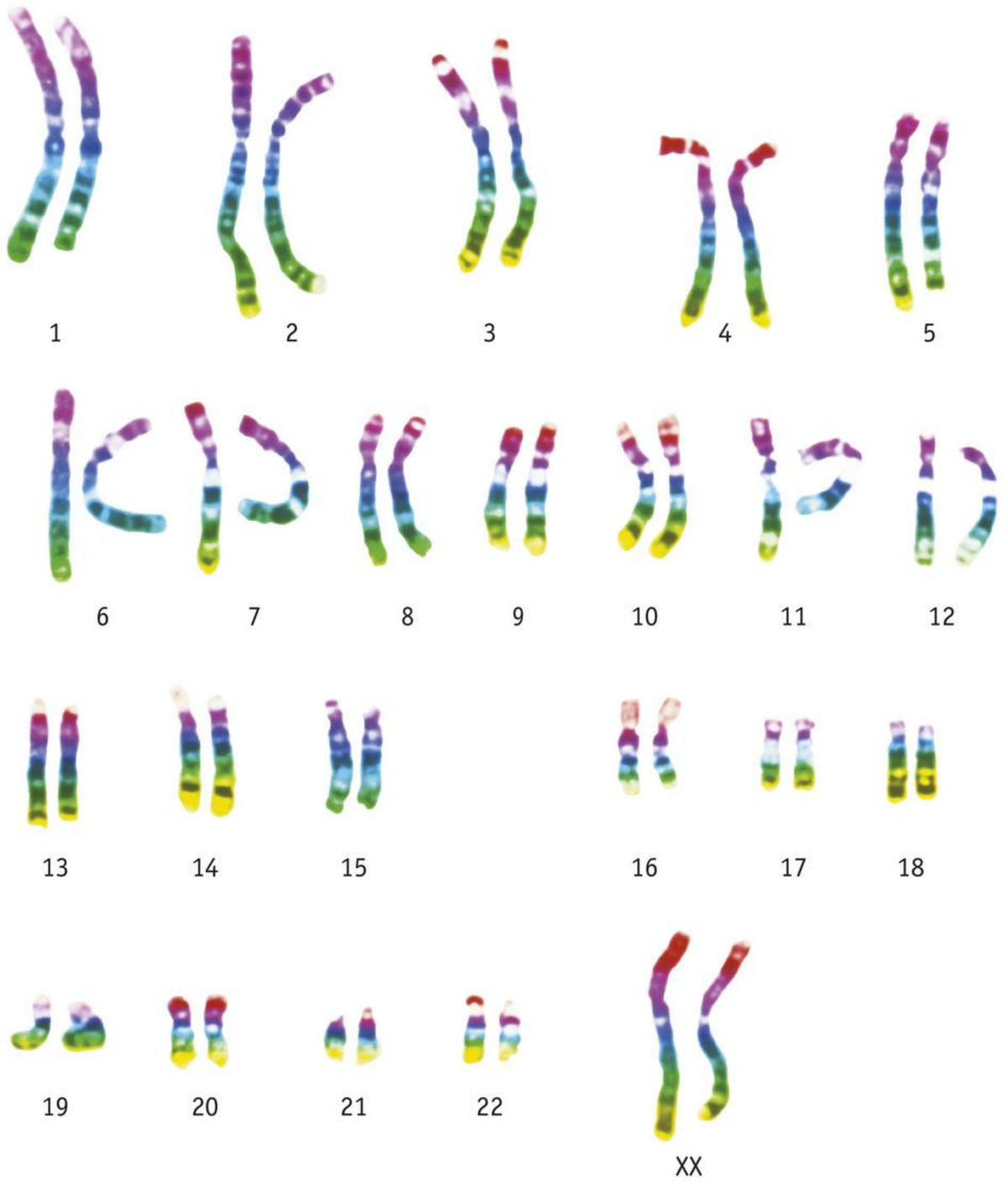
**Ieder mens heeft duizenden erfelijke eigenschappen. De informatie hiervoor ligt in slechts 46 chromosomen. Van elk chromosoom heb je er twee.**

### PAREN

In afbeelding 1 zie je de chromosomen uit één lichaamscel van een vrouw, gerangschikt naar grootte en vorm. Een cel van een mens bevat 46 chromosomen. Die chromosomen komen in **paren** voor. Je hebt dus 23 paren chromosomen in een celkern. Dit geldt voor alle lichaamscellen.

De beide chromosomen van een paar bestaan uit dezelfde genen en bevatten dus informatie voor dezelfde erfelijke eigenschappen. Bijvoorbeeld: op beide chromosomen van paar nummer 15 liggen op dezelfde plaats genen met informatie voor de oogkleur.

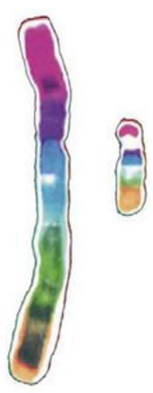
**Afb. 1** De chromosomen van een vrouw, in paren gerangschikt.



## GESLACHT

In afbeelding 1 kun je zien dat bij het 23e chromosomenpaar geen nummer staat, maar 'XX'. Dit zijn de **geslachtschromosomen**. Bij een vrouw zijn de geslachtschromosomen gelijk aan elkaar. Een vrouw heeft twee X-chromosomen (XX). Bij een man zijn de geslachtschromosomen verschillend. Een man heeft een X- en een Y-chromosoom (XY, zie afbeelding 2). Heel af en toe wordt een meisje geboren met XY-chromosomen of een jongen met XX-chromosomen. Dit zijn vormen van intersekse.

**Afb. 2** De geslachts-chromosomen van een man.



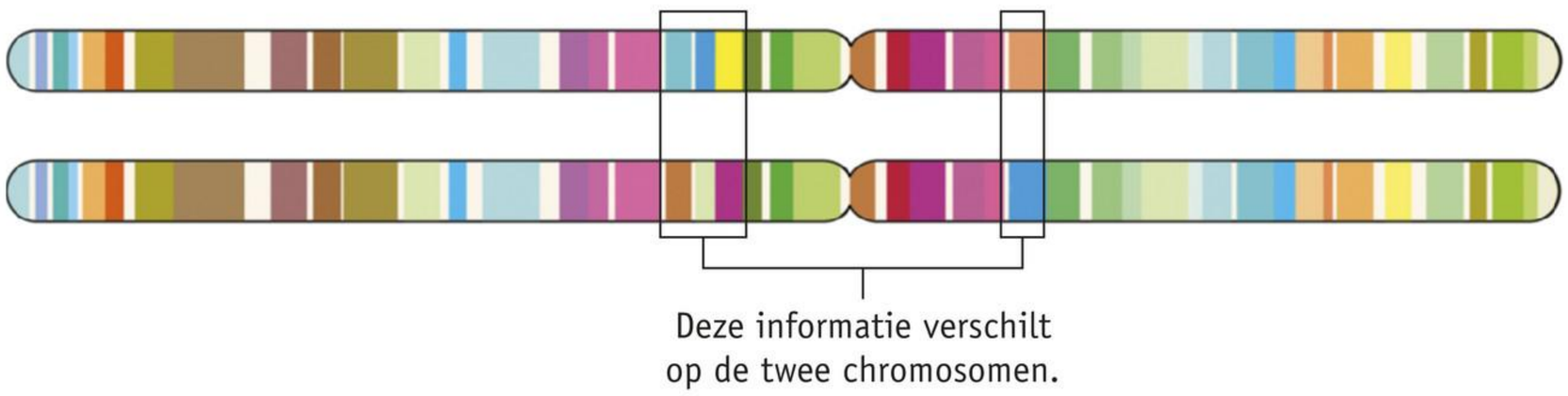
XY

## VERSCHILLENDE INFORMATIE

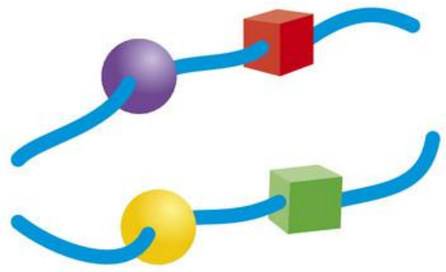
In afbeelding 3.1 is één chromosomenpaar vergroot getekend. De plaatsen waar informatie is opgeslagen – de stukjes DNA of delen van genen – zijn in de tekening gekleurd (in het echt is dat niet zo). De twee chromosomen van een paar bevatten informatie voor dezelfde erfelijke eigenschappen. De gekleurde bandjes zijn daarom op beide chromosomen even breed.

De meeste bandjes hebben ook dezelfde kleur. Dat betekent dat de informatie op beide chromosomen gelijk is. Bijvoorbeeld: beide chromosomen bevatten de informatie voor tien vingers (niet negen of elf).
Soms is de kleur van de bandjes verschillend. Op die plaats verschilt de informatie op de chromosomen. Het ene chromosoom bevat bijvoorbeeld de informatie voor bruine ogen, het andere voor blauwe ogen.
Afbeelding 3.2 is een schematische tekening van hetzelfde chromosomenpaar. De genenparen die verschillen, zijn getekend als 'kralen'. De vorm van de kralen is gelijk (de genen bevatten de informatie voor dezelfde erfelijke eigenschap). De kleur is verschillend (de informatie in de genen is verschillend).

**Afb. 3** Verschillende informatie op een chromosomenpaar.




1



2

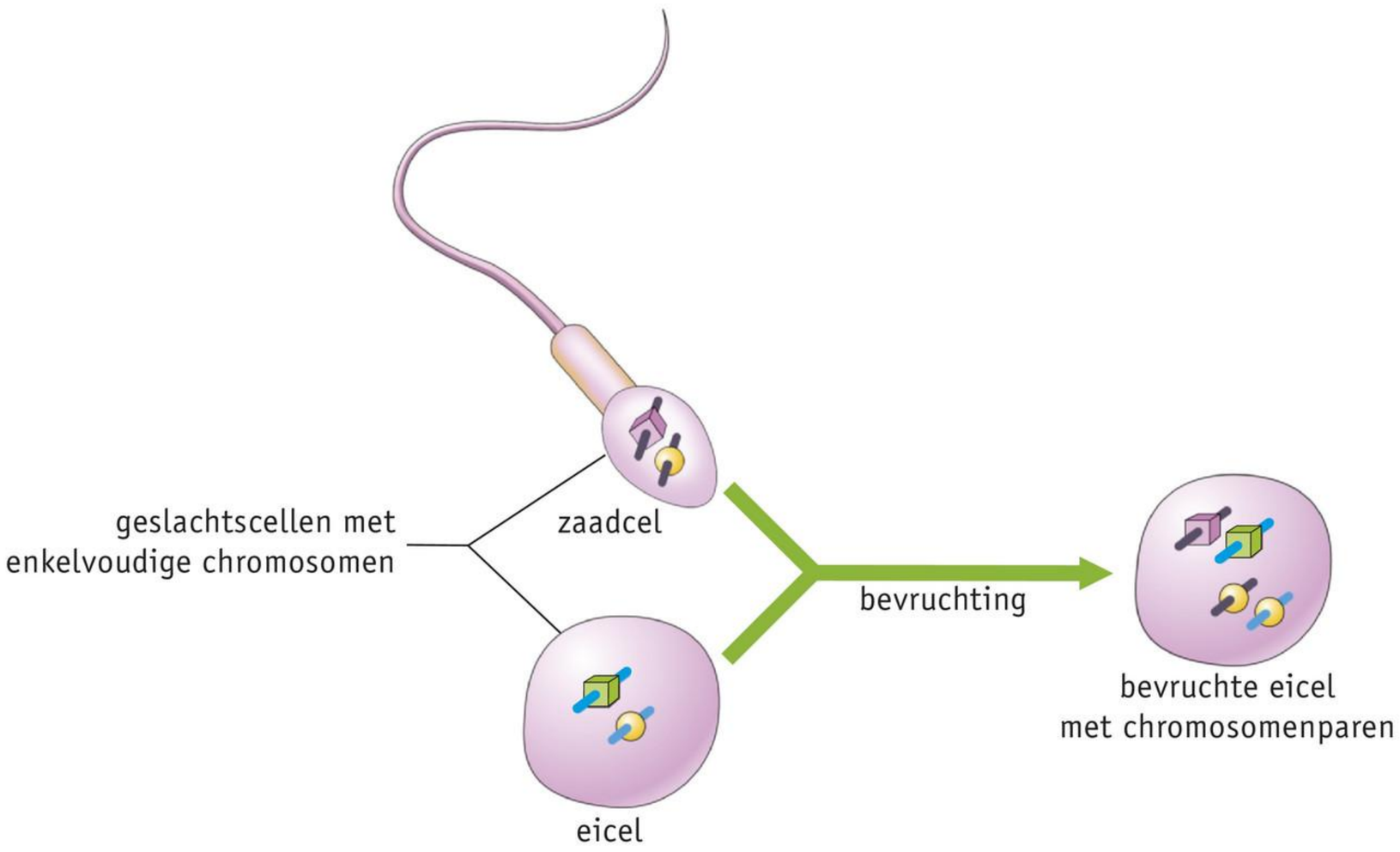
## BEVRUCHTING

Bij geslachtelijke voortplanting versmelten de kernen van twee geslachtscellen (een eicel en een zaadcel). In **geslachtscellen** komen de chromosomen niet in paren voor maar enkelvoudig. Een geslachtscel van een mens bevat dus geen 46 chromosomen, maar slechts 23. Een geslachtscel bevat één chromosoom van elk chromosomenpaar.

Bij bevruchting versmelten de kern van een zaadcel en de kern van een eicel met elkaar. De 23 chromosomen van de zaadcel en de 23 chromosomen van de eicel komen bij elkaar in de kern van de bevruchte eicel. De kern van de bevruchte eicel bevat weer 46 chromosomen die 23 paren vormen. Van elk chromosomenpaar is dan één chromosoom afkomstig van de moeder en één van de vader (zie afbeelding 4).

Het geslachtschromosoom in de eicel is een X. Het geslachtschromosoom in een zaadcel kan een X zijn of een Y. Bij de bevruchting ontstaat dan een chromosomenpaar XX of een chromosomenpaar XY. De baby wordt een meisje of een jongetje, en heel soms intersekse.

**Afb. 4** Bevruchting.




## GENOTYPE EN FENOTYPE

De informatie op de twee chromosomen van een paar kan verschillend zijn. Welke informatie in het fenotype tot uiting komt, hangt af van welk gen het sterkst is. In afbeelding 6 zie je dit voor de haarvorm (het gen voor krullend haar is sterker).

**Afb. 5** Genen voor de haarvorm.




1 twee genen voor steil haar

2 twee genen voor krullend haar

3 één gen voor steil haar en één gen voor krullend haar

## KENNIS

**1** Kies steeds het juiste antwoord.

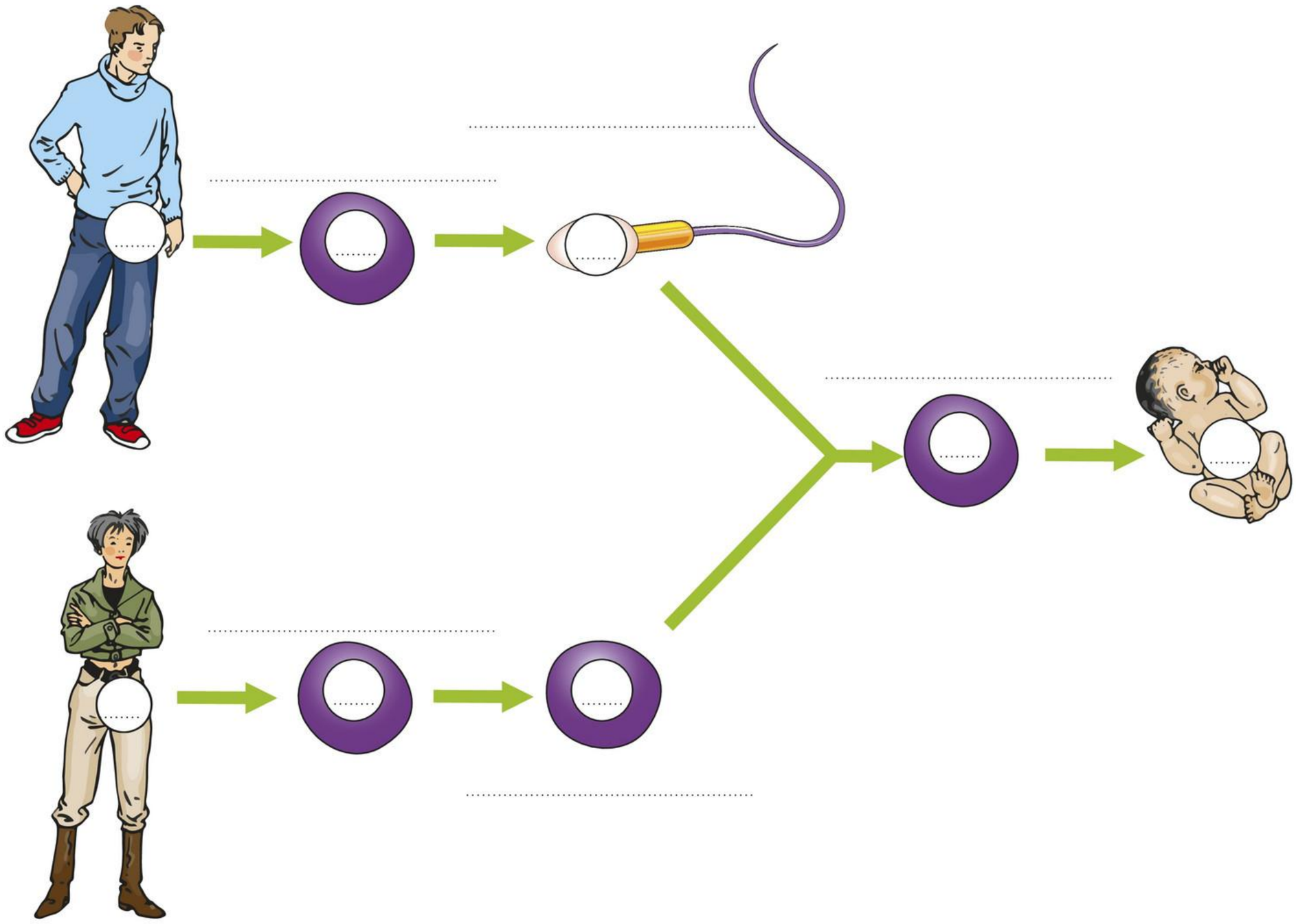
- Eicellen en zaadcellen zijn *geslachtscellen* / *lichaamscellen*.
- In een lichaamscel komen *23* / *46* chromosomen voor.
- In een geslachtscel komen *23* / *46* chromosomen voor.
- In een lichaamscel komen de chromosomen *enkelvoudig* / *in paren* voor.
- In een geslachtscel komen de chromosomen *enkelvoudig* / *in paren* voor.
- In een geslachtscel komen de genen *enkelvoudig* / *in paren* voor.
- In een bevruchte eicel komen de genen *enkelvoudig* / *in paren* voor.
- Van de chromosomen in een lichaamscel van een meisje is *minder dan de helft* /*de helft* / *meer dan de helft* van de chromosomen afkomstig van de moeder.
- Een cel die evenveel chromosomen bevat van de moeder als van de vader is een *geslachtscel* / *lichaamscel*.

**2** In afbeelding 6 zie je de vorming van geslachtscellen en de bevruchting bij de mens.

**a** Zet bij elke cel wat voor cel het is. Gebruik daarbij: *bevruchte eicel – eicel – lichaamscel – zaadcel*. Sommige woorden gebruik je meerdere keren.

**b** In de afbeelding zijn acht celkernen getekend.
Vul in elke celkern het aantal chromosomen in. Gebruik daarbij: *23 – 46*.

**Afb. 6**



**3** Kies steeds het juiste antwoord.

- Welke geslachtschromosomen heeft een lichaamscel van een man? *X / Y / XX / XY*
- Welke geslachtschromosomen heeft een lichaamscel van een vrouw? *X / Y / XX / XY*
- Hoeveel geslachtschromosomen bevat een geslachtscel? *1 / 2 / 23 / 46*
- Hoeveel geslachtschromosomen bevat een lichaamscel? *1 / 2 / 23 / 46*
- Hoeveel chromosomen bevat een geslachtscel? *1 / 2 / 23 / 46*
- Hoeveel chromosomen bevat een lichaamscel? *1 / 2 / 23 / 46*
- Een geslachtscel met een X-chromosoom is een *eicel / zaadcel / eicel of zaadcel*.
- Een geslachtscel met een Y-chromosoom is een *eicel / zaadcel / eicel of zaadcel*.

**4** **Samenvatting**

Vul de tabel in en maak de tekst af.

| | Lichaamscel | Geslachtscel | Bevruchte eicel |
|---|---|---|---|
| Aantal chromosomen | *23 / 46* | *23 / 46* | *23 / 46* |
| Chromosomen | *enkelvoudig / in paren* | *enkelvoudig / in paren* | *enkelvoudig / in paren* |
| Genen | *enkelvoudig / in paren* | *enkelvoudig / in paren* | *enkelvoudig / in paren* |
| Geslachtschromosomen | vrouw:<br>man: | vrouw:<br>man: | |

Van elk chromosomenpaar in een ..... is één chromosoom afkomstig van ..... en één van .....

Van elk chromosomenpaar komt één chromosoom in de .....

## INZICHT

**5** In afbeelding 7 zie je het ontstaan van een baby in vijf stappen getekend.

**a** Bij welke stap ontstaat het genotype van de baby? Leg je antwoord uit.

.....

.....

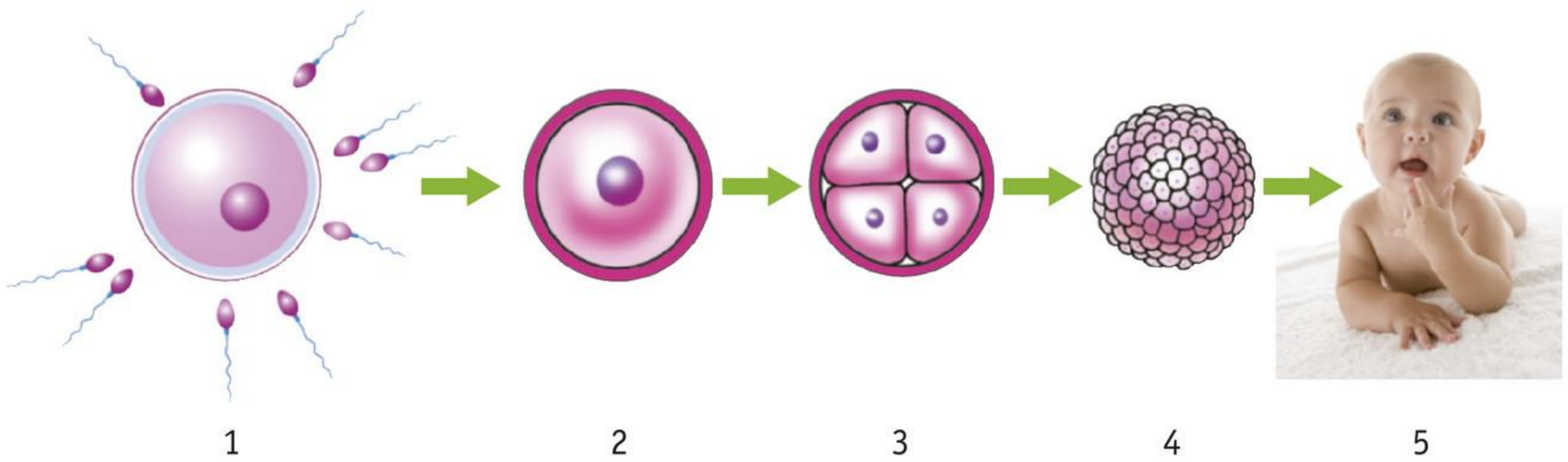
.....

.....

**b** De genen in een witte bloedcel en de genen in een maagwandcel van deze baby zijn *gelijk / verschillend*.

**c** De genen in de bevruchte eicel en de genen in een huidcel van de baby die hieruit voortkwam, zijn *gelijk / verschillend*.

**Afb. 7** Het ontstaan van een baby.



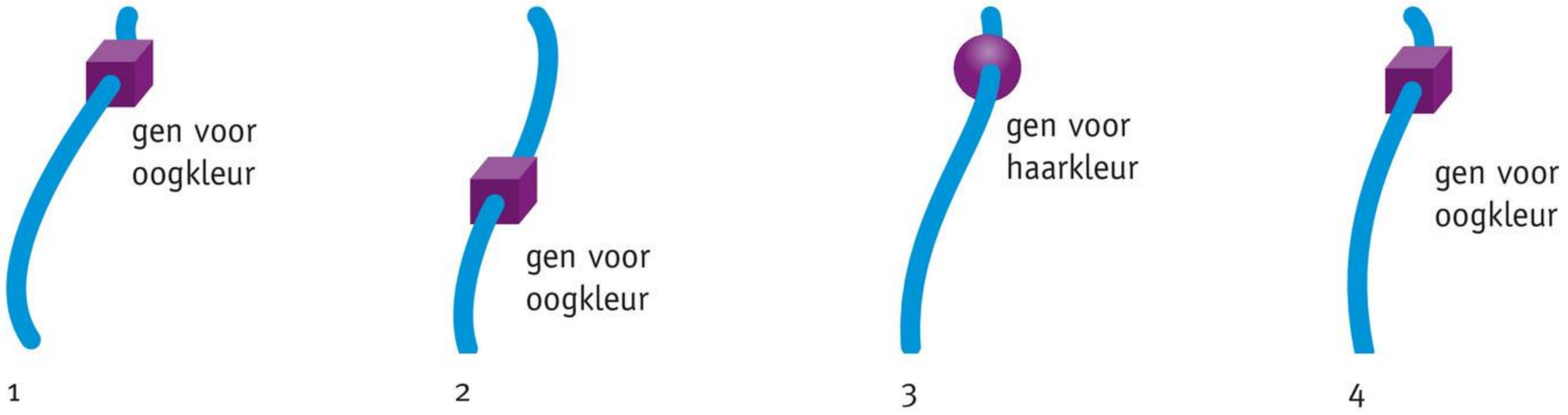
**6** In afbeelding 8 zie je vier chromosomen. Ze staan niet in paren bij elkaar.
Welke chromosomen vormen een chromosomenpaar? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

**Afb. 8** Vier chromosomen.




**7** In afbeelding 9 zie je vier cellen schematisch getekend met daarin chromosomen en genen.

**a** In welke cel zijn de chromosomen en genen juist getekend? Leg je antwoord uit.

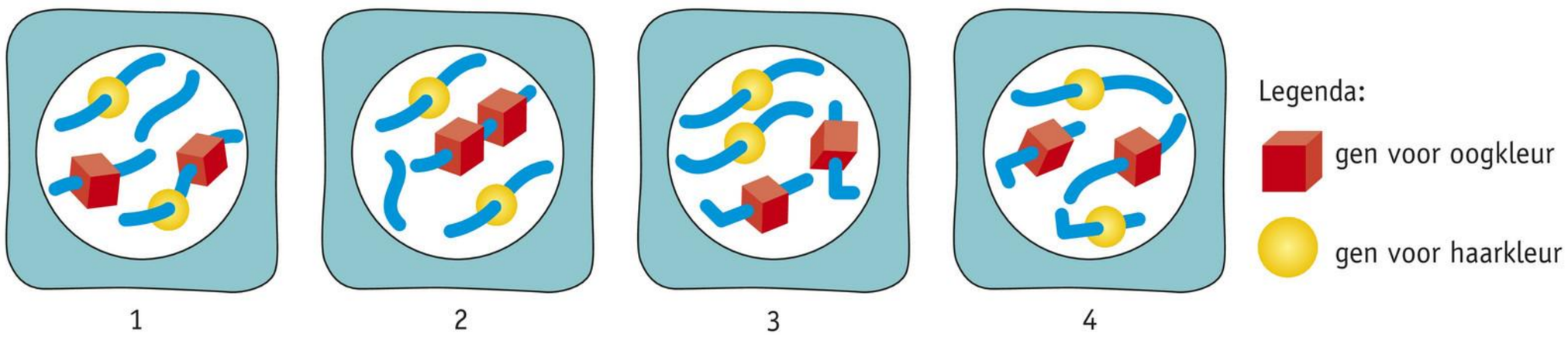
.....

.....

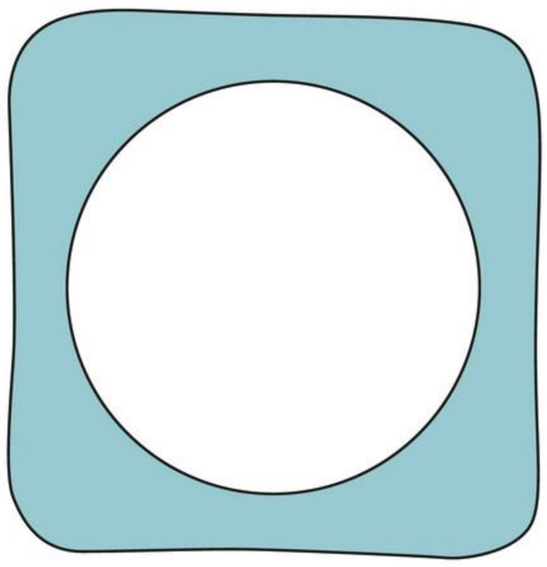
**b** Cel 3 is een lichaamscel van een organisme. Dit organisme vormt geslachtscellen.
Teken de chromosomen en genen in de geslachtscel van afbeelding 10.

**c** In een zaadcel van een organisme zijn meerdere genen aanwezig die de haarkleur bepalen. Deze genen liggen niet op een geslachtschromosoom.
Hoeveel genen voor de haarkleur kunnen aanwezig zijn in een hartcel van dit organisme? *0 / 1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6*

**Afb. 9** Vier cellen.




**Afb. 10** Een geslachtscel.



**8**

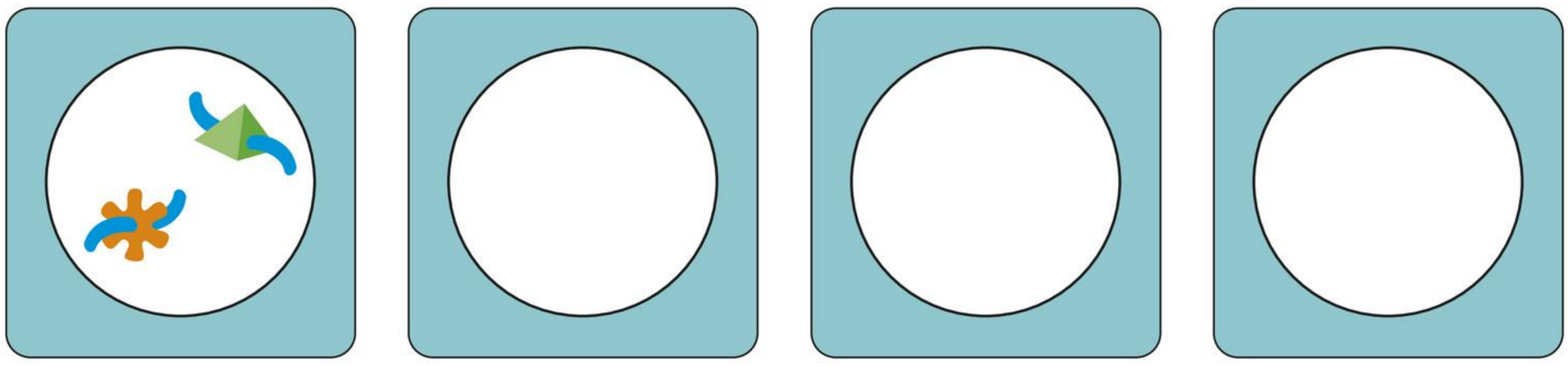
In afbeelding 11 zie je een schematische tekening van vier cellen van muizen. Cel 1 is een eicel met twee verschillende chromosomen, met op elk chromosoom een gen.

**a** Teken in cel 2 de chromosomen en genen in een zaadcel van de muis.

**b** Teken in cel 3 de chromosomen en genen in een bevruchte eicel van een muis.

**c** Teken in cel 4 de chromosomen en genen in een zenuwcel van een muis.

**Afb. 11** Cellen van een muis.



1 eicel 2 zaadcel 3 bevruchte eicel 4 zenuwcel

**9**

Bij runderen komt in zaadcellen geslachtschromosoom X of Y voor, net als bij mensen. De stieren zijn gespierder dan de koeien.

**a** In een bedrijf worden kalveren gefokt voor de melkveehouderij.
Voor welke zaadcellen zal dit bedrijf vooral belangstelling hebben: voor zaadcellen met een X-chromosoom of met een Y-chromosoom? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

**b** In een ander bedrijf worden kalveren gefokt voor de vleesindustrie.
Voor welke zaadcellen zal dit bedrijf vooral belangstelling hebben? Leg je antwoord uit.

.....

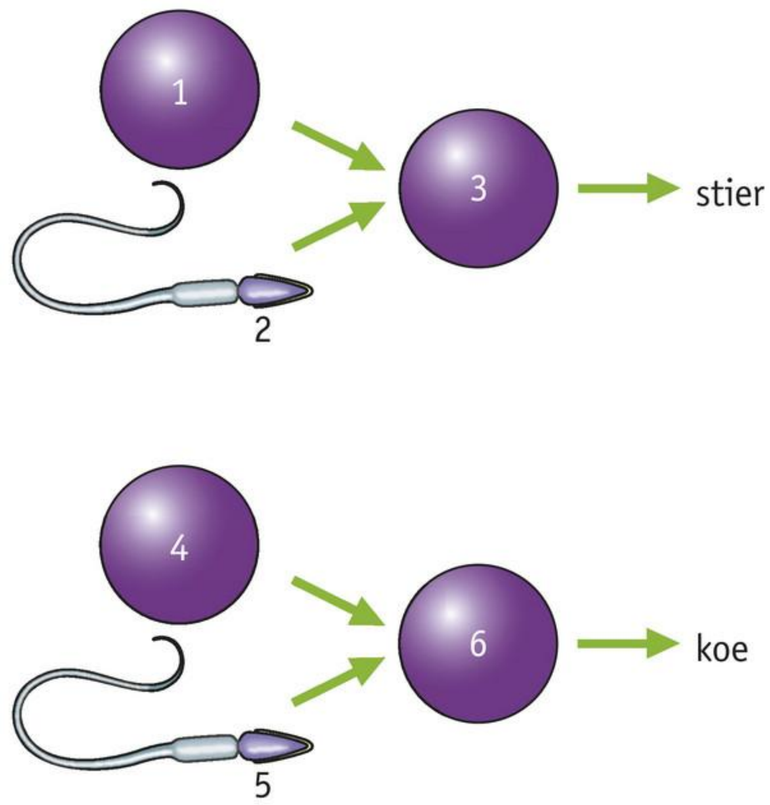
.....

.....

**c** In afbeelding 12 zie je twee eicellen, twee zaadcellen en twee bevruchte eicellen getekend. Uit de bevruchte eicellen ontstaan een stier en een koe.
Welke geslachtschromosomen bevatten de cellen?

- cel 1: .....
- cel 2: .....
- cel 3: .....
- cel 4: .....
- cel 5: .....
- cel 6: .....

**Afb. 12** Bevruchting.



**+ 10** In een eicel van Lexie bevinden zich genen op chromosomen.
Van wie zijn deze genen zeer waarschijnlijk afkomstig: van haar moeder, haar vader of van beide ouders? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

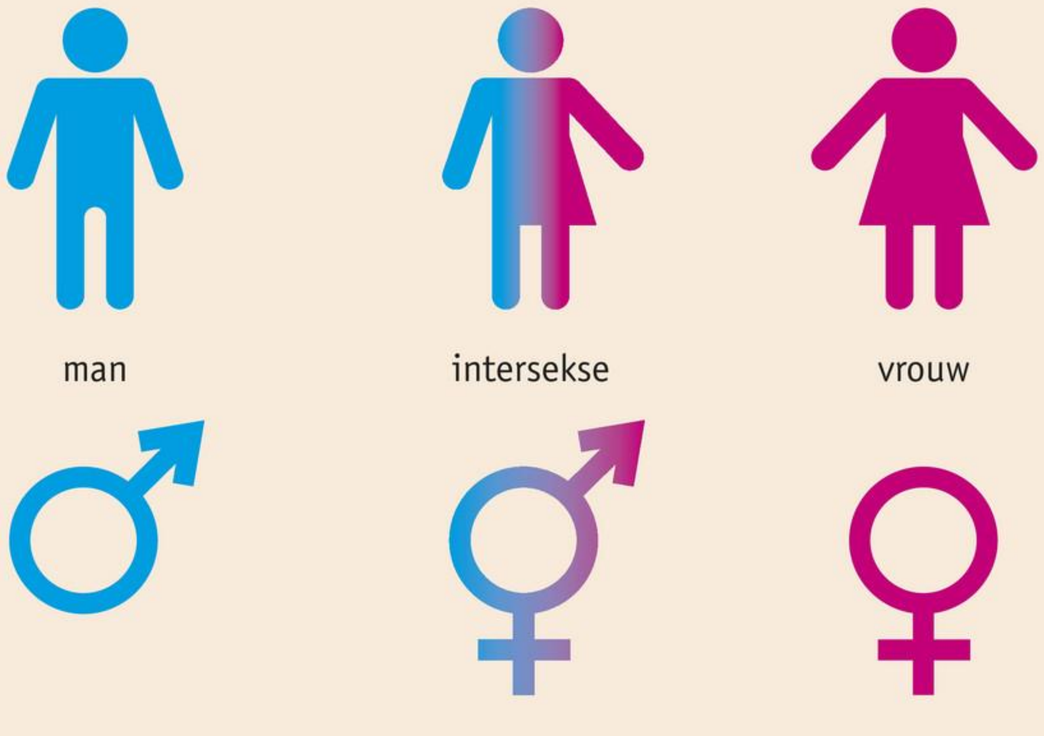
## SAMENHANG leefwereld

### INTERSEKSE

Mensen verschillen van elkaar, niemand is hetzelfde. We verschillen in kleur en vorm, van huid, haar en ogen, in lengte, gedrag, humor en ga zo maar door. Een deel van deze verschillen zie je aan de buitenkant, maar het merendeel zie je niet direct. Mensen verschillen ook van elkaar door hun geslacht. Er zijn mannen, vrouwen en intersekse mensen.
Ook in de mannelijke en vrouwelijke hormonen die iemand heeft, komt veel variatie voor. Zo kan iemand met XY-chromosomen lichamelijke kenmerken van een man en van een vrouw hebben, en zich vooral vrouw voelen. Het aantal geslachtschromosomen kan ook variëren. Er zijn mensen met lichaamscellen met de geslachtschromosomen XXX. Andere mogelijkheden zijn XXY, X, of XYY.

*Naar: www.cyberpoli.nl.*

**Afb. 13**




**11** Lees de tekst ‘Intersekse’.

**a** Door een foutje bij de celdeling komen bij een vrouw twee X-chromosomen terecht in een eicel. Deze eicel wordt bevrucht en zij krijgt een intersekse baby.
Welke twee mogelijkheden zijn er dan voor de geslachtschromosomen in de lichaamscellen van deze baby?
*X / Y / XX / XY / XXX / XXY / XYY / YYY*

**b** Bij Esmee komen de geslachtschromosomen XXX voor in de helft van haar lichaamscellen. De andere helft van haar lichaamscellen heeft XX als geslachtschromosomen.
Leg uit dat dit is veroorzaakt door de eerste celdeling van de bevruchte eicel waaruit Esmee is ontstaan.

.....

.....

.....

.....

**c** Marit heeft maar één geslachtschromosoom, een X, in haar lichaamscellen. Dit is veroorzaakt door de eicel van haar moeder.
Welk geslachtschromosoom bevatte de zaadcel van Marits vader, die de eicel bevruchtte? *X* / *Y*

**d** Bij Esmee uit vraag b heeft een deel van haar lichaamscellen een afwijkend aantal geslachtschromosomen (XXX).
Bij Marit uit vraag c hebben alle lichaamscellen een afwijkend aantal geslachtschromosomen (X).
Leg uit hoe dat komt.

.....

.....

.....

.....

**e** Bij intersekse personen met maar één X-chromosoom in de lichaamscellen is de aorta soms vernauwd.
Leg uit dat zij daardoor sneller moe kunnen zijn.

.....

.....

.....

.....

Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# 3 Variatie in genotypen

**LEERDOELEN**

5.3.6 Je kunt uitleggen hoe door geslachtelijke voortplanting variatie in genotypen ontstaat.
5.3.7 Je kunt omschrijven wat een mutatie is.
5.3.8 Je kunt omschrijven wat kanker is.

| TAXONOMIE | LEERDOELEN EN OPDRACHTEN | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 5.3.6 | 5.3.7 | 5.3.8 | 5.1.1* | 5.2.4* |
| Onthouden | | 2 | 2ade | | |
| Begrijpen | 1, 3 | 3 | 3 | | |
| Toepassen | 4bc, 5, 9, 10cd | 4bc, 6 | 7 | | 5a |
| Analyseren | 4a, 10abe | 8 | | 10e | 10ae |

* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

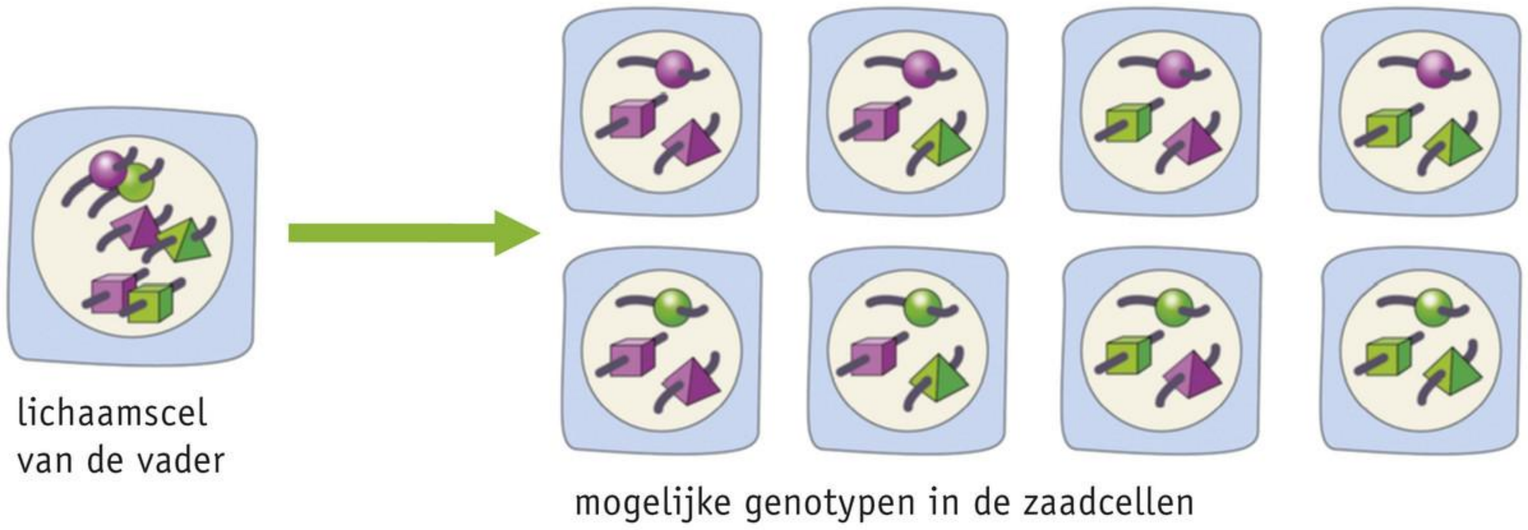
**De informatie op de twee chromosomen van een paar kan verschillend zijn. Daardoor ontstaan bij de nakomelingen verschillende genotypen. Ook door mutatie kunnen nieuwe genotypen ontstaan.**

## MEIOSE

Bij een gewone celdeling worden alle chromosomen verdubbeld (gekopieerd) en daarna verdeeld over de dochtercellen. Elke dochtercel krijgt zo precies dezelfde chromosomenparen als de moedercel.
In geslachtscellen komen de chromosomen enkelvoudig voor. Dat komt doordat geslachtscellen ontstaan door een speciale celdeling: de **meiose**. Bij meiose krijgt iedere dochtercel (geslachtscel) één chromosoom van elk paar.

In afbeelding 1 is schematisch weergegeven hoe uit een lichaamscel geslachtscellen ontstaan. Je ziet een lichaamscel van de vader met drie chromosomenparen. Op elk chromosoom is een gen getekend. Van deze chromosomenparen komt telkens één chromosoom in een zaadcel terecht. Welk van beide chromosomen in de zaadcel terechtkomt, is afhankelijk van het toeval.
Je ziet dat er veel verschillende mogelijkheden zijn. Bij zaadcellen komen dan ook veel verschillende genotypen voor, net als bij de eicellen die een vrouw maakt.

**Afb. 1** Bij de vorming van geslachtscellen ontstaan veel verschillende genotypen.



## VARIATIE

Welk genotype de geslachtscellen hebben, is afhankelijk van het toeval. Er zijn veel verschillende mogelijkheden. Hierdoor heeft de nakomeling een ander genotype dan de ouders. En verschillende nakomelingen van dezelfde ouders hebben onderling verschillende genotypen (behalve eeneiige tweelingen). Je zegt dan: bij geslachtelijke voortplanting ontstaat **variatie in genotypen**. Hierdoor verschilt ook het fenotype van broers en zussen (zie afbeelding 2).

**Afb. 2** Variatie in genotype en fenotype bij nakomelingen van dezelfde ouders.

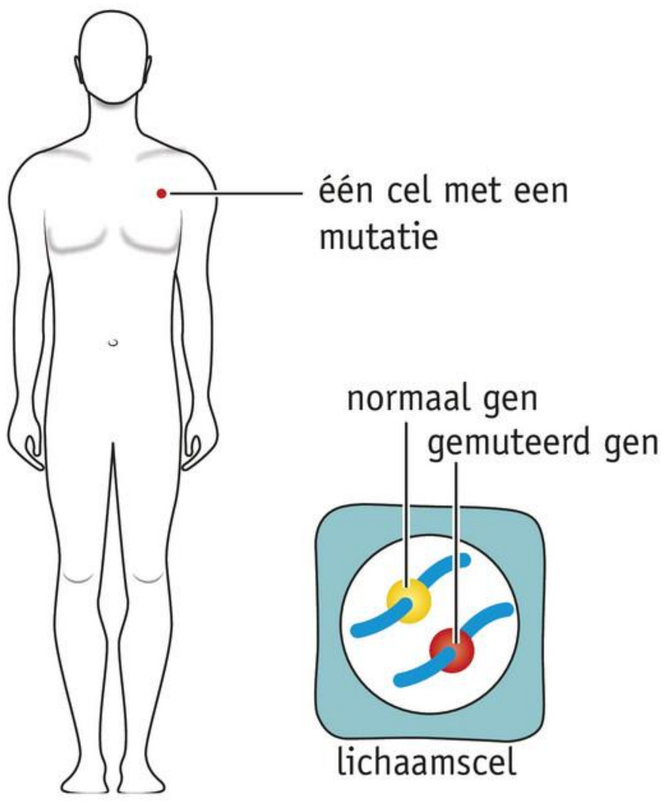


## MUTATIE

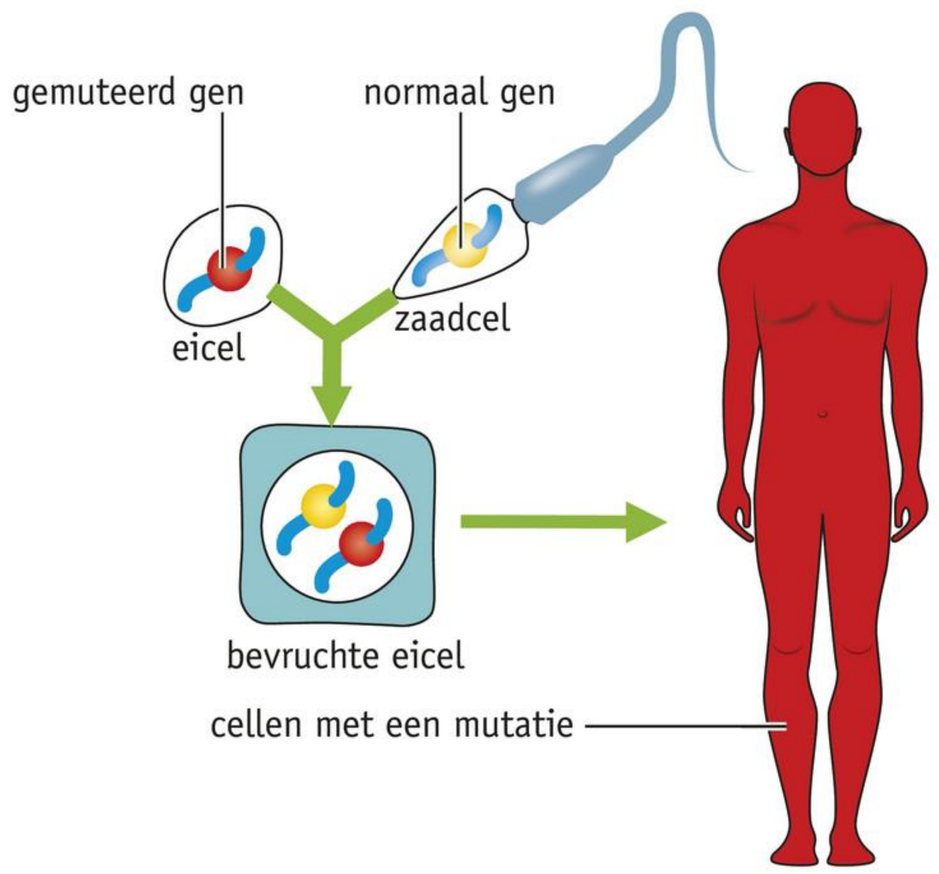
Een chromosoom kan beschadigd raken. Daardoor kan de informatie voor een erfelijke eigenschap veranderen. Zo'n verandering van het genotype heet een **mutatie** (verandering).

Mutaties kunnen in elke cel plaatsvinden. Meestal heeft een mutatie geen gevolgen. Als in een cel van je lichaam een mutatie optreedt, blijven de andere cellen van je lichaam onveranderd. Je merkt dan niet eens dat je een cel met een mutatie bezit (zie afbeelding 3.1). Maar een mutatie in een geslachtscel kan wel een grote uitwerking hebben. Wanneer deze geslachtscel versmelt met een andere geslachtscel, komt de mutatie terecht in de bevruchte eicel. De nakomeling die zich hieruit ontwikkelt, heeft in elke lichaamscel de mutatie (zie afbeelding 3.2). Of dit gevolgen heeft voor het fenotype, hangt af van hoe sterk het gen met de mutatie is.

**Afb. 3** De invloed van een mutatie.




1 mutatie in een lichaamscel

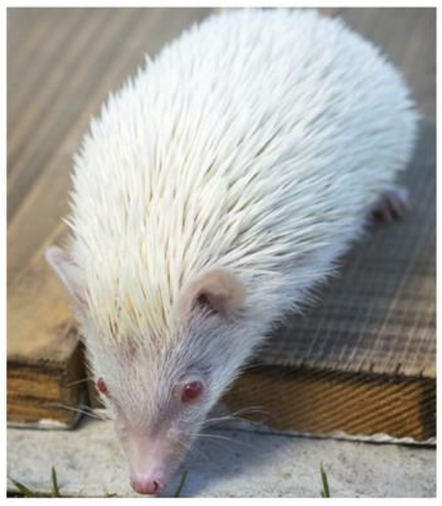



2 mutatie in een geslachtscel

## ALBINISME

Een organisme waarbij een mutatie zichtbaar is in het fenotype, noem je een **mutant**. Een voorbeeld van een mutant is een **albino**. Bij een albino is het lichaam niet in staat melanine (pigment) te vormen: de kleurstof voor haren, ogen en huid. Daardoor lijken de ogen rood en is het organisme erg bleek (zie afbeelding 4.1). Mutaties in genen voor het maken van melanine zijn goed waarneembaar in het fenotype (zie afbeelding 4.2 en 4.3). De meeste mutaties zijn dat niet.

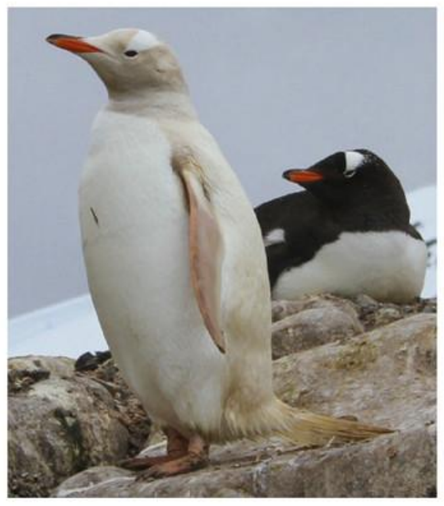
**Afb. 4** Albinisme en pigmentmutatie.



1 albino-egel



2 pigmentmutatie bij een mens

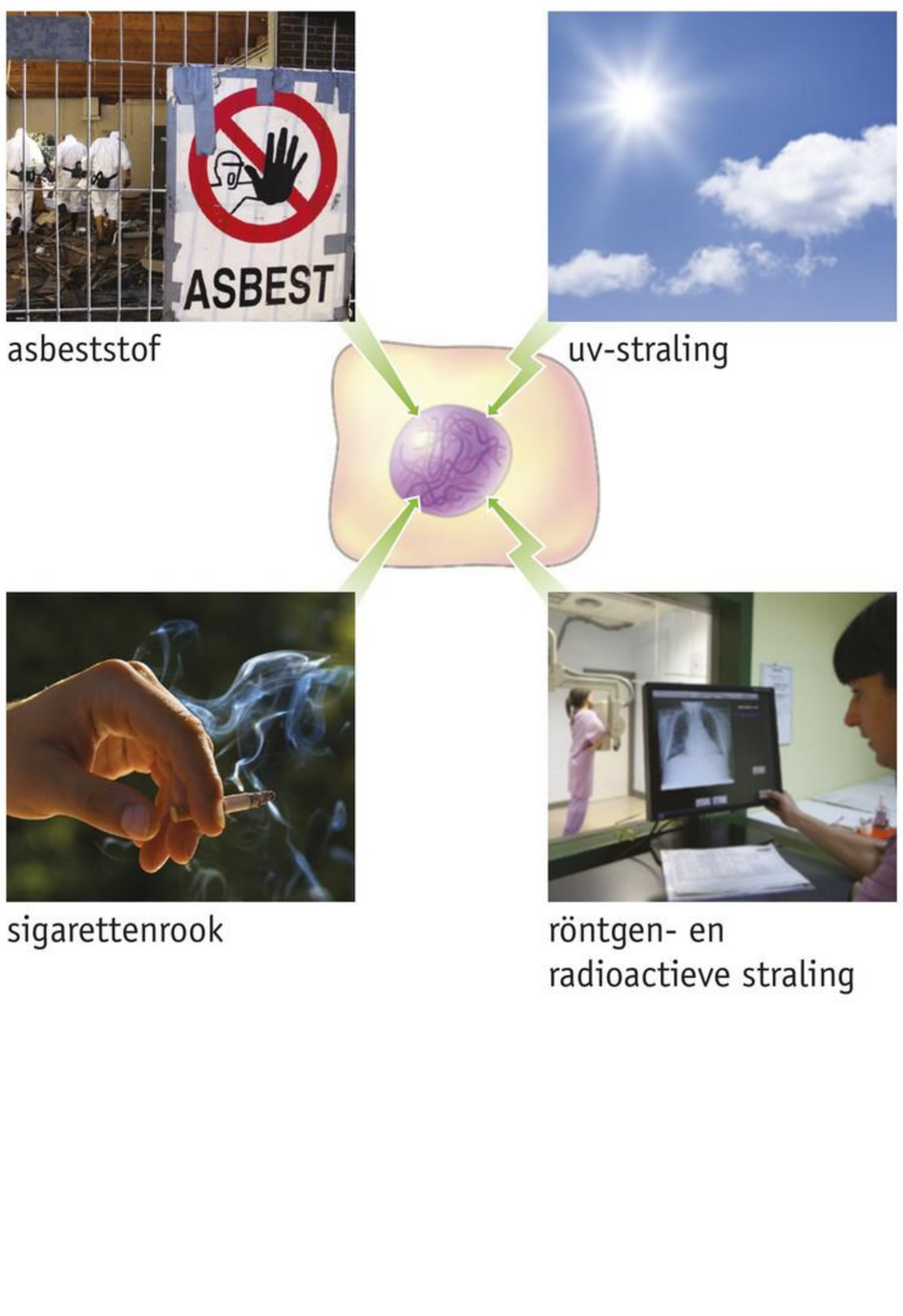


3 albinopinguïn

## MUTAGENE INVLOEDEN

Het DNA kan beschadigd raken onder invloed van straling, bijvoorbeeld radioactieve straling, uv-straling en röntgenstraling. Ook chemische stoffen kunnen een mutatie veroorzaken, bijvoorbeeld asbest of stoffen in sigarettenrook. Dit worden **mutagene invloeden** genoemd (zie afbeelding 5).

**Afb. 5** Mutagene invloeden.




asbeststof

uv-straling

sigarettenrook

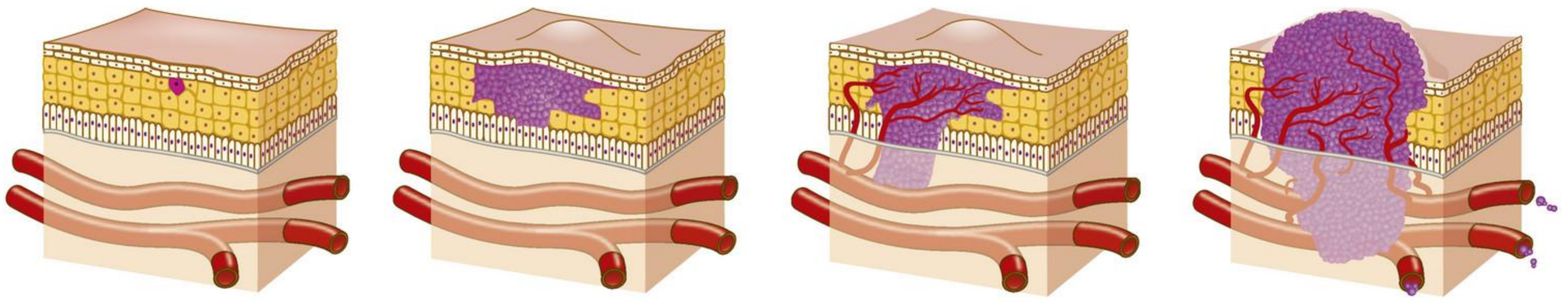
röntgen- en radioactieve straling

## KANKER

De snelheid waarmee celdelingen in het lichaam plaatsvinden, wordt geregeld door het DNA. Maar soms gaan cellen zich ongeremd delen. Dat wordt veroorzaakt door mutaties in genen die betrokken zijn bij het regelen van de celdeling. Er ontstaat dan een gezwel of **tumor**. Sommige tumoren groeien langzaam en verstoren de bouw van de weefsels niet. Deze tumoren zijn goedaardig. Als ze te groot worden, kunnen ze operatief worden verwijderd. Andere tumoren zijn **kwaadaardig**. Een kwaadaardige tumor groeit snel en verstoort de bouw van de weefsels (zie afbeelding 6). Een kwaadaardige tumor wordt **kanker** genoemd.

Cellen van de tumor kunnen terechtkomen in het bloed of in de lymfe (zie afbeelding 6.4). Deze cellen worden meegevoerd en komen in andere lichaamsdelen terecht. Daar kunnen ze zich opnieuw ongeremd gaan delen, waardoor overal in het lichaam tumoren ontstaan. Dit heet **uitzaaiing**.

**Afb. 6** Het ontstaan van kanker (schematisch).



1 In één cel zijn mutaties opgetreden, waardoor de cel een kankercel wordt.

2 De kankercel deelt zich ongeremd.

3 De tumor verstoort de bouw van de weefsels.

4 Uitzaaiing: cellen van de tumor komen in het bloed of in de lymfe terecht.

## KENNIS

**1**

**a** De twee chromosomen van een paar bestaan uit dezelfde genen.
- De twee genen van een genenpaar bevatten informatie voor *dezelfde erfelijke eigenschap* / *verschillende eigenschappen*.
- Bevatten de twee genen van een genenpaar dezelfde informatie? *altijd* / *soms* / *nooit*
- Hebben geslachtscellen hetzelfde genotype als de lichaamscel waaruit ze zijn gevormd? *ja* / *nee*
- Hebben alle eicellen van een vrouw hetzelfde genotype? *ja* / *nee*
- Hebben alle zaadcellen van een man hetzelfde genotype? *ja* / *nee*
- Bij geslachtelijke voortplanting is het genotype van de nakomeling *anders dan* / *gelijk aan* het genotype van de ouders.
- Ontstaat bij geslachtelijke voortplanting variatie in genotypen? *ja* / *nee*

**b** Als een bevruchte eicel uitgroeit tot een kind, vinden daarbij veel celdelingen plaats.
- Verandert bij deze celdelingen het genotype van de cellen? *ja* / *nee*
- Alle levercellen van een vrouw hebben *een ander* / *hetzelfde* genotype.

**2**

**a** Welk begrip hoort bij de omschrijving?

| | | | |
|---|---|---|---|
| A | cellen die zich ongeremd delen | ○ | ○ 1 kanker |
| B | kan mutatie veroorzaken | ○ | ○ 2 mutageen |
| C | mutatie die tot uiting komt in het fenotype | ○ | ○ 3 mutant |
| D | verandering in het genotype | ○ | ○ 4 mutatie |
| E | tumor die hard groeit | ○ | ○ 5 tumor |

**b** Geef drie voorbeelden van mutagene straling.

1 .....

2 .....

3 .....

**c** Geef twee voorbeelden van mutagene stoffen.

1 .....

2 .....

**d** Wat is een oorzaak van longkanker? .....

**e** Wat is een oorzaak van huidkanker? .....

**3**

**Samenvatting**

- Wat is het verschil tussen gewone celdeling en meiose?
- Hoe ontstaat bij geslachtelijke voortplanting variatie in genotype bij de nakomelingen?
- Wat is een mutatie en wat is een mutant?
- Wat zijn mutagene invloeden? Geef ook enkele voorbeelden.
- Wat is kanker en wanneer is kanker vooral ernstig?

- Bij gewone celdeling .....

  .....

  Bij meiose .....

  .....

- Variatie door geslachtelijke voortplanting: .....

  .....

  .....

  .....

- Een mutatie is .....

  .....

  Een mutant is .....

  .....

- Mutagene invloeden zijn .....

  .....

Voorbeelden van mutagene invloeden:

– .....

.....

– .....

.....

- Kanker .....

.....

.....

Kanker is vooral ernstig .....

.....

## INZICHT

**4** In afbeelding 7 zie je de nakomelingen van twee guppy's.

**a** Leg uit dat guppy's zich geslachtelijk voortplanten.

.....

.....

.....

**b** Door geslachtelijke voortplanting ontstaat variatie in genotypen bij guppy's.
Hoe kan bij guppy's nog meer variatie in genotypen ontstaan?

.....

**c** Stel dat het volgende het geval was:
- Alle guppy's hebben hetzelfde genotype met op elk gen van een genenpaar dezelfde informatie.
- Er bestonden geen mutaties.

Ontstaat dan variatie in genotypen bij geslachtelijke voortplanting van guppy's? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

**Afb. 7** Guppy's.



**5**

**a** Bij een hond komen in bepaalde cellen 39 chromosomen voor.
Zijn deze cellen geslachtscellen of lichaamscellen? Leg je antwoord uit.

.....

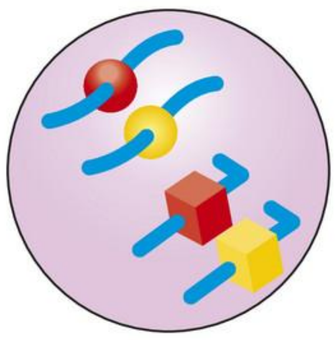
.....

.....

.....

**b** In afbeelding 8 is de lichaamscel van een hond schematisch getekend. In de cel zijn vier chromosomen getekend. Door meiose ontstaan uit deze cel geslachtscellen.
Teken de verschillende geslachtscellen die door meiose kunnen ontstaan.

**Afb. 8** Lichaamscel van een hond met vier chromosomen.



**6**

In afbeelding 9 zie je een familie waarbij personen werden geboren met veel beharing in het gezicht. Hun voorouders hadden deze beharing niet. De personen van de foto zijn genummerd.

**a** Zijn persoon 1 en 3 mutanten? Leg je antwoord uit.

.....

.....

**b** De mutatie van afbeelding 9 is zeldzaam, maar er zijn ook mutaties die veel voorkomen. Dat lees je in de tekst 'Iedereen is een mutant' in afbeelding 10.
Is iemand met blauwe ogen een mutant? Leg je antwoord uit.

.....

.....

**c** Bij mutatie in een lichaamscel van een volwassene heeft
*een deel van het lichaam* / *het hele lichaam* de mutatie.

**d** In een lichaamscel heeft een mutatie meestal geen grote gevolgen, maar er is één uitzondering.
Wanneer is een mutatie in een lichaamscel wel ernstig?

.....

.....

**Afb. 9** Een familie.




**Afb. 10**

**Iedereen is een mutant**

Er zijn heel veel verschillen tussen mensen. Een groot deel van deze verschillen is veroorzaakt door mutaties die ooit zijn ontstaan. Onze verre voorouders, de eerste mensachtigen, zijn afkomstig uit Afrika en hadden donker krullend haar, donkere ogen en een donkere huid. Blond haar, steil haar en sproeten zijn dus allemaal veroorzaakt door mutaties die ooit zijn ontstaan. Het genotype van ieder mens bevat heel veel mutaties die tot uiting komen in het fenotype. Je kunt dus wel zeggen dat iedereen een mutant is.




**7**

**a** Mensen die roken, hebben veel meer kans op kanker. Leg dat uit.

.....

.....

.....

**b** In afbeelding 6 staan vier stadia van kanker.
Welk stadium is het ernstigst?

- ○ A stadium 1
- ○ B stadium 2
- ○ C stadium 3
- ○ D stadium 4

**c** Waarom is het belangrijk dat een tumor snel wordt ontdekt?

.....

.....

.....

**8** Lees de tekst 'Baarmoederhalskanker' in afbeelding 11.

**a** Wat is de mutagene invloed bij baarmoederhalskanker? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

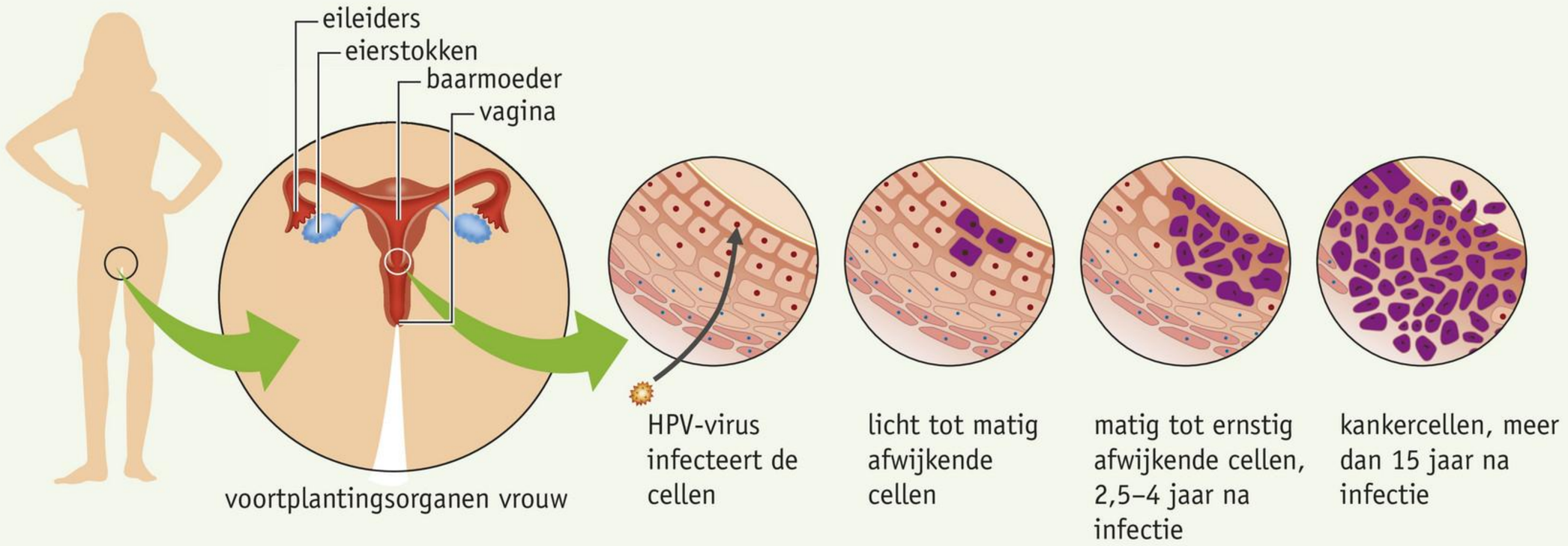
**b** Waarom is bij de prik gekozen voor een leeftijd van 12 jaar?

.....

**Afb. 11**

**Baarmoederhalskanker**

Meisjes vanaf 12 jaar kunnen een serie prikken halen die beschermt tegen baarmoederhalskanker. Vrouwen kunnen baarmoederhalskanker krijgen door besmetting met het HPV-virus. Dit virus wordt vooral verspreid via seksueel contact. Met de prik kan 70% van de gevallen van baarmoederhalskanker worden voorkomen.




**+ 9** Tulpen zijn te koop in allerlei varianten (zie afbeelding 12). Zo kunnen de kleur van de bloemen en de vorm van de kroonbladeren variëren. Je kunt nieuwe tulpen laten groeien uit bollen, maar ook uit zaden.
Maken kwekers nieuwe tulpvarianten met behulp van tulpenbollen of met behulp van zaden? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

.....

.....

**Afb. 12** Tulpen zijn er in allerlei varianten.

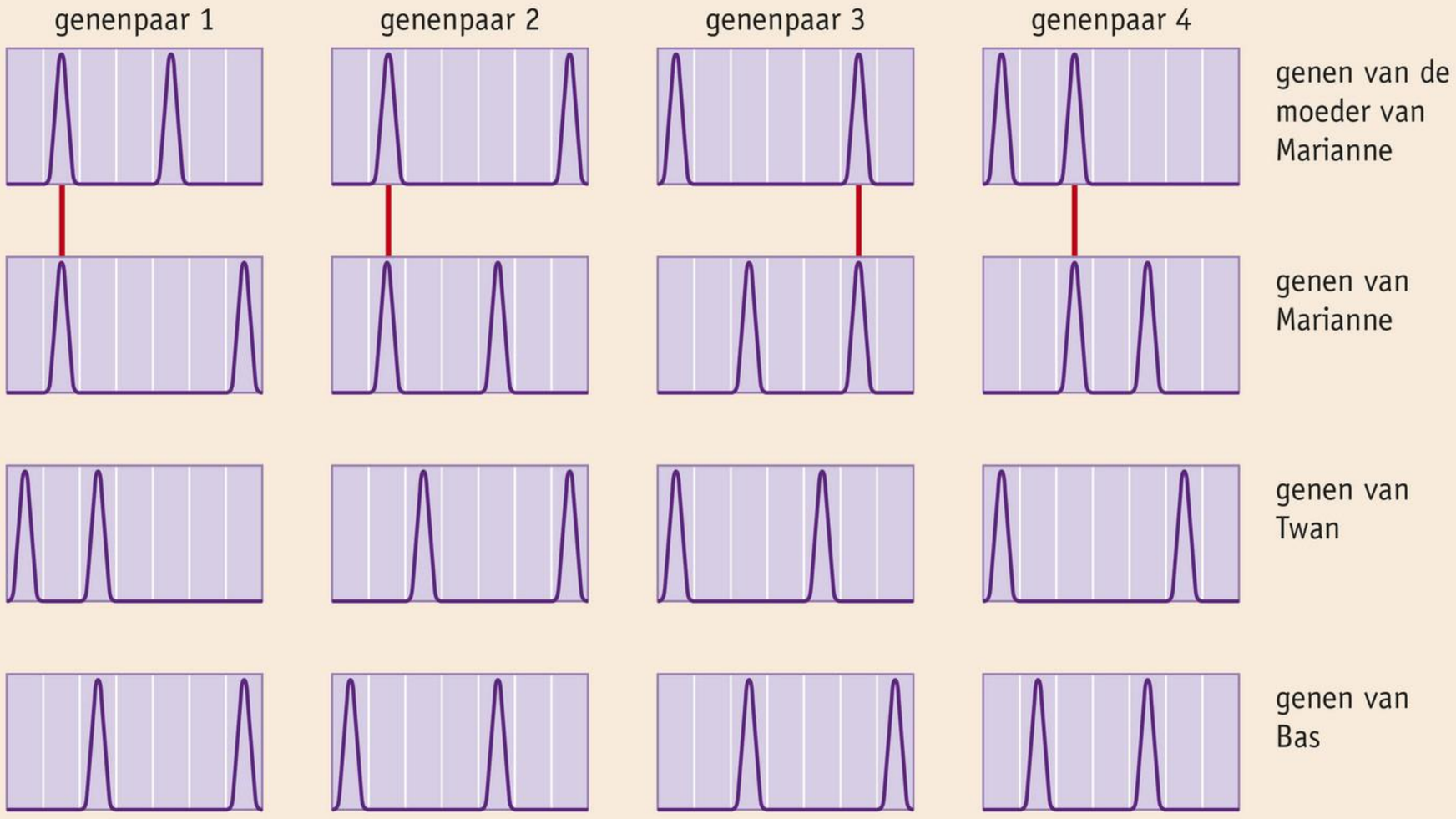


## SAMENHANG leefwereld

### DNA-VERWANTSCHAPSTEST

Met een DNA-verwantschapstest kun je onderzoeken of een man de vader is van een kind. De vader moet dan voor de helft dezelfde genen hebben als het kind. In afbeelding 13 zie je zo'n test. In deze test worden vier genenparen onderzocht. Bij elk genenpaar van een persoon staan telkens twee pieken (een piek stelt een gen voor). Is de informatie van twee genen hetzelfde, dan staan de genen op dezelfde plek. In de afbeelding zie je alleen genenparen waarvan de twee genen niet dezelfde informatie voor een eigenschap bevatten.
Een kind, Marianne, wil twee mogelijke vaders onderzoeken (Bas en Twan). Van elk genenpaar van Marianne is steeds een van de twee genen hetzelfde als bij haar moeder. Dat is met rode lijnen aangegeven. De andere helft van het genenpaar moet dan hetzelfde zijn als bij haar vader.

**Afb. 13** Uitslag DNA-verwantschapstest.




**10** Lees de tekst 'DNA-verwantschapstest'.

**a** Bij een DNA-verwantschapstest worden genen uit *geslachtscellen* / *lichaamscellen* onderzocht.

**b** Waarom worden bij een DNA-verwantschapstest genenparen onderzocht die vaak twee ongelijke genen bevatten?

.....

.....

**c** De helft van de genen van Marianne is gelijk aan die van *Bas* / *Twan*.

**d** Wie is de vader van Marianne: Bas of Twan? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

**e** De vermoedelijke vader van Gijs heet Tom, maar Tom is overleden. De vader van Tom is bekend en heet Bram. Bram leeft nog wel.
Leg uit dat met het DNA van het Y-chromosoom van Bram kan worden aangetoond of Tom de vader was van Gijs of niet. Houd geen rekening met mutaties.

.....

.....

.....

.....

.....

Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# 4 De evolutietheorie

## LEERDOEL

5.4.9 Je kunt de evolutietheorie beschrijven. ► Practicum 1

| TAXONOMIE | LEERDOELEN EN OPDRACHTEN | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 5.4.9 | 5.1.3* | 5.3.7* | 2.1.2** |
| Onthouden | 1abd | | | |
| Begrijpen | 1c, 2, 3, 4.8a | | | |
| Toepassen | 5, 6a, 7, 8b, 9bc | 10ab | 10c | |
| Analyseren | 6bc, 8c, 9a, 10d | | | 6c |

* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.
** Dit leerdoel vind je in een ander thema.

**Er leven miljoenen soorten organismen op aarde. Deze vormen van leven kunnen er erg verschillend uitzien (zie afbeelding 1). Soorten kunnen ontstaan, veranderen en verdwijnen.**

### EVOLUTIE

De levensvormen op aarde zijn in de loop van de tijd ontstaan en veranderd. De ontwikkeling van het leven op aarde waarbij soorten ontstaan, veranderen en/of verdwijnen, noem je **evolutie**.
De **evolutietheorie** is vooral ontwikkeld door Charles Darwin, een Engelse onderzoeker uit de negentiende eeuw. Hij gaat uit van:

- een periode van miljoenen jaren
- variatie in genotypen
- natuurlijke selectie
- het ontstaan van nieuwe soorten

**Afb. 1** Vormen van leven.



### VARIATIE IN GENOTYPEN

De meeste planten en dieren planten zich geslachtelijk voort. Bij geslachtelijke voortplanting ontstaat variatie in genotypen. Ook door mutaties kan variatie in genotypen ontstaan. Als nieuwe genotypen ontstaan, kan dat leiden tot nieuwe fenotypen (zie afbeelding 2).

**Afb. 2** Variatie in fenotypen.



1 bij tomaten



2 bij lieveheersbeestjes



3 bij slakken

## NATUURLIJKE SELECTIE

Sommige organismen krijgen veel nakomelingen. Een vrouwtjeskikker kan in één voorjaar wel drieduizend eieren in een vijver leggen. Maar de vijver bevat niet genoeg voedsel voor zo veel kikkers.
Niet alle kikkers hebben een even grote **overlevingskans**. Kikkers met een zwakke gezondheid of met een afwijkende kleur worden eerder gevangen door roofdieren. Deze kikkers leven kort en hebben weinig kans om nakomelingen te krijgen. Kikkers die gezond en sterk zijn en een goede schutkleur hebben, hebben de grootste kans om in leven te blijven en nakomelingen te krijgen. Darwin noemde dit verschijnsel **natuurlijke selectie** (zie afbeelding 3).

**Afb. 3** Natuurlijke selectie bij kikkervisjes.







## AANPASSING AAN HET MILIEU

Een dier kan goed of minder goed zijn aangepast aan het milieu. Dit wordt vooral bepaald door het genotype. Een dier dat goed aan zijn milieu is aangepast, heeft een grote overlevingskans. Van dit dier zullen waarschijnlijk veel nakomelingen in leven blijven en zich voortplanten. De eigenschappen die gunstig zijn om te overleven, worden doorgegeven aan de nakomelingen.
Een dier dat slecht aan het milieu is aangepast, krijgt waarschijnlijk weinig of geen nakomelingen. Het ongunstige genotype wordt zo vrijwel niet doorgegeven aan de nakomelingen. Dit geldt niet alleen voor dieren, maar voor alle organismen.

Door geslachtelijke voortplanting ontstaan steeds nieuwe genotypen (variatie), en de omstandigheden voor een soort kunnen keer op keer veranderen. Door natuurlijke selectie kunnen soorten dus voortdurend veranderen.
Een voorbeeld is de giraffe met zijn lange nek (zie afbeelding 4). Een giraffe die een iets langere nek heeft dan andere giraffen, kan meer blaadjes van bomen eten. Hij heeft meer kans om te overleven en nakomelingen te krijgen, die ook weer een langere nek hebben. Zo kunnen er steeds meer giraffen komen met een langere nek, die blaadjes kunnen eten waar andere soorten niet bij kunnen. De soort verandert en is dan beter aangepast aan de omstandigheden.

**Afb. 4** Een lange nek is een nuttige aanpassing voor een giraffe.

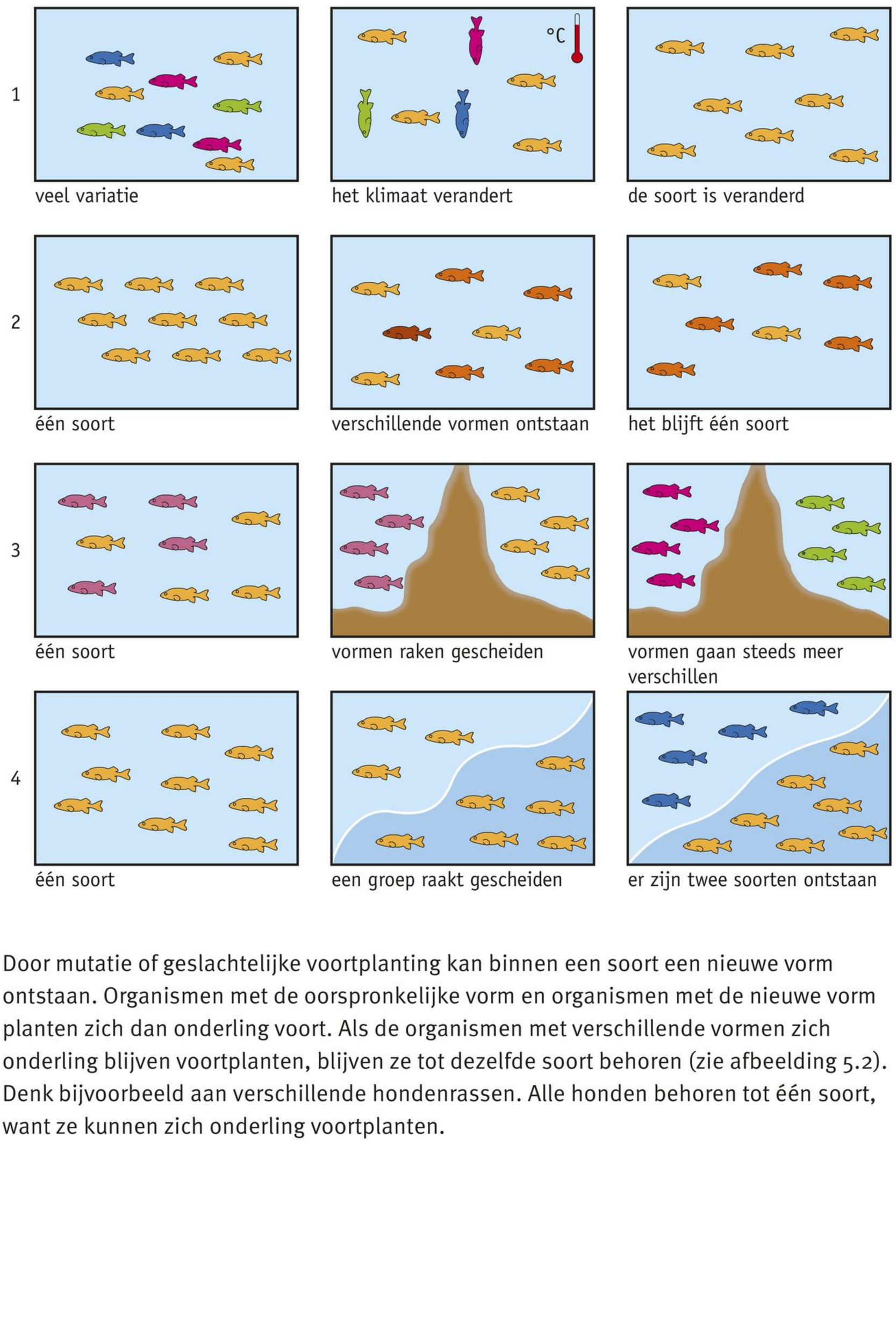


## ONTSTAAN VAN NIEUWE SOORTEN

Het is belangrijk dat bij een soort veel verschillende genotypen en fenotypen voorkomen. Er is dan veel variatie. De soort heeft dan een grote overlevingskans. Als de omstandigheden veranderen, is de kans groot dat er organismen zijn met de juiste eigenschappen voor die nieuwe omstandigheden.

Het klimaat kan bijvoorbeeld veranderen. Het is dan gunstig als er verschillende genotypen en fenotypen voorkomen. De kans is dan groot dat enkele organismen goed zijn aangepast aan het nieuwe klimaat. Als deze organismen zich voortplanten, geven ze hun genen door aan hun nakomelingen (zie afbeelding 5.1). De organismen die niet goed zijn aangepast, kunnen verdwijnen. De soort is dan veranderd.

**Afb. 5** Hoe nieuwe soorten ontstaan.




Door mutatie of geslachtelijke voortplanting kan binnen een soort een nieuwe vorm ontstaan. Organismen met de oorspronkelijke vorm en organismen met de nieuwe vorm planten zich dan onderling voort. Als de organismen met verschillende vormen zich onderling blijven voortplanten, blijven ze tot dezelfde soort behoren (zie afbeelding 5.2). Denk bijvoorbeeld aan verschillende hondenrassen. Alle honden behoren tot één soort, want ze kunnen zich onderling voortplanten.

De verschillende vormen van een soort kunnen geïsoleerd (gescheiden) raken van elkaar, bijvoorbeeld door een rivier, bergen, ijs, een woestijn of een zee. De twee vormen kunnen dan steeds meer van elkaar gaan verschillen (zie afbeelding 5.3). Na lange tijd zijn organismen van de twee vormen niet meer in staat zich onderling voort te planten en vruchtbare nakomelingen te krijgen. De twee vormen zijn dan twee soorten geworden. Zo kunnen verschillende soorten ontstaan door **isolatie**.

Hetzelfde kan gebeuren als een groep organismen van één soort geïsoleerd raakt van de rest van de soort. In de loop van de tijd kan het milieu in de twee leefgebieden gaan verschillen. Elke groep organismen ontwikkelt aanpassingen aan het eigen milieu (zie afbeelding 5.4). Ook op deze manier kunnen door isolatie twee verschillende soorten ontstaan.

## KENNIS

**1**

**a** Wat is evolutie?

.....

.....

**b** De evolutietheorie gaat uit van een periode van miljoenen jaren.
Wat zijn de andere drie uitgangspunten?

1 .....

2 .....

3 .....

**c** Hoe ontstaat variatie in genotypen?

- ☐ A door een grote overlevingskans
- ☐ B door geslachtelijke voortplanting
- ☐ C door mutatie
- ☐ D door natuurlijke selectie

**d** Hoe heet de man die de evolutietheorie vooral heeft ontwikkeld?

.....

**2**

Kies de juiste woorden.

- Welk organisme heeft de grootste overlevingskans? een *goed aangepast* / *sterk* organisme
- Welke vlieg heeft het meest gunstige genotype om te overleven? een vlieg die geboren is *met* / *zonder* vleugels
- Welke vis krijgt de meeste nakomelingen die zich voortplanten? een vis met een *opvallende kleur* / *schutkleur*
- Wanneer is een grassoort veranderd? als alleen de *nieuwe* / *oorspronkelijke* vorm blijft leven

**3** Hier is het ontstaan van een nieuwe eekhoornsoort weergegeven in vier stappen.

**a** In welke volgorde ontstaat een nieuwe eekhoornsoort?

..... De loofboseekhoorns en de naaldboseekhoorns kunnen zich onderling niet meer voortplanten.

..... Deze groep eekhoorns komt terecht in een bos met naaldbomen (sparren en dennen).

..... Een eekhoornsoort leeft in een loofbos met eiken en beuken. Door een bosbrand raakt een groep eekhoorns gescheiden van de rest.

..... In het naaldbos is het donkerder en het voedsel is er anders. Door natuurlijke selectie verandert de bouw van de eekhoorns in het naaldbos heel langzaam.

**b** Waardoor raakten de eekhoorns van elkaar geïsoleerd?

.....

**4** **Samenvatting**

- Evolutie is .....

.....

- De evolutietheorie gaat uit van:

  – .....

  – .....

  – .....

- Natuurlijke selectie: .....

.....

.....

.....

- Soorten kunnen veranderen door .....

  Nieuwe soorten kunnen ontstaan door .....

- Het ontstaan van een nieuwe soort door isolatie gebeurt in drie stappen:

  .....

  – .....

  .....

  – .....

  .....

## INZICHT

**5**

**a** Konijnen planten zich geslachtelijk voort.

1 Bij de nakomelingen van konijnen ontstaan *veel* / *weinig* verschillende genotypen.
Een ziekteverwekker ontstaat en veroorzaakt de konijnenziekte myxomatose.

2 Het milieu van de konijnen is *wel* / *niet* veranderd door de konijnenziekte.

3 De overlevingskans van de konijnensoort is groter als bij de konijnensoort *veel* / *weinig* verschillende genotypen voorkomen.
Enkele konijnen overleven de ziekte.

4 Dit is een voorbeeld van *geslachtelijke voortplanting* / *natuurlijke selectie*.

**b** Welk genotype van de konijnen is het best aangepast aan het milieu tijdens de konijnenziekte?

.....

**6**

Lees de tekst 'Huidtype en zonnestraling' in afbeelding 6.

**a** Dicht bij de evenaar heeft het genotype donkere huid en zwart haar een grotere overlevingskans dan het genotype lichte huid en blond haar. Leg dat uit.

.....

.....

.....

.....

.....

**b** De meeste mensen met een lichte huid leven verder weg van de evenaar. Daar is het kouder en dragen mensen meer kleren tegen de kou.
Leg uit dat in een koud milieu de overlevingskans met een lichte huid groter kan zijn.

.....

.....

.....

.....

**c** Nederlanders met een donkere huidskleur moeten zorgen dat zij voldoende vitamine D binnenkrijgen, bijvoorbeeld door vitamine-D-pillen te slikken. Leg dat uit.

.....

.....

.....

**Afb. 6**

**Huidtype en zonnestraling**

Mensen met een donker huidtype zijn goed beschermd tegen zonnestraling. Hoe donkerder de huid is, hoe minder de zonnestraling in de huid doordringt. Dat is gunstig, want sterke zonnestraling kan huidkanker veroorzaken. In landen met veel zonnestraling zijn mensen met een donkere huid hier goed tegen beschermd. Zwart haar biedt bescherming tegen te veel zonneschijn op de hoofdhuid.
Alleen door zonlicht dat in de huid doordringt, kan een mens zelf vitamine D maken. Vitamine D is nodig voor een goede gezondheid. Een lichte huid kan dus ook voordelig zijn als er weinig zonlicht is.

**7** Lees de tekst 'Wolfshond' in afbeelding 7.
De hond is ooit ontstaan uit de wolf. Er zijn honderden hondenrassen. In afbeelding 8 zie je enkele hondenrassen. Door kruising van honden met bepaalde eigenschappen hebben hondenfokkers honderden verschillende hondenrassen gefokt.

**a** Zijn de hondenrassen ontstaan door natuurlijke selectie? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

**b** Geef een reden waardoor wolven en honden tot dezelfde soort behoren.

.....

.....

**c** Geef een reden waardoor honden en wolven tot verschillende soorten behoren.

.....

.....

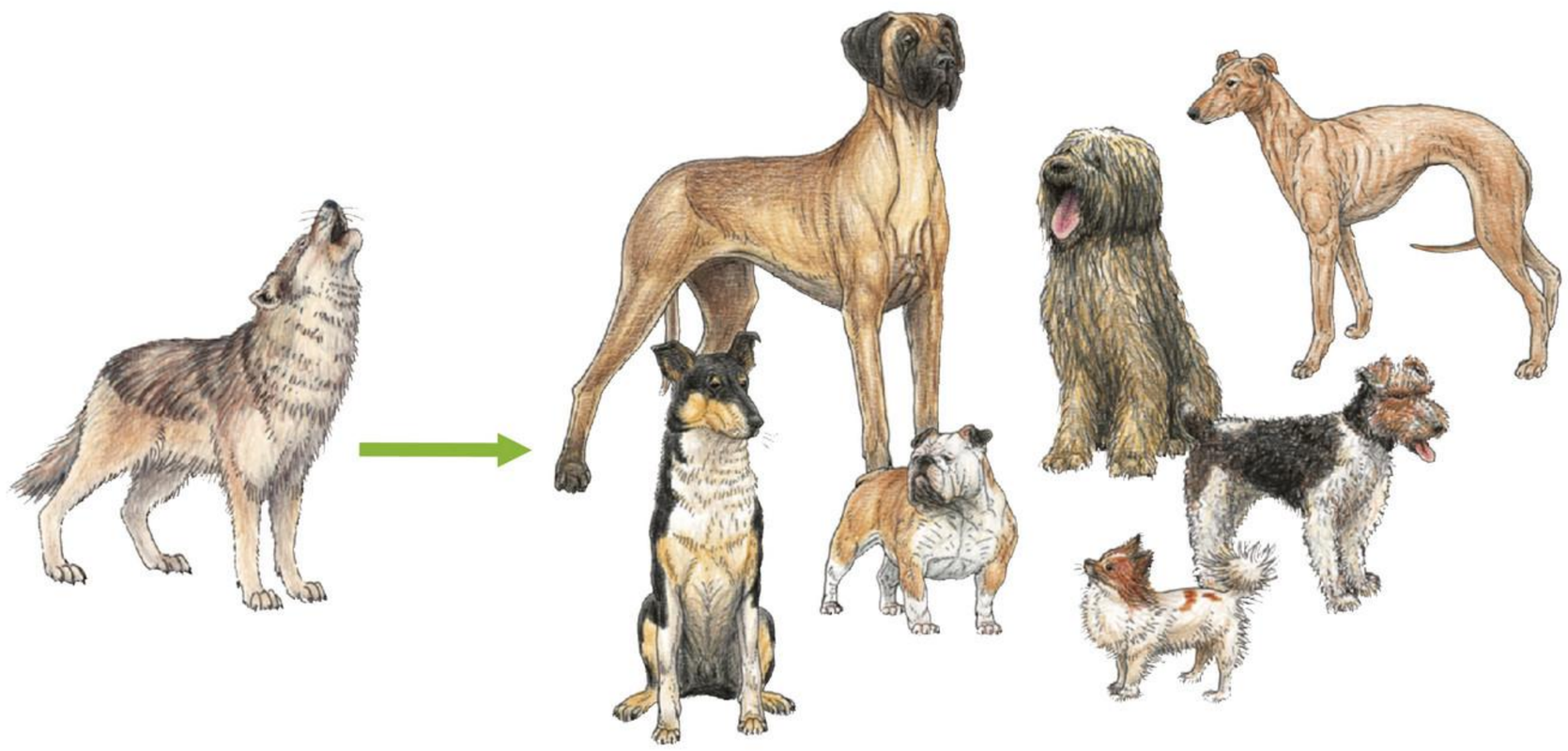
**Afb. 7**

**Wolfshond**

Enkele honden zoals herdershonden paren weleens met een wolf. De nakomelingen worden wolfshonden genoemd. Met deze honden werd verder gekruist en zo zijn verschillende wolfshondrassen ontstaan. Niet elke hond kan met een wolf paren. Honden van sommige hondenrassen zijn gewoon te klein om te paren met een wolf. Kleine hondjes wegen ongeveer drie kilo. Een beetje wolf weegt al gauw vijftig tot zestig kilo.



**Afb. 8** Hondenrassen.



**8** Darwin ontdekte op de Galapagoseilanden voor de westkust van Zuid-Amerika dertien vinkensoorten. De vinken lijken sterk op elkaar, maar de bouw van de snavel is verschillend (zie afbeelding 9). Darwin veronderstelde dat deze vinken uit één soort voorouders waren ontstaan.

**a** De vorm van de snavel is een aanpassing. Waaraan?

.....

**b** De soortvorming van de vinken is hier weergegeven in vijf stappen.
In welke volgorde ontstaan de nieuwe vinkensoorten?

..... De bouw van de snavels past zich langzaam aan het beschikbare voedsel op de verschillende eilandjes aan.

..... De vinken op verschillende eilandjes kunnen zich niet meer onderling voortplanten, ook al ontmoeten zij elkaar.

..... Een kleine groep vinken is miljoenen jaren geleden van het vasteland van Zuid-Amerika op de verschillende eilanden terechtgekomen.

..... Er zijn verschillende vinkensoorten ontstaan.

..... Het voedselaanbod op de eilanden verschilt.

**c** Leg uit dat vooral op eilanden in oceanen en zeeën nieuwe soorten kunnen ontstaan die alleen op dat eiland voorkomen.

.....

.....

.....

.....

**Afb. 9** Vinkensnavels.



**+ 9**

De bacterie *Staphylococcus aureus* komt in veel ziekenhuizen voor. Een deel van de bacteriën is ongevoelig (resistent) geworden voor antibiotica. Deze bacteriën worden MRSA-bacteriën of ziekenhuisbacteriën genoemd (zie afbeelding 10).

**a** Leg uit hoe bij bacteriën variatie in genotypen kan ontstaan.

.....

.....

.....

**b** Leg uit waardoor de evolutie bij bacteriën veel sneller verloopt dan bij de mens.

.....

.....

.....

**c** Artsen waarschuwen voor het gebruik van antibiotica. Ze zijn bang dat antibiotica in de toekomst niet werkzaam meer zijn.
Leg uit waardoor de werkzaamheid van antibiotica kan verminderen.

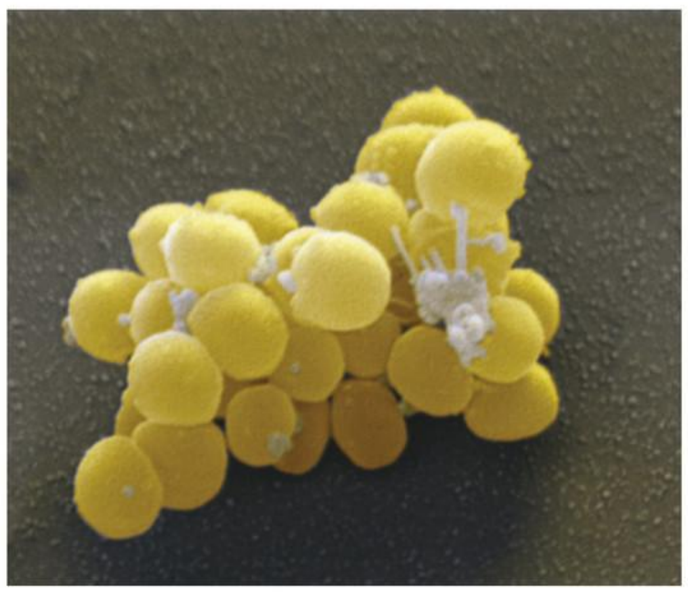
.....

.....

.....

.....

**Afb. 10** MRSA-bacteriën.



## SAMENHANG leefwereld

### DRIEKWART VOLWASSENEN VERDRAAGT GEEN MELK

Afb. 11



Bij het ontbijt melk drinken lijkt heel gewoon. Maar lang geleden kon niemand dat. Alleen baby's konden goed melk verteren, dankzij een gen met de code voor het enzym lactase. Lactase wordt door de darmsapklieren afgegeven in de dunne darm. Bij volwassenen werd geen lactase meer aangemaakt. Volwassenen konden melk daardoor niet goed verteren en kregen er buikklachten van.
In die tijd, meer dan 10 000 jaar geleden, waren mensen vooral jagers en verzamelaars. Maar bepaalde volken gingen toen over tot veeteelt. Zij leerden dat volwassenen bewerkte melk, zoals kaas en yoghurt, wel goed konden verdragen.
Nog later ontstond een mutatie in een gen met de code voor lactase. Door deze mutatie werd het enzym ook op volwassen leeftijd nog aangemaakt. Deze mutatie komt nu vooral voor bij volken met een lange geschiedenis van veehouderij. In Nederland kan 90% van de mensen onbewerkte melk verteren. Wereldwijd is dat maar 25%.

**10** Lees de tekst 'Driekwart volwassenen verdraagt geen melk'.

**a** Een gen bevat de code voor lactase.
Bij wie was meer dan 10 000 jaar geleden dit gen het meest actief: bij een baby of bij een volwassene? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

**b** In welke cellen van een baby is het gen met de code voor lactase actief?

.....

.....

.....

.....

**c** Door een mutatie in het gen met de code voor lactase bleef dit gen het gehele leven actief.
Deze mutatie kan zijn ontstaan in een *alvleeskliercel* / *darmsapkliercel* / *eicel* / *zaadcel*.

**d** Vóór het ontstaan van de veehouderij waren mensen met het lactase-gen goed aangepast aan het milieu. Leg dat uit.

.....

.....

.....

Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# 5 Geschiedenis van het leven op aarde

## LEERDOELEN

5.5.10 Je kunt uitleggen hoe fossielen zijn ontstaan.
5.5.11 Je kunt uitleggen dat soorten verwant zijn als ze een gemeenschappelijke voorouder hebben.

► Practicum 2

| TAXONOMIE | LEERDOELEN EN OPDRACHTEN | | |
|---|---|---|---|
| | 5.5.10 | 5.5.11 | 5.4.9* |
| Onthouden | 1bc | | |
| Begrijpen | 1ad, 3 | 2, 3 | |
| Toepassen | 4ab, 10a | 4a, 5, 6, 7a, 10d | |
| Analyseren | 4c, 10e | 7bc, 8, 9, 10c | 10b |

* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

**Tijdens de ontwikkeling van het leven op aarde zijn allerlei soorten organismen ontstaan. Tussen verschillende soorten bestaan veel overeenkomsten, zoals overeenkomsten in DNA en fenotype.**

## FOSSIELEN

**Fossielen** zijn versteende overblijfselen van organismen, of afdrukken van organismen in gesteenten (zie afbeelding 1). Fossielen ontstaan als de resten van organismen worden bedekt door lagen van zand- of kleideeltjes (zie afbeelding 2). Als dit snel gebeurt, krijgen bacteriën en schimmels niet de tijd om de resten helemaal af te breken. De zand- en kleideeltjes verstenen en het fossiel blijft bewaard. Zachte delen vergaan vaak te snel om te kunnen fossiliseren. Van schelpdieren worden dan ook veel meer fossielen gevonden dan van bijvoorbeeld wormen.

**Afb. 1** Fossielen (mjg = miljoen jaar geleden).



1 Trilobieten: geleedpotigen die in zee leefden (500 mjg)



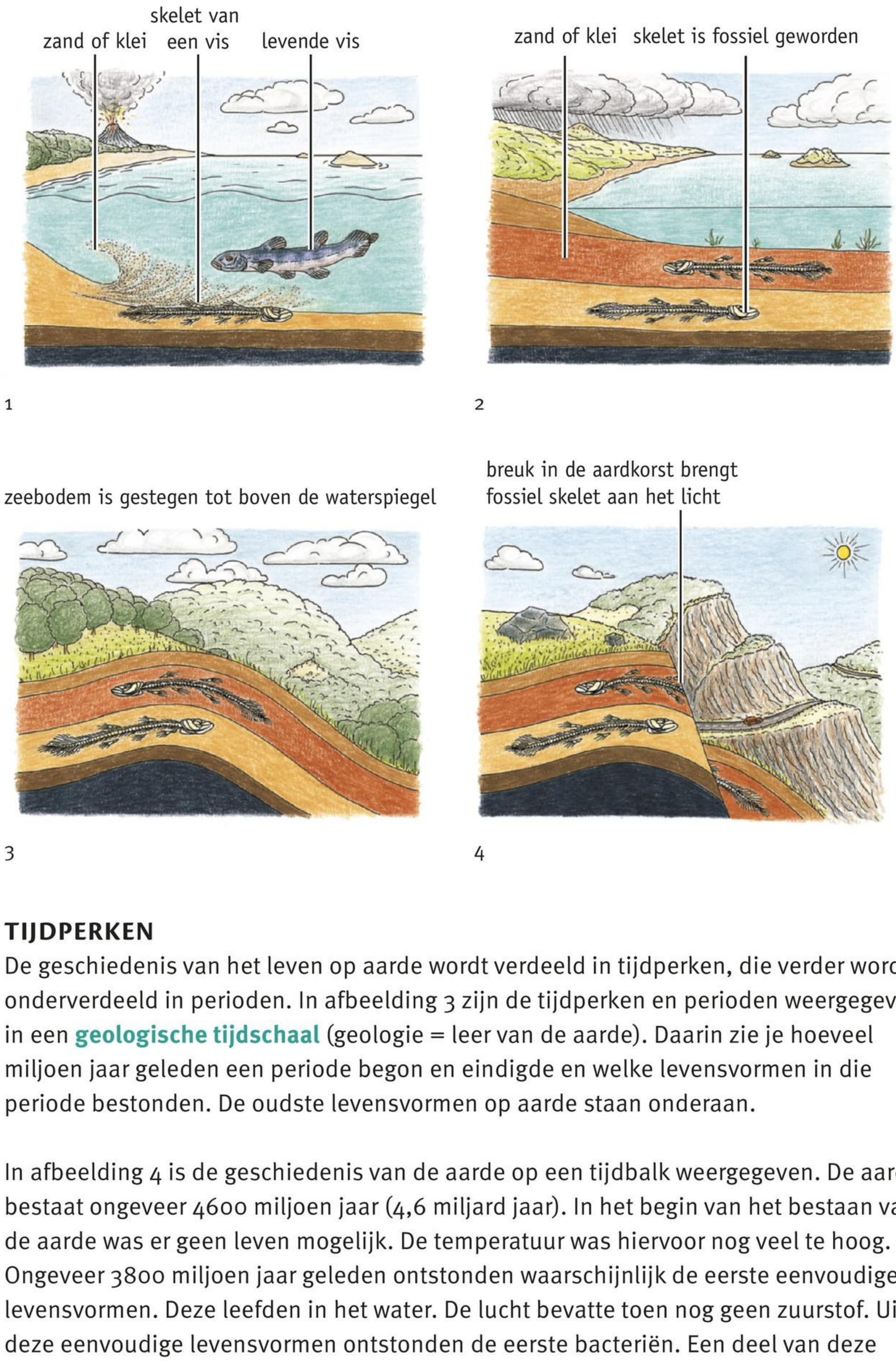
2 Archaeopteryx of Oervogel: een vliegende sauriër (150 mjg)



3 Lycoptera: een vis die leefde in het gebied dat nu China is (150–75 mjg)

Nieuwe lagen komen boven op oudere lagen. Meestal liggen de jongste gesteentelagen het dichtst aan de oppervlakte. Oudere gesteentelagen liggen dieper in de aardkorst. Van sommige soorten komen de fossielen slechts in één gesteentelaag voor, terwijl ze niet voorkomen in oudere en jongere gesteentelagen. Deze soorten organismen hebben alleen in een bepaalde periode geleefd en zijn daarna uitgestorven. Hieruit blijkt dat in de geschiedenis van de aarde soorten zijn ontstaan en weer zijn verdwenen. Fossielen laten soms zien dat soorten veranderen.

**Afb. 2** Zo ontstaan fossielen.

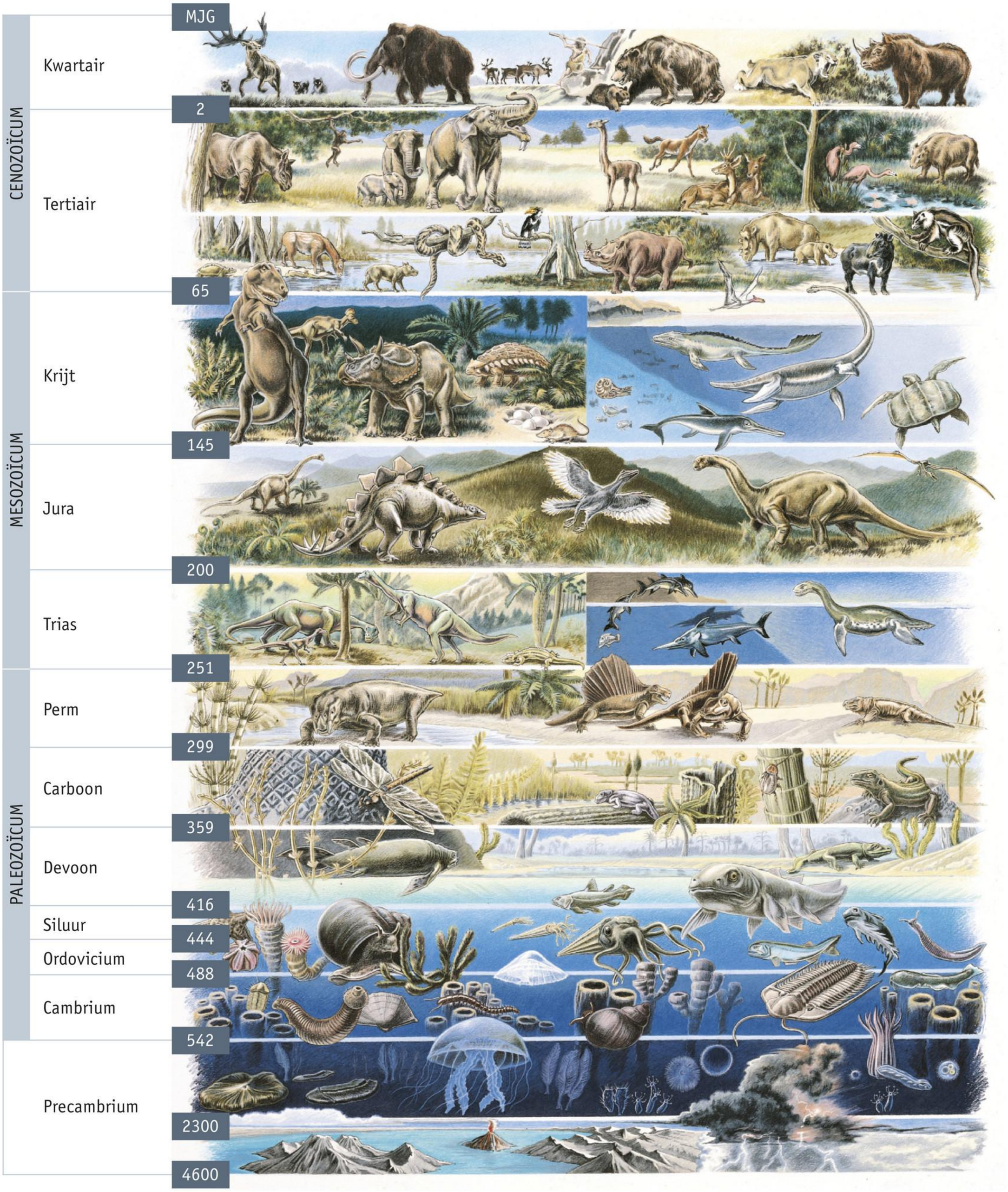



## TIJDPERKEN

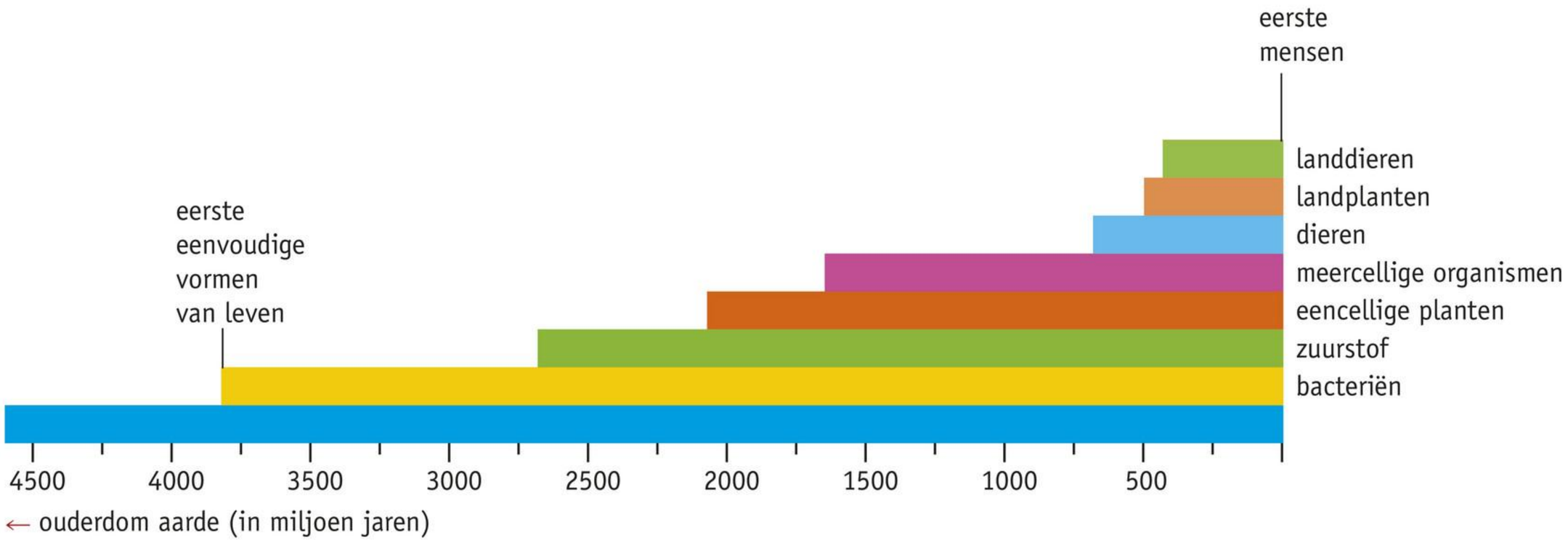
De geschiedenis van het leven op aarde wordt verdeeld in tijdperken, die verder worden onderverdeeld in perioden. In afbeelding 3 zijn de tijdperken en perioden weergegeven in een **geologische tijdschaal** (geologie = leer van de aarde). Daarin zie je hoeveel miljoen jaar geleden een periode begon en eindigde en welke levensvormen in die periode bestonden. De oudste levensvormen op aarde staan onderaan.

In afbeelding 4 is de geschiedenis van de aarde op een tijdbalk weergegeven. De aarde bestaat ongeveer 4600 miljoen jaar (4,6 miljard jaar). In het begin van het bestaan van de aarde was er geen leven mogelijk. De temperatuur was hiervoor nog veel te hoog. Ongeveer 3800 miljoen jaar geleden ontstonden waarschijnlijk de eerste eenvoudige levensvormen. Deze leefden in het water. De lucht bevatte toen nog geen zuurstof. Uit deze eenvoudige levensvormen ontstonden de eerste bacteriën. Een deel van deze bacteriën kon zuurstof produceren.
Ongeveer 3300 miljoen jaar geleden ontstonden andere eencellige organismen die fotosynthese konden laten plaatsvinden. Daardoor kwam er langzaam meer zuurstof in het water en ook in de lucht. Ongeveer 1600 miljoen jaar geleden ontwikkelden zich de eerste meercellige organismen. De eerste dieren ontstonden ongeveer 700 miljoen jaar geleden. Al deze soorten ontstonden in de oceanen en zeeën. Op het land kwamen alleen bacteriën voor.

**Afb. 3** Geologische tijdschaal (mjg = miljoen jaar geleden).



**Afb. 4** Tijdbalk van de geschiedenis van de aarde.




## DIEREN OP HET LAND

Ongeveer 450 miljoen jaar geleden ontstonden er landdieren. De eerste landdieren waren geleedpotigen, zoals duizendpoten. Hierna kwamen er ook gewervelden, amfibieën en reptielen. Ongeveer 251 miljoen jaar geleden begon de enorme bloeitijd van de reptielen. Er verschenen allerlei soorten sauriërs (*sauros* = hagedis). Op het land leefden enorme dinosauriërs. Ook in het water en in de lucht leefden allerlei soorten sauriërs (zie afbeelding 5). Tegelijk met de sauriërs ontstonden de eerste zoogdieren en vogels.

**Afb. 5** Uitgestorven dieren.



De sauriërs stierven 65 miljoen jaar geleden in korte tijd uit. De oorzaak hiervan was waarschijnlijk een klimaatverandering. Een rotsblok van ongeveer 10 km doorsnede sloeg vanuit de ruimte in op de aarde. Dit gaf een enorme explosie, gevolgd door uitgestrekte bosbranden. Hierna hebben enkele jaren zwarte wolken van stof en roet boven het aardoppervlak gehangen. Ook waren er rond deze tijd enorme vulkaanuitbarstingen in Azië. Vermoedelijk hebben alle stofwolken zo veel zonlicht tegengehouden dat het op de hele aarde vrijwel donker werd en ook heel koud. De sauriërs hebben deze klimaatverandering niet overleefd, de zoogdieren en vogels wel. Ongeveer 3 miljoen jaar geleden ontstonden de eerste primitieve mensachtigen. De mensensoort die nu leeft (Homo sapiens), is 300 000 jaar geleden ontstaan in Afrika.

## VERWANTSCHAP VAN SOORTEN

Tijdens de ontwikkeling van het leven op aarde zijn allerlei soorten organismen ontstaan. Soorten die een gemeenschappelijke voorouder hebben, vertonen **verwantschap**. Hoe meer het DNA van soorten overeenkomt, hoe meer deze soorten aan elkaar verwant zijn. Dit zie je in afbeelding 6. Hoe minder het DNA van soorten overeenkomt, hoe langer geleden de gemeenschappelijke voorouder leefde.

**Afb. 6** Verwantschap.




## KENNIS

**1**

**a** Welke twee soorten fossielen zijn er?

1 .....

2 .....

**b** Fossielen ontstaan vooral uit *harde* / *zachte* delen van organismen.

**c** Het dichtst aan de oppervlakte liggen meestal de *jongste* / *oudste* gesteentelagen.

**d** Waarom moet een dood organisme snel worden bedekt om een fossiel te worden?

.....

.....

**2** Kijk naar de stamboom van apen en de mens in afbeelding 7.

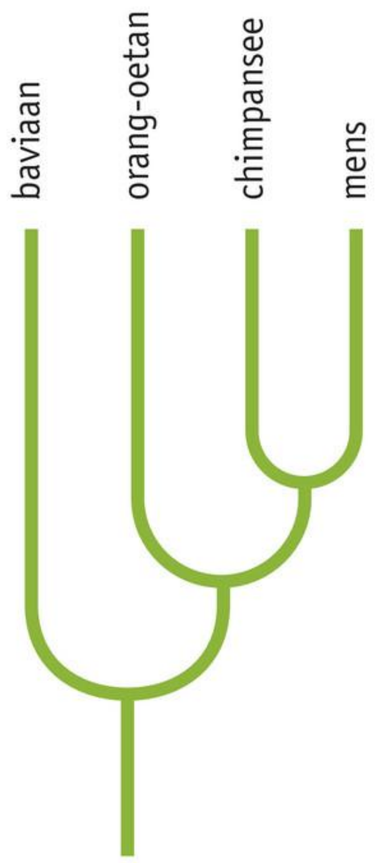
**a** Welke gemeenschappelijke voorouder leefde het kortst geleden?
*de voorouder van de baviaan en de mens* / *de voorouder van de chimpansee en de mens*

**b** Welke aap is het meest verwant aan de mens en welke het minst?
- meest verwant aan de mens: *baviaan* / *chimpansee* / *orang-oetan*
- minst verwant aan de mens: *baviaan* / *chimpansee* / *orang-oetan*

**c** Hoe meer het DNA van twee soorten overeenkomt, hoe *korter* / *langer* geleden hun gemeenschappelijke voorouder leefde.

**d** Van welke aap komt het DNA het meest overeen met dat van de mens?
*baviaan* / *orang-oetan*

**Afb. 7** Stamboom van apen en de mens.




**3** **Samenvatting**

**Fossielen**

- Fossielen zijn .....
  .....
- Uit harde delen .....
  .....
- Uit fossielen blijkt .....
  .....

**Verwantschap**

- Soorten zijn verwant als .....
- Wanneer soorten leefden, kun je vinden in een .....
- Hoe korter de gemeenschappelijke voorouder leefde, .....
  .....
- Hoe meer het DNA .....
  en hoe korter geleden .....

## INZICHT

**4** Van een reptielensoort zijn veel fossielen gevonden in gesteente uit de periode Perm.
Van een vissensoort zijn veel fossielen gevonden in gesteente uit de perioden Tertiair en Kwartair.

**a** Welke van deze twee soorten is zeer waarschijnlijk uitgestorven?

- ○ A allebei de soorten
- ○ B alleen de reptielensoort
- ○ C alleen de vissensoort
- ○ D geen van beide soorten

**b** Waarvan ontstaat eerder een fossiel: van een ei van een kikker of van een vogelei?
Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

**c** Lees de tekst 'Vulkaanuitbarsting Pompeï' in afbeelding 8.
Leg uit hoe het komt dat bij een grote vulkaanuitbarsting vaak fossielen ontstaan.

.....

.....

.....

**Afb. 8**

**Vulkaanuitbarsting Pompeï**

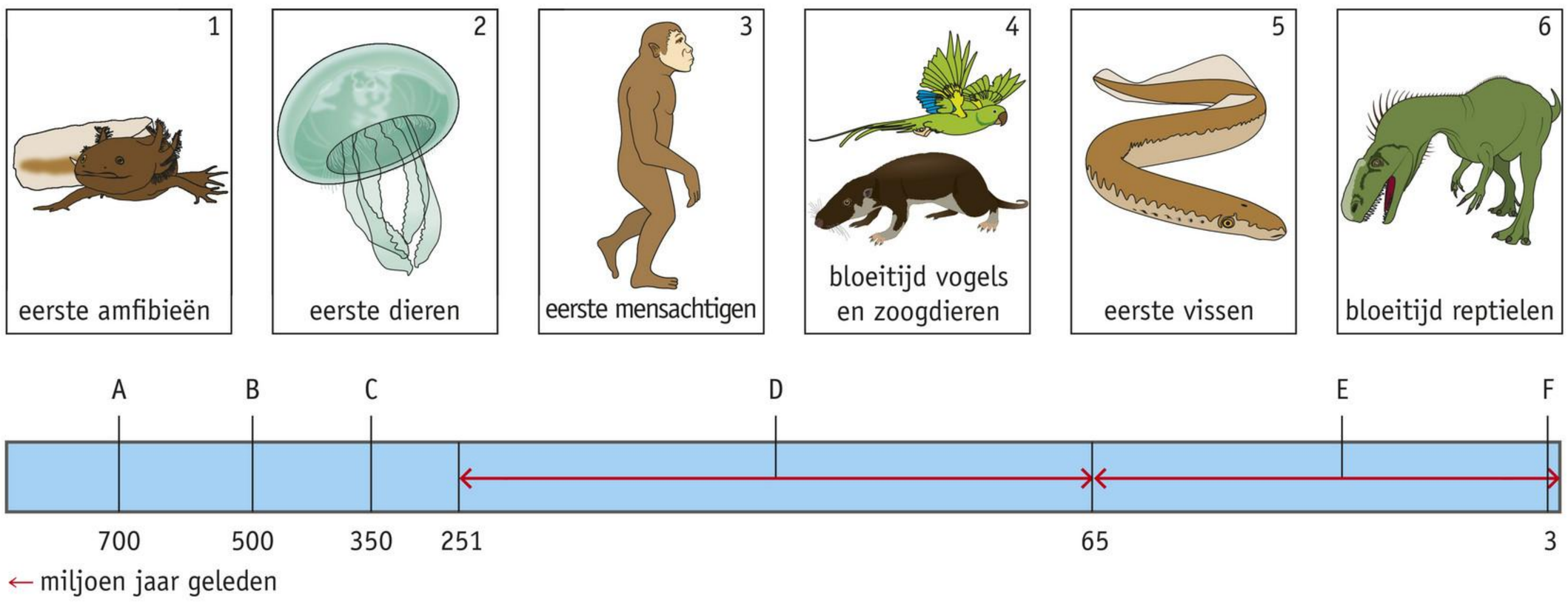
In het jaar 79 vond een grote vulkaanuitbarsting plaats bij het stadje Pompeï in Italië. Door uitbarsting van de vulkaan Vesuvius stroomde hete lava, veel as en puin naar de omgeving van de vulkaan. Inwoners van Pompeï werden verrast door de uitbarsting en razendsnel bedolven onder de as en puin en later de hete lava. Zodra de hete lava afkoelt, versteent de lava. Op de foto zie je fossielen van inwoners van Pompeï.



**5** In afbeelding 9 zie je een tijdbalk en zes diergroepen.
Welke diergroep hoort bij welke tijd op de tijdbalk?

| | | | |
|---|---|---|---|
| A | 700 miljoen jaar geleden | ○ | ○ 1 eerste amfibieën |
| B | 500 miljoen jaar geleden | ○ | ○ 2 eerste dieren |
| C | 350 miljoen jaar geleden | ○ | ○ 3 eerste mensachtigen |
| D | 251–65 miljoen jaar geleden | ○ | ○ 4 bloeitijd vogels en zoogdieren |
| E | 65 miljoen jaar geleden tot nu | ○ | ○ 5 eerste vissen |
| F | 3 miljoen jaar geleden | ○ | ○ 6 bloeitijd reptielen |

**Afb. 9** Tijdbalk en groepen organismen.



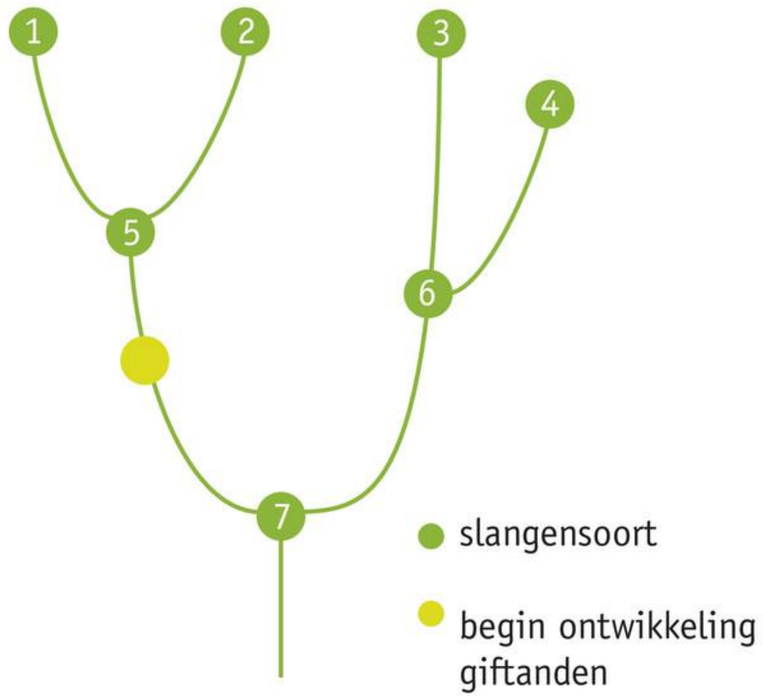

**6** Gifslangen hebben giftanden in hun bek (zie afbeelding 10.1). Gifslangen zijn in de loop van de evolutie ontstaan uit slangen zonder giftanden. In afbeelding 10.2 is een deel van een stamboom van slangen weergegeven. De nummers geven slangensoorten weer.

- Welke soort is in de loop van de evolutie het eerst ontstaan? soort *1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7*
- Met welke soort vertoont soort 2 de meeste verwantschap? met soort *1 / 3*
- Uit welke twee soorten is soort 3 ontstaan? uit soort *1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7*
- Bij welke soorten hebben de slangen giftanden? bij soort *1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7*
- Welke soort is uitgestorven? soort *3 / 4*

**Afb. 10**



1 slang met giftanden




2 stamboom van slangen

**7** Bekijk afbeelding 11.

**a** Het DNA van de gorilla komt het meest overeen met het DNA van de *chimpansee* / *orang-oetan*.

**b** Is de mens ontstaan uit chimpansees?

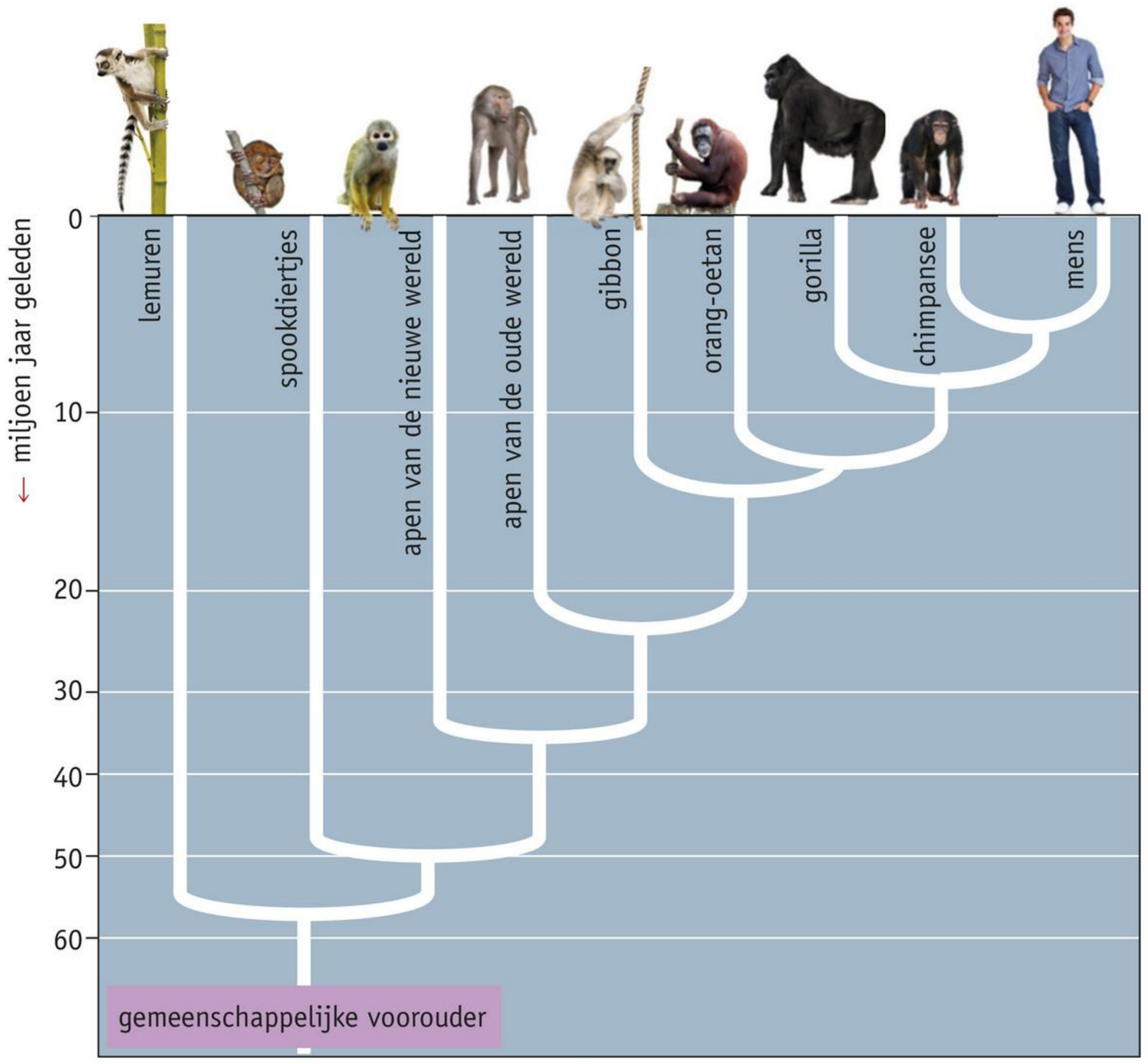
.....

.....

.....

**c** Uit een DNA-test zal blijken dat het DNA van de spookdiertjes het meest lijkt op het DNA van de *lemuren* / *mens*.

**Afb. 11** Stamboom van apen en de mens.




**8** Leg uit dat Saïda meer verwant is aan haar broer dan aan haar nicht. Gebruik in je uitleg de woorden *gemeenschappelijke voorouders*.

.....

.....

.....

.....

**+ 9**

Je kunt vaststellen hoe nauw soorten met elkaar verwant zijn door kenmerken te vergelijken. Bij het vergelijken van soorten kijk je naar overeenkomsten. Daarbij gaat het niet alleen om kenmerken die bij meerdere soorten voorkomen, maar ook om kenmerken die bij meerdere soorten ontbreken.
In de tabel zie je voor vier soorten een vergelijking op vijftien kenmerken. Een kenmerk dat aanwezig is, is aangegeven met + en een ontbrekend kenmerk met –.

| Kenmerk | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Soort 1 | + | + | + | – | + | + | + | – | – | – | – | – | – | – | – |
| Soort 2 | – | + | – | + | + | – | + | + | – | – | – | – | – | – | – |
| Soort 3 | – | – | – | – | – | – | + | + | + | + | + | – | – | – | – |
| Soort 4 | – | – | – | – | + | – | – | + | – | + | – | – | – | – | – |

Welke twee soorten zijn het meest verwant aan elkaar?

○ A soort 1 en 2
○ B soort 1 en 3
○ C soort 1 en 4
○ D soort 2 en 3
○ E soort 2 en 4
○ F soort 3 en 4

## SAMENHANG leefwereld

### FOSSIELEN ZOEKEN IN NEDERLAND

Fossielen zoeken in Nederland? Dat kan zeker, je moet alleen wel weten waar je moet zoeken. Op het strand in Zeeland vind je bijvoorbeeld fossiele schelpen en versteende haaientanden. In kalksteengroeven in de Achterhoek of Zuid-Limburg is het zelfs mogelijk resten van zee-sauriërs te vinden.
Nederland lag in het Mesozoïcum onder de zeespiegel.
Er was toen een tropische oceaan die later een zout meer werd. Winterswijk lag aan de rand van dit meer. Daar zijn resten van de nothosaurus gevonden. In Maastricht zijn fossielen gevonden van de mosasaurus (zie afbeelding 12).
De mosasaurus zwom in de Maas en kon achttien meter lang worden.

**Afb. 12** Mosasaurus of maashagedis.



**10** Lees de tekst ‘Fossielen zoeken in Nederland’.

**a** Van welk orgaanstelsel worden de meeste fossielen gevonden?

.....

**b** Uit de tropische oceaan op de plek waar nu Nederland ligt, vormde zich een zout meer dat miljoenen jaren bestond.
Waardoor ontstonden in dit zoute meer nieuwe soorten die niet voorkwamen in de tropische oceaan?

.....

.....

.....

.....

**c** De nothosaurus, de mosasaurus en de slangen zijn allemaal reptielen die aan elkaar verwant zijn. De nothosaurus leefde alleen in het Trias. De mosasaurus leefde alleen in het Krijt. Slangen leven nu nog steeds. Fossielen van slangen zijn gevonden in aardlagen vanaf het Krijt en in jongere aardlagen.

- Teken een tijdbalk met daarnaast een stamboom.
- Geef in de tijdbalk aan: *Jura – Krijt – Trias – nu*. Zet de oudste tijd onderaan.
- Geef in de stamboom aan: *mosasaurus – nothosaurus – slang – gemeenschappelijke voorouder die korter geleden leefde – gemeenschappelijke voorouder die langer geleden leefde*.

Kijk nog eens naar afbeelding 6 als je niet goed weet hoe je het moet tekenen.

**d** Kijk naar de tijdbalk en de stamboom die je hebt getekend.
Welk dier is het meest verwant aan de mosasaurus? *nothosaurus* / *slang*

**e** De mosasaurus ontstond aan het begin van het Krijt en stierf uit aan het einde van het Krijt.
Hoe weten wetenschappers dat de soort mosasaurus is uitgestorven? Leg dat uit met het woord ‘aardlagen’.

.....

.....

.....

Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# 6 DNA-technieken

## LEERDOEL

5.6.12 Je kunt enkele DNA-technieken in de biotechnologie beschrijven. ► Leren onderzoeken 1

| TAXONOMIE | LEERDOELEN EN OPDRACHTEN | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5.6.12 | 5.1.2* | 5.2.4* | 5.3.6* | 5.3.8* | 5.4.9* | 3.1.1** | 3.5.8** |
| Onthouden | 1 | | | | | | | |
| Begrijpen | 2, 3, 4ab, 8a | | | | 8a | | 8c | 8c |
| Toepassen | 4c, 6, 7abe, 8de | 7a | | 7b | 8b | | | |
| Analyseren | 5, 7cd | 7d | 7d | | | 7c | | |

* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.
** Dit leerdoel vind je in een ander thema.

**Mensen gebruiken organismen om producten te vervaardigen. Dankzij allerlei nieuwe DNA-technieken is de biotechnologie sterk in ontwikkeling.**

### GENETISCHE MODIFICATIE

**Biotechnologie** is de verzamelnaam voor technieken waarbij organismen worden gebruikt om producten te maken voor de mens. Eenvoudige voorbeelden zijn gisten om brood te laten rijzen en bacteriën om yoghurt te maken. De gebruikte organismen zijn uit zichzelf in staat om de gewenste stoffen te produceren. Het DNA van de organismen hoeft hiervoor niet te worden veranderd.

Bij nieuwere vormen van biotechnologie wordt het DNA van organismen wel veranderd. Er zijn verschillende technieken om nieuwe erfelijke informatie aan te brengen in het DNA van een organisme. Een verzamelnaam voor deze technieken is **recombinant-DNA-technieken**. Het nieuwe DNA kan afkomstig zijn van een andere soort.
Een voorbeeld is de productie van insuline. Een diabetespatiënt moet bij zichzelf elke dag een hoeveelheid insuline inspuiten. Vroeger werd insuline uit de alvleesklier van geslachte varkens gehaald. Dat was duur en tijdrovend. Gezonde mensen hebben een gen dat de informatie bevat voor de productie van insuline. Bacteriën hebben dit gen niet. DNA van dit gen is weggehaald uit cellen van de mens en ingebracht bij bacteriën. Daardoor kunnen deze bacteriën insuline produceren. Nu is insuline zuiver en goedkoop.

Het aanbrengen van gewenste erfelijke eigenschappen bij organismen heet **genetische modificatie**. Een genetisch gemodificeerd organisme wordt **transgeen** genoemd. Voor genetische modificatie worden vaak micro-organismen gebruikt (zoals bacteriën en schimmels), maar soms ook planten of dieren. In de gezondheidszorg, de landbouw, de industrie en het milieu worden genetisch gemodificeerde organismen gebruikt.
In afbeelding 1 staan enkele toepassingen van genetische modificatie.

**Afb. 1** Genetische modificatie.

**Appelbomen zonder schurft**

Onderzoekers van Wageningen University hebben een gen uit gerst ingebracht in het genotype van appelbomen. Het gen uit gerst bevat de informatie voor de productie van een stof die bescherming biedt tegen schimmels. De genetisch gemodificeerde appelbomen zijn nu veel beter bestand tegen aantasting door de schimmelziekte schurft en er zijn minder bestrijdingsmiddelen nodig.



**Stonewashed spijkerbroeken**



Om spijkerbroeken een stonewashed uiterlijk te geven, werden ze vroeger in een grote wasmachine gewassen met puimsteen. Dat kostte veel energie en het was tijdrovend. Nu gaat het een stuk goedkoper en sneller door behandeling met het enzym cellulase, geproduceerd door genetisch gemodificeerde bacteriën.

**Aardappels zonder ziekte**



De parasiet *Phytophthora infestans* veroorzaakt bij aardappels (en tomaten) de aardappelziekte. De infectie kan zich onder gunstige omstandigheden binnen enkele dagen verspreiden. De oogst gaat dan verloren. Bij aardappelplanten zijn genen van bijen en motten ingebracht, waardoor de gewassen beschermd zijn tegen de aardappelziekte.

**Gouden rijst**



Gouden rijst is een rijstras waarin een gen van mais is ingebouwd. Daardoor wordt in de rijstkorrel de stof bètacaroteen aangemaakt. Bètacaroteen kan in het lichaam worden omgezet in vitamine A. Gouden rijst is ontwikkeld om kinderen met een vitamine A-tekort te helpen. Een tekort aan deze vitamine kan blindheid veroorzaken. Bètacaroteen kleurt de rijst geel (vandaar de naam ‘gouden rijst’).

## CRISPR-CAS

Waarschijnlijk wordt het gebruik van genen van andere soorten op korte termijn grotendeels vervangen door een nieuwe techniek: **crispr-cas**. Bij crispr-cas worden gericht wijzigingen aangebracht in genen van een organisme. Dat noem je met een Engels woord **gene editing**. Je kunt de techniek vergelijken met het aanpassen van een tekst. Als je enkele letters verandert of een woord weglaat, krijgt het woord of de zin een andere betekenis. Op ongeveer dezelfde manier kunnen stukjes DNA worden veranderd. Er ontstaat dan nieuwe informatie.

Crispr-cas werkt dankzij een enzym. Dat enzym kan in DNA heel precies een stukje informatie vinden. Zodra het enzym het juiste stukje DNA vindt, knipt hij het eruit. Daarna kunnen de uiteinden aan elkaar worden gemaakt. Er kan ook een nieuw stukje DNA worden ingebouwd. Zo kan een gen worden uitgeschakeld of vervangen (zie afbeelding 2).

In de gezondheidszorg wordt crispr-cas ingezet voor gentherapie. **Gentherapie** is het gebruik van gene editing om kapotte genen te repareren. In afbeelding 3 staan nog meer voorbeelden van gene editing.

**Afb. 2** Een schematische voorstelling van crispr-cas.



**Afb. 3** Voorbeelden van gene editing.

**Chocolade**
Wetenschappers werken aan een oplossing om het immuunsysteem van de cacaoplant te versterken. Hierdoor wordt de plant bestand tegen een virus dat massaal toeslaat bij West-Afrikaanse gewassen.

**Bananen**
Wetenschappers proberen verschillende wijzigingen in genen uit om bananen te krijgen die beter tegen een bepaalde schimmel kunnen.

**Koffie**
Wetenschappers hebben genen van een koffieplant aangepast zodat de bonen geen cafeïne meer bevatten. Dit is goedkoper en beter voor de smaak dan wanneer de cafeïne er in de fabriek uit wordt gehaald.

**Rijst**
Wetenschappers hebben een rijstras ontwikkeld dat 25 tot 30% meer rijstkorrels produceert, terwijl de plant nog net zo goed tegen hitte en droogte kan.

**Tomaten**
Genetici hebben dertien smaakstoffen gevonden in een oud tomatenras. Ze gaan de smaakstoffen misschien aan moderne rassen toevoegen om tomaten meer smaak te geven.

**Mais**
Wetenschappers hebben een gen ontdekt bij een inheemse maissoort. Het gen zorgt ervoor dat er onder droge omstandigheden meer maiskorrels worden gevormd. De wetenschappers willen het gen ook bij moderne rassen gaan toevoegen.

**Paddenstoelen**
Op de Pennsylvania State University ontdekten wetenschappers dat de ongewenste bruine plekken op paddenstoelen het resultaat zijn van een gen. Door dit gen aan te passen, kunnen paddenstoelen langer worden bewaard en blijven ze er mooier uitzien.

**Tarwe**
Wetenschappers in Spanje en Amerika zijn een tarweras zó aan het aanpassen dat de tarwekorrels veel minder gluten bevatten. Dit is goed nieuws voor mensen die niet tegen gluten kunnen.

## DISCUSSIE

De meeste toepassingsmogelijkheden van genetische modificatie liggen in de voedselproductie (zie afbeelding 4). Er zijn voor- en tegenstanders van genetische modificatie. In tabel 1 staan enkele argumenten.

**Afb. 4** Slaolie met genetisch gemodificeerde soja.




**Tabel 1** Argumenten voor en tegen genetische modificatie.

| Voor | Tegen |
|---|---|
| De voedselopbrengst wordt hoger. Dat is nodig om de groeiende wereldbevolking van voedsel te voorzien. | De mens heeft niet het recht de erfelijke eigenschappen van organismen naar eigen inzicht te veranderen. |
| Sommige gewassen worden bestand gemaakt tegen ziekten, waardoor minder chemische bestrijdingsmiddelen nodig zijn. | Sommige gewassen worden bestand gemaakt tegen chemische bestrijdingsmiddelen, waardoor meer van die middelen kunnen worden gebruikt. |
| Mensen 'verbeteren' planten en dieren al door ze te kruisen en veredelen (selecteren op gunstige eigenschappen). Genetische modificatie doet hetzelfde, maar is sneller. | Door genetische modificatie kunnen naar willekeur allerlei nieuwe soorten organismen worden 'gemaakt'. |
| Met behulp van genetische modificatie kunnen medicijnen beter, sneller en goedkoper worden geproduceerd. | De variatie binnen een soort kan afnemen doordat boeren alleen nog enkele genetisch gemodificeerde rassen gebruiken. |
| Groente en fruit kunnen gezonder worden gemaakt (meer voedingsstoffen) en een betere smaak krijgen. | Genetisch gemodificeerde organismen kunnen in de natuur terechtkomen en zich verspreiden. We weten niet wat de gevolgen daarvan kunnen zijn. |

## DNA-TESTS

**DNA-tests** zijn goedkoop, snel en nauwkeurig. Daardoor worden DNA-tests nu bijvoorbeeld gebruikt bij de misdaadbestrijding. Ieder mens heeft zijn eigen, unieke DNA. Als op de plaats van een misdrijf huidschilfers, haren, sperma of bloedsporen worden aangetroffen, kan het DNA uit de cellen hiervan worden onderzocht en vergeleken met het DNA van verdachte personen. Op deze manier kan uit een groep verdachten de werkelijke dader worden ontmaskerd.

DNA-tests kunnen ook op veel andere gebieden worden ingezet, bijvoorbeeld om fraude met vlees op te sporen. Met DNA-tests is aan te tonen van welk dier het vlees afkomstig is. Zo is een handelaar betrapt die (goedkoper) paardenvlees verkocht als (duurder) koeienvlees.

Met DNA-tests kunnen bovendien erfelijke ziekten worden opgespoord. Verder kan door DNA-tests verwantschap tussen soorten worden aangetoond of een nieuwe soort worden ontdekt. Met DNA-verwantschapsonderzoek kan worden onderzocht of een man de biologische vader is van een kind.

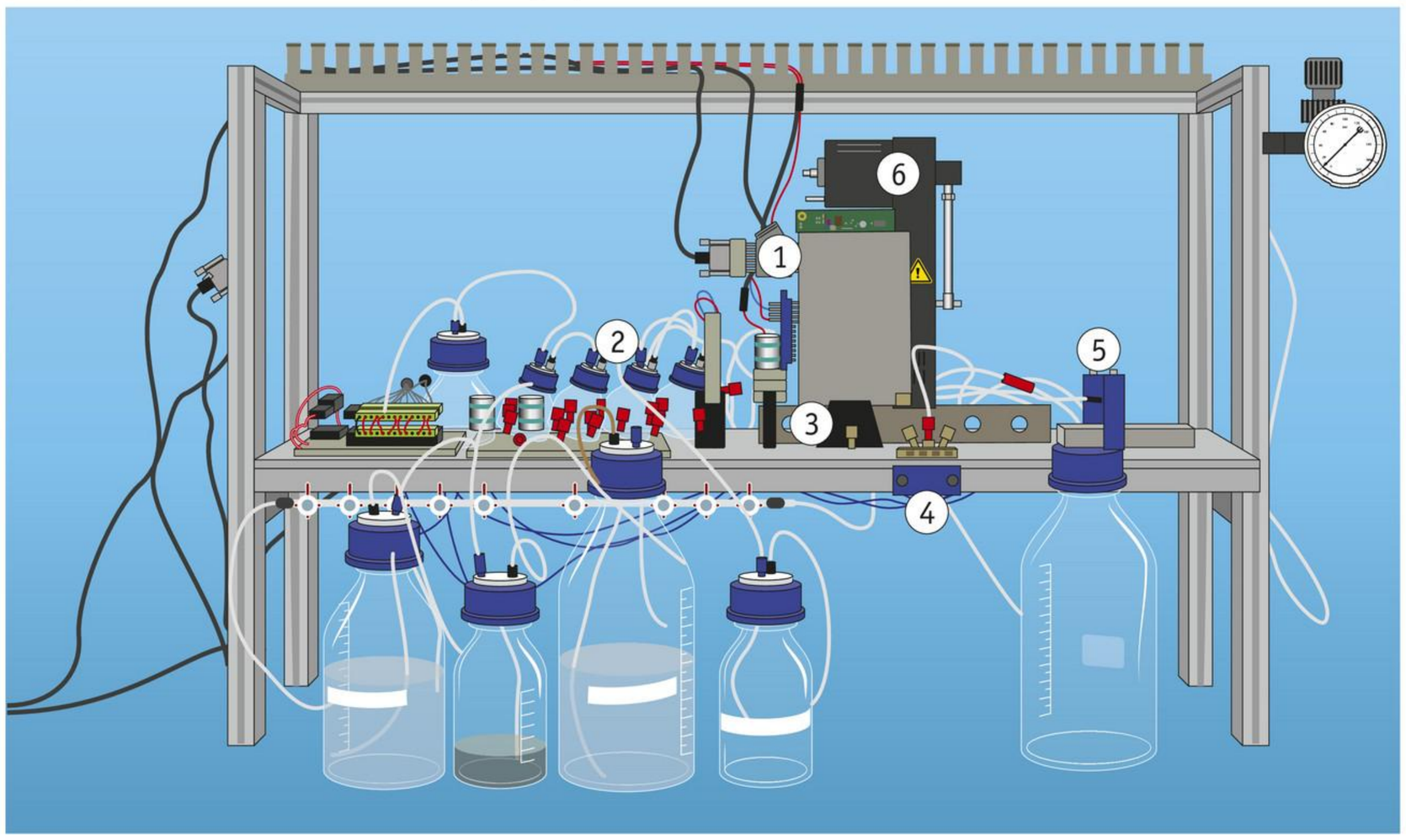
## SYNTHETISCHE BIOLOGIE

De **synthetische biologie** is een vakgebied waarin biologisch materiaal kunstmatig wordt nagemaakt. Ook DNA kan worden nagemaakt. Zo hebben wetenschappers al het volledige DNA van een bacterie vervangen door kunstmatig gemaakt DNA. De overige organellen en celstructuren van de bacterie bleven onveranderd. De bacteriën bleven in leven en planten zich langzaam voort. Wel hebben ze een afwijkende vorm. Synthetisch biologen hopen dat ze in de toekomst DNA kunnen ontwerpen voor micro-organismen die afvalstoffen kunnen opruimen of biobrandstoffen kunnen produceren.

Nog een toepassing van kunstmatig DNA is de opslag van informatie. Handmatig informatie vastleggen in DNA is al een tijdje mogelijk, maar in 2019 gebeurde dit voor het eerst volledig automatisch. Microsoft bouwde een geautomatiseerd systeem dat het woord 'HELLO' (vijf bytes) heeft opgeslagen in DNA (zie afbeelding 5). Dit duurde zo'n 21 uur.

In de toekomst is synthetisch DNA misschien wel dé manier om veel meer gegevens op te slaan op veel minder ruimte dan nu met de beste computertechnieken mogelijk is. Alle computerdata van de hele wereld zouden passen op één kilo DNA.

**Afb. 5** Geautomatiseerde dataopslag op DNA.




1 Computers vertalen het woord HELLO van bytes naar A,C,T,G.
2 Een DNA-maakmodule zet het molecuul in elkaar.
3 Het gemaakte DNA zit in een fles.
4 Een apparaatje maakt het DNA klaar voor analyse.
5 Een module leest de volgorde van de basen af.
6 Een computer vertaalt de code naar het woord HELLO.

## KENNIS

**1** Kies het juiste begrip bij elke omschrijving.

| | | | |
|---|---|---|---|
| A | aanbrengen van veranderingen in het genotype van organismen | ◯ | ◯ 1 biotechnologie |
| B | technieken waarbij organismen worden gebruikt om producten voor de mens te maken | ◯ | ◯ 2 genetische modificatie |
| C | verzamelnaam voor alle technieken waarmee het DNA van organismen wordt veranderd | ◯ | ◯ 3 recombinant-DNA-technieken |

**2** Hier staan argumenten die worden gebruikt in discussies over genetische modificatie. Geef bij elk argument aan of het hoort bij een voorstander of bij een tegenstander van genetische modificatie.

- De behandeling van sommige ziekten kan beter en goedkoper. *voorstander / tegenstander*
- De kwaliteit van het voedsel kan worden verbeterd. *voorstander / tegenstander*
- Door het veranderen van dieren kan het welzijn van de dieren worden aangetast. *voorstander / tegenstander*
- Er kunnen gewassen worden ontwikkeld die beter bestand zijn tegen veranderingen in het klimaat. *voorstander / tegenstander*
- Genetisch gemodificeerde organismen kunnen in de natuur terechtkomen en daar schade veroorzaken. *voorstander / tegenstander*
- Het telen van genetisch gemodificeerde gewassen kost minder arbeid. Daardoor verliezen mensen hun werk. *voorstander / tegenstander*

**3** **Samenvatting**

Hier staat een lijst met begrippen. Schrijf op wat je over elk begrip moet weten.

- Biotechnologie

.....

.....

.....

- Genetische modificatie

.....

.....

- Recombinant-DNA-technieken

.....

.....

.....

- Crispr-cas

.....

.....

.....

- DNA-test

.....

.....

.....

- Synthetische biologie

.....

.....

.....

## INZICHT

**4** Lees de tekst ‘Superzalm’ in afbeelding 6.

**a** Is in deze tekst sprake van genetische modificatie? Leg je antwoord uit.

.....

.....

**b** Zijn de superzalmen transgene dieren? *ja* / *nee*

**c** Welk argument van tegenstanders van genetische modificatie wordt in de tekst genoemd?

.....

.....

**Afb. 6**

**Superzalm**

Een Canadees bedrijf heeft in het DNA van wilde zalm twee genen ingebouwd van twee andere vissoorten. Deze superzalm groeit daardoor twee keer zo snel als de wilde zalm en kan ook bij lagere temperaturen doorgroeien. Er zijn nog wel problemen te overwinnen. Zalmen worden meestal gekweekt in kooien in zee. Daaruit ontsnappen vaak vissen. Deze snelgroeiende zalmen kunnen de wilde zalmen gaan verdringen en mogelijk grote delen van de zee gaan overheersen. Wat daar de gevolgen van zijn, is nog niet bekend. De zalmen worden daarom nog niet gekweekt voor de handel.



**5** Met crispr-cas kunnen de eigenschappen van een organisme worden veranderd. Bij gemodificeerde bacteriën is de kans dat hun nakomelingen ook die veranderde eigenschappen krijgen groter dan bij mensen. Leg uit waarom.

.....

.....

.....

.....

**6** Hemofilie is een erfelijke aandoening waarbij het bloed niet goed stolt. Bij hemofilie kunnen de levercellen bepaalde eiwitten niet aanmaken. Dat komt door een foutje in het DNA.
Onderzoekers denken dat ze mensen met hemofilie kunnen helpen met gentherapie. In het laboratorium wordt het juiste stukje DNA ingebracht in een virus. Het virus wordt via een infuus toegediend in de arm. Het virus brengt het stukje DNA naar de levercellen. Daarna werken de levercellen weer goed.

**a** Met deze behandeling krijgen alleen de levercellen het juiste stukje DNA.
Leg uit waarom het DNA in de andere lichaamscellen niet hoeft te worden gerepareerd.

.....

.....

.....

**b** Leg uit waarom de onderzoekers een virus gebruiken dat zich niet kan vermenigvuldigen.

.....

.....

.....

**c** De onderzoekers verwachten dat deze behandeling na enkele jaren weer moet worden herhaald.
Leg uit waarom herhaling van de behandeling nodig is.

.....

.....

.....

**d** Hemofilie is een erfelijke ziekte.
Leg uit of de behandeling kan voorkomen dat iemand met hemofilie de ziekte doorgeeft aan het nageslacht.

.....

.....

.....

**+ 7**

Malaria is een ziekte die wordt overgedragen door muggen. Wetenschappers in Californië hebben een muggensoort gekweekt met een speciaal gen. Dit gen zorgt ervoor dat de muggen de mens niet meer kunnen besmetten met malaria. Het gen is in het DNA gebracht met de crispr-cas-methode. Natuurlijk kunnen niet alle muggen op deze manier een nieuw gen krijgen.

**a** In afbeelding 7.1 zie je een stamboom van muggen. De bovenste twee muggen zijn de ouders. Een van beide is genetisch gemodificeerd (de rode mug). Deze twee muggen krijgen nakomelingen. De helft van de nakomelingen krijgt het gemodificeerde gen en de andere helft krijgt het normale gen. De nakomelingen paren weer met 'gewone' muggen en krijgen weer nakomelingen.
In afbeelding 7.1 zijn niet alle genen ingekleurd. Geef de blanco genen de juiste kleur.

**b** Leg uit hoe een klein aantal gemodificeerde muggen toch kan bijdragen aan de bestrijding van malaria.

.....

.....

.....

**c** In de natuur is natuurlijke selectie belangrijk bij de aanpassing van een soort.
Muggen die de mens niet kunnen besmetten met malaria, hebben zelf geen voordeel van die eigenschap. Alleen het uitzetten van genetisch gemodificeerde muggen is daardoor niet voldoende om malaria te bestrijden.
Wat kan er wel voor zorgen dat de muggensoort verandert in een soort die geen malaria kan overbrengen?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**d** In de stamboom in afbeelding 7.2 hebben onderzoekers nóg een gen aangepast.
Door die aanpassing kopieert het gemodificeerde (rode) gen zichzelf naar het andere chromosoom. De muggen krijgen daardoor op beide chromosomen het gen waardoor de mug geen malaria kan overbrengen. Deze techniek wordt gene drive (of gendruk) genoemd.
Geef in afbeelding 7.2 de blanco genen de juiste kleur.

**e** Geef een argument voor en een argument tegen deze manier om malaria te bestrijden.

.....

.....

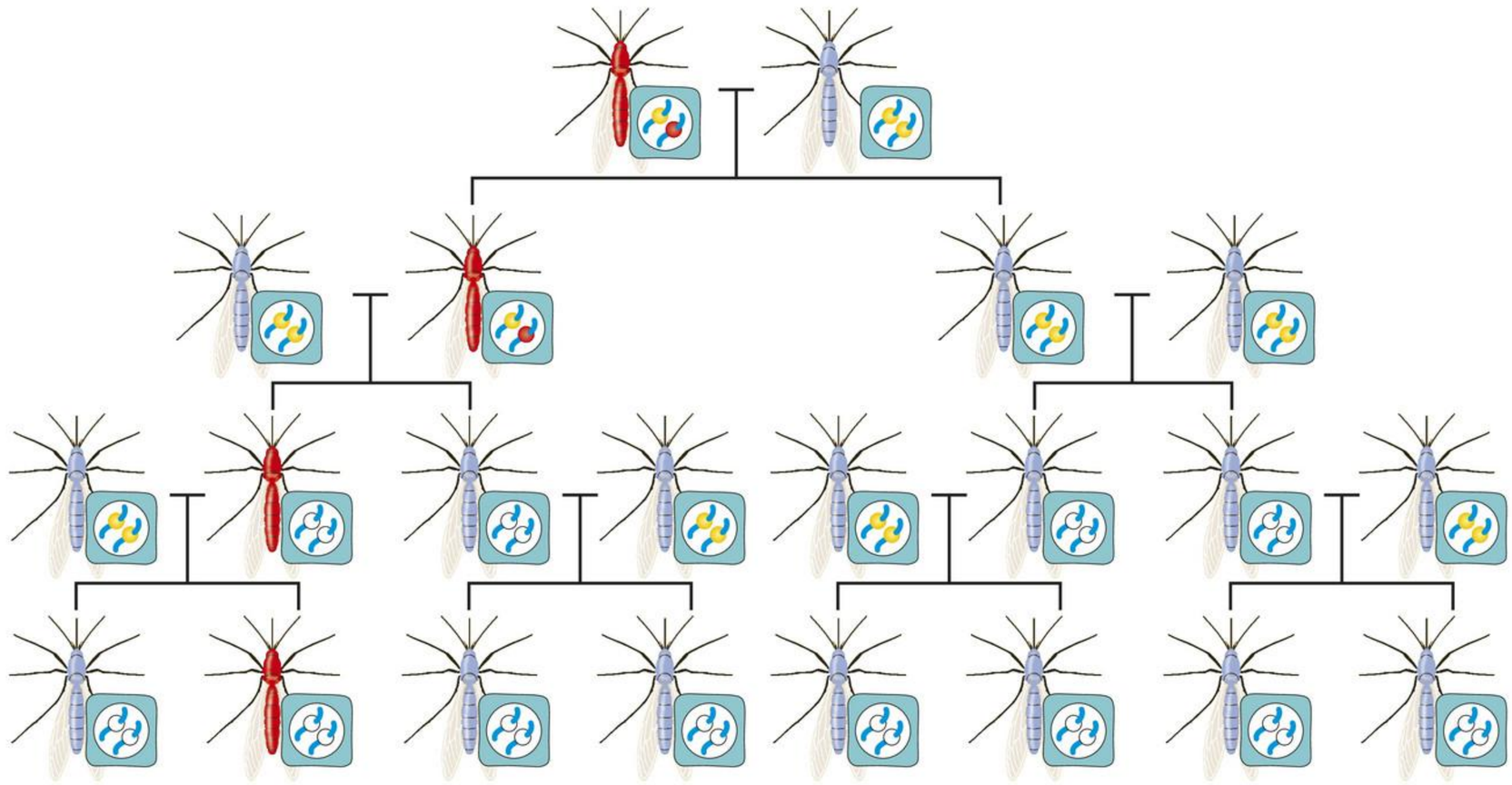
.....

.....

.....

.....

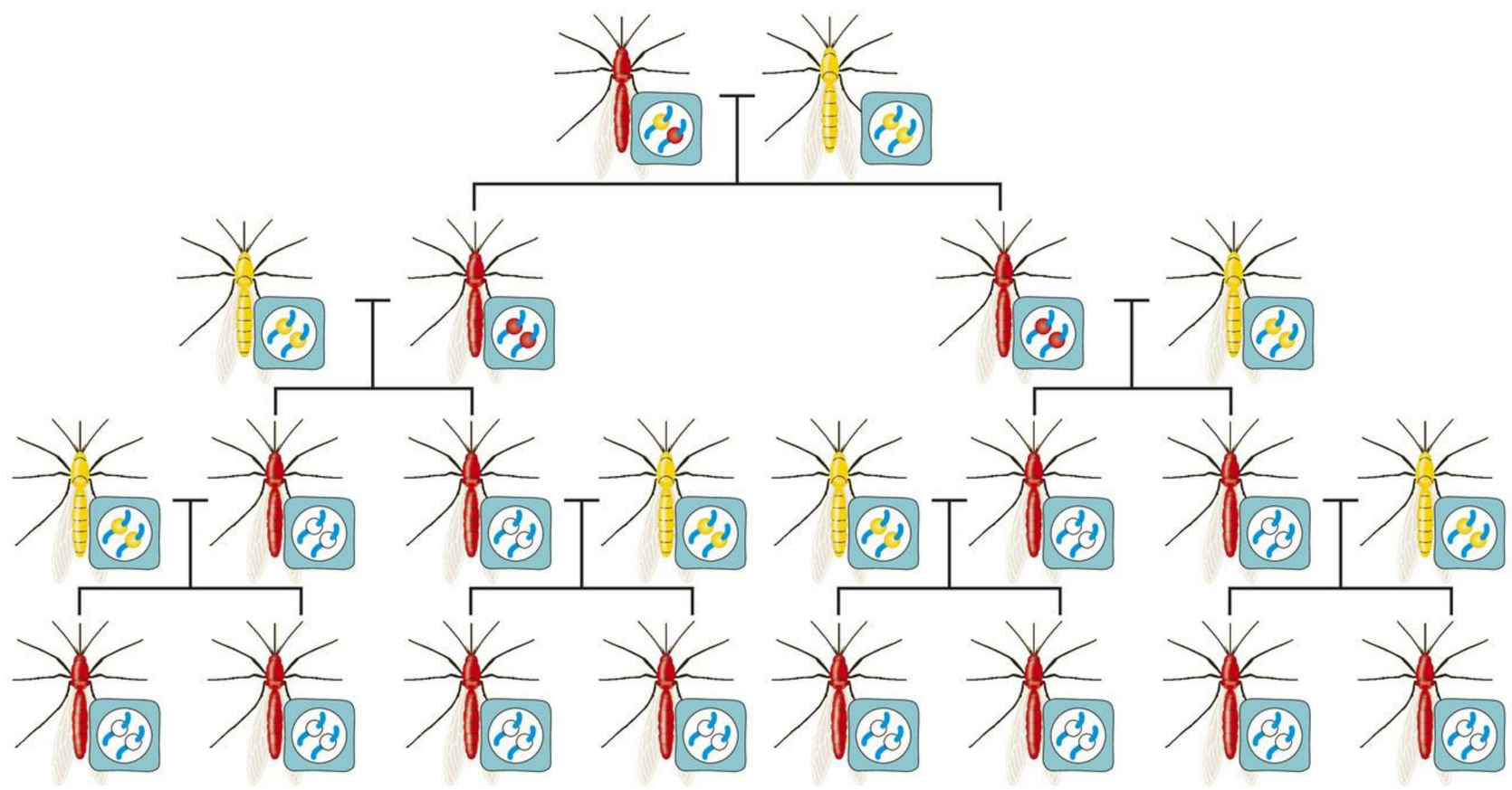
**Afb. 7** De roodgekleurde muggen dragen geen malaria over.



Legenda:

- gen voor wel kunnen doorgeven van malaria
- gen voor niet kunnen doorgeven van malaria

1 normale erfelijkheid



Legenda:

- gen voor wel kunnen doorgeven van malaria
- gen voor niet kunnen doorgeven van malaria

2 erfelijkheid met gene drive

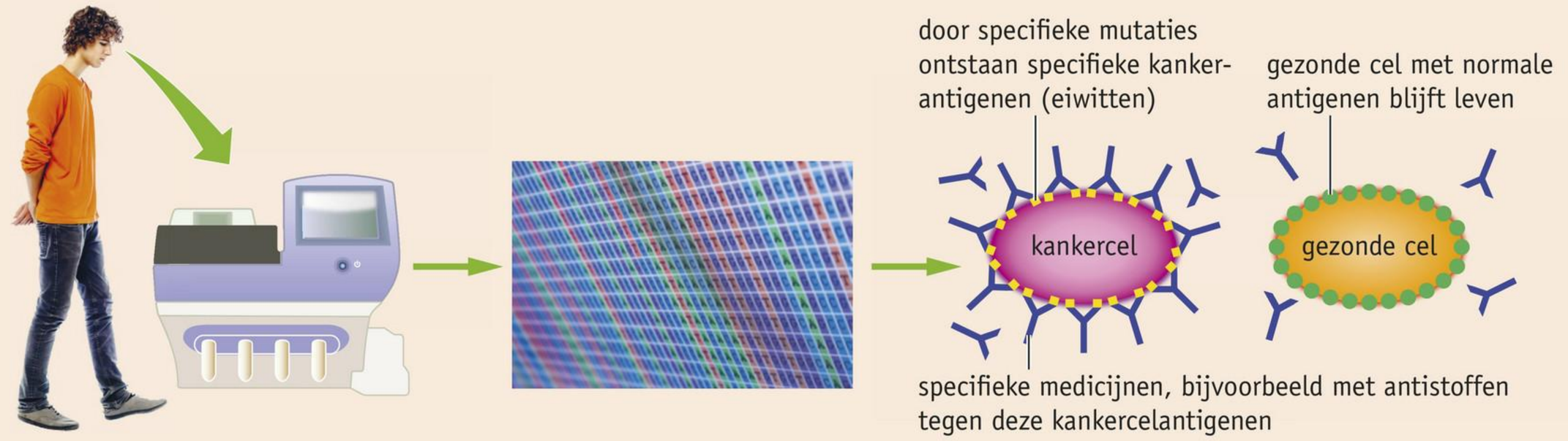
## SAMENHANG beroep

### BIO-INFORMATICUS

Lieke werkt als bio-informaticus aan kankeronderzoek. ‘Er zijn veel genen die een rol spelen bij kanker. Er zijn ook steeds meer verschillende behandelingen tegen kanker. Ik probeer uit te zoeken welke behandeling het best past bij een bepaalde mutatie in een bepaald gen. Je kunt genen met letters voorstellen, bijvoorbeeld met A en met B. Uit onderzoek blijkt dat bij een bepaalde mutatie in gen A een behandeling bij 80% van de patiënten goed aanslaat. Dezelfde behandeling blijkt bij een mutatie in gen B maar bij 6% van de patiënten aan te slaan. Tot voor kort kregen kankerpatiënten vaak chemotherapie. Daarbij wordt de celdeling van alle snel delende cellen geremd. Niet alleen van kankercellen, maar ook van gezonde, snel delende cellen. De snel delende cellen in bijvoorbeeld de haarzakjes van je hoofdhuid worden dan ook aangepakt door de chemotherapie. Daardoor word je kaal. Bij doelgerichte kankertherapie zijn deze bijwerkingen er veel minder.’ In afbeelding 8 zie je de werking van doelgerichte kankertherapie.

Een andere nieuwe behandeling voor kanker is CAR-T-celtherapie. Eerst worden T-cellen uit het bloed van de patiënt gehaald. T-cellen zijn de witte bloedcellen die antistoffen maken tegen ziekteverwekkers. Door deze T-cellen in het laboratorium genetisch te modificeren, krijgen ze het CAR-eiwit op hun celmembraan. Daarna worden ze teruggegeven aan de patiënt. Dankzij het CAR-eiwit kunnen ze de tumorcellen herkennen en vervolgens doden.

**Afb. 8** Doelgerichte kankertherapie.




1 Afnemen van gezond weefsel en kankerweefsel en dan van beide weefsels het DNA in kaart brengen en met elkaar vergelijken.

2 Bepalen van mutaties in het DNA van kankerweefsel: welke behandeling past het best bij deze mutatie?

3 Specifieke medicijnen pakken alleen kankercellen aan: minder bijwerkingen ten opzichte van chemotherapie en de overlevingskans neemt toe.

**8** Lees de tekst ‘Bio-informaticus’.

**a** Bij welk type therapie hoort de zin?

1 De therapie is aangepast aan het type mutatie.
*chemotherapie / doelgerichte kankertherapie*
2 Alleen snel delende kankercellen worden aangepakt.
*chemotherapie / doelgerichte kankertherapie*
3 Alle snel delende cellen worden aangepakt.
*chemotherapie / doelgerichte kankertherapie*
4 Er zijn veel bijwerkingen.
*chemotherapie / doelgerichte kankertherapie*
5 De overlevingskans is bij deze therapie het grootst.
*chemotherapie / doelgerichte kankertherapie*

**b** Een kankergezwel kan worden verwijderd door middel van een operatie. Bij kanker met uitzaaiing is een operatie niet voldoende.
Leg uit waarom een operatie dan niet voldoende is.

.....

.....

.....

**c** Onderzoekers vermoeden dat de witte bloedcellen van een kankerpatiënt de tumorcellen niet goed herkennen. De T-cellen zien de kankercellen daardoor niet als lichaamsvreemd, en laten ze met rust.
Waaraan herkent een witte bloedcel een tumorcel?

.....

.....

.....

**d** Is de doelgerichte kankertherapie een recombinant-DNA-techniek? Licht je antwoord toe.

.....

.....

.....

**e** Is de CAR-T-celtherapie een recombinant-DNA-techniek? Licht je antwoord toe.

.....

.....

.....

.....

Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# Samenhang

## MUGGENZIFTEN TEGEN MALARIA

In Nederland zijn muggen vervelend, maar in landen rond de evenaar vormen ze pas echt een groot probleem. Daar brengen ze gevaarlijke ziekten over, zoals malaria.

### PARASIETEN

Malaria wordt veroorzaakt door eencellige parasieten. Een parasiet leeft ten koste van een ander organisme (de gastheer). Als je wordt gestoken door een mug met malariaparasieten, komt de parasiet in je bloedsomloop terecht. In je lichaam plant de parasiet zich voort. Word je na een tijdje door een andere mug gestoken, dan kan de parasiet weer in die mug terechtkomen. De mug kan dan weer iemand anders besmetten. Zo brengen muggen malaria over.

Wereldwijd krijgen ieder jaar 200 miljoen mensen malaria. Daarvan sterven er een half miljoen. Vooral kinderen onder de vijf jaar hebben een grote kans om dood te gaan als ze malaria krijgen.

**Afb. 1** Een mug zuigt bloed.



### MANNETJES BESTRALEN

Omdat het zo'n gevaarlijke ziekte is, is het belangrijk om malaria te bestrijden. Dat kan op twee manieren: met medicijnen (tegen de ziekte) en met maatregelen tegen de muggen.

Er zijn medicijnen tegen malaria, maar de malariaparasiet wordt steeds vaker ongevoelig voor die medicijnen. Je zegt dan dat de parasiet resistent is geworden. De medicijnen werken dan minder goed of helemaal niet meer.

Een andere aanpak is om de muggen bestrijden. Als er minder muggen zijn, kan de parasiet zich immers minder goed verspreiden. Een manier om de populatie muggen kleiner te maken, is door heel veel onvruchtbare mannetjes los te laten. Daarvoor worden mannetjesmuggen gekweekt in een laboratorium. Ze worden onvruchtbaar gemaakt met radioactieve straling.

Een onvruchtbaar mannetje kan gewoon met een vrouwtje paren. Het vrouwtje zal ook gewoon eitjes leggen, maar de eitjes zullen niet uitkomen. Wanneer er heel veel onvruchtbare mannetjes zijn, kunnen gewone mannetjes niet meer zo vaak paren. Daardoor komen er dus minder nieuwe muggen.

## MUGGENZIFTEN

Mannetjesmuggen steken niet. Alleen vrouwtjes steken, en alleen als ze eitjes gaan leggen. Ze zuigen je bloed op, omdat ze de eiwitten in je bloed nodig hebben voor de ontwikkeling van eitjes.
Bij het kweken van muggen in het laboratorium ontstaan er zowel mannetjes als vrouwtjes. Alleen de mannetjes moeten worden losgelaten. Dat is belangrijk, want ook als ze bestraald en onvruchtbaar zijn, zullen de vrouwtjes steken. Ze kunnen dan nog steeds malaria overbrengen.
Daarom scheiden de onderzoekers de mannetjes van de vrouwtjes als de muggen nog een pop zijn. Een pop is een van de stadia in het leven van insecten. In het poppenstadium zijn de vrouwtjes iets groter dan de mannetjes. De onderzoekers kunnen de mannetjes dan van de vrouwtjes scheiden door de poppen te zeven. Een oud woord voor zeven is ziften. De onderzoekers doen dus – letterlijk – aan muggenzifterij*.

** Van Dale woordenboek: muggenziften is aanmerkingen maken over kleinigheden, een muggenzifter is iemand die valt over kleinigheden.*

**Afb. 2** Onderzoeker aan het muggenziften.



## OPDRACHTEN

**1** Door een toevallige mutatie in zijn DNA kan de parasiet die malaria veroorzaakt resistent worden voor medicijnen tegen malaria.

**a** Verandert het fenotype bij deze mutatie? Leg je antwoord uit.

.....

.....

**b** Een organisme waarbij een mutatie tot uiting komt in het fenotype, noem je een .....

**c** Hebben resistente parasieten een grotere overlevingskans dan andere parasieten? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

**d** Een steeds groter deel van de parasieten wordt resistent voor de medicijnen. Leg uit hoe dat komt. Gebruik in je antwoord het begrip ‘natuurlijke selectie’.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**2** Vrouwtjesmuggen steken wanneer ze eitjes gaan leggen, want ze hebben de eiwitten in het bloed nodig voor de ontwikkeling van de eitjes. De eiwitten zijn voedingsstoffen voor de mug.

**a** In welk deel van het bloed zitten die eiwitten?

- ○ A bloedplaatjes
- ○ B bloedplasma
- ○ C rode bloedcellen
- ○ D witte bloedcellen

**b** Welke functie hebben de eiwitten in jouw bloed voor de mug?

- ○ A beschermende stof
- ○ B bouwstof
- ○ C brandstof
- ○ D reservestof

**c** In welke bloedvaten van de grote bloedsomloop zitten de meeste voedingsstoffen?
*in de aders / in de slagaders*

**d** Waarom steken muggen niet in slagaders? Geef twee redenen.

.....

.....

.....

.....

**3** Voordat de onderzoekers de muggen onvruchtbaar maken en loslaten, moeten ze de mannetjes scheiden van de vrouwtjes. Dat gebeurt in het poppenstadium.

**a** Selecteren de onderzoekers de muggen op fenotype of op genotype? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

**b** Hoe komt het dat de mannetjes onvruchtbaar worden van radioactieve straling?

.....

.....

.....

.....

**c** Het uitzetten van onvruchtbare mannetjes werkt goed, maar na een tijdje zal de muggenpopulatie zich vanzelf herstellen. Om de muggenpopulatie klein te houden, moet je dus voortdurend onvruchtbare mannetjes uitzetten.
Leg uit hoe de populatie muggen vanzelf weer even groot wordt als voorheen.

.....

.....

.....

.....

**+ 4** Een andere manier om een muggenpopulatie klein te krijgen, is het uitzetten van genetisch gemodificeerde muggen.

**a** Hoe noem je genetisch gemodificeerde organismen in één woord? .....

**b** Alleen de mannetjesmuggen worden genetisch gemodificeerd. De muggen krijgen door de genetische modificatie een nieuwe eigenschap: na de meiose wordt een van de twee geslachtschromosomen in de zaadcellen vernietigd. Daardoor kan het mannetje alleen nog maar zonen krijgen, en geen dochters.
Welk geslachtschromosoom moet in de zaadcellen worden vernietigd, zodat er alleen maar mannetjes ontstaan? *het X-chromosoom / het Y-chromosoom*

**c** Na de meiose bevatten sommige zaadcellen wel een geslachtschromosoom, en andere zaadcellen niet. Alleen als een eicel wordt bevrucht door een zaadcel mét een geslachtschromosoom, kan een nieuwe mug ontstaan.
Waarom moet de genetische modificatie bij de mannetjes worden aangebracht, en niet bij vrouwtjes?

.....

.....

.....

.....

.....

**d** Het voordeel van de methode is dat de nieuwe eigenschap wordt doorgegeven aan de nakomelingen.
Beschrijf in stappen hoe de nieuwe eigenschap wordt doorgegeven aan de nakomelingen. Stap 1 is voorgedaan.

1 *De chromosomen in een lichaamscel van het mannetje bevatten de informatie voor de nieuwe eigenschap.*

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**e** Leg uit hoe de methode van genetische modificatie de muggen (en daarmee malaria) bestrijdt.

.....

.....

.....

.....

.....

# 7 DNA, allelen en eiwitten

## LEERDOEL

5.7.13 Je kunt de bouw en werking van DNA beschrijven.

| TAXONOMIE | LEERDOELEN EN OPDRACHTEN | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5.7.13 | 5.1.1* | 5.1.2* | 5.2.4* | 5.3.6* | 5.3.7* | 5.5.10* | 5.5.11* |
| Onthouden | 1a, 5a | | | | 5a | | 5a | |
| Begrijpen | 1bc, 5b, 6 | 1c | | 1c | | | | 5b |
| Toepassen | 3ab | | | | | | | |
| Analyseren | 2, 4 | | 3cd | | 3cd | 4 | | |

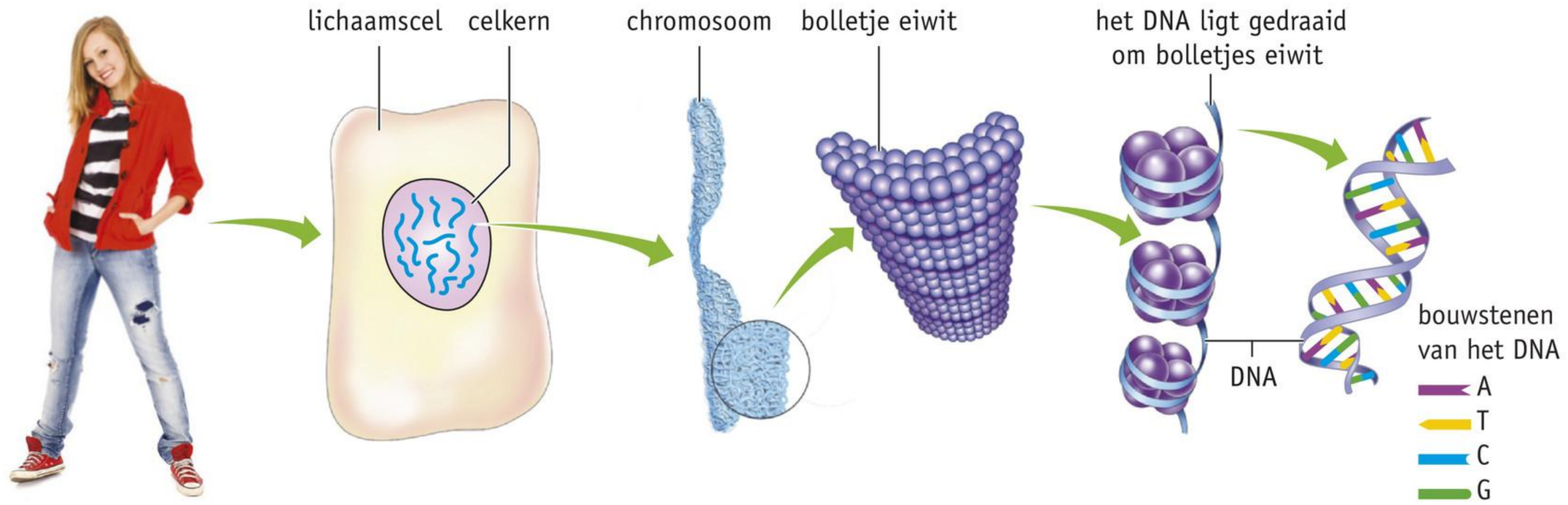
* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

**Elke lichaamscel bevat bijna twee meter DNA. Het DNA in één cel is opgebouwd uit ongeveer drie miljard basen: de bouwstenen van het DNA.**

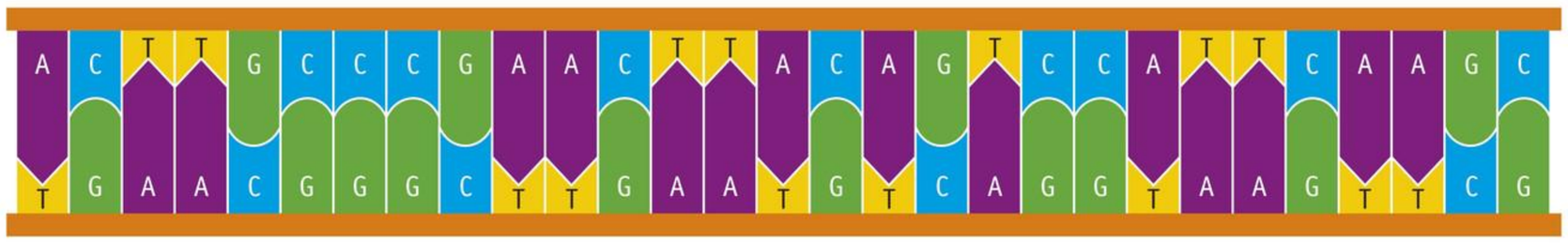
### DNA

Chromosomen bestaan voor een groot deel uit de stof DNA. DNA is opgebouwd uit de **basen** A, T, C en G. Altijd vormen A en T een paar en C en G. Eén paar (dus A–T of C–G) noem je een **basenpaar**. Doordat de basenparen van het DNA in een bepaalde volgorde liggen, ontstaat een code met informatie.
Je kunt dit vergelijken met een woord dat bestaat uit letters. Vier letters zijn bijvoorbeeld O, R, S en T. Met deze letters kun je verschillende woorden maken, die verschillende betekenissen hebben: trots, troost, stoort, stort, rots, rot, enzovoort. Door woorden achter elkaar te zetten, kun je zinnen maken die nog veel meer verschillende betekenissen kunnen hebben.

**Afb. 1** Van organisme tot base.




**Afb. 2** Een stukje DNA met basenparen.



## EIWITTEN

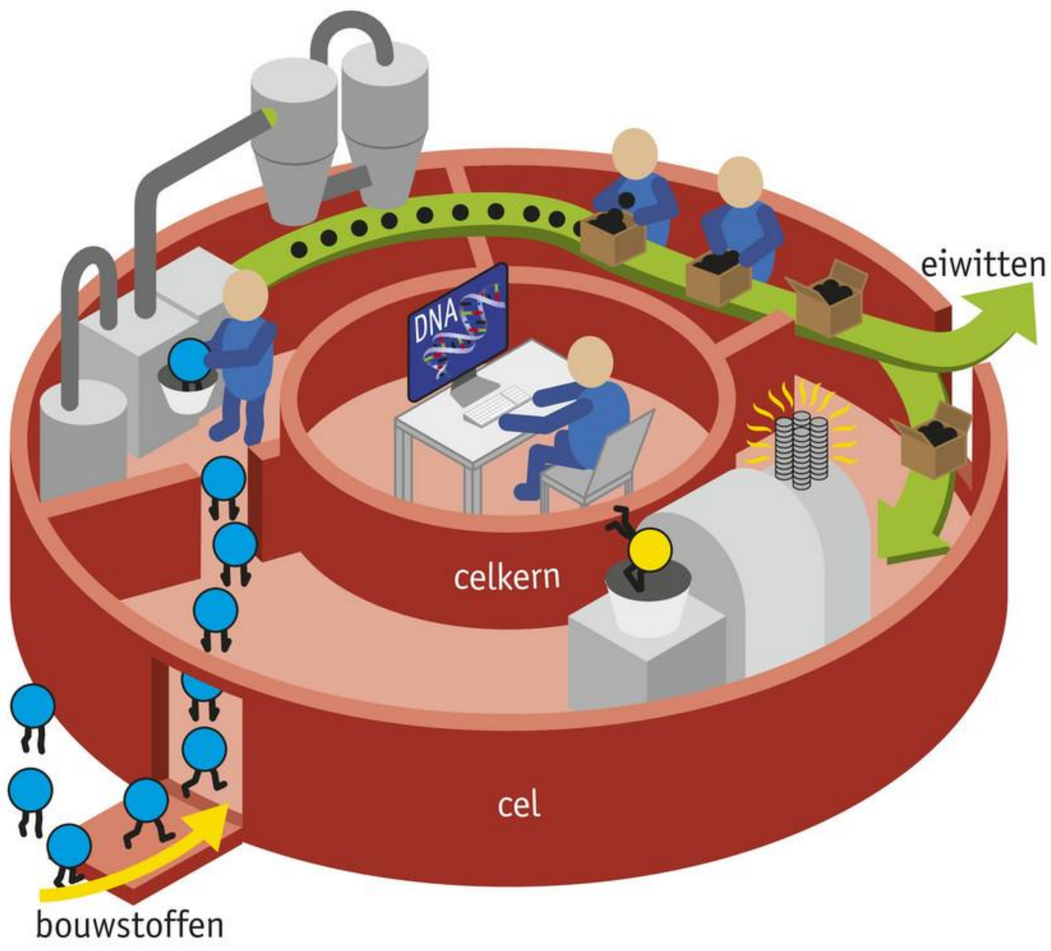
Je DNA bevat informatie voor hoe je eruitziet, bijvoorbeeld of je een kuiltje in je kin hebt en welke vorm je grote teen heeft. Je DNA bevat ook informatie voor het functioneren van je organen en cellen. In je DNA ligt bijvoorbeeld vast of de zintuigcellen in je netvlies verschil kunnen waarnemen tussen de kleuren rood en groen, dus of je kleurenblind bent of niet.

Genen bevatten de informatie voor het maken van **eiwitten**. Een spiercel bijvoorbeeld maakt een spiereiwit. Om een spiereiwit te maken, heeft een cel informatie nodig. Die informatie is opgeslagen in een gen. Het gen geeft aan de cel informatie voor het maken van een spiereiwit (zie afbeelding 3).

Ook de kleur van je ogen komt tot stand door eiwitten. Een cel in je oog krijgt van een gen informatie voor het maken van oogkleur-eiwitten.

Op deze manier regelen genen en eiwitten de kleur, de vorm en de werking van je lichaam. Met andere woorden: door genen en eiwitten komt het genotype tot uiting in het fenotype.

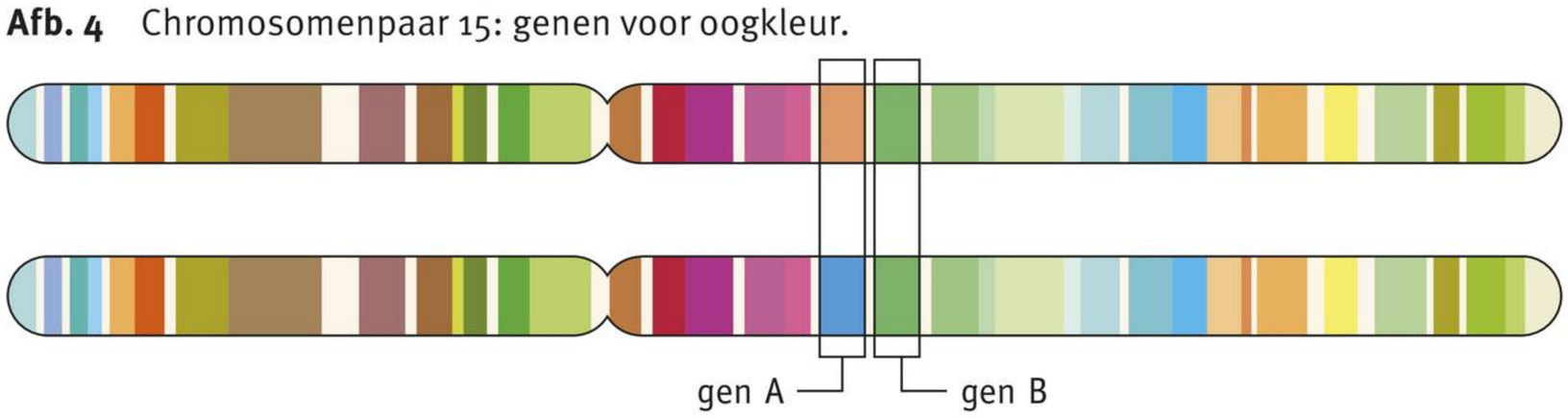
**Afb. 3** Een cel bouwt een eiwit met behulp van de informatie in een gen.




## ALLEL

In afbeelding 4 zie je een schematische tekening van chromosomenpaar 15. Op dit chromosoom liggen twee genen die nodig zijn voor de oogkleur: gen A en gen B.

**Afb. 4** Chromosomenpaar 15: genen voor oogkleur.




Gen A en gen B bestaan elk uit duizenden basenparen. Bij gen B zijn al die basenparen exact gelijk op beide chromosomen. Ligt er op chromosoom 1 een basenpaar A–T, dan ligt op chromosoom 2 dus op precies dezelfde plek ook een basenpaar A–T. Daarom is gen B op beide chromosomen groen gekleurd (de informatie in het gen is op beide chromosomen gelijk).

Bij gen A zijn er kleine verschillen in basenparen. Op het ene chromosoom ligt een basenpaar G–C. Deze informatie geeft meestal blauwe ogen. Op het andere chromosoom ligt op dezelfde plaats het basenpaar A–T. Deze informatie geeft meestal bruine ogen. Gen A is daarom verschillend gekleurd op de twee chromosomen.

De informatie in een gen noem je een **genvariant** of **allel**. In afbeelding 4 bestaat gen A dus uit twee verschillende allelen en gen B uit twee dezelfde allelen. De twee allelen van een gen vormen een **allelenpaar**. Welke kleur ogen de persoon uit afbeelding 4 precies krijgt, hangt af van welk allel het sterkst is (het allel voor bruine ogen is sterker dan dat voor blauwe ogen).

## OPDRACHTEN

**1** Je ziet hier een stukje DNA. Van elk basenpaar is één base ingevuld.

**a** Vul de ontbrekende basen in.

| T | A | C | A | C | C | G | G | G | T | T | A | T | A | T | C | G | G | G | A | A | C | A | T | T |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

**b** Kan dit stukje DNA alle informatie voor één eigenschap bevatten? Leg je antwoord uit.

.....

**c** De exacte basenvolgorde van dit stukje DNA komt één keer voor op de chromosomen in een eicel van een vrouw.

- Kan deze volgorde twee keer voorkomen in een bevruchte eicel? *ja / nee*
- Kan deze volgorde twee keer voorkomen in een witte bloedcel? *ja / nee*
- Kan deze volgorde twee keer voorkomen in een zaadcel? *ja / nee*

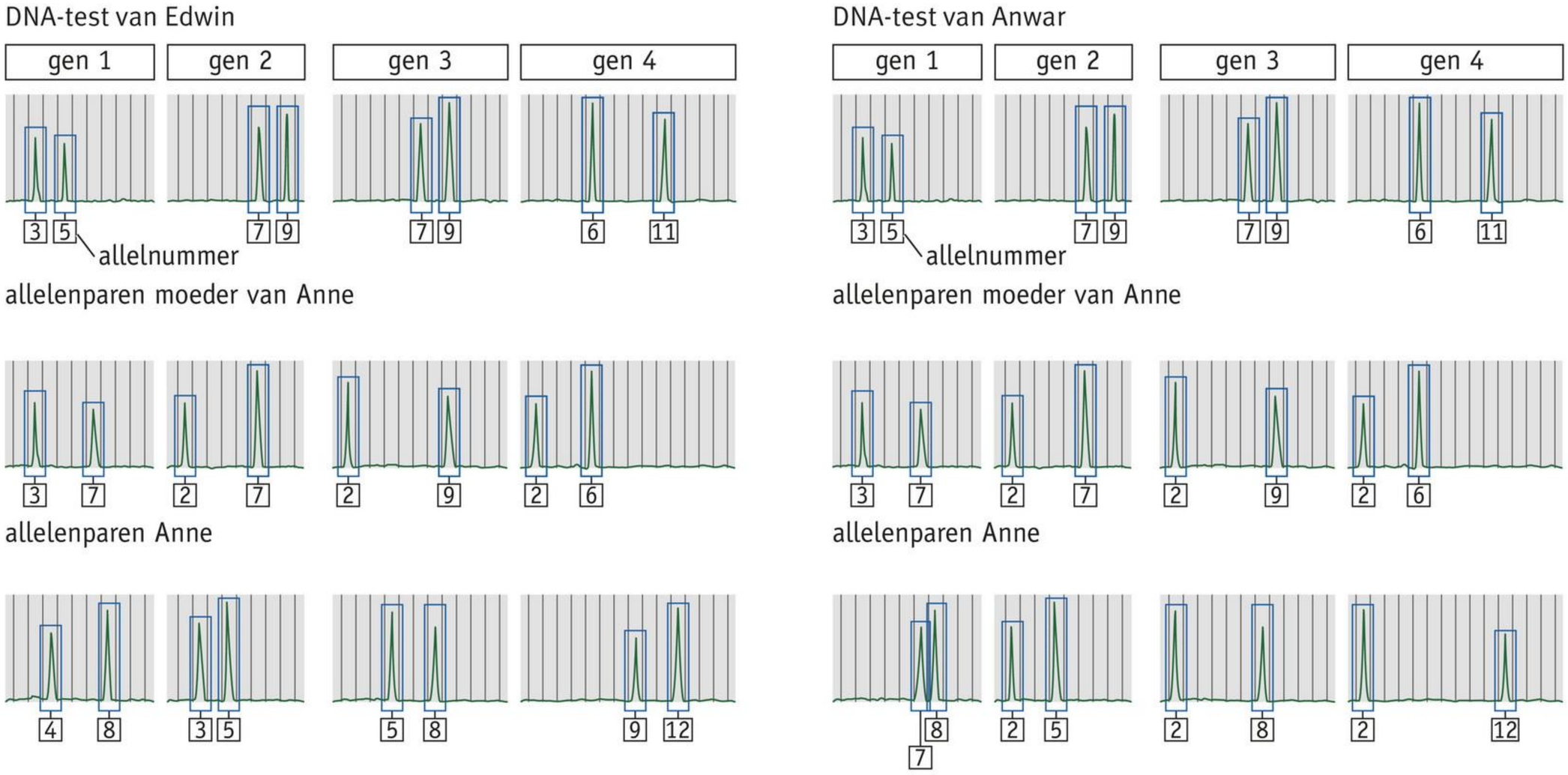
**2** Voor ieder mens geldt dat de helft van de allelen afkomstig is van de vader en de helft van de moeder. Hierdoor kan met een DNA-verwantschapstest worden bepaald of een man de vader is van een kind.
Anne wil laten onderzoeken wie haar biologische vader is: Edwin of Anwar. In afbeelding 5 zie je het resultaat van het onderzoek bij vier genen.
Leg uit wie de biologische vader van Anne is.

.....

.....

.....

**Afb. 5** DNA-test van Edwin (links) en Anwar (rechts).




**3** Lees de tekst 'Paleis Huis ten Bosch' in afbeelding 6.

**a** De muur bestaat uit horizontale banen van vier tegeltjes hoog. Wat stelt elk bruin tegeltje in de DNA-salon voor?

- ○ A een allel
- ○ B een base
- ○ C een DNA-streng
- ○ D een gen

**b** Binnen een baan is per kolom maar één tegeltje bruin.
Leg uit hoe in de DNA-salon de basenparen in de juiste volgorde worden weergegeven.

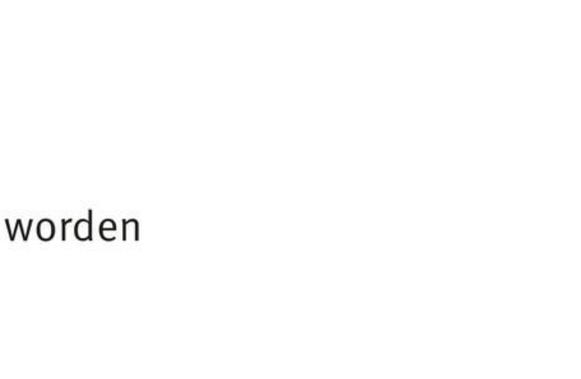
.....

.....

.....

**Afb. 6** De DNA-salon in Huis ten Bosch.

**Paleis Huis ten Bosch**



In 2019 is koning Willem-Alexander met zijn gezin verhuisd naar paleis Huis ten Bosch. Om het paleis weer geschikt te maken voor bewoning, is het eerst helemaal gerenoveerd. De renovatie heeft drie jaar geduurd. Een van de meest opvallende ruimten in het paleis is de DNA-salon. De wanden van deze kamer zijn bekleed met zestigduizend tegeltjes. Die tegeltjes stellen een deel van de erfelijke informatie van de koning voor. In verband met de privacy zijn alleen bepaalde delen van de erfelijke informatie weergegeven. Zo wordt voorkomen dat een deskundige uit de tegeltjes informatie haalt die niet bekend mag worden. Bijvoorbeeld informatie over het voorkomen van bepaalde erfelijke aandoeningen bij de koning. In de kamer zijn ook stukjes DNA te zien van de koningin en de prinsessen. De muren zijn zo een 'portret' van de koninklijke familie.
Om al je genetische informatie weer te geven, zijn drie miljard (3 000 000 000) tegeltjes nodig.

**c** Een portret is een voorstelling van een persoon. Meestal is het een foto of een schilderij.
De ontwerper van de muur noemt de weergave van het DNA ook een portret. Leg uit waarom.

.....

.....

.....

**d** Stel je voor dat alle erfelijke informatie van de koning bekend wordt.
Is het mogelijk dat een kunstenaar aan de hand van die informatie een goed gelijkend portret schildert? Leg je antwoord uit.

.....

.....

**4** In afbeelding 7 zie je twee keer een stukje DNA: links staat de volgorde uit een allel van de moedercel, rechts staat hetzelfde stukje DNA uit de dochtercel.
Heeft bij de celdeling een mutatie plaatsgevonden? Leg je antwoord uit.

.....

**Afb. 7**

Cel 1: moedercel

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **C** | **C** | **A** | **G** | **T** | **G** |
| G | G | T | C | A | C |

Cel 2: dochtercel

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **C** | **C** | **A** | **C** | **T** | **G** |
| G | G | T | G | A | C |

**5** Onderzoekers werken nog steeds aan het verbeteren en aanvullen van de evolutietheorie. Daarom wordt onderzoek gedaan naar verwantschap van soorten die vroeger leefden met soorten die nu voorkomen. DNA-onderzoek is daarbij erg belangrijk. Met moderne technieken kan DNA worden geïsoleerd uit fossiele overblijfselen tot wel 100 000 jaar oud.
Je ziet een stukje DNA met basenparen dat afkomstig is uit een fossiel.

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **T** | **C** | **T** | **A** | **G** | **C** | **G** | **A** | **T** | **T** |
| A | G | A | T | C | G | C | T | A | A |

Je ziet hier vier stukjes DNA die afkomstig zijn van hedendaagse soorten.

**a** Vul de ontbrekende basen in. Soort 1 is al ingevuld.

Soort 1

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **T** | **C** | **G** | **A** | **T** | **C** | **G** | **T** | **T** | **T** |
| A | G | C | T | A | G | C | A | A | A |

Soort 2

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **A** | **C** | **G** | **A** | **A** | **T** | **G** | **G** | **T** | **A** |
| | | | | | | | | | |

Soort 3

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **A** | **G** | **T** | **A** | **C** | **G** | **G** | **T** | **A** | **T** |
| | | | | | | | | | |

Soort 4

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **T** | **C** | **C** | **A** | **G** | **C** | **C** | **A** | **T** | **T** |
| | | | | | | | | | |

**b** Welke soort is waarschijnlijk het meest verwant aan het fossiel?

- ○ A soort 1
- ○ B soort 2
- ○ C soort 3
- ○ D soort 4

**6** Een stier heeft meerdere kalveren verwekt die zich hebben ontwikkeld tot uitstekende melkkoeien. Deze koeien geven meer melk dan gemiddeld. De fokker wil nagaan welke mannelijke nakomelingen in de toekomst deze eigenschap kunnen doorgeven. Deze mannelijke kalveren kunnen dan voor veel geld worden verkocht. Door DNA-onderzoek wordt bepaald welk mannelijk kalf het meest geschikt is als fokstier. De DNA-volgorde voor deze eigenschap is hierna sterk vereenvoudigd weergegeven (in werkelijkheid zijn voor elke eigenschap duizenden basenparen nodig!).

DNA fokstier

| **A** | **T** | **T** | **C** | **G** | **G** | **T** | **A** | **A** | **C** | **T** | **G** | **T** | **A** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T | A | A | G | C | C | A | T | T | G | A | C | A | T |

DNA kalf 1

| **A** | **T** | **T** | **C** | **G** | **G** | **T** | **A** | **A** | **T** | **C** | **C** | **T** | **A** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T | A | A | G | C | C | A | T | T | A | G | G | A | T |

DNA kalf 2

| **A** | **T** | **T** | **C** | **G** | **G** | **T** | **A** | **A** | **C** | **T** | **C** | **T** | **A** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T | A | A | G | C | C | A | T | T | G | A | G | A | T |

DNA kalf 3

| **A** | **T** | **T** | **C** | **G** | **G** | **T** | **A** | **A** | **C** | **T** | **G** | **T** | **A** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T | A | A | G | C | C | A | T | T | G | A | C | A | T |

DNA kalf 4

| **A** | **T** | **A** | **C** | **G** | **G** | **T** | **T** | **A** | **C** | **T** | **G** | **C** | **A** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T | A | T | G | C | C | A | A | T | G | A | C | G | T |

Welk kalf is het meest geschikt als fokstier?

- ○ A kalf 1
- ○ B kalf 2
- ○ C kalf 3
- ○ D kalf 4

Ga naar de *Flitskaarten*.

# 8 Tweelingen

## LEERDOEL

5.8.14 Je kunt beschrijven hoe een twee-eiige en een eeneiige tweeling ontstaan.

| TAXONOMIE | LEERDOEL EN OPDRACHTEN |
|---|---|
| | 5.8.14 |
| Onthouden | 1ab |
| Begrijpen | 1cd, 3, 4 |
| Toepassen | 2 |
| Analyseren | |

**Bij de ovulatie komt meestal één eicel vrij uit een eierstok. Maar soms komen er bij de ovulatie twee eicellen vrij. In beide gevallen kan een tweeling ontstaan.**

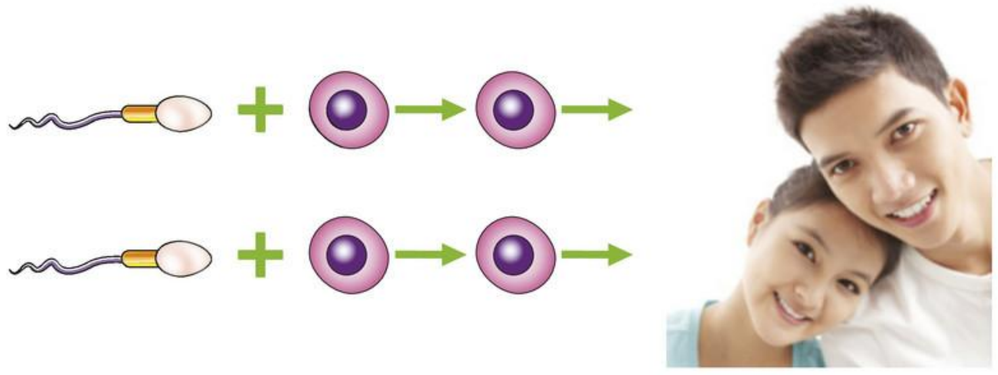
### BEVRUCHTING

Bij ongeveer een op de tachtig zwangerschappen wordt een tweeling geboren. Hiervan is twee derde twee-eiig en een derde eeneiig. Kinderen die samen een twee-eiige tweeling vormen, verschillen net zo veel van elkaar als broers en zussen die enkele jaren na elkaar zijn geboren. Een eeneiige tweeling bestaat altijd uit twee jongens of twee meisjes die sprekend op elkaar lijken.

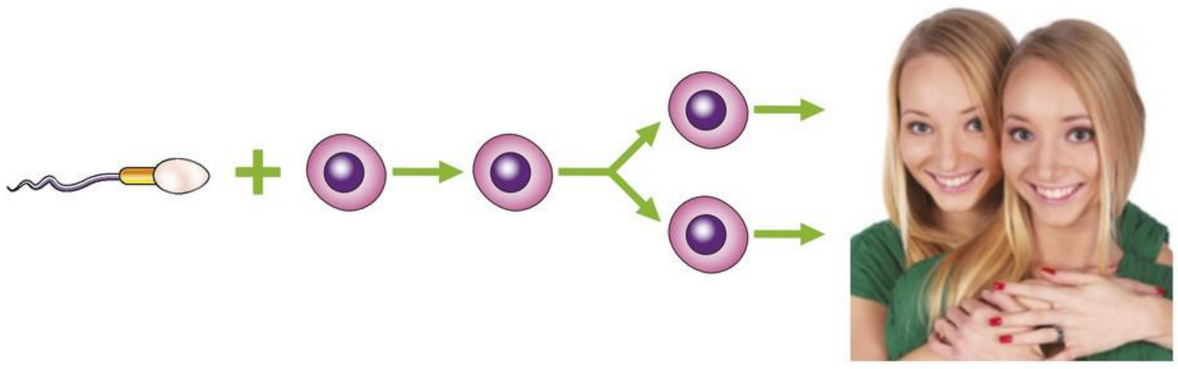
Als er bij de ovulatie twee eicellen vrijkomen, kan elk van deze eicellen worden bevrucht door een zaadcel. Uit beide bevruchte eicellen kunnen klompjes cellen ontstaan die zich innestelen in het baarmoederslijmvlies. Er ontwikkelt zich dan een tweeling. Omdat deze tweeling uit twee bevruchte eicellen is ontstaan, noem je dit een **twee-eiige tweeling** (zie afbeelding 1.1).

Een tweeling kan ook ontstaan uit één bevruchte eicel. Tijdens de eerste delingen van de bevruchte eicel raken de cellen van elkaar los. Er ontstaan dan twee klompjes cellen die zich innestelen in het baarmoederslijmvlies. Er ontwikkelt zich dan een **eeneiige tweeling** (zie afbeelding 1.2). Het komt ook voor dat er meer dan twee kinderen tegelijk worden geboren (zie afbeelding 2).

**Afb. 1** Tweelingen.



1 twee-eiige tweeling



2 eeneiige tweeling

**Afb. 2**

## De vierling

*De vierling* was een tv-serie over het dagelijks leven van een vierling. Tessa, Esmé, Lisa en Bo lijken als vier druppels water op elkaar. Al hun hele leven worden ze nagekeken en als ware attractie beschouwd. In de schijnwerpers staan is hen dan ook niet vreemd. Maar jezelf elke dag op televisie zien in een eigen tv-serie was ook voor de meiden uit Hardenberg een nieuwe belevenis.



## OPDRACHTEN

**1**

**a** Uit hoeveel bevruchte eicellen ontstaat een twee-eiige tweeling? *1 / 2*
Uit hoeveel bevruchte eicellen ontstaat een eeneiige tweeling? *1 / 2*

**b** Hoeveel zaadcellen zijn betrokken geweest bij de bevruchting als een twee-eiige tweeling ontstaat? *1 / 2*
Hoeveel zaadcellen zijn betrokken geweest bij de bevruchting als een eeneiige tweeling ontstaat? *1 / 2*

**c** Wanneer hebben twee kinderen van dezelfde ouders hetzelfde genotype?

- ○ A Als ze een eeneiige tweeling vormen.
- ○ B Als ze een twee-eiige tweeling vormen.
- ○ C Als ze enkele jaren na elkaar geboren zijn.

**d** Jan-Willem beweert dat twee kinderen die een eeneiige tweeling vormen, altijd van hetzelfde geslacht zijn. Fleur beweert dat een eeneiige tweeling uit een jongen en een meisje kan bestaan.
Wie heeft gelijk? Leg je antwoord uit.

.....

.....

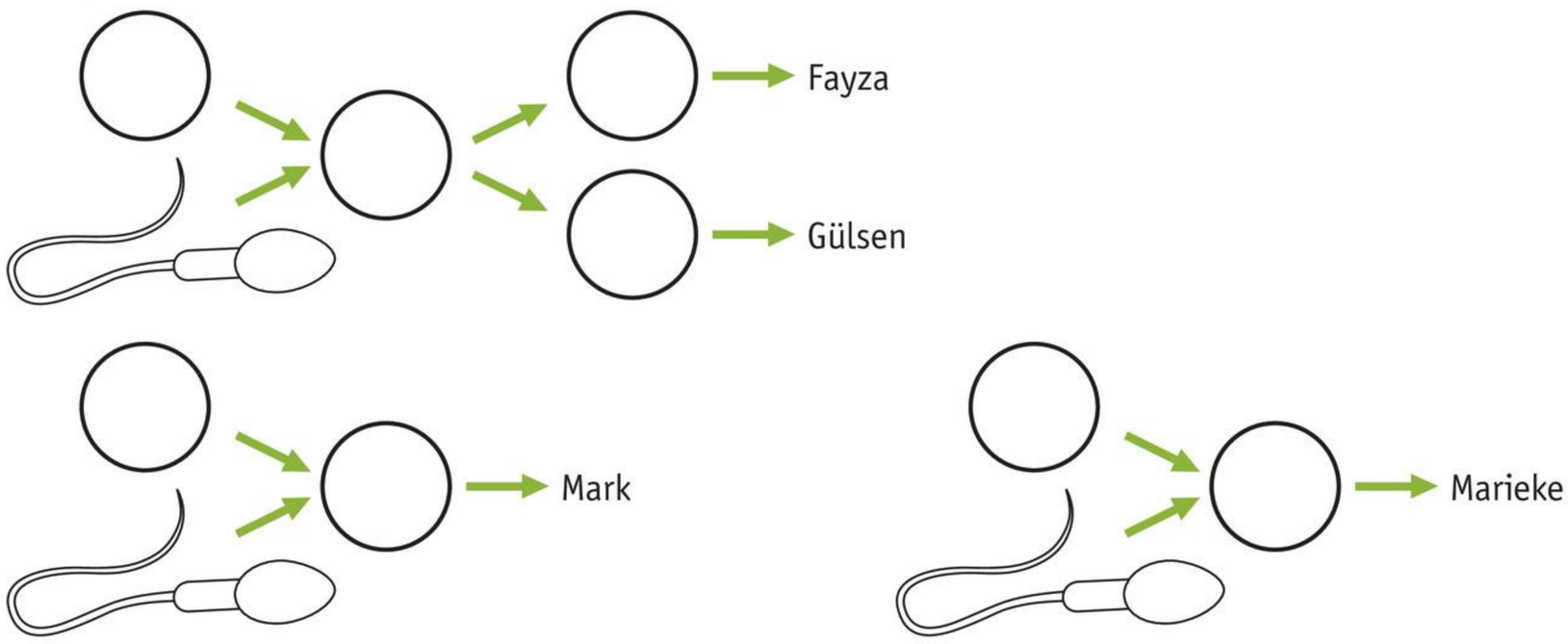
.....

.....

**2**

**a** In afbeelding 3 is schematisch getekend hoe tweelingen ontstaan. De eerste tweeling bestaat uit twee zusjes: Fayza en Gülsen. Mark en Marieke zijn broer en zus.
Geef in elke cel de geslachtschromosomen weer. Doe dat door X en/of Y in te vullen.

**Afb. 3**



**b** Bij een zwangerschap kan ook een meerling ontstaan van drie of meer kinderen. Een drieling is meestal drie-eiig, maar kan ook bestaan uit een eenling en een eeneiige tweeling.
- Laat met een tekening zien hoe een drieling ontstaat die bestaat uit een vrouwelijke eenling en een mannelijke eeneiige tweeling.
- Geef in alle cellen de geslachtschromosomen aan met X en/of Y.

**3** Lees de tekst 'Rookrimpels' in afbeelding 4.

**a** Deze tweeling heeft *hetzelfde* / *een verschillend* genotype.

**b** Door welke invloed uit het milieu wordt het verschil in fenotype (onder andere) veroorzaakt?

.....

**Afb. 4** Een eeneiige tweeling.

**Rookrimpels**

Roken is niet alleen slecht voor je hart en je longen. Je krijgt er ook rimpels en een futlozer uiterlijk van. Dat was al langer bekend, maar het werd heel duidelijk na het verschijnen van foto's van een eeneiige 52-jarige tweeling. De een rookte meer dan een pakje sigaretten per dag, de ander raakte nooit een sigaret aan. Op de foto's is duidelijk te zien wie de rookster is. De rookster heeft niet alleen rimpels, maar ook slapper haar. Roken zou vooral een bepaald gen actief maken dat ervoor zorgt dat een enzym wordt geproduceerd dat collageen afbreekt. Collageen is een stof die de huid elastisch houdt.



1 nooit gerookt



2 rookster

**4** In afbeelding 5 is het ontstaan van tweelingen schematisch getekend. Elke cirkel stelt een cel voor.

**a** Welke tweeling is eeneiig? *tweeling A / tweeling B*

**b** Hoeveel zaadcellen waren betrokken bij de bevruchting voor het ontstaan van tweeling A? *1 / 2*

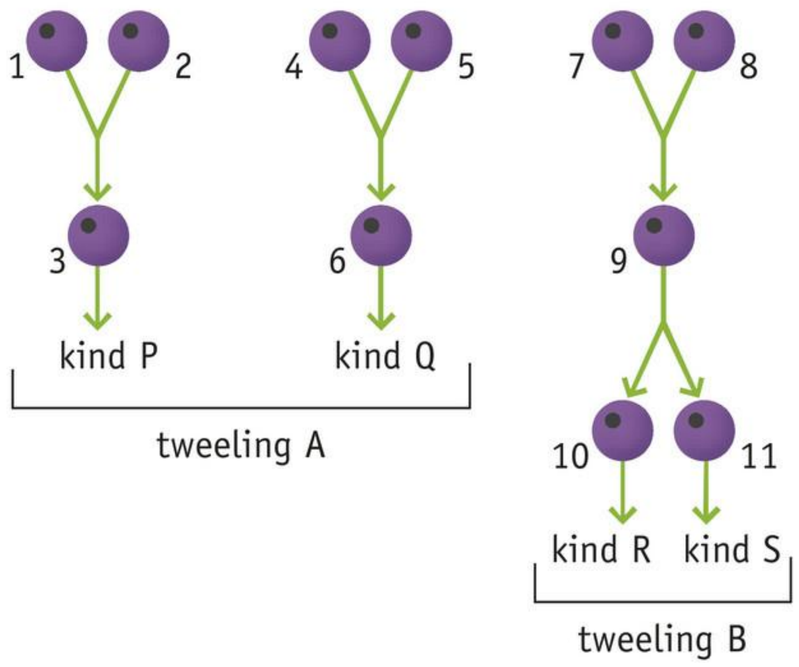
**c** Welke cellen in de afbeelding zijn bevruchte eicellen?
cel *1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7 / 8 / 9 / 10 / 11*

**d** Welke cellen zijn geslachtscellen?
cel *1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7 / 8 / 9 / 10 / 11*

**e** Welke cellen bevatten 46 chromosomen?
cel *1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7 / 8 / 9 / 10 / 11*

**f** Bij welke cellen komen de chromosomen enkelvoudig (niet in paren) voor?
bij cel *1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7 / 8 / 9 / 10 / 11*

**Afb. 5**




Ga naar de *Flitskaarten*.

# Leren onderzoeken

## 1 EEN PRESENTATIE GEVEN

► Basisstof 6 | ► Leerdoel 5.0.15

Onderzoekers delen hun onderzoeksresultaten met elkaar. Dit doen ze in een verslag of in een presentatie. In een presentatie vertel je anderen over je onderzoek en je resultaten. Daarbij kun je dia's gebruiken, bijvoorbeeld in PowerPoint. In afbeelding 1 staat hoe je zo'n diapresentatie maakt. Op de dia's zet je geen hele zinnen, maar alleen steekwoorden, afbeeldingen, tekeningen en schema's. Op deze manier ondersteunen de dia's het verhaal dat jij vertelt.

Bij een presentatie geef je alleen de belangrijkste informatie over je onderzoek. Dit is dus anders dan bij een verslag, want daarin beschrijf je je onderzoek zo uitgebreid mogelijk.

**Afb. 1**

### Een presentatie maken van een onderzoek



1 Op de eerste dia zet je de titel van je onderzoek.
Zet daaronder je naam en de naam van degene met wie je samenwerkt.
2 Op de tweede dia komt de inleiding.
Zet hier welk probleem je hebt onderzocht. Je mag ook extra uitleg geven over je onderwerp.
3 Op de derde dia zet je de onderzoeksvraag.
Als je een hypothese hebt, zet je deze ook op de derde dia (onder de onderzoeksvraag).
4 Op de vierde dia zet je de benodigdheden.
Je kunt met afbeeldingen laten zien wat je hebt gebruikt.
5 Op de vijfde dia zet je het werkplan.
Als je een proefopstelling hebt, kun je daar een foto van maken. Die foto kun je dan in deze dia zetten.
6 Op de dia's hierna zet je de resultaten.
Soms heb je bij je resultaten een tabel of grafiek.
Maak de tabel of grafiek zo groot mogelijk. Dan kan je publiek het goed zien. Elke tabel en grafiek krijgt een eigen dia.
7 Op de dia na de resultaten zet je de conclusie.
8 Op de laatste dia komt de evaluatie.
Zet hier puntsgewijs hoe het onderzoek is verlopen. Als iets anders is gegaan dan volgens het werkplan, zet je dit erbij.
Als je bronnen hebt gebruikt bij je onderzoek, maak je na de evaluatie nog een dia met de bronnen.

## OPDRACHT

**1** Je gaat zelf een bronnenonderzoek bedenken en uitvoeren. Je gaat er ook een presentatie over geven. Je docent legt het thema vast waarbinnen je het onderzoek mag bedenken.
Voer je onderzoek als volgt uit:

- Kies een onderzoeksvraag. Elke onderzoeksvraag heeft drie deelvragen. Laat je docent weten welke onderzoeksvraag je kiest.
- Maak een werkplan. Noteer in je werkplan:
  - wat voor bronnen je gaat raadplegen
  - waar je de bronnen gaat zoeken
- Laat je docent het werkplan controleren.
- Voer het onderzoek uit volgens het werkplan. Bewaar de bronnen die:
  - bruikbaar zijn (antwoord geven op een deelvraag)
  - door een deskundige zijn geschreven (betrouwbaar zijn)
  - pas geschreven zijn (actueel zijn)
- Beantwoord de deelvragen met behulp van de bronnen. Als je niet alle deelvragen goed kunt beantwoorden, probeer dan meer bronnen te vinden.
- Bekijk de antwoorden op de deelvragen. Trek hieruit een conclusie.
- Schrijf een evaluatie.
- Maak een diapresentatie van je onderzoek. Gebruik zo min mogelijk hele zinnen. Gebruik zo veel mogelijk steekwoorden, afbeeldingen, tekeningen en schema's.
- Bereid voor wat je bij elke dia precies wilt vertellen. Maak een spiekbriefje met steekwoorden.
- Presenteer je onderzoek aan de klas.

# Practica

## 1 NATUURLIJKE SELECTIE

► Basisstof 4 | ► Leerdoel 5.4.9

30-35 minuten

### WAT GA JE DOEN?

In dit practicum ga je natuurlijke selectie nadoen met behulp van gekleurde kralen (een groep organismen). Je gebruikt de gebeurtenissen in afbeelding 1. Je houdt in een tabel bij hoe de samenstelling van de groep na elke gebeurtenis verandert.

**Afb. 1**

**Gebeurtenissen per generatie**

**Gebeurtenis 1**
De rode kralen hebben een kenmerk waardoor ze makkelijk gezien worden door roofdieren. Van de rode kralen blijft 60% leven. Van de andere kleuren blijft 80% leven.

**Gebeurtenis 2**
De groep vindt een dichtbegroeid bos om in te leven. De groene kralen hebben een kenmerk waardoor ze in het bos nog minder opvallen. Hierdoor blijft 90% van de groene kralen leven. Bij de andere kleuren is er niks veranderd vergeleken met gebeurtenis 1.

**Gebeurtenis 3**
Door klimaatverandering worden de zomers steeds heter. Hierdoor neemt de overlevingskans voor bijna alle kleuren met 10% af. De gele kralen hebben een kenmerk waardoor ze beter bestand zijn tegen de hitte. Bij deze kleur neemt de overlevingskans niet af.

**Gebeurtenis 4**
Er is een bosbrand in het leefgebied van de groep. 50% overleeft deze brand niet.

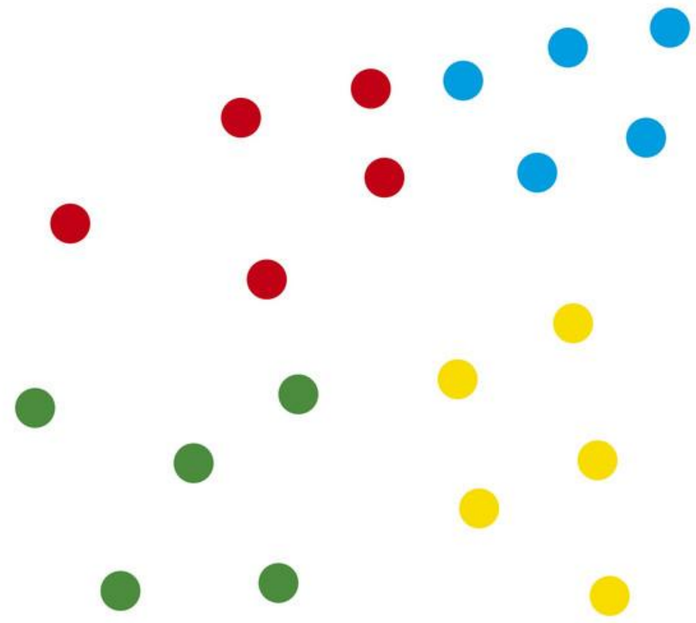
### WAT HEB JE NODIG?

- ☐ 30 blauwe kralen
- ☐ 30 gele kralen
- ☐ 30 groene kralen
- ☐ 30 rode kralen
- ☐ een rekenmachine

### WAT MOET JE DOEN?

- Leg vijf blauwe, vijf gele, vijf groene en vijf rode kralen bij elkaar (zie afbeelding 2). Dit is de eerste generatie van de groep. De samenstelling van deze generatie is al ingevuld in de tabel.

**Afb. 2** De eerste generatie organismen.



**1** Gebeurtenis 1

Lees gebeurtenis 1 in afbeelding 1.

Bij gebeurtenis 1 blijft 60% van de rode kralen in leven.

**a** Hoeveel rode kralen blijven in leven? .....

**b** Hoeveel rode kralen gaan er dood? .....

- Verwijder het aantal rode kralen dat doodgaat uit de groep.

**2** Van de blauwe, gele en groene kralen blijft 80% in leven.

**a** Hoeveel kralen blijven in leven?

- blauw: .....
- geel: .....
- groen: .....

**b** Hoeveel kralen gaan er dood?

- blauw: .....
- geel: .....
- groen: .....

- Verwijder het aantal blauwe, gele en groene kralen dat doodgaat uit de groep.

De groep kralen die je overhoudt, is de groep na gebeurtenis 1. Deze kralen krijgen nakomelingen. Per gekleurde kraal komt er één nakomeling bij met dezelfde kleur.

**3** **a** De rode kralen die nog leven, krijgen nakomelingen. Per rode kraal komt er één nakomeling bij.

Hoeveel rode kralen voeg je toe aan de groep? .....

**b** Ook de blauwe, gele en groene kralen krijgen nakomelingen. Per kraal komt er een nakomeling bij met dezelfde kleur.
Hoeveel blauwe, gele en groene kralen voeg je toe aan de groep?

- blauw: .....
- geel: .....
- groen: .....

- Voeg de nakomelingen toe aan de groep. De groep bestaat nu uit twee generaties.
- Noteer in de tabel bij generatie 2 het aantal kralen per kleur dat je nu hebt.

| Aantal generaties | Aantal blauwe kralen | Aantal gele kralen | Aantal groene kralen | Aantal rode kralen |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |

**4** Gebeurtenis 2

Lees gebeurtenis 2 in afbeelding 1.

De overlevingskans van een van de kleuren is veranderd.

**a** Hoeveel kralen blijven leven? Rond je antwoorden af naar hele getallen.

- blauw: ..... % van ..... kralen = ..... = ..... kralen
- geel: ..... % van ..... kralen = ..... = ..... kralen
- groen: ..... % van ..... kralen = ..... = ..... kralen
- rood: ..... % van ..... kralen = ..... = ..... kralen

**b** Hoeveel kralen gaan er dood?

- blauw: .....
- geel: .....
- groen: .....
- rood: .....

- Verwijder het aantal blauwe, gele, groene en rode kralen dat doodgaat uit de groep.

De kralen die nu nog leven, krijgen weer nakomelingen: één per gekleurde kraal.

- Voeg de nakomelingen toe aan de groep. De groep bestaat nu uit drie generaties.
- Noteer in de tabel bij generatie 3 het aantal kralen per kleur dat je nu hebt.

**5** Gebeurtenis 3

Lees gebeurtenis 3 in afbeelding 1.

De overlevingskans van sommige kleuren is weer veranderd.

**a** Hoeveel kralen blijven er van elke kleur leven? Rond af naar hele getallen.

- blauw: .....
- geel: .....
- groen: .....
- rood: .....

**b** Hoeveel kralen gaan er van elke kleur dood?

- blauw: .....
- geel: .....
- groen: .....
- rood: .....

- Verwijder het aantal blauwe, gele, groene en rode kralen dat doodgaat uit de groep.

Per gekleurde kraal komt er weer één nakomeling bij met dezelfde kleur.

- Voeg deze nakomelingen toe aan de groep. De groep bestaat nu uit vier generaties.
- Noteer in de tabel bij generatie 4 het aantal kralen per kleur dat je nu hebt.

**6** Gebeurtenis 4

Lees gebeurtenis 4 in afbeelding 1.

Nu is de overlevingskans niet per kleur, maar voor de hele groep. Of een kraal blijft leven of niet, hangt dus niet meer af van de kleur.

- Doe je ogen dicht. Verwijder de helft van de kralen uit de groep, zonder te kijken.

Per gekleurde kraal komt er weer één nakomeling bij met dezelfde kleur.

- Voeg deze nakomelingen toe aan de groep. De groep bestaat nu uit vijf generaties.
- Noteer in de tabel bij generatie 5 het aantal kralen per kleur dat je nu hebt.

Leg uit dat bij gebeurtenis 4 geen sprake is van natuurlijke selectie.

.....

.....

.....

## 2 SCHEDELS VAN KNAAGDIEREN VERGELIJKEN

► Basisstof 5 | ► Leerdoel 5.5.11

**20-30 minuten**

### WAT GA JE DOEN?

In dit practicum vergelijk je de schedels van drie knaagdieren.

### WAT HEB JE NODIG?

- ☐ een schedel van een eekhoorn
- ☐ een schedel van een konijn
- ☐ een schedel van een veldmuis

### WAT MOET JE DOEN?

- Bestudeer de drie verschillende schedels.
- Kijk welke overeenkomsten en welke verschillen je ziet. Kijk bijvoorbeeld naar de tanden, de vorm, de delen en de grootte van de schedel.

### OPDRACHT

**1** **a** Welke overeenkomsten zie je bij alle drie de schedels? Noteer er minstens twee.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**b** Welke verschillen zie je tussen de schedels? Noteer er minstens twee.

.....

.....

.....

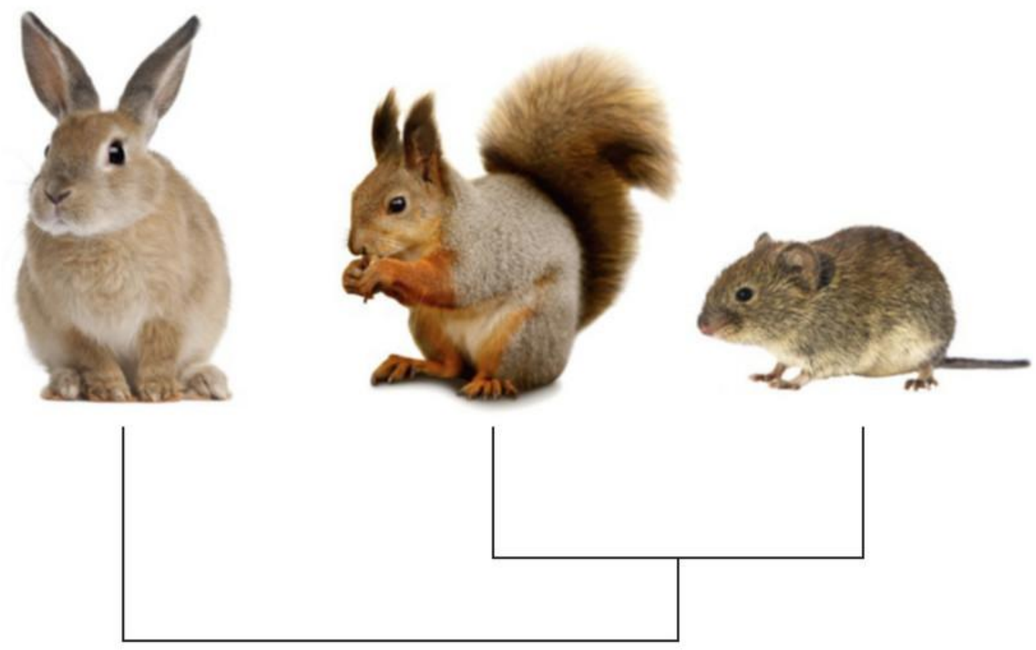
.....

.....

**c** Bekijk de stamboom in afbeelding 3.
Welk dier is het meest verwant met de eekhoorn? *konijn / veldmuis*

**d** Komt de verwantschap overeen met de overeenkomsten en verschillen die je hebt gevonden? *ja / nee*

**Afb. 3** Stamboom.



# Samenvatting

BASIS 1

## GENOTYPE EN FENOTYPE

**1 Je kunt benoemen dat alle cellen van je lichaam dezelfde erfelijke informatie bevatten.**

- Chromosomen zijn dunne 'draden' in elke celkern.
  - Ze bestaan voor een groot deel uit de stof DNA.
  - DNA bevat de informatie voor erfelijke eigenschappen.
  - Elke celkern bevat de complete informatie voor alle erfelijke eigenschappen van een organisme.

**2 Je kunt omschrijven wat het genotype en het fenotype zijn.**

- Genotype: de informatie voor de erfelijke eigenschappen van een organisme.
  - Gen: de stukjes DNA die samen de informatie bevatten voor een erfelijke eigenschap.
  - Alle genen in een celkern samen vormen het genotype.
  - Het genotype van een organisme ontstaat op het moment van bevruchting.
- Fenotype: de eigenschappen van een organisme, waaronder het uiterlijk.
  - Het fenotype komt tot stand door het genotype en door invloeden uit het milieu (leefstijl en omgeving).

**3 Je kunt uitleggen dat cellen alleen de erfelijke informatie gebruiken die ze nodig hebben.**

- Een cel gebruikt alleen de genen die hij nodig heeft.
  - De andere genen zijn in deze cel niet actief (staan uit).
  - Dit hangt samen met de functie van een cel. Bijv.: in levercellen staan de genen voor galproductie aan. In hoofdhuidcellen staan deze genen uit.
  - Een gen kan een beetje tot erg actief zijn (zacht of hard staan).

BASIS 2

## CHROMOSOMEN EN GENEN

**4 Je kunt uitleggen hoe elk van de ouders 50% van de chromosomen levert.**

- In lichaamscellen komen de chromosomen in paren voor.
  - De twee chromosomen van een paar bestaan uit dezelfde genen.
  - Bij een mens bevat de kern van elke lichaamscel 23 paren chromosomen.
  - Van elk chromosomenpaar is één chromosoom afkomstig van de moeder en het andere van de vader.
- De twee genen van een chromosomenpaar bevatten informatie voor dezelfde erfelijke eigenschap.
  - Deze informatie kan gelijk of ongelijk zijn. Bijv. het gen voor de haarvorm kan informatie bevatten voor steil haar en/of voor krullend haar.
- In geslachtscellen komen de chromosomen enkelvoudig voor.
  - Bij een mens bevat de kern van elke geslachtscel 23 chromosomen.
  - Bij bevruchting komen de chromosomen van de moeder en van de vader bij elkaar in de bevruchte eicel.

**5 Je kunt aangeven dat bij mensen het geslacht wordt bepaald door de geslachtschromosomen.**

- Geslachtschromosomen: het 23e chromosomenpaar:
  - vrouw: twee X-chromosomen (XX)
  - man: een X- en een Y-chromosoom (XY)
  - intersekse: bijv. meisje met XY, jongen met XX

BASIS 3

## VARIATIE IN GENOTYPEN

**6 Je kunt uitleggen hoe door geslachtelijke voortplanting variatie in genotypen ontstaat.**

- Bij de vorming van geslachtscellen komt van elk chromosomenpaar één chromosoom in een geslachtscel terecht.
  - Geslachtscellen ontstaan door een speciale celdeling: de meiose.
  - Bij meiose worden de chromosomen verdeeld over de dochtercellen (geslachtscellen).
  - Welk van beide chromosomen in een geslachtscel terechtkomt, is afhankelijk van het toeval.
  - Bij geslachtscellen komen daardoor veel verschillende genotypen voor.
- Bij geslachtelijke voortplanting versmelt de kern van een zaadcel met de kern van een eicel.
  - Welk genotype deze geslachtscellen hebben, is afhankelijk van het toeval.
  - Bij geslachtelijke voortplanting ontstaat variatie in genotypen.

**7 Je kunt omschrijven wat een mutatie is.**

- Mutatie: een verandering van het genotype.
  - Mutant: een organisme waarbij een mutatie in het fenotype zichtbaar is.
- Als een mutatie optreedt in een lichaamscel, heeft dit meestal geen gevolgen.
  - Het genotype van de andere lichaamscellen blijft ongewijzigd.
- Als een mutatie optreedt in een geslachtscel, kan dit wel een grote uitwerking hebben.
  - Is deze geslachtscel betrokken bij bevruchting, dan bevat elke lichaamscel van de nakomeling het gemuteerde gen.
- Mutaties komen vaker voor na blootstelling aan mutagene invloeden:
  - straling (bijv. radioactieve straling, röntgenstraling of uv-straling in zonlicht)
  - bepaalde chemische stoffen (bijv. asbest, stoffen in sigarettenrook)

**8 Je kunt omschrijven wat kanker is.**

- Ontstaan van kanker: ergens in het lichaam gaat een cel zich ongeremd delen.
  - Oorzaak: mutaties in genen die betrokken zijn bij het regelen van celdeling.
  - Er ontstaat een kwaadaardig gezwel (tumor) en de bouw van het weefsel wordt verstoord.
- Uitzaaiing: cellen van de tumor komen in het bloed of in de lymfe terecht.
  - Deze cellen veroorzaken in andere organen nieuwe tumoren.

BASIS 4

## DE EVOLUTIETHEORIE

**9 Je kunt de evolutietheorie beschrijven.**

- Evolutie is de ontwikkeling van het leven op aarde waarbij soorten ontstaan, veranderen en/of verdwijnen.
  - De evolutietheorie gaat uit van een periode van miljoenen jaren, variatie in genotypen, natuurlijke selectie en het ontstaan van nieuwe soorten.
- In de natuur ontstaan voortdurend nieuwe genotypen (en fenotypen).
  - Variatie in genotypen ontstaat door geslachtelijke voortplanting en mutaties.
- Natuurlijke selectie:
  - Individuen met een betere aanpassing aan het milieu hebben een grotere overlevingskans.
  - Van organismen met een gunstig genotype blijven waarschijnlijk veel nakomelingen in leven, die zich kunnen voortplanten.
  - Soorten veranderen als door natuurlijke selectie organismen met een nieuwe, afwijkende vorm blijven voortbestaan en organismen met de oorspronkelijke vorm uitsterven.

- Het ontstaan van nieuwe soorten door isolatie:
  - Een groep organismen van één soort raakt geïsoleerd (gescheiden) van de rest van de soort.
  - Beide groepen ontwikkelen zich langdurig gescheiden in verschillende milieus.
  - Na verloop van tijd zijn er zoveel verschillen ontstaan dat organismen van de twee groepen zich niet meer onderling kunnen voortplanten. Er zijn twee soorten ontstaan.

BASIS 5

## GESCHIEDENIS VAN HET LEVEN OP AARDE

**10 Je kunt uitleggen hoe fossielen zijn ontstaan.**

- Fossielen: versteende overblijfselen van organismen of afdrukken van organismen in gesteenten.
  - Fossielen ontstaan als resten van organismen van de lucht worden afgesloten door een laag zand of klei. Hierdoor vergaan de resten niet.
  - Harde delen van organismen fossiliseren beter dan zachte delen.
  - Uit gevonden fossielen blijkt dat in de loop van de evolutie soorten zijn ontstaan, veranderd en/of verdwenen.

**11 Je kunt uitleggen dat soorten verwant zijn als ze een gemeenschappelijke voorouder hebben.**

- In een geologische tijdschaal wordt de tijd sinds het ontstaan van de aarde weergegeven.
- Soorten vertonen verwantschap als ze een gemeenschappelijke voorouder bezitten.
  - Hoe langer geleden de gemeenschappelijke voorouder van twee soorten leefde, hoe minder ze verwant zijn.
- Hoe meer het DNA van twee soorten overeenkomt, hoe korter geleden hun gemeenschappelijke voorouder leefde.
- Uit een stamboom van organismen is af te lezen:
  - waaruit groepen organismen zich hebben ontwikkeld;
  - welke groepen veel en welke weinig verwantschap vertonen.

BASIS 6

## DNA-TECHNIEKEN

**12 Je kunt enkele DNA-technieken in de biotechnologie beschrijven.**

- Biotechnologie: verzamelnaam voor technieken waarbij organismen worden gebruikt om producten te vervaardigen voor de mens.
- Genetische modificatie: de mens verandert de erfelijke eigenschappen van andere soorten organismen.
  - Een genetisch gemodificeerd organisme noem je transgeen.
- Recombinant-DNA-technieken: in het DNA van een organisme wordt nieuwe erfelijke informatie aangebracht (bijv. DNA afkomstig van een ander soort organisme).
  - De veranderde organismen kunnen voor de mens voedingsmiddelen, geneesmiddelen, hormonen of enzymen produceren. Bijv. bacteriën kunnen het hormoon insuline produceren, nadat het gen van de mens voor de productie van insuline is ingebracht in de bacteriën.
- Crispr-cas: het DNA van een organisme aanpassen om de eigenschappen te veranderen.
- Discussie: er zijn voor- en tegenstanders van genetische modificatie.
- DNA-tests zijn goedkoop, snel en nauwkeurig.
  - Toepassingen o.a. bij misdaadbestrijding, opsporen van fraude met vlees, opsporen van erfelijke ziekten, verwantschapsonderzoek.
- Synthetische biologie: biologisch materiaal kunstmatig namaken. Bijv. kunstmatig DNA, toepassingen in de toekomst zijn mogelijk opruimen van vervuiling, productie van biobrandstof, dataopslag.

EXTRA 7

## DNA, ALLELEN EN EIWITTEN

**13 Je kunt de bouw en werking van DNA beschrijven.**

- DNA is opgebouwd uit basenparen (A–T en C–G).
  - DNA-volgorde van een gen: de specifieke volgorde van de basen.
  - Hierdoor ontstaat een code met informatie.
  - Het DNA bevat informatie voor het maken van stoffen en voor celprocessen.
- Genen bevatten de informatie voor het maken van eiwitten.
  - Eiwitten bepalen voor een groot deel de kleur, vorm en werking van je lichaam.
  - Voor erfelijke eigenschappen zijn meestal meerdere genen nodig.
- Allel: de informatie in een gen op één chromosoom.
  - De twee allelen van een gen vormen een allelenpaar.

EXTRA 8

## TWEELINGEN

**14 Je kunt beschrijven hoe een twee-eiige en een eeneiige tweeling ontstaan.**

- Een twee-eiige tweeling ontstaat als twee eicellen worden bevrucht.
  - Bij de bevruchting zijn twee zaadcellen betrokken.
  - Een twee-eiige tweeling kan van hetzelfde geslacht zijn, maar kan ook van verschillend geslacht zijn.
- Een eeneiige tweeling ontstaat uit één bevruchte eicel.
  - Bij de bevruchting is één zaadcel betrokken.
  - Tijdens de eerste delingen van de bevruchte eicel laten cellen van elkaar los.
  - Een eeneiige tweeling is altijd van hetzelfde geslacht.

ONDERZOEK

## LEREN ONDERZOEKEN & PRACTICA

**15 Je kunt in tweetallen een presentatie geven.**

Ga naar de *Flitskaarten* en de *Diagnostische toets*.

# 6 Ecologie en duurzaamheid

**Organismen leven in relatie met hun omgeving. Ze hebben voedingsstoffen nodig en veel organismen dienen zelf weer als voedsel voor andere organismen. Uiteindelijk gaan alle organismen dood. De stoffen waaruit ze bestaan, worden dan opnieuw gebruikt.**


**BASISSTOF**

1 Organismen en hun omgeving 200
2 Voedselrelaties en kringlopen 212
3 Samenleven 222
4 Natuurbeheer 230
5 Mens en milieu 239
6 Duurzaamheid 251
Samenhang 260
*Drugsafval: drama voor natuur*

**EXTRA STOF**

7 Cultuurlandschap 265
8 Voedselproductie 269

**ONDERZOEK**

Leren onderzoeken 274
Practica 279

**AFSLUITING**

Samenvatting 291
Diagnostische toets






# 1 Organismen en hun omgeving

## LEERDOELEN

6.1.1 Je kunt de invloeden op organismen indelen in biotische en abiotische factoren.
6.1.2 Je kunt de niveaus van de ecologie beschrijven.
6.1.3 Je kunt een voedselketen en een voedselweb maken.

- Leren onderzoeken 1
- Practicum 1

| TAXONOMIE | LEERDOELEN EN OPDRACHTEN | | |
|---|---|---|---|
| | 6.1.1 | 6.1.2 | 6.1.3 |
| Onthouden | | 2a | 3ab |
| Begrijpen | 1, 4 | 2bc, 4 | 3cd, 4 |
| Toepassen | 10be | 5, 10ace | 8, 9, 10e |
| Analyseren | | | 6, 7, 10d |

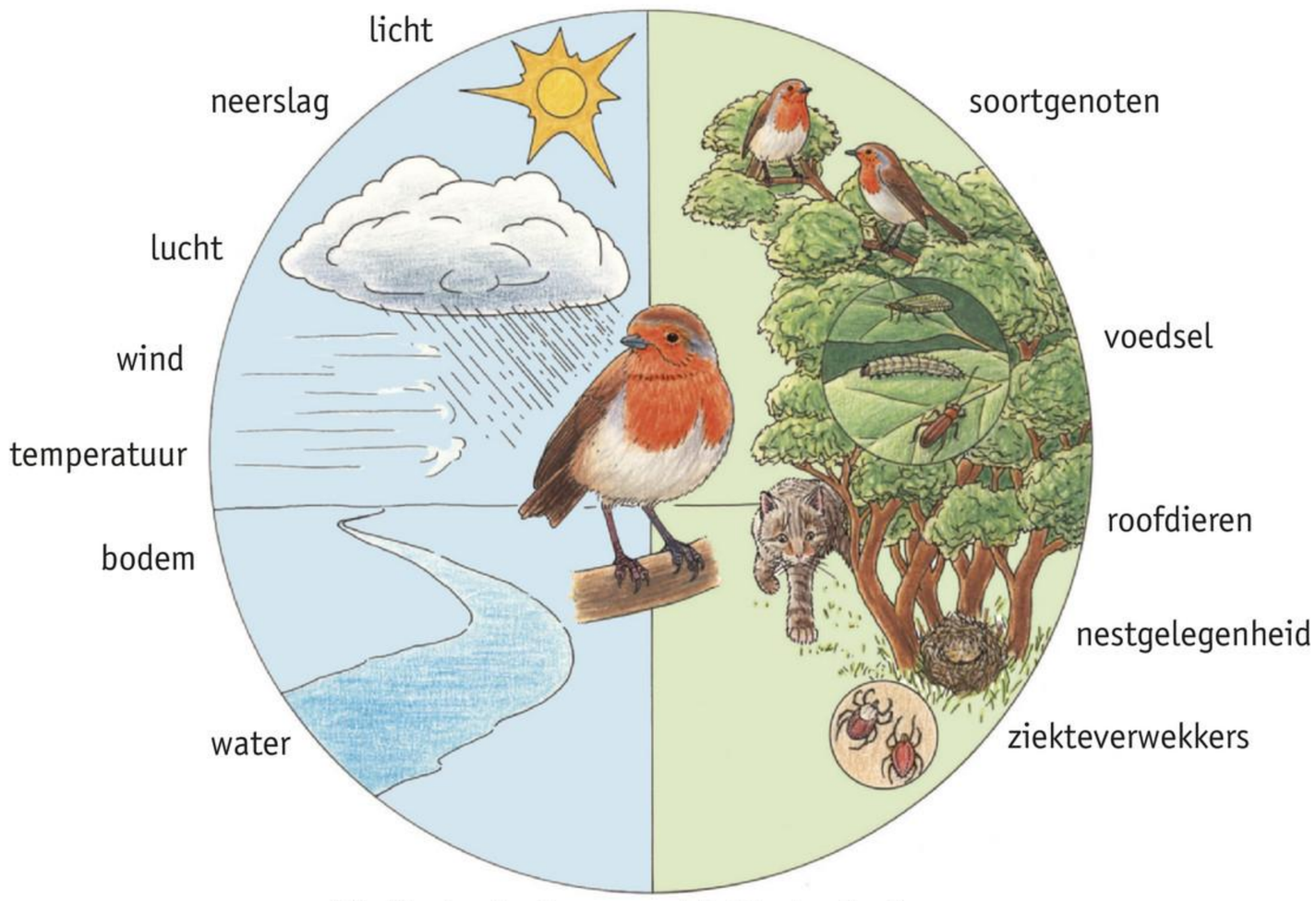
**Elk organisme is afhankelijk van zijn omgeving. Die omgeving bestaat uit andere organismen, maar ook uit levenloze factoren, zoals licht, water en lucht. Veel organismen leven samen in groepen.**

### MILIEU

Het **milieu** (de leefomgeving) heeft invloed op organismen. Maar organismen beïnvloeden ook hun milieu. Planten geven bijvoorbeeld zuurstof af aan het milieu en regenwormen maken gangen waardoor de bodem luchtiger wordt. Het deel van de biologie dat de relaties (betrekkingen) tussen organismen en hun milieu onderzoekt, heet **ecologie**.

Invloeden van de levende natuur noem je **biotische factoren**. Deze invloeden zijn afkomstig van andere organismen. Invloeden die afkomstig zijn van de levenloze natuur noem je **abiotische factoren**. In afbeelding 1 zie je biotische en abiotische factoren die van invloed zijn op een roodborstje.

**Afb. 1** Biotische en abiotische factoren voor een roodborstje.



## DE NIVEAUS VAN DE ECOLOGIE

Biologen bestuderen het leven op verschillende niveaus, zoals een cel, een orgaan en een organisme. Ook in de relaties die ecologen onderzoeken, zijn er verschillende **niveaus** (zie afbeelding 2).

**Afb. 2** De niveaus van de biologie.



Biosfeer: aarde
Het gebied van de aarde (water, bodem en dampkring) waarin leven mogelijk is.



Ecosysteem: Hoge Veluwe
Gebied waarbinnen de biotische en abiotische factoren een eenheid vormen.



Individu: wild zwijn
Organisme, één levend wezen.



Populatie: wilde zwijnen
Een groep organismen van dezelfde soort die in een gebied samenleven.



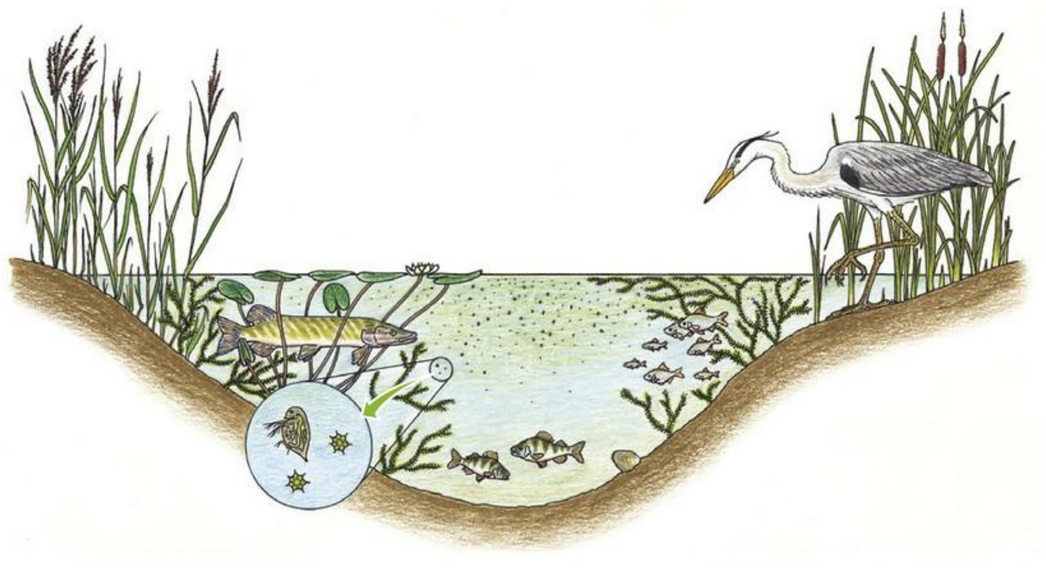
Levensgemeenschap: wilde zwijnen, herten, dassen, eiken, enz.
Alle populaties in een gebied.

Je kunt de relaties tussen één **individu** (een organisme) en het milieu onderzoeken, bijvoorbeeld de invloed van de temperatuur op de groei van één olifant.
Een **populatie** is een groep individuen van dezelfde soort in een bepaald gebied, die zich onderling voortplanten. Een voorbeeld van een relatie tussen een populatie en het milieu is de invloed van de hoeveelheid regen op een populatie olifanten.
In een gebied leven populaties van verschillende soorten. Deze populaties vormen samen een **levensgemeenschap**. De levensgemeenschap in een bos kan bestaan uit populaties van eiken, beuken, adelaarsvarens, regenwormen, spitsmuizen, koolmezen, vossen en nog veel meer soorten. Alle populaties in een bos beïnvloeden elkaar. Ook de abiotische factoren, zoals temperatuur, water en soort bodem, hebben veel invloed in een bos. Alle abiotische factoren in een bepaald gebied samen noem je de **biotoop**.
In een bos vormen de levensgemeenschap en de biotoop samen een eenheid: het **ecosysteem**. Een ecosysteem is een gebied waarbinnen de biotische en de abiotische factoren een eenheid vormen. Voorbeelden van ecosystemen zijn een duingebied, een bos, een sloot en een weiland.
Alle ecosystemen samen vormen de **biosfeer**. De biosfeer is het deel in, op en rond de aarde waar leven mogelijk is.

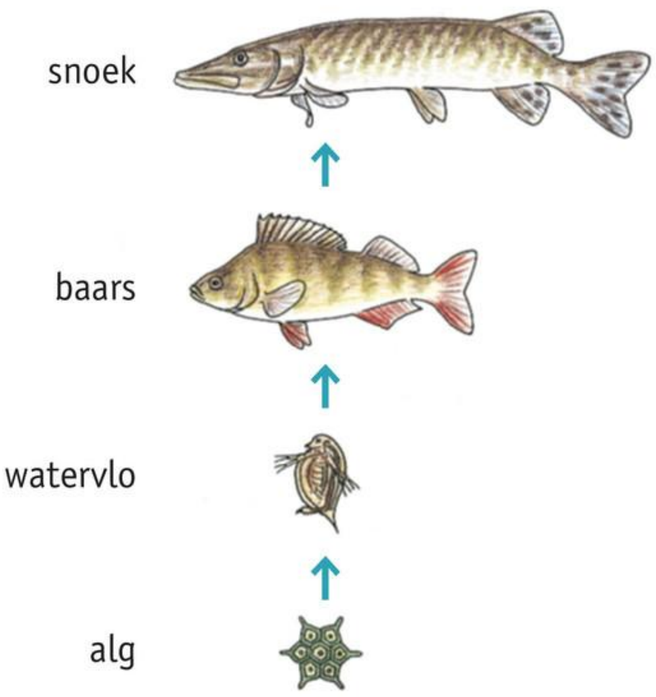
## VOEDSELKETEN

In afbeelding 3 zie je een meer met enkele organismen. In de uitvergroting zie je een watervlo. Watervlooien zijn planteneters. Ze eten algen. Je ziet ook baarzen. Baarzen eten watervlooien. Het zijn vleeseters. Je ziet ook een snoek. Snoeken eten onder andere baarzen.
Alg, watervlo, baars en snoek vormen een **voedselketen** (zie afbeelding 4). Een voedselketen is een reeks soorten waarbij elke soort een voedselbron is voor de volgende soort. Elke voedselbron noem je een **schakel** in de voedselketen. Alle voedselketens beginnen met een plantensoort. In afbeelding 4 is dat een alg. Vervolgens gaat er een pijl naar de tweede schakel: een watervlo (een planteneter). Van de planteneter gaat een pijl naar de derde schakel: een baars (een vleeseter). De tweede, derde en verdere schakels kunnen ook alleseters zijn.

**Afb. 3** Een meertje.

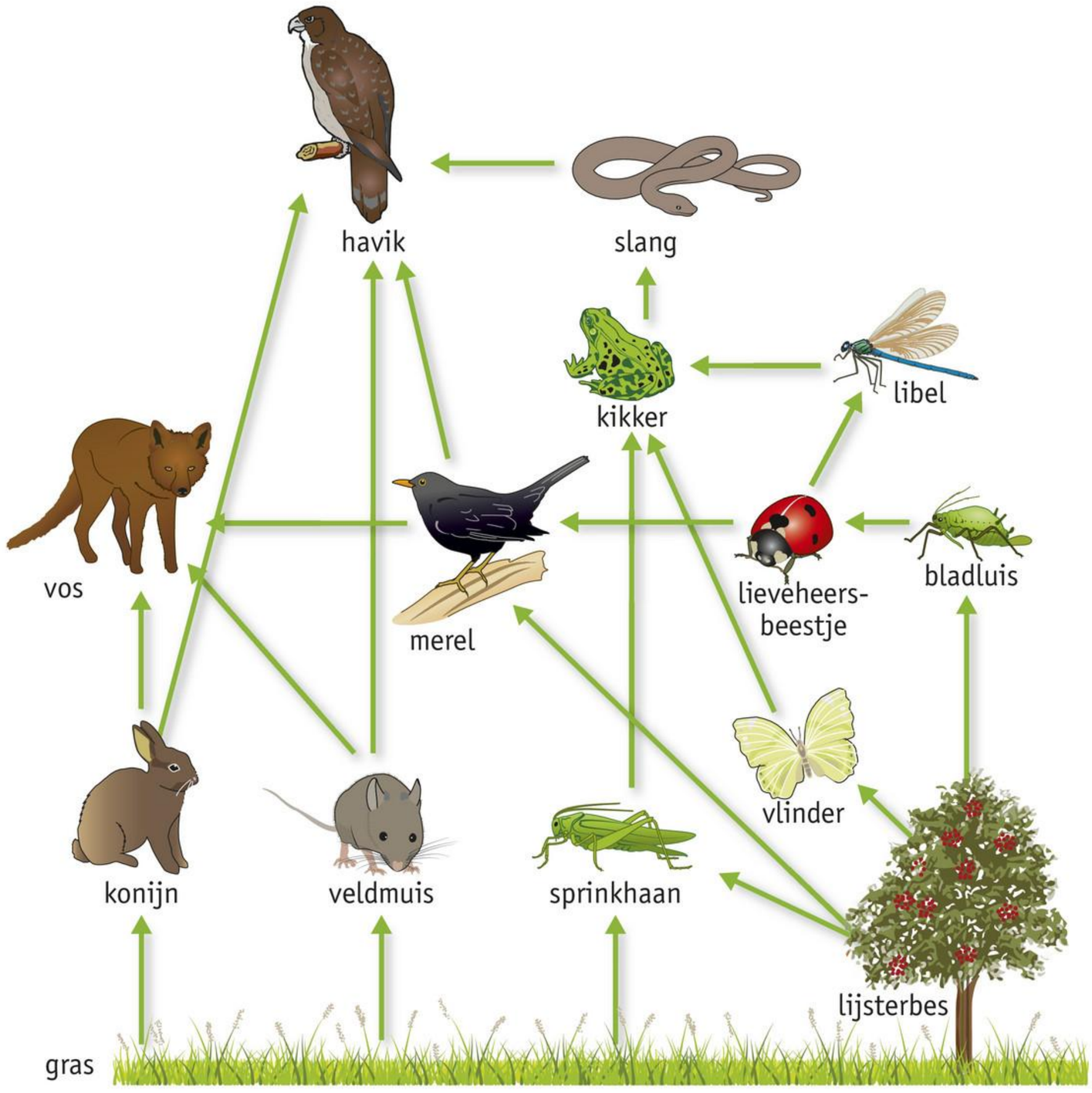


**Afb. 4** Een voedselketen.



In werkelijkheid is er in een ecosysteem nooit maar één voedselketen. Elke soort kan het voedsel zijn voor vele andere soorten. In een ecosysteem lopen dan ook meerdere voedselketens door elkaar. Het geheel van voedselrelaties in een ecosysteem noem je een **voedselweb** (ook wel **voedselnet** genoemd). In afbeelding 5 is een voedselweb weergegeven. In een voedselweb komen behalve planteneters en vleeseters ook alleseters voor. Een voedselweb bestaat uit levende organismen.

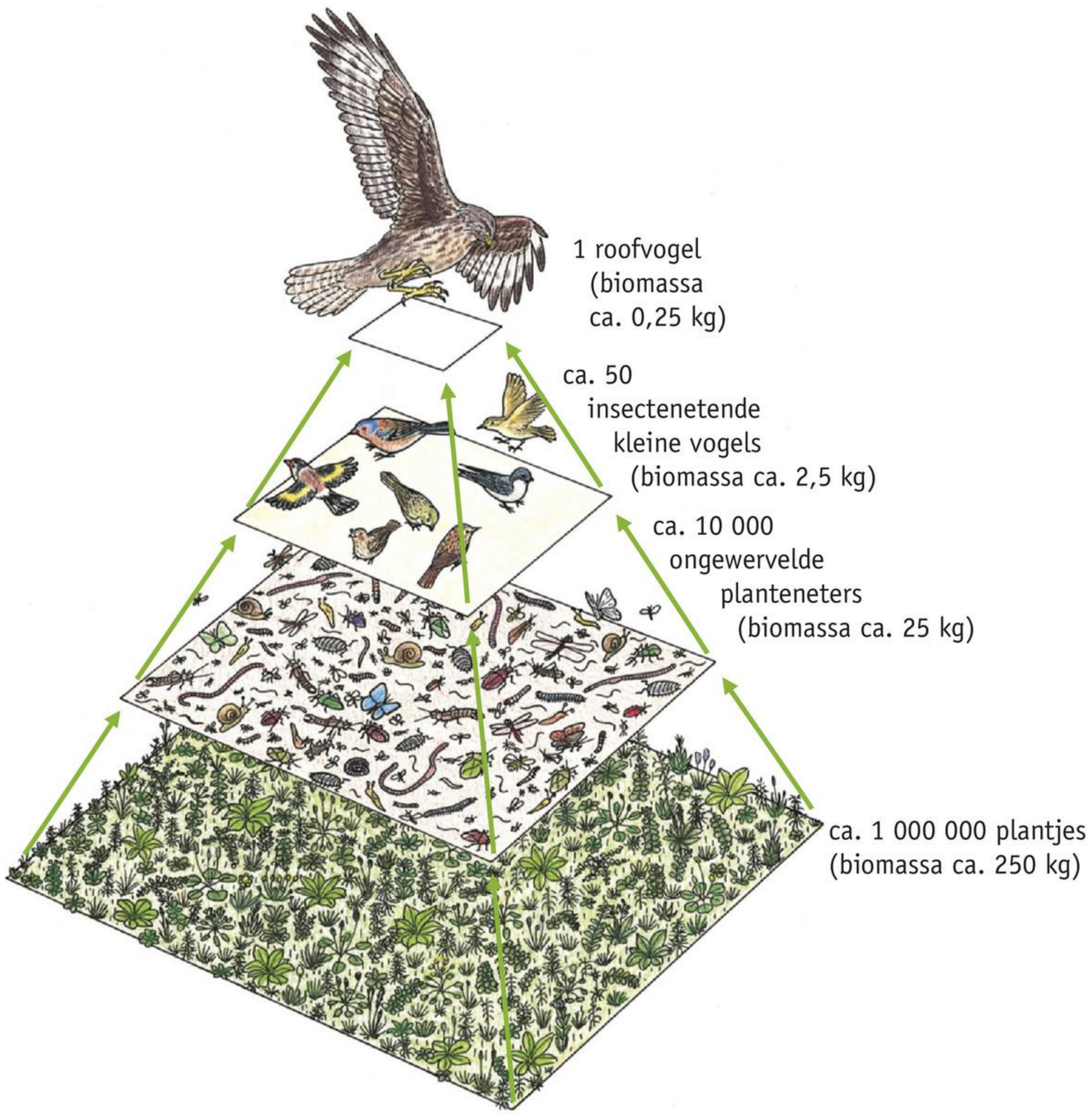
**Afb. 5** Een voedselweb.




## BIOMASSA

Elk organisme bestaat uit veel verschillende stoffen. Sommige van die stoffen zijn energierijk, zoals koolhydraten, eiwitten en vetten. De totale hoeveelheid energierijke stoffen in een organisme noem je de **biomassa** van dat organisme.
Van een voedselketen kun je nagaan hoeveel biomassa elke schakel heeft. Je moet dan de biomassa van alle organismen in een schakel bij elkaar optellen. In afbeelding 6 is bij elke schakel de biomassa weergegeven. Je ziet dat de totale biomassa van de planten in de eerste schakel veel groter is dan die van de planteneters daarboven. In een voedselketen wordt de biomassa in elke volgende schakel kleiner.

**Afb. 6** Piramide van biomassa.

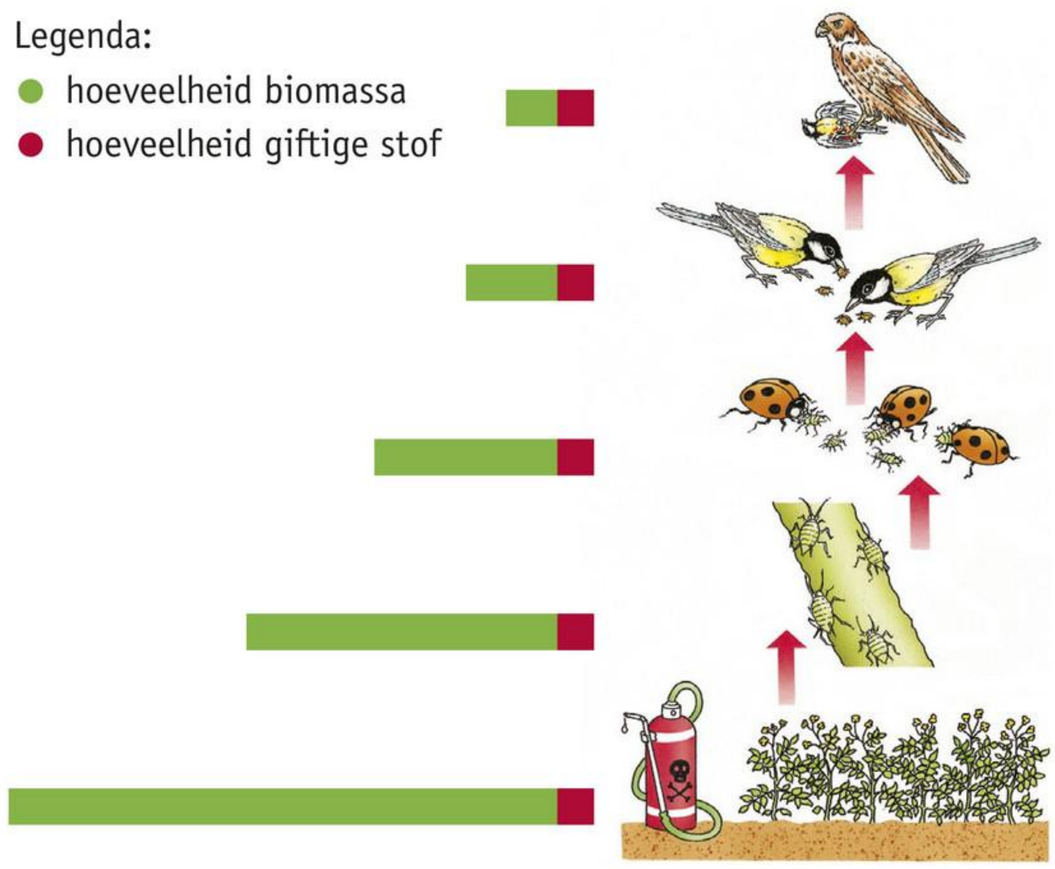



## ACCUMULATIE

Planten nemen stoffen op uit hun omgeving, bijvoorbeeld mineralen en koolstofdioxide. Die stoffen zijn nuttig voor de plant. Maar planten nemen ook stoffen op die ze niet nodig hebben, bijvoorbeeld zware metalen. Dat is een verzamelnaam voor metalen als cadmium, kwik, lood, arseen en tin. Zware metalen zijn **giftig** (schadelijk voor organismen). Ze komen in het milieu terecht door de industrie, door uitlaatgassen van auto's en door verbranding van kolen en afval.
Een plant kan de zware metalen niet gebruiken en hij kan ze ook niet kwijtraken. Daardoor blijven deze stoffen in de plantencellen zitten en komen ze in de voedselketen terecht. Als een dier de plant eet, komen de stoffen in het dier. Bij dieren worden zware metalen opgeslagen in het vetweefsel. Zo kunnen ze weer worden doorgegeven aan de volgende schakel in de voedselketen. Op deze manier hopen de giftige stoffen zich op in dieren aan het eind van een voedselketen (zie afbeelding 7). Dat noem je opeenhoping of **accumulatie**. Dezelfde hoeveelheid zware metalen komt in een steeds kleinere hoeveelheid biomassa terecht. Dieren aan het eind van de voedselketen hebben daardoor een grotere kans om dood te gaan door de zware metalen.

Niet alleen zware metalen hopen zich op in de voedselketen. Ook chemische middelen uit de landbouw worden doorgegeven in een voedselketen. Door allerlei maatregelen van de regering komen er steeds minder zware metalen en giftige stoffen in het milieu terecht.

**Afb. 7** Accumulatie van giftige stoffen in een voedselketen.




## KENNIS

**1** In afbeelding 8 zie je een groep eenden. Eenden hebben te maken met allerlei invloeden uit de omgeving.

**a** Geef bij elke invloed aan of het een biotische of een abiotische factor is.

- roofdieren *biotisch / abiotisch*
- soortgenoten *biotisch / abiotisch*
- temperatuur *biotisch / abiotisch*
- water *biotisch / abiotisch*
- waterplanten *biotisch / abiotisch*
- wind *biotisch / abiotisch*
- ziekteverwekkers *biotisch / abiotisch*

**b** Bij een biotoop horen alle *biotische / abiotische / biotische en abiotische* factoren.
Bij een levensgemeenschap horen alle *biotische / abiotische / biotische en abiotische* factoren.
Bij een ecosysteem horen alle *biotische / abiotische / biotische en abiotische* factoren.

**Afb. 8** Eenden.



**2** Ecologie gaat over de relaties tussen organismen. Ecologen onderzoeken die relaties op verschillende niveaus.

**a** Noteer de niveaus in de juiste volgorde. Begin met het individu.

1 individu
2 .....
3 .....
4 .....
5 .....

**b** Behoort een wolf tot:

- een ecosysteem? *ja / nee*
- een biotoop? *ja / nee*
- een levensgemeenschap? *ja / nee*

**c** Over welk niveau gaat de beschrijving?

| | | | |
|---|---|---|---|
| A | relatie tussen een groep individuen van dezelfde soort | ◯ | ◯ 1 ecosysteem |
| B | relatie tussen één organisme en de omgeving | ◯ | ◯ 2 individu |
| C | relaties tussen alle populaties in een bepaald gebied | ◯ | ◯ 3 levensgemeenschap |
| D | relaties tussen levende wezens en abiotische factoren | ◯ | ◯ 4 populatie |

## 3

**a** Wat is het verschil tussen een voedselketen en een voedselweb?

.....

.....

.....

**b** Waarmee begint een voedselketen?

.....

**c** In het voedselweb in afbeelding 5 kun je verschillende voedselketens onderscheiden.
De kortste voedselketen bestaat uit drie schakels, de langste uit zeven schakels.
Noteer twee voedselketens die uit drie schakels bestaan.

.....

.....

**d** Noteer de voedselketen van afbeelding 5 die uit zeven schakels bestaat.

.....

## 4

**Samenvatting**

### Biotische en abiotische factoren

Biotische factoren: .....

Abiotische factoren: .....

Voorbeelden van abiotische factoren: .....

.....

### Niveaus van de ecologie

- Organisme: .....
- Populatie: .....
- Levensgemeenschap: .....
- Biotoop: .....
- Ecosysteem: .....

.....

- Biosfeer: .....

**Voedselrelaties**

Voedselketen: .....

.....

Eerste schakel in een voedselketen: .....

Voedselweb: .....

Accumulatie: .....

.....

## INZICHT

**5** In het Texelse duingebied komt een aantal meertjes voor (zie afbeelding 9). In deze meertjes leven onder andere stekelbaarsjes.

**a** Behoren de stekelbaarsjes in de verschillende meertjes tot dezelfde populatie? Leg je antwoord uit.

.....

.....

**b** Maken de stekelbaarsjes in de verschillende meertjes deel uit van dezelfde levensgemeenschap? Leg je antwoord uit.

.....

**c** Maken alle stekelbaarsjes deel uit van hetzelfde ecosysteem? Leg je antwoord uit.

.....

.....

**Afb. 9** Texels duingebied met meertjes.



**6**

In afbeelding 10 zie je een nest eikenprocessierupsen. Deze rupsen voeden zich met de bladeren van de eikenboom. Sluipwespen en sluipvliegen leggen hun eitjes in de eikenprocessierupsen. De larven van de sluipwespen en sluipvliegen eten de rupsen van binnenuit op. De natuurlijke vijanden van sluipwespen en sluipvliegen zijn vogels, zoals vliegenvangers en zwaluwen.
Teken een voedselweb waarin je deze voedselrelaties weergeeft.

**Afb. 10**



**7**

**a** Een weiland levert ongeveer 10 000 kg gras per jaar op.
Kunnen koeien samen per jaar 10 000 kg zwaarder worden, als ze alleen van het gras van dit weiland leven? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

**b** In arme landen moeten mensen vaak leven van een klein stukje vruchtbare grond.
Hoe kunnen ze het meeste voedsel van hun stukje grond krijgen?

- ○ A door er gewassen op te verbouwen
- ○ B door er vee op te laten grazen
- ○ C door er gewassen op te verbouwen én er vee op te laten grazen

**8** In afbeelding 11 zie je een voedselketen. Van elke schakel is de biomassa aangegeven. Bij een onderzoek naar de hoeveelheid DDT (een landbouwgif) is gebleken dat in de schakel van het zoöplankton per 1000 kg zoöplankton 40 mg DDT voorkomt.

**a** Noteer bij elke schakel in kolom 3 van de tabel hoeveel milligram DDT er in totaal in die schakel voorkomt.

**b** Bereken voor elke schakel de concentratie DDT per kilogram biomassa. Noteer dit in kolom 4.

| | Biomassa | Totale hoeveelheid DDT (in mg) | DDT per kg biomassa (in mg) |
|---|---|---|---|
| Zeearend | 3 kg | | |
| Grote vissen | 20 kg | | |
| Kleine vissen | 175 kg | | |
| Zoöplankton | 1000 kg | 40 | |
| Planten | 10 000 kg | | |

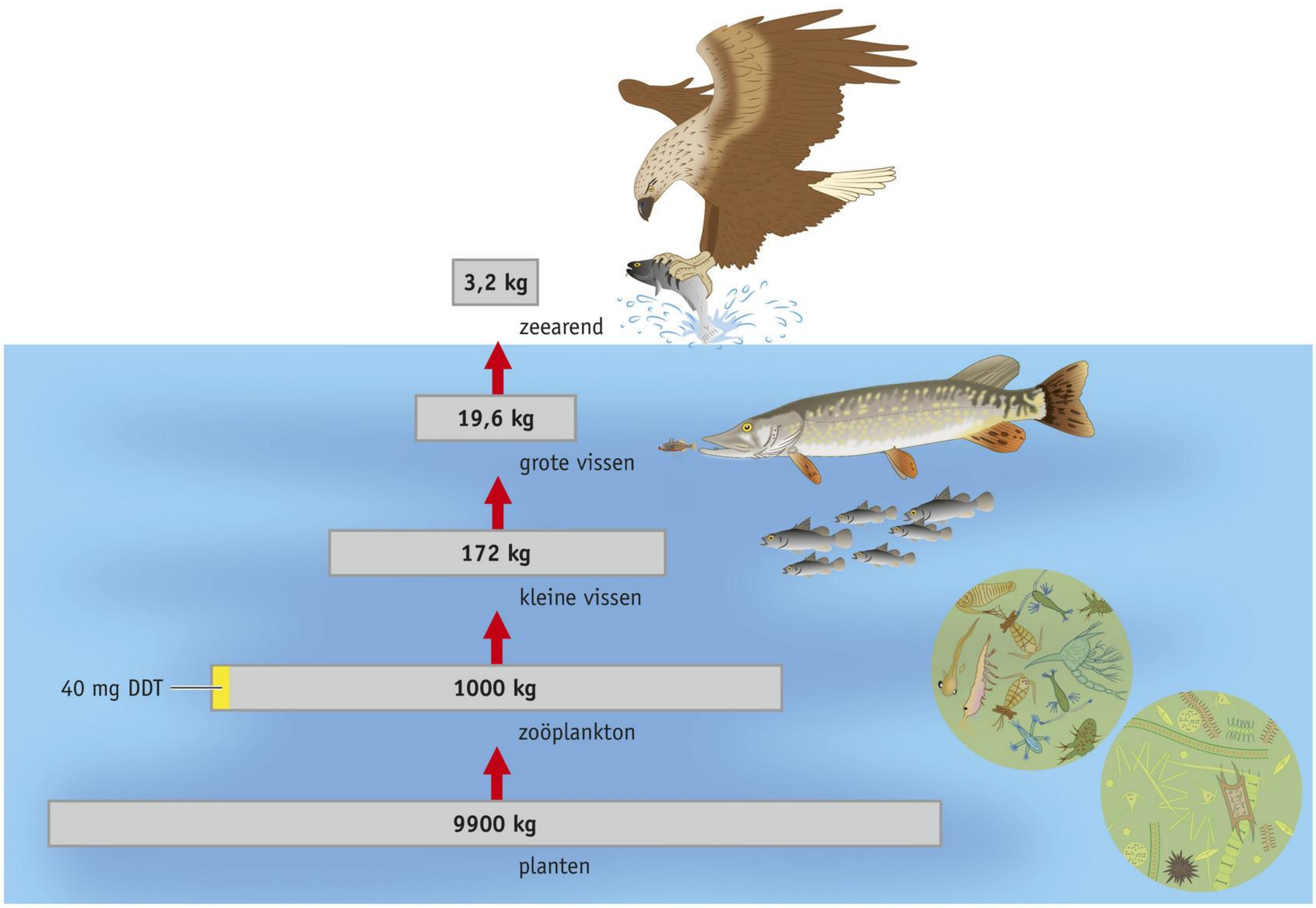
**c** In de jaren tachtig van de vorige eeuw stierven veel zeevogels. Ook dreigden de zeehonden in de Waddenzee uit te sterven. De oorzaak was een zeer hoog gehalte aan giftige stoffen in het lichaam, zoals pcb's (stoffen uit plastics en elektronische apparatuur), DDT en kwik.
Leg uit waarom juist zeevogels en zeehonden stierven als gevolg van deze gifstoffen.

.....

.....

.....

**Afb. 11** Voedselketen.



**+ 9** In een voedselketen wordt de biomassa in elke volgende schakel kleiner.
Leg uit hoe dat komt.

.....

.....

.....

.....

## SAMENHANG beroep

### BOSWACHTER

Frits werkt graag in de buitenlucht en houdt van de natuur. Daarom is hij boswachter geworden. Frits heeft de hbo-opleiding Bos en Natuurbeheer gevolgd.
Soms leidt hij vakantiegangers rond in ‘zijn’ bos. En als hij zijn ronde door het bos maakt, spreekt hij ook bezoekers aan die zich niet aan de regels houden. Bijvoorbeeld bezoekers die afval in het bos achterlaten. Maar eigenlijk is dit maar een klein deel van zijn werk. Het bos dat hij beheert, is een dennenbos. In de toekomst moet dat veranderen in een bos met veel meer verschillende soorten bomen. In zo’n bos kunnen veel meer planten- en diersoorten leven. Daarom moet een deel van de dennenbomen verdwijnen. In afbeelding 12 zie je dat Frits bezig is om te bepalen welke bomen moeten worden omgezaagd. Daarbij let hij ook op de gevolgen daarvan voor planten en dieren die al in dit bos leven.
Bij het ontwikkelen van een gebied gaat het niet alleen om het omzagen van bomen. De waterstand en de samenstelling van de bodem zijn voorbeelden van factoren die ook een rol spelen. Een boswachter heeft veel kennis nodig om veranderingen en onderhoud van een gebied te begeleiden. Dankzij zijn opleiding en ervaring kan Frits alle medewerkers die het werk uitvoeren goed aansturen en begeleiden.

**Afb. 12** Boswachter Frits aan het werk.



**10** Lees de tekst ‘Boswachter’.

**a** Frits moet zijn bos zodanig beheren dat er in de toekomst meer verschillende planten- en diersoorten kunnen leven.
Met welk niveau van de ecologie houdt Frits zich bezig bij het bosbeheer?

- ○ A biosfeer
- ○ B ecosysteem
- ○ C individu
- ○ D levensgemeenschap
- ○ E populatie

**b** In afbeelding 12 zie je hoe Frits nagaat welke bomen moeten worden omgehakt. Als er hier en daar een boom wordt omgehakt, groeien er volgend jaar meer planten en lage struiken.
Welke abiotische factor wordt beïnvloed door het omhakken van enkele bomen?

.....

.....

**c** Frits laat niet alle omgezaagde bomen weghalen. Dood hout zorgt namelijk voor meer leven in het bos.
Leg uit hoe dat kan.

.....

.....

.....

**d** Frits beheert een natuurgebied dat grenst aan een landbouwgebied. In het bos komen haviken voor. Deze roofvogel heeft zijn nest in de bossen, maar jaagt in het landbouwgebied.
In landbouwgebieden worden tegenwoordig steeds minder giftige bestrijdingsmiddelen gebruikt.
Leg uit dat het aantal haviken daardoor toeneemt.

.....

.....

.....

**e** Is boswachter een beroep voor jou? Leg uit waarom.

.....

.....

.....

Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# 2 Voedselrelaties en kringlopen

**LEERDOELEN**

6.2.4 Je kunt de groepen organismen in de kringloop van stoffen onderscheiden.
6.2.5 Je kunt de kringloop van koolstof beschrijven.
6.2.6 Je kunt biologisch afbreekbaar afval en niet-biologisch afbreekbaar afval onderscheiden.

| TAXONOMIE | LEERDOELEN EN OPDRACHTEN | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 6.2.4 | 6.2.5 | 6.2.6 | 6.1.1* | 6.1.3* |
| Onthouden | | 2ab | | | |
| Begrijpen | 1, 4 | 2cde, 4 | 3, 4 | | |
| Toepassen | 6, 9de | 8, 9b | 5abc, 7, 9e | 9c | 9c |
| Analyseren | 9a | 5d | | | |

* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

**Als een organisme wordt opgegeten, komen de energierijke stoffen terecht in de volgende schakel van de voedselketen. In een ecosysteem doorloopt elke stof een kringloop.**

## PRODUCENTEN, CONSUMENTEN EN REDUCENTEN

In planten vindt fotosynthese plaats. Je kunt de fotosynthese weergeven in een vergelijking:

**water + koolstofdioxide + licht → glucose + zuurstof**

De glucose die bij de fotosynthese ontstaat, gebruikt de plant om de stoffen te maken waaruit hij zelf bestaat. Hiervoor heeft de plant ook mineralen (voedingsstoffen uit de bodem) nodig. Planten maken (produceren) het voedsel voor alle andere organismen. Je noemt planten daarom **producenten**. Producenten vormen altijd de eerste schakel in een voedselketen.
Dieren eten (consumeren) de stoffen die door planten zijn gemaakt. Dieren noem je daarom **consumenten**. Dieren bevinden zich in de tweede en volgende schakels van een voedselketen. Planteneters vormen de tweede schakel in een voedselketen, in de derde en volgende schakels komen de vleeseters. In een voedselketen worden de producenten gegeten door **consumenten van de eerste orde**. Zij worden op hun beurt gegeten door **consumenten van de tweede orde**, enzovoort.

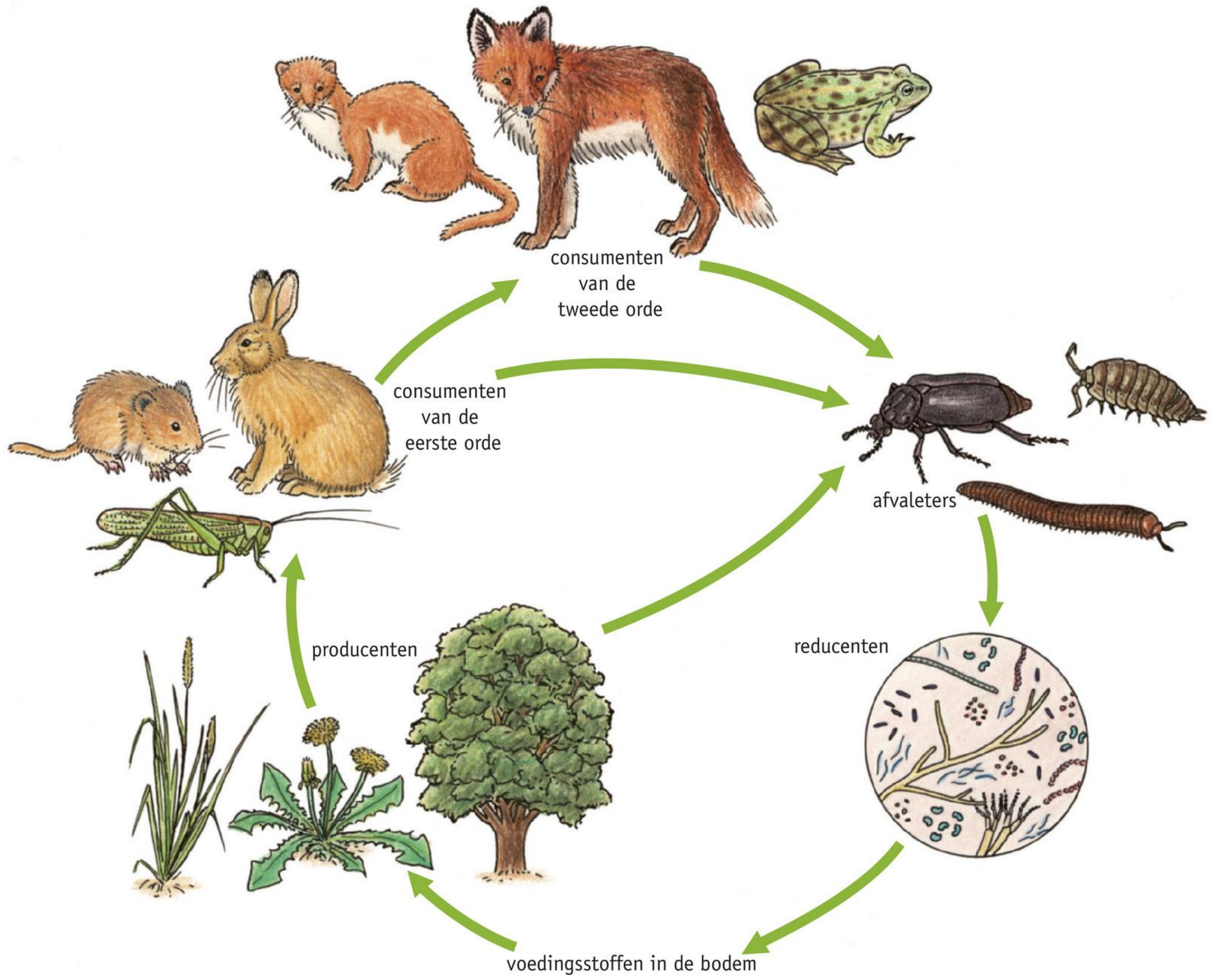
Niet alle planten en dieren worden gegeten. Ze kunnen ook gewoon doodgaan. De dode resten van planten en dieren worden als voedsel gebruikt door **afvaleters** (zie afbeelding 1). De resten die de afvaleters achterlaten, worden verder afgebroken (gereduceerd) door bacteriën en schimmels. Je noemt bacteriën en schimmels daarom **reducenten**.

In de natuur maken alle stoffen een **kringloop** door (zie afbeelding 2). Reducenten zetten de stoffen uit de dode resten van organismen om in koolstofdioxide, mineralen en water. Koolstofdioxide en water kunnen weer door producenten worden opgenomen en bij de fotosynthese worden gebruikt. Ook de mineralen kunnen weer door producenten worden opgenomen. Stoffen van planten komen dus via dieren, afvaleters, bacteriën en schimmels uiteindelijk weer bij planten terecht.

**Afb. 1** Afvaleters.




**Afb. 2** De kringloop van stoffen.

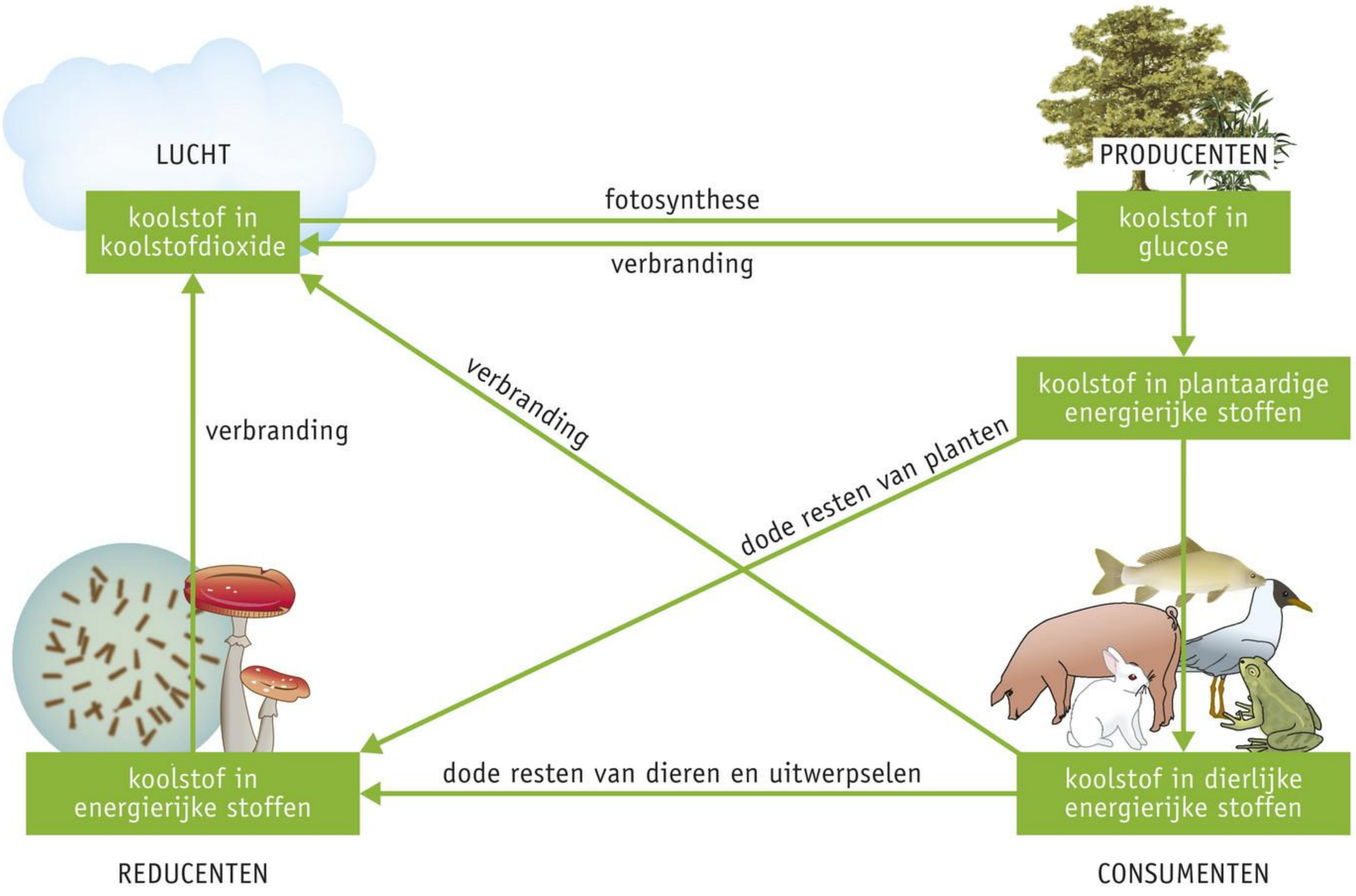



## DE KRINGLOOP VAN KOOLSTOF

In afbeelding 3 is de kringloop van koolstof weergegeven. In deze afbeelding zie je in welke vorm koolstof voorkomt in de lucht, in planten, in dieren en in bacteriën en schimmels.
In de lucht komt koolstofdioxide voor. Koolstofdioxide bestaat uit deeltjes zuurstof en deeltjes koolstof. Planten nemen koolstofdioxide op uit de lucht. Bij de fotosynthese maken ze hiermee glucose en zuurstof. De koolstof uit het koolstofdioxide wordt dan opgenomen in glucose.

Glucose is een energierijke stof die in je lichaam als brandstof wordt verbruikt. De energie in de glucose komt dan vrij. Ook planten gebruiken een deel van de glucose die ze vormen als brandstof. In cellen zonder bladgroen en in het donker wordt glucose verbrand om energie vrij te maken. Hierbij ontstaat koolstofdioxide, dat de planten afgeven aan de lucht. Een ander deel van de gevormde glucose gebruikt de plant om allerlei andere energierijke stoffen te maken (eiwitten, koolhydraten en vetten). De koolstofdeeltjes komen zo terecht in energierijke plantaardige stoffen.

**Afb. 3** De kringloop van koolstof.




Als een plant door een dier wordt gegeten, komen de energierijke stoffen uit de planten in het dier terecht. Een deel van deze stoffen dient als brandstof in de cellen van het lichaam van dieren. Hierbij ontstaat ook koolstofdioxide, dat aan de lucht wordt afgegeven. Een ander deel van de energierijke stoffen dient als bouwstof. De koolstof komt nu voor in de energierijke stoffen van dieren (eiwitten, koolhydraten en vetten). Het restant van de plantaardige stoffen wordt niet verteerd; dit deel verlaat het lichaam van het dier met de uitwerpselen.

Een dier kan op zijn beurt worden gegeten door een ander dier of door een mens. Zo kan de koolstof van het ene organisme terechtkomen in het andere organisme.
Planten en dieren sterven ook zonder te worden gegeten. De stoffen in de dode resten van organismen en in de uitwerpselen van dieren worden opgenomen door reducenten. De bacteriën en schimmels verbruiken het grootste deel van de opgenomen energierijke stoffen als brandstoffen bij de verbranding. Hierbij ontstaat weer koolstofdioxide, dat aan de lucht wordt afgegeven.

### WEL EN NIET AFBREEKBAAR

Reducenten breken de dode resten en uitwerpselen van planten en dieren af. Dat noem je biologische afbraak. Het afval van planten en dieren is **biologisch afbreekbaar** (zie afbeelding 4.1).
De mens maakt producten van delen van planten of dieren. Afval dat afkomstig is van deze producten, is ook biologisch afbreekbaar. Voorbeelden van zulk afval zijn broodkorsten en papier.

Mensen maken ook producten van glas, metaal en steen. Afval van deze producten is niet biologisch afbreekbaar. Je noemt het **niet-biologisch afbreekbaar afval** (zie afbeelding 4.2). Ook kunststoffen, die worden gemaakt van aardolie, zijn niet biologisch afbreekbaar.

**Afb. 4** Afval.



1 biologisch afbreekbaar



2 niet biologisch afbreekbaar

## KENNIS

**1**

In afbeelding 5 zie je een voedselketen.

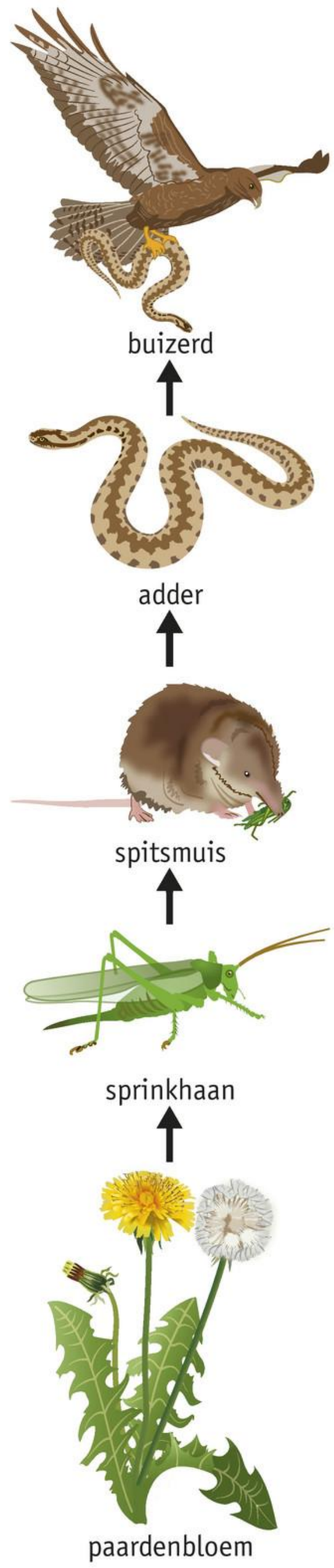
**a** Kies de juiste woorden.

- Alle dieren in deze voedselketen zijn *consumenten* / *producenten*.
- De spitsmuis is een *consument* / *producent* van de *eerste* /*tweede* / *derde* orde.
- Omdat paardenbloemen zelf voedsel maken, zijn het *onsumenten* / *producenten*.

**b** In afbeelding 6 zie je een vliegenzwam.
Welke rol heeft de vliegenzwam in de kringloop van stoffen?

- ○ A afvaleter
- ○ B consument
- ○ C producent
- ○ D reducent

**Afb. 5** Een voedselketen.




**Afb. 6** Vliegenzwam.



**2**

**a** Welk gas maakt deel uit van de koolstofkringloop? .....

**b** In welke stoffen komt koolstof voor in organismen?

.....

**c** Een deel van de energierijke stoffen die een dier eet, wordt in het lichaam verbruikt als brandstof.
In welke stof bevindt de koolstof zich daarna?

.....

.....

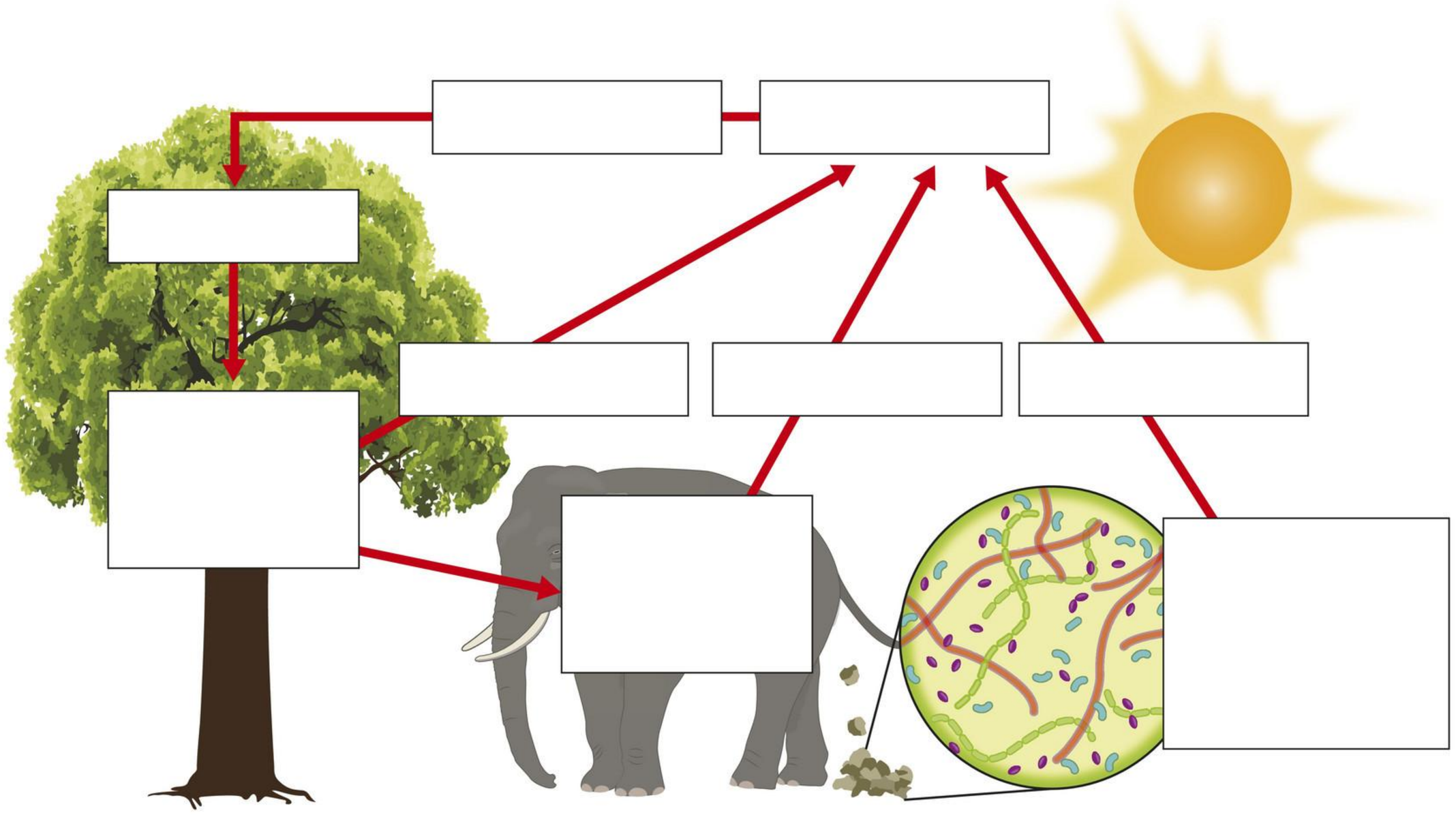
**d** Een deel van de energierijke stoffen die een dier eet, wordt niet verteerd.
Waar komt de koolstof uit de energierijke stoffen dan achtereenvolgens terecht?

.....

.....

**e** In afbeelding 7 is een deel van de koolstofkringloop getekend.
Vul de vakken in. Gebruik daarbij: *dierlijke energierijke stoffen – energierijke stoffen in bacteriën en schimmels – fotosynthese – glucose – koolstofdioxide – plantaardige energierijke stoffen – verbranding* (3×).

**Afb. 7** Een deel van de koolstofkringloop.



**3**

Welk afval kan worden afgebroken door bacteriën en schimmels?

- ☐ A aardappelschillen
- ☐ B gebroken geodriehoek
- ☐ C glasscherven
- ☐ D leeg frisdrankblikje
- ☐ E oud brood
- ☐ F plastic beker
- ☐ G stuk hout

4

## Samenvatting

Teken de stroomschema's van de kringloop van stoffen en van de kringloop van koolstof.

De kringloop van stoffen

De kringloop van koolstof

## INZICHT

**5** Lees de tekst 'Plasticsoep' in afbeelding 8.
In afbeelding 9 zie je een voedselweb in de oceaan. In oceanen valt plasticafval uiteen in heel kleine stukjes. Stukjes kleiner dan 5 mm worden microplastics genoemd. Sommige deeltjes zie je alleen met behulp van een microscoop.
Garnalen zien microplastics aan voor algen en eten ze op. In de maag van haaien zijn ook microplastics gevonden.

**a** Leg uit hoe microplastics terechtkomen in de maag van haaien.

.....

.....

.....

**b** Welk dier krijgt meer plastic in zijn lichaam: een garnaal of een vis? Leg je antwoord uit.

.....

.....

**c** Onderzoekers hebben ook microplastics gevonden in de ontlasting van mensen.
Leg uit hoe microplastics in onze ontlasting komen.

.....

.....

**d** In plastic zit koolstof.
Leg uit dat plastic toch geen deel uitmaakt van de koolstofkringloop.

.....

.....

**Afb. 8**

### Plasticsoep

Jaarlijks komt vijf tot twaalf miljoen ton plastic in zee terecht (zie foto 1). Een ton is duizend kilogram. Producten van kunststof blijven jarenlang bestaan. Sommige kunststoffen verbrokkelen na verloop van tijd tot kleinere stukjes (zie foto 2). In de grote oceanen drijven eilanden van plasticafval zo groot als Frankrijk, sommige nog veel groter. Dat wordt de plasticsoep genoemd. Onder invloed van zonlicht en golven valt het plastic uiteen in microscopisch kleine deeltjes (microplastic).
Krabben, vissen en andere dieren zien het plastic aan voor voedsel en eten het op. Op deze manier komen deeltjes plastic in de voedselketen terecht. Uiteindelijk bereikt het plastic via de voedselketen roofvissen, vogels en zeehonden. De accumulatie leidt onder andere tot vergiftiging en verstoring van de hormoonhuishouding. Dieren kunnen doodgaan als hun maag vol plastic zit. Via schelpdieren en vissen komt het plastic ook in het lichaam van mensen terecht.

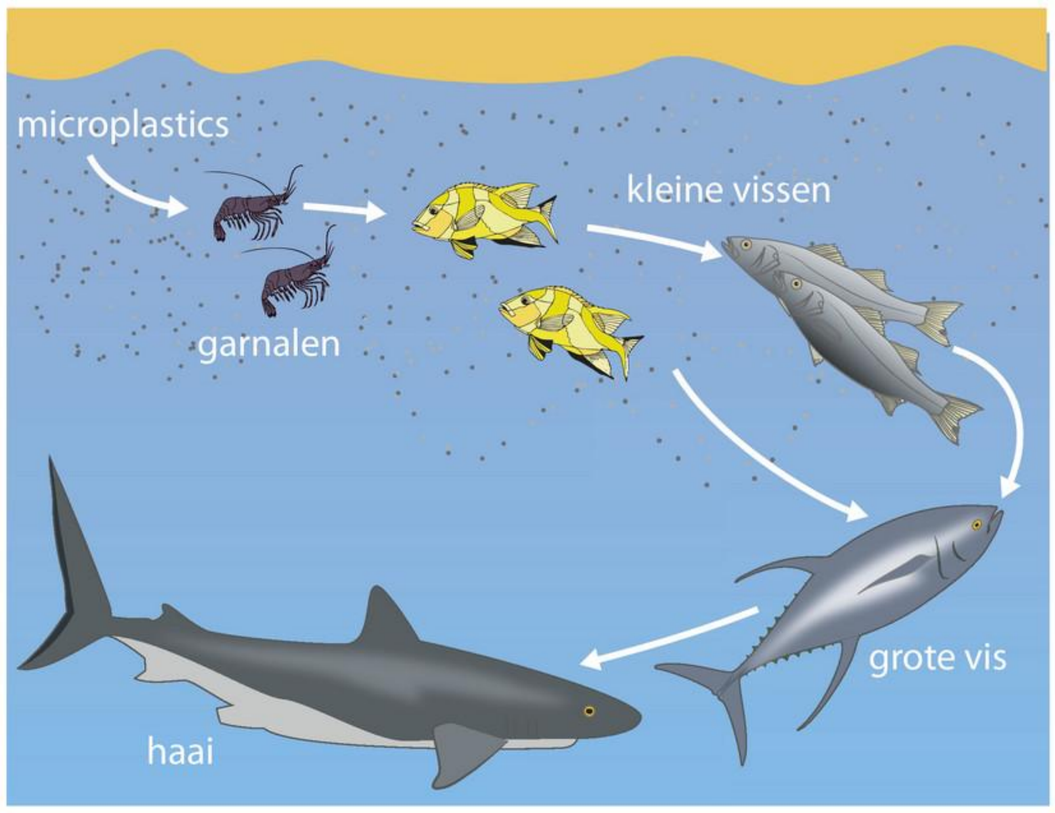


1 plasticsoep



2 Eén kilogram Noordzeestrand bevat zo'n 150 deeltjes plastic.

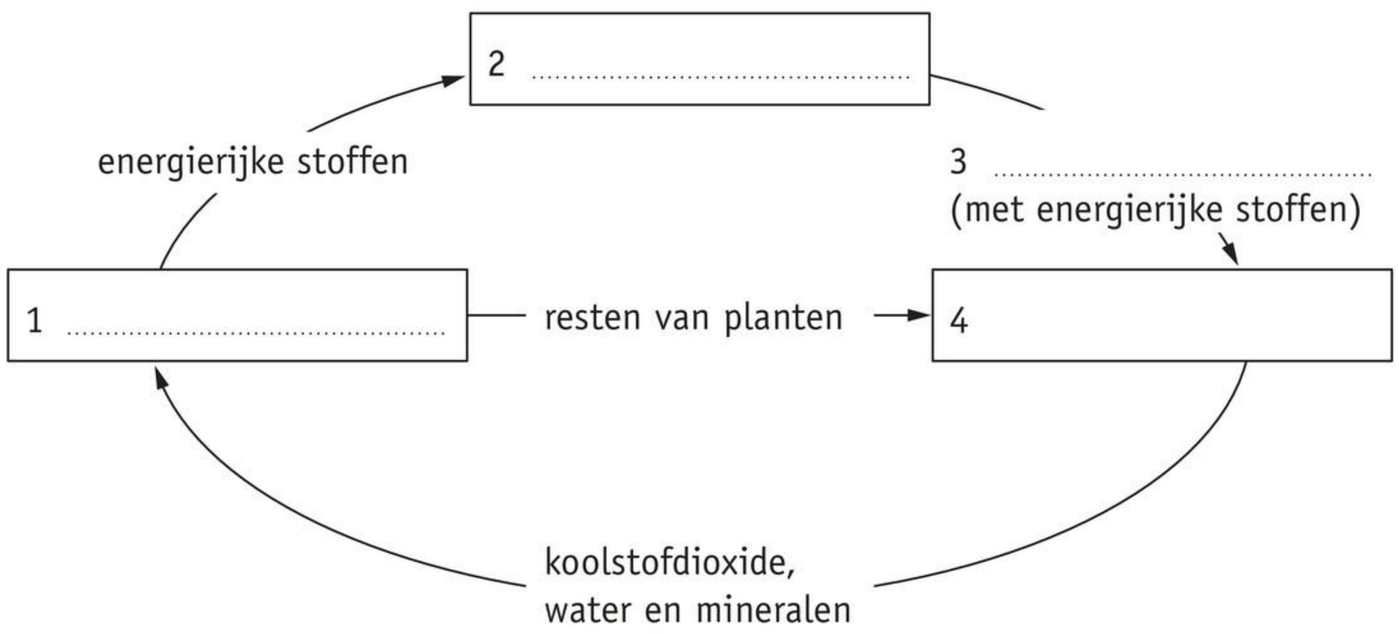
**Afb. 9** Een voedselweb.




**6**

Op een biologische boerderij wordt rekening gehouden met de kringloop van stoffen. Er wordt mais verbouwd als voer voor de koeien. De mest van de koeien wordt op het land gebracht. Op het bemeste land groeit volgend jaar weer mais. Zo is de kringloop rond.
In afbeelding 10 is deze kringloop schematisch getekend.
Zet de namen bij de genummerde stappen van de kringloop. Gebruik daarbij: *mais – mest – reducenten – vee*.

**Afb. 10**




**7**

Met biologisch afbreekbaar afval kun je compost maken. In een compostvat wordt biologisch afbreekbaar afval in een paar maanden omgezet in compost. Compost bevat veel voedingsstoffen voor planten.
In tabel 1 zie je hoelang het duurt voordat afval in de natuur is afgebroken.
Leg uit waardoor een appelklokhuis veel geschikter is om er compost van te maken dan de schillen van bananen of sinaasappels.

.....

.....

**Tabel 1** Afbraaktijden van afval.

| Product | Afbraaktijd |
|---|---|
| Appelklokhuis | 14 dagen |
| Kartonnen drinkbeker | ½ jaar |
| Bananen- of sinaasappelschil | 1 tot 3 jaar |
| Plastic zak | 10 tot 20 jaar |
| Kauwgom | 20 tot 25 jaar |

**+ 8** In afbeelding 11 zie je een schema met enkele processen van de koolstofkringloop.

**a** Welke pijl stelt de fotosynthese voor?

- ○ A pijl P
- ○ B pijl Q
- ○ C pijl R
- ○ D pijl S
- ○ E pijl T

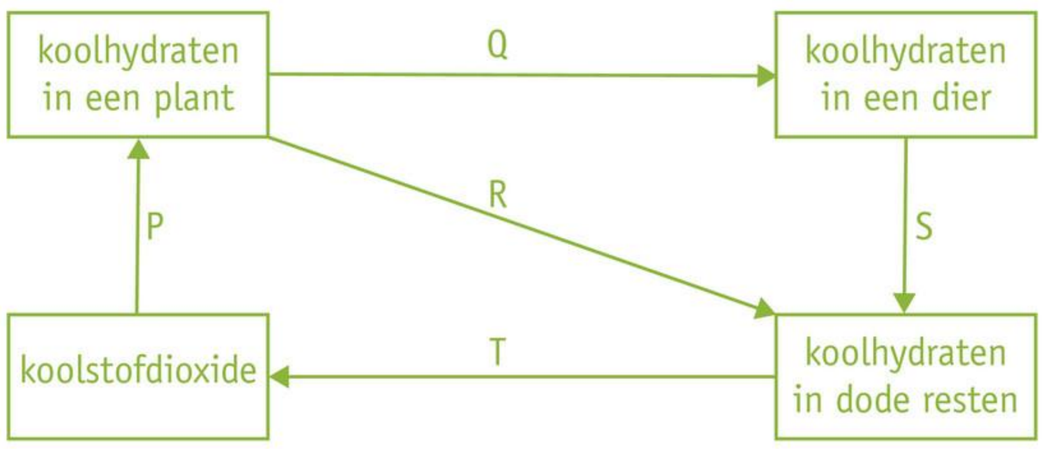
**b** Welke pijl geeft de omzetting aan die door reducenten wordt uitgevoerd? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

**Afb. 11** Een koolstofkringloop.




## SAMENHANG leefwereld

### BODEMDIEREN IN HET GREVELINGENMEER

Het Grevelingenmeer vormt de grens tussen Zuid-Holland en Zeeland. Vroeger was er een open verbinding tussen dit water en de Noordzee. Nu is het afgesloten door de Brouwersdam.

Het Grevelingenmeer is het grootste zoutwatermeer van West-Europa. Op de bodem van het meer leven allerlei dieren, zoals anemonen, kreeften, krabben en wormen. Natuurlijk leven er ook allerlei vissoorten in het meer. Visetende vogels komen daardoor op dit meer af.

Sinds het aanleggen van de Brouwersdam is er geen eb en vloed meer, waardoor er minder stroming is in het water. In de zomer warmt de bovenste laag van het water op. Door golfslag neemt dit water zuurstof op. Het warme water uit de bovenste deel van het meer mengt echter niet met het koude water uit de diepere delen. Het gevolg is dat organismen die op de bodem leven, weinig zuurstof krijgen. Veel bodemdieren sterven daardoor. Daarom wordt er gewerkt aan een aanpassing van de dam. Na het uitvoeren van die aanpassing staat het water uit het meer weer in verbinding met het water van de Noordzee, zodat in het meer weer eb en vloed optreedt.

**Afb. 12** Het Grevelingenmeer.



**9** Lees de tekst 'Bodemdieren in het Grevelingenmeer'.

**a** Wanneer er meer bodemdieren sterven, heeft dat tot gevolg dat de hoeveelheid zuurstof in de onderste laag water afneemt.
Leg uit hoe dat komt.

.....

.....

.....

**b** De stoffen in het lichaam van de bodembewoners bestaan onder andere uit koolstof.
Leg uit hoe de koolstof vanuit de dode dieren terechtkomt in het lichaam van planteneters.

.....

.....

.....

.....

.....

**c** Door de afname van het aantal bodemdieren neemt ook het aantal visetende vogels af.
Leg uit hoe dit komt.

.....

.....

.....

**d** Door een doorlaat in de dam te maken, kan er met eb en vloed weer water het meer in en uit stromen.
Leg uit dat daardoor minder bodemdieren sterven.

.....

.....

**e** Het Grevelingenmeer is een belangrijk recreatiegebied. Recreanten laten veel afval achter. Een deel van dit afval komt terecht in de organismen die in het Grevelingenmeer leven.
In welke schakels uit de voedselketen kan dit afval worden teruggevonden?

☐ A producenten
☐ B consumenten van de eerste orde
☐ C consumenten van een hogere orde
☐ D reducenten

Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# 3 Samenleven

**LEERDOELEN**

6.3.7 Je kunt uitleggen wat een biologisch evenwicht is.
6.3.8 Je kunt uitleggen hoe soorten afhankelijk zijn van elkaar voor voedsel, een schuilplaats en voortplanting.

| TAXONOMIE | LEERDOELEN EN OPDRACHTEN | | |
|---|---|---|---|
| | 6.3.7 | 6.3.8 | 6.1.1* |
| Onthouden | 1a | 2 | |
| Begrijpen | 1b, 5 | 3, 4, 5 | |
| Toepassen | 6, 8a, 10a | 10cd | 10b |
| Analyseren | 8b, 9 | 7 | |

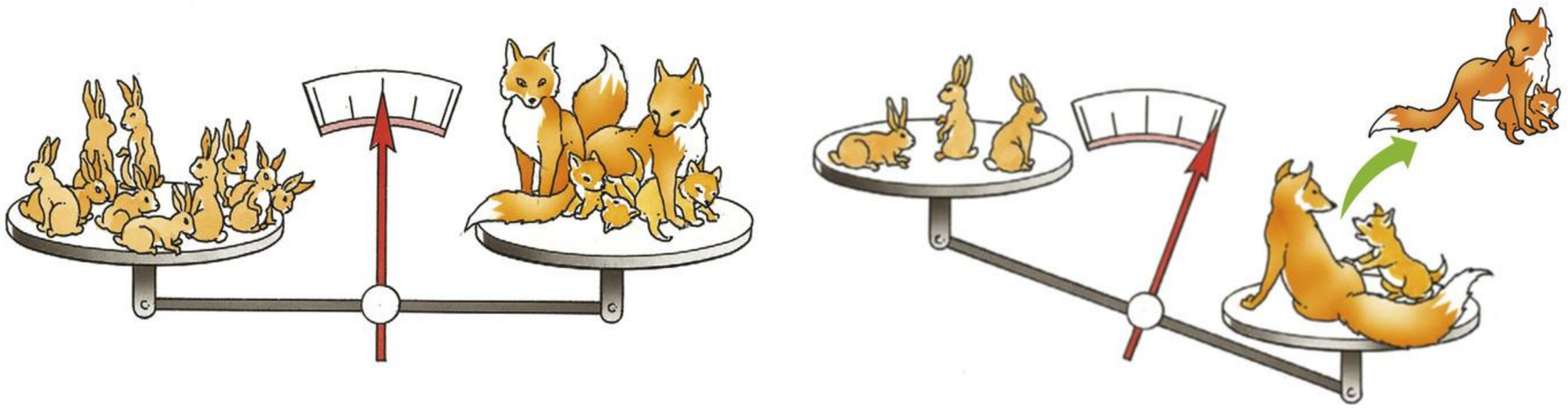
* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

**In een ecosysteem is een populatie van een bepaalde soort niet steeds even groot. Bij gunstige omstandigheden kan een populatie groter worden, bij ongunstige omstandigheden zal een populatie kleiner worden.**

## EVENWICHT

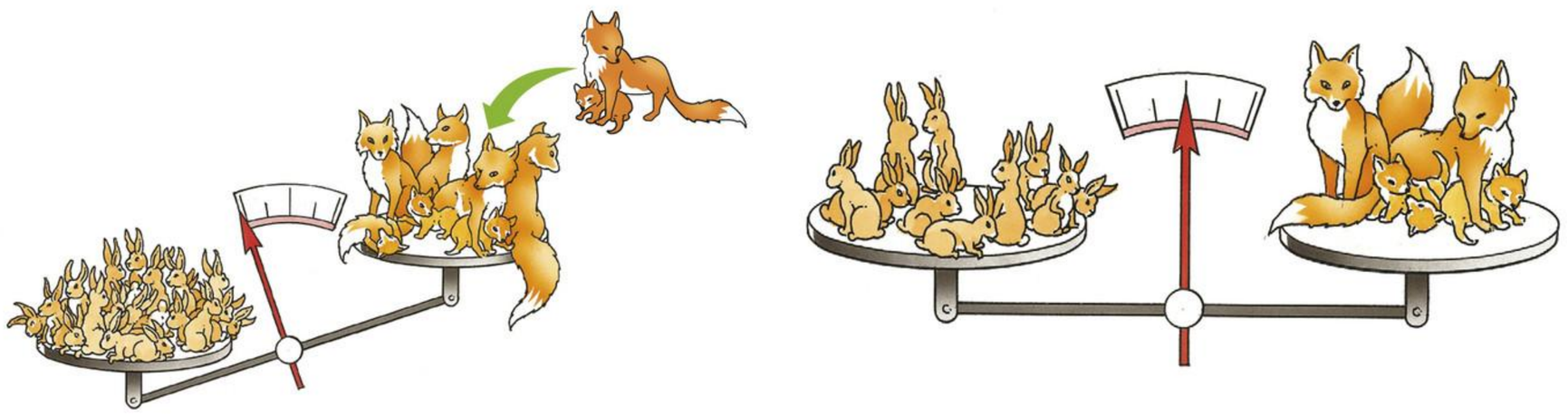
De **populatiegrootte** is het aantal organismen van dezelfde soort dat in een bepaald gebied leeft. In veel ecosystemen worden de populaties soms groter, dan weer kleiner. Bij de meeste populaties schommelt de populatiegrootte door de jaren heen om een evenwichtswaarde. Dat noem je een **biologisch evenwicht**. In afbeelding 1 zie je het biologisch evenwicht tussen konijnen en vossen.

**Afb. 1** Biologisch evenwicht tussen konijnen en vossen.



1e jaar: normale weersgesteldheid: evenwicht

2e jaar:
- gras groeit slecht door lage temperaturen en droogte
- konijnen sterven door voedselgebrek
- vossen trekken weg naar andere ecosystemen
- de vossen die blijven, brengen weinig jongen voort



3e jaar:
- gras groeit snel door warm en vochtig weer
- konijnen krijgen veel jongen
- vossen van elders trekken het ecosysteem binnen

4e jaar: normale weersgesteldheid: evenwicht

De biotische en abiotische factoren hebben invloed op de grootte van een populatie. Biotische factoren die een populatie beïnvloeden, zijn bijvoorbeeld de beschikbare hoeveelheid voedsel, de aantallen natuurlijke vijanden en de aanwezige ziekteverwekkers. Abiotische factoren zijn bijvoorbeeld bodem, licht, lucht (bijvoorbeeld wind), temperatuur en water (neerslag).

Als alle biotische en abiotische factoren in een ecosysteem gunstig zijn voor een populatie, is de kans groot dat een populatie groeit. Dat is bijvoorbeeld het geval als er voldoende voedsel is en er maar weinig natuurlijke vijanden zijn. Door ongunstige omstandigheden kunnen individuen sterven. Daardoor kan een populatie kleiner worden.

## SAMENLEVEN

Binnen een populatie heeft elk individu relaties met een groot aantal soortgenoten. Individuen hebben ook relaties met individuen van andere soorten. Daarnaast zijn er relaties tussen populaties. Een relatie kan gericht zijn op **concurrentie** (competitie) of op **samenwerking**. Er is bijvoorbeeld concurrentie als individuen of populaties strijden om voedsel, om een partner of om een veilige plek. Samenwerking zie je bijvoorbeeld bij een troep leeuwen die samen jagen op een prooi (zie afbeelding 2).

**Afb. 2** Samenwerking bij leeuwen.



## RELATIES BINNEN EEN POPULATIE

Bij dieren die in groepen leven, zie je vaak een **rangorde**. Eén dier is de baas, bijvoorbeeld het oudste vrouwtje bij een kudde olifanten. Doordat elk dier zijn plek weet, zijn er minder gevechten. Ook een territorium vermindert de kans op gevechten. Een **territorium** is een gebied dat verdedigd wordt tegen soortgenoten. Een territorium kan dienen als jachtgebied, maar ook als ruimte voor het grootbrengen van de jongen.

Individuen van dezelfde soort moeten samenwerken om zich voort te planten. Bij de voortplanting treedt **paarvorming** op tussen een mannetje en een vrouwtje. Bij sommige soorten vindt elk jaar opnieuw paarvorming plaats, maar er zijn ook soorten waarbij een mannetje en een vrouwtje hun hele leven bij elkaar blijven. Dit is bijvoorbeeld het geval bij zwanen (zie afbeelding 3).

**Afb. 3** Een zwanenpaar met kuikens.



## RELATIES TUSSEN SOORTEN

Tussen populaties van verschillende soorten vindt vaak weinig concurrentie plaats, doordat de soorten zich specialiseren. Zowel torenvalken, steenuilen als ransuilen eten veldmuizen, maar torenvalken jagen overdag, steenuilen in de schemering en ransuilen 's nachts. Daardoor concurreren ze niet met elkaar.

Individuen van verschillende soorten kunnen langdurige relaties met elkaar onderhouden. Zo'n samenlevingsvorm noem je **symbiose**. Er zijn verschillende vormen. Beide soorten kunnen voordeel hebben van de symbiose. Dit heet **mutualisme**. Dit zie je bijvoorbeeld bij korstmossen, waarbij een schimmel samenleeft met algen (zie afbeelding 4).
Bij andere vormen van symbiose heeft slechts een van beide individuen voordeel. Als het andere individu geen voordeel en geen nadeel heeft, noem je dat **commensalisme**. Een voorbeeld daarvan zijn boomalgen op de stam van een boom.
Als een van beide individuen nadeel ondervindt van de samenleving, noem je dat **parasitisme**. Hierbij leeft een individu, de **parasiet**, op of in een individu van een andere soort, de **gastheer**. Parasieten kunnen dieren, planten of schimmels zijn (zie afbeelding 5).

**Afb. 4** De bouw van een korstmos (mutualisme).




**Afb. 5**



1 Teek. Deze spinachtige voedt zich met bloed van dieren en mensen.



2 Warkruid. Deze plant heeft geen bladgroen. Hij onttrekt energierijke stoffen uit de vaten van zijn gastheer.



3 Mierenschimmel. Deze 'zombie-schimmel' eet mieren van binnenuit langzaam op en kan het gedrag van de mier veranderen: de mier zoekt een hoge plaats op om te sterven, waardoor de sporen van de schimmel gemakkelijk kunnen worden verspreid.

## KENNIS

**1**

**a** Wanneer is er in een ecosysteem biologisch evenwicht?

.....

.....

**b** In een duingebied leeft een populatie konijnen. In het duingebied kunnen de leefomstandigheden veranderen. Daardoor kan het aantal konijnen af- of toenemen.

- Als er een dik pak sneeuw ligt, zal de populatiegrootte *afnemen* / *toenemen*.
- Als er een ernstige besmettelijke ziekte uitbreekt, zal de populatiegrootte *afnemen* / *toenemen*.
- Als er veel voedsel te vinden is, zal de populatiegrootte *afnemen* / *toenemen*.
- Als het aantal roofdieren afneemt, zal de populatiegrootte *afnemen* / *toenemen*.

**2**

Welk begrip hoort bij de omschrijving?

| | | | |
|---|---|---|---|
| A | een gebied verdedigen tegen soortgenoten | ○ | ○ 1 paarvorming |
| B | elk individu kent zijn plek in de groep | ○ | ○ 2 rangorde |
| C | samenwerken voor voortplanting | ○ | ○ 3 territorium |

**3**

Hier staan voorbeelden van relaties tussen organismen.
Welke relatie is een voorbeeld van parasitisme?

○ A Een mug zuigt bloed op en vliegt daarna direct weg.
○ B Een schimmel en een alg vormen samen een korstmos.
○ C Hoofdluizen leven tussen hoofdharen en zuigen daar bloed op.
○ D Op de stam en de takken van een boom groeit mos.

**4**

De gele bremraap is een plant zonder bladgroen (zie afbeelding 6). De plant is een parasiet en haalt voedsel uit de wortels van planten die in de omgeving staan.

**a** Leg uit hoe andere planten nadeel hebben van de gele bremraap.

.....

.....

.....

**b** Leg uit waarom planten zonder bladgroen leven als parasiet.

.....

.....

.....

.....

**Afb. 6** Gele bremraap.



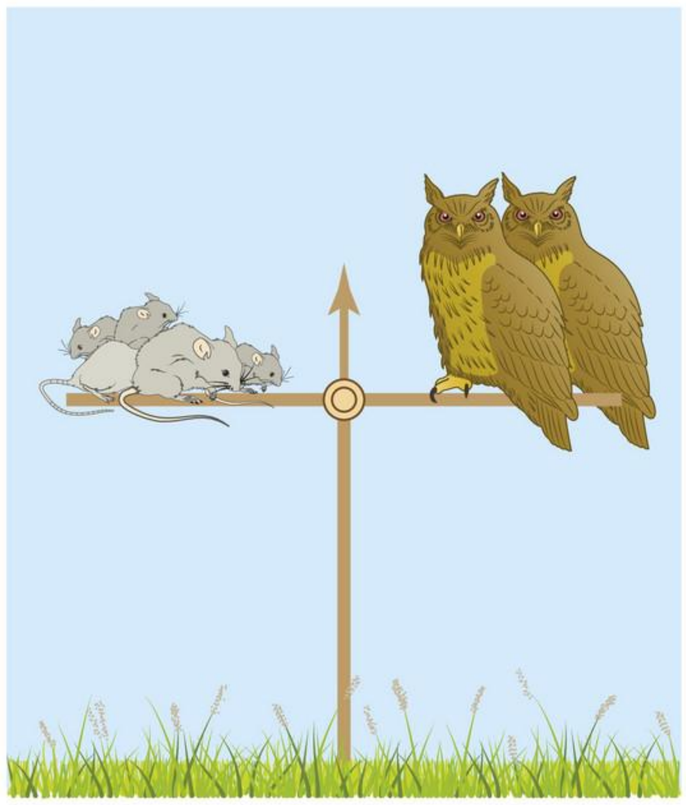
5

## Samenvatting

Afbeelding 7 laat het biologisch evenwicht tussen muizen en uilen zien. In het tweede jaar zijn er minder muizen.

- Maak de afbeelding af en laat zien hoe het aantal muizen en uilen verandert.
- Maak onder de afbeelding je eigen samenvatting van de basisstof.

**Afb. 7** Biologisch evenwicht.



1 eerste jaar: evenwicht



2 tweede jaar: .....

.....

.....



3 derde jaar: .....

.....

.....

### Samenleven

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### Relaties binnen een populatie

.....

.....

.....

### Relaties tussen soorten

.....

.....

.....

## INZICHT

**6** Wespen jagen op insecten, zoals vliegen en muggen. In het voorjaar van 2014 regende het bijzonder veel. Daardoor verdwenen veel wespennesten. Veel vliegende wespen spoelden weg door de regen. Als gevolg daarvan kregen de larven in de nesten niet genoeg voedsel. De larven stierven door voedselgebrek.

**a** Leg uit welk gevolg dit had voor het aantal muggen in 2014.

.....

.....

**b** Leg uit of er in 2014 wel of geen biologisch evenwicht was tussen muggen en wespen.

.....

.....

**7** Bruine hyena's leven in Afrika in kleine groepen. Zo'n groep bestaat uit enkele volwassen mannetjes en vrouwtjes met hun jongen. De dieren eten resten van prooien die andere roofdieren achterlaten. Als een groep hyena's voedsel vindt, dan eten de vrouwtjes met de hoogste rang het eerst. De vrouwtjes met de laagste rang eten de restjes die overblijven.

**a** Leg uit dat er bij het eten sprake is van concurrentie.

.....

.....

**b** Leg uit dat er bij het eten sprake is van samenwerking.

.....

.....

**c** Welke jongen hebben de grootste kans om te overleven: de jongen van een vrouwtje met een hoge rang of de jongen van een vrouwtje met een lage rang? Leg je antwoord uit.

.....

.....

**Afb. 8** Een bruine hyena.



**8**

Poetsvissen (*Labroides dimidiatus*) zijn vissen die het lichaamsoppervlak, de kieuwen en zelfs de binnenkant van de bek van andere vissen ontdoen van parasieten (zie afbeelding 9). De parasieten eten ze op.
Gewonde of zieke vissen laten zich op een dag meermaals behandelen. Dit vindt plaats op een soort poetsstations. Vissen die gepoetst willen worden, geven dit aan door een bepaalde zwembeweging of een specifieke lichaamshouding, zoals een verticale positie.

**a** Hoe heet de relatie die een poetsvis heeft met een andere vissoort? Leg je antwoord uit.

.....

.....

**b** De vissoort *Aspidontus taeniatus* lijkt heel erg op de echte poetsvis. Daardoor kan hij een vis die een poetsbeurt wil dicht benaderen. Maar in plaats van te poetsen bijt hij stukjes gezonde huid van vinnen, slijm of schubben en zwemt vervolgens bliksemsnel weg van het meestal geïrriteerde slachtoffer.
Hoe heet de relatie die de *Aspidontus taeniatus* heeft met een andere vissoort? Leg je antwoord uit.

.....

.....

**Afb. 9** Een kogelvis (*Diodon hystrix*) wordt gepoetst door poetsvisjes (*Labroides dimidiatus*).

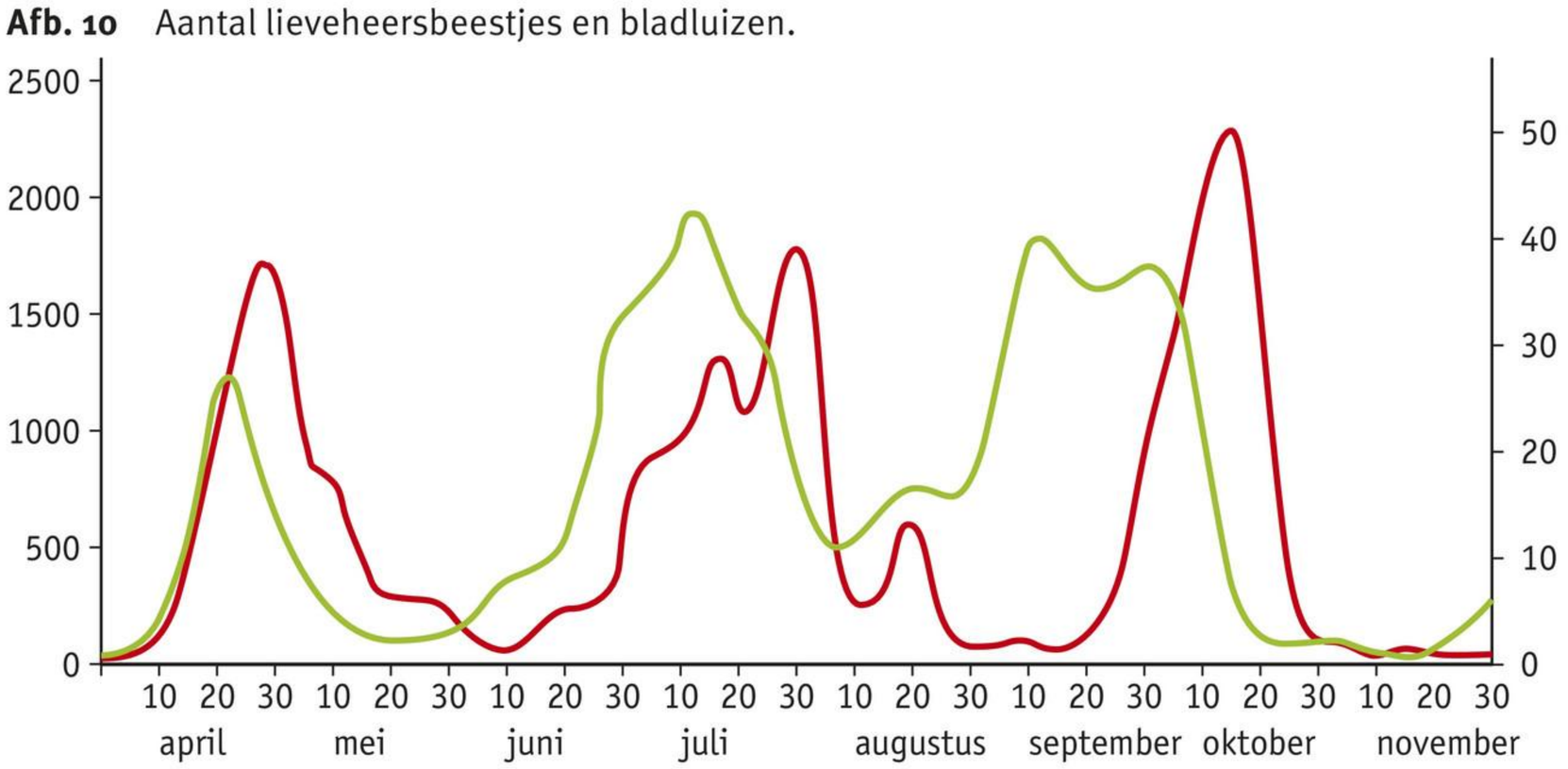


**+ 9**

Lieveheersbeestjes zitten op planten. Daar leven ze van bladluizen.
Afbeelding 10 is een grafiek van het aantal lieveheersbeestjes en het aantal bladluizen in de periode van april tot november.

- Het aantal bladluizen wordt aangegeven met de *groene* / *rode* lijn.
- Het aantal lieveheersbeestjes wordt aangegeven met de *groene* / *rode* lijn.

**Afb. 10** Aantal lieveheersbeestjes en bladluizen.



## SAMENHANG leefwereld

### WASBEREN

De wasbeer hoort niet thuis in Nederland. Wasberen leven in Noord-Amerika. Ongeveer honderd jaar geleden werden wasberen ingevoerd in Rusland en Duitsland. Daar werden ze gefokt voor de pels. Een aantal dieren is echter ontsnapt. Deze dieren konden overleven en enkele jaren geleden kwam de eerste wasbeer vanuit Duitsland in Nederland aan. Nu kun je ze in Limburg steeds vaker tegenkomen.

**Afb. 11** Een wasbeer.



Wasberen kunnen in Nederland gemakkelijk voedsel vinden. Ze eten van alles, zoals vruchten, wormen, insecten, vissen en vogels. Het dier wordt wasbeer genoemd, omdat het zijn voedsel altijd goed afwast in het water. Daarom leeft het dier het liefst in de buurt van water.

Daarbij leeft een wasbeer ook graag in een bos met loofbomen. Daar kunnen ze goed schuilen in boomholten, holen die zijn achtergelaten door andere dieren en tussen houtstapels.

Een wasbeer kan goed zwemmen, snel rennen en goed klimmen.

Niet iedereen is blij met de wasbeer. De wasbeer leeft in hetzelfde gebied en eet hetzelfde voedsel als vossen en dassen. Het dier kan ook schade aanbrengen aan maisvelden en boomgaarden. Om deze redenen mogen de wasberen sinds 2019 worden afgeschoten.

**10** Lees de tekst ‘Wasberen’.

**a** In Duitsland komen wasberen al langer in het wild voor. Tussen 2004 en 2014 is het aantal toegenomen van 20 000 tot 100 000 dieren.
Is er bij wasberen sprake van een biologisch evenwicht? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

**b** Welke twee biotische factoren dragen eraan bij dat het aantal wasberen toeneemt?

.....

.....

**c** Waarom is er tussen wasberen, vossen en dassen sprake van concurrentie?

.....

**d** In het lichaam van een dode wasbeer zit vaak de wasbeerspoelworm. Deze wormen leven in de darmen van de wasbeer. Ze leven van het voedsel dat in de darmen van de wasbeer wordt verteerd.
Hoe heet de relatie tussen de wasbeerspoelworm en de wasbeer? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# 4 Natuurbeheer

## LEERDOELEN

6.4.9 Je kunt manieren noemen waarop de mens afhankelijk is van het milieu.

6.4.10 Je kunt manieren noemen waarop mensen in Nederland de natuur beheren.

- Leren onderzoeken 2
- Practicum 2

| TAXONOMIE | LEERDOELEN EN OPDRACHTEN | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 6.4.9 | 6.4.10 | 6.1.1* | 6.3.7* | 2.3.6** |
| Onthouden | 1 | 2a, 3ac | | | |
| Begrijpen | 4 | 2b, 3b, 4 | | | |
| Toepassen | 9a | 5, 6ab, 7, 10ad | 10b | | |
| Analyseren | 6c, 9bc | 8, 10c | | 9c | 10e |

* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

** Dit leerdoel vind je in een ander thema.

**Sommige mensen zeggen dat er in Nederland geen echte natuur meer is. Overal zie je de invloed van mensen. Veel mensen willen de natuur beschermen.**

### DE MENS EN ZIJN OMGEVING

Mensen zijn afhankelijk van hun omgeving (zie afbeelding 1). Mensen halen voedsel, water, zuurstof, grondstoffen en energie uit het milieu, en ze gebruiken de natuur voor recreatie.

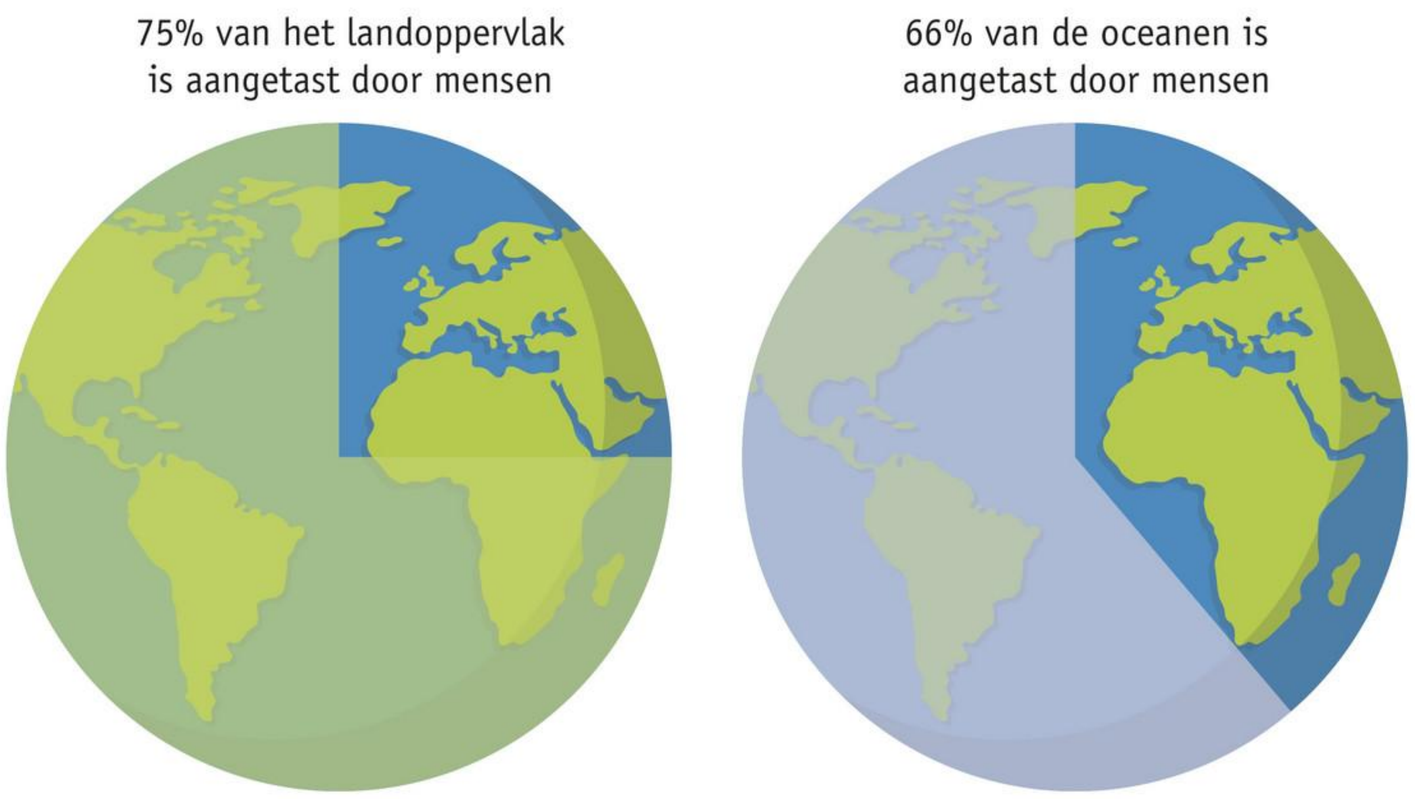
**Afb. 1** De mens is afhankelijk van zijn omgeving.



## BIODIVERSITEIT

Overal op aarde gebruiken mensen veel grond en veel water, bijvoorbeeld voor landbouw, veeteelt, visserij, huizenbouw, transport en de winning van grondstoffen. Het grootste deel van het landoppervlak op aarde is daardoor veranderd door mensen. Bijna alle oceanen en zeeën worden beïnvloed door mensen (zie afbeelding 2). Ruim een derde van het landoppervlak op aarde is in gebruik voor landbouw en veeteelt. Ook in Nederland wordt de meeste grond gebruikt voor landbouw.

**Afb. 2** Invloed van de mens.




*Bron: IPBES Global assessment report on biodiversity and ecosystem services, Summary for policymakers, 2019.*

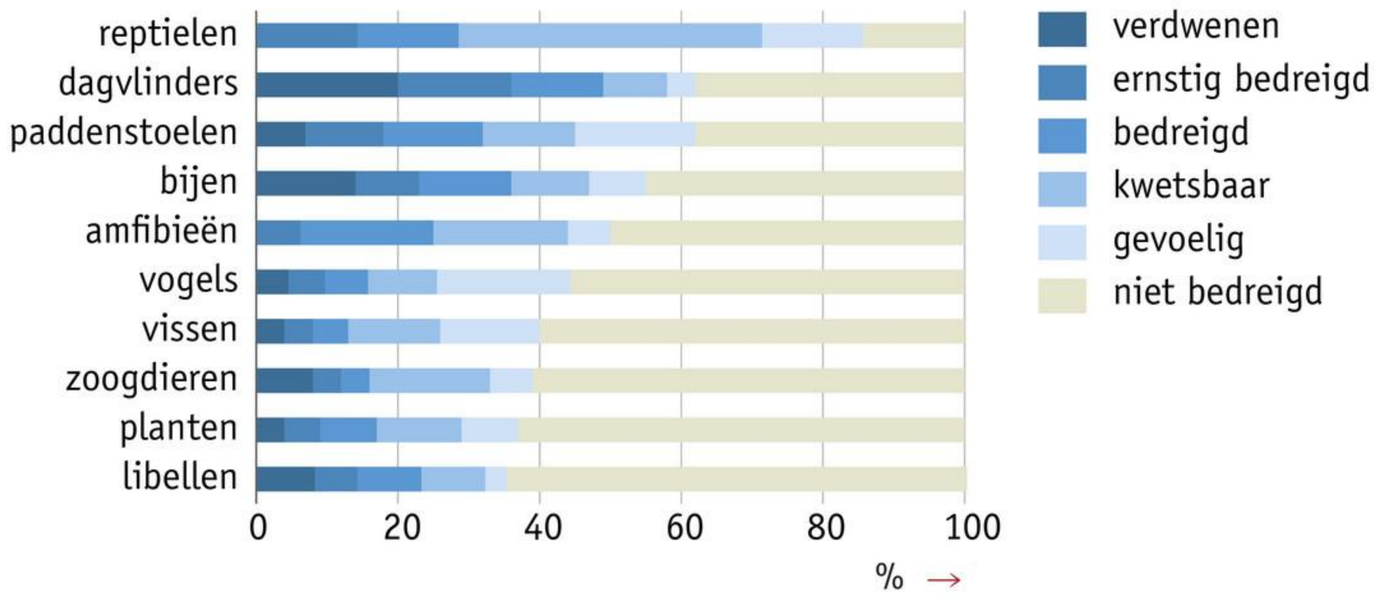
Doordat mensen zoveel land en water gebruiken, worden de leefgebieden van dieren en planten kleiner. Soms verdwijnen deze leefgebieden zelfs helemaal. De dieren en planten raken dan hun leefgebied kwijt. Een aantal soorten is daardoor **bedreigd**. Dat betekent dat individuen van die soort moeite hebben om in leven te blijven en zich voort te planten. Uiteindelijk kan een soort daardoor **uitsterven** (helemaal verdwijnen).

Wereldwijd neemt het aantal verschillende ecosystemen af. Het gevolg is dat de variatie in de natuur afneemt. De variatie aan soorten in de natuur noem je de **biodiversiteit**. Door de invloed van de mens neemt de biodiversiteit dus af.
De afname van de biodiversiteit is een bedreiging voor de mens, want mensen hebben de natuur nodig om te overleven. We gebruiken de natuur bijvoorbeeld om voedsel en medicijnen te maken.

## HERINTRODUCTIE

Ook in Nederland worden veel soorten planten en dieren bedreigd (zie afbeelding 3). Met maatregelen wordt geprobeerd om de bedreigde soorten weer in aantal te laten toenemen. Zo'n maatregel is bijvoorbeeld **herintroductie**. Dat is het terugbrengen van een dier- of plantensoort in een land.
Met het aantal ooievaars ging het bijvoorbeeld erg slecht in Nederland. Daarom werd een project gestart om het aantal ooievaars te vergroten. Ook zijn er projecten geweest voor de herintroductie van bevers, otters, wisenten (Europese bizon) en steuren (een vissoort).
De meeste maatregelen hebben succes. De ooievaar staat niet meer op de lijst van bedreigde vogelsoorten. Ook het aantal bevers in Nederland is gegroeid.

**Afb. 3** Bedreigde soorten in Nederland (2019).




*Bron: Soortenorganisaties, WUR, Compendium voor de Leefomgeving.*

## NATUURBEHEER

Veel mensen proberen de natuur in Nederland te behouden, te beschermen en te herstellen. De maatregelen die daarvoor nodig zijn, noem je **natuurbeheer**. Een voorbeeld van natuurbeheer is het aanleggen van doorgangen voor wilde dieren. Daardoor kunnen ze van het ene naar het andere natuurgebied gaan. In afbeelding 4 zie je meer voorbeelden van natuurbeheer in Nederland.

**Afb. 4** Maatregelen bij natuurbeheer.

| Agrarisch natuurbeheer | Bosbeheer |
|---|---|
|  akkerrand met bloemen |  Schotse Hooglanders in het bos bij Dorst |
| Boeren kunnen subsidie krijgen als ze maatregelen nemen om de natuur te beschermen. Maatregelen zijn bijvoorbeeld:<br>• zaaien van bloemen langs akkers, zodat daar insecten kunnen leven;<br>• weilanden later maaien, zodat de nesten van weidevogels niet worden vernield;<br>• minder mest gebruiken, zodat er minder schadelijke stoffen in de grond en het water terechtkomen;<br>• poelen graven waarin amfibieën kunnen leven. | Staatsbosbeheer zorgt voor de bossen in Nederland. Ook Natuurmonumenten is actief in bosgebieden. Nederlandse bossen bestaan uit bomen en open terrein. Op deze open terreinen groeien vaak andere planten en leven soms andere dieren dan in de bossen. Door bomen te kappen, krijgen andere bomen meer ruimte of groeit een heideveld niet dicht. Een andere maatregel bij bosbeheer is dieren inzetten voor begrazing. |

| Faunabeheer | Waterbeheer |
|---|---|
|  <br>wilde zwijnen<br><br>De fauna zijn alle diersoorten in een gebied. Faunabeheer zijn maatregelen om te zorgen voor gezonde populaties. Een ander doel is het voorkomen van schade door (te) grote populaties. Herintroductie is een voorbeeld van faunabeheer. Een ander voorbeeld is afschot (jacht):<br>• afschot van vossen om weidevogels te beschermen;<br>• afschot van zieke herten om lijden te voorkomen;<br>• afschot van wilde zwijnen om schade aan landbouwgewassen te voorkomen (als dat op een andere manier niet lukt). |  <br>sluis in het kanaal bij Waalwijk<br><br>Rijkswaterstaat en de Waterschappen beheren het water in Nederland, zoals de rivieren, de kanalen en het grondwater. Voorbeelden van waterbeheer zijn:<br>• verontreiniging van waterbodems opruimen;<br>• doorgangen voor vissen maken in sluizen en dammen;<br>• verbreden van rivieren om de kans op overstroming te verkleinen<br>• oevers minder steil maken zodat water- en oeverplanten beter kunnen groeien;<br>• sluizen op een kier zetten waardoor een natuurlijk overgangsgebied van zeewater en rivierwater ontstaat. |

## KENNIS

**1** Mensen gebruiken de natuur voor recreatie.
Geef vijf andere manieren waarop de mens afhankelijk is van het milieu.

.....

.....

**2** **a** Wat is biodiversiteit?

.....

.....

**b** In afbeelding 3 staat een overzicht van het aantal bedreigde soorten per soortgroep.
In welke soortgroep komen de meeste bedreigde soorten voor?

- ○ A amfibieën
- ○ B reptielen
- ○ C vissen
- ○ D vogels
- ○ E zoogdieren

**3** De otter is weer terug in Nederland.

**a** Geef nog twee diersoorten die door herintroductie weer terug zijn in Nederland.

.....

**b** Bij welke vorm van natuurbeheer hoort de herintroductie van de otter?

- ○ A agrarisch natuurbeheer
- ○ B bosbeheer
- ○ C faunabeheer
- ○ D waterbeheer

**c** Geef een voorbeeld bij elk van de drie andere manieren waarop mensen in Nederland de natuur beheren.

.....

.....

.....

.....

**4** **Samenvatting**

Mensen gebruiken het milieu (de natuur) voor .....

.....

Biodiversiteit is .....

Natuurbeheer is .....

Vier manieren van natuurbeheer zijn: .....

.....

Herintroductie is .....

.....

## INZICHT

**5** Door herintroductie is het aantal ooievaars in Nederland sterk toegenomen. Ooievaars vertrekken in augustus en september naar het zuiden, omdat hier dan minder voedsel is. In februari of maart komen ze weer terug. Ze zoeken dan een nest op een plek waar genoeg voedsel is.
Sommige mensen willen de ooievaars helpen en voeren de dieren.

**a** Leg uit dat bijvoeren in februari en maart nadelig is voor de ooievaars.

.....

.....

.....

**b** Leg uit dat bijvoeren in augustus en september nadelig is voor ooievaars.

.....

.....

**Afb. 5** Ooievaars op zoek naar voedsel.



**6** In Nederland leven ongeveer 360 soorten wilde bijen. Ongeveer 40% van deze bijensoorten dreigt uit te sterven.
De honingbij wordt door imkers gehouden in bijenkasten (zie afbeelding 6).
De laatste jaren komen er steeds meer imkers. Daardoor komen er meer bijenkasten.

**a** Leg uit dat het plaatsen van bijenkasten nadelig kan zijn voor de wilde bijen.

.....

.....

.....

**Afb. 6** Een imker verzorgt zijn bijen.



**b** Bedenk een maatregel die helpt om de wilde bijen in stand te houden.

.....

.....

.....

**c** Bijen zorgen voor het bestuiven van planten. Als bijen uitsterven, kan de opbrengst van de landbouw met 10% verminderen.
In afbeelding 7 zie je een tak van een appelboom en enkele tarweplanten.
Kunnen boeren nog appels verbouwen als er geen bijen meer zijn? En tarwe? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

.....

**Afb. 7**



1 appelbloesem



2 tarwe

**7** Het aantal insecten neemt de laatste jaren af. In bermen langs wegen komen nu minder insecten voor dan 25 jaar geleden. De bermen worden een paar keer per jaar gemaaid (zie afbeelding 8).
Als de bermen alleen laat in de zomer worden gemaaid, komen er meer insecten. Leg uit waarom.

.....

.....

.....

**Afb. 8** Wegbermen worden enkele keren per jaar gemaaid.



**8** Op de Hoge Veluwe leven veel wilde zwijnen (zie afbeelding 9). Als er weinig voedsel is, vermageren de dieren. Daardoor worden de dieren minder vruchtbaar. Als er weer genoeg voedsel is, neemt de vruchtbaarheid weer toe.
Als er te veel zwijnen zijn, worden er zwijnen afgeschoten.
Leg uit dat door afschieten het aantal zwijnen na enige tijd juist toeneemt.

.....

.....

.....

**Afb. 9** Een wild zwijn met jongen.



**+ 9** Landbouwbedrijven verbouwen vaak één soort planten op grote akkers. Plaagdieren zijn insecten die graag leven op die plantensoort. Plaagdieren kunnen de planten aantasten.

**a** Leg uit dat het aantal plaagdieren op een grote akker snel kan toenemen.

.....

.....

**b** Behalve de plaagdieren leven er weinig andere soorten op zo'n akker.
Leg uit hoe dat komt.

.....

.....

**c** Er zijn experimenten waarbij voedsel op een andere manier wordt verbouwd. Een van die experimenten is het voedselbos. Een voedselbos bestaat uit verschillende soorten bomen, struiken en planten die voedsel opleveren.
Leg uit dat je in een voedselbos plaagdieren niet hoeft te bestrijden.

.....

.....

.....

## SAMENHANG leefwereld

### STEEDS MEER BEVERS IN DE DORDTSE BIESBOSCH

**Afb. 10** Een bever.



Er zijn steeds meer bevers in de Dordtse Biesbosch. Staatsbosbeheer nam enkele verslaggevers mee op een boot op zoek naar de knagers. 'Zoveel bevers en toch geen één gezien', aldus een teleurgestelde verslaggever.
'Ik was erbij in 1988 toen de allereerste bever hier werd vrijgelaten om de populatie terug te laten keren in ons land nadat deze al tientallen jaren was uitgestorven', zegt boswachter Jacques van der Neut. We varen met hem mee op zijn patrouilleboot.
'We zien er misschien nu niet één, maar kijk eens naar al die stammen die helemaal zijn aangetast en aangekloven', zegt Jacques. Het is een van de bewijzen dat de populatie in de Biesbosch groeit.
Nadat de eerste werd vrijgelaten, ging het niet meteen goed met de bever. 'Sommige gingen alweer snel dood helaas', zegt Jacques. Nu, jaren later, is er een nieuwe telling geweest, niet alleen in de Biesbosch, maar in heel Nederland. 'Zo'n 3500 bevers door heel Nederland, prachtig', zegt Jacques.
'Kom nog maar een keer terug. De kans dat je er wel eentje kunt zien, wordt namelijk steeds groter doordat de populatie groeit', zegt de boswachter geruststellend tegen onze verslaggever.

*Bron: www.rijnmond.nl.*

**10** Lees de tekst ‘Steeds meer bevers in de Dordtse Biesbosch’.

**a** Bij het uitzetten krijgen bevers in de nek onder de huid een chip. Op die chip zijn allerlei gegevens over de bever vastgelegd. Met een scanner kan de chip worden uitgelezen.
Leg uit waarom uitgezette bevers een chip krijgen.

.....

.....

.....

**b** Bevers knagen bomen en struiken om. De boomstammen en takken gebruiken ze om een dam te bouwen. Hierdoor heeft de bever invloed op zijn omgeving.
Noteer een abiotische factor waarop de bever invloed heeft.

.....

.....

**c** De ingang naar een beverburcht ligt altijd onder water. De woonruimte in de burcht ligt wel boven de waterspiegel.
In afbeelding 4 kun je zien welke maatregelen worden genomen om het grond- en oppervlaktewater te beheren.
Welke maatregel vergroot de overlevingskans van bevers? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

**d** Het doel van herintroductie is om het aantal dieren van een bepaalde soort te laten toenemen.
Welke biotische factor moet aanwezig zijn om te voorkomen dat er een plaag ontstaat?

.....

.....

**e** De bever eet allerlei waterplanten en takken van bomen en struiken. In de blindedarm leven bacteriën die helpen bij de vertering van dit voedsel. Die bacteriën hebben daarvoor echter te weinig tijd.
Aan het begin van de dag poept een bever keutels uit die hij vervolgens weer opeet.
Leg uit waarom de bever dit doet.

.....

.....

.....

.....

Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# 5 Mens en milieu

## LEERDOELEN

6.5.11 Je kunt enkele oorzaken en gevolgen noemen van uitputting en vervuiling.

6.5.12 Je kunt enkele oorzaken en gevolgen noemen van klimaatverandering.

► Practica 3 en 4

| TAXONOMIE | LEERDOELEN EN OPDRACHTEN | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 6.5.11 | 6.5.12 | 6.1.1* | 6.1.3* | 6.2.4* | 6.2.5* | 6.3.7* | 6.3.8* |
| Onthouden | 1 | 3ab | | | | | | |
| Begrijpen | 5 | 2, 3c, 4, 5 | | | | | | |
| Toepassen | 6, 8c | 7b, 8ab, 9, 10, 11d | 10a | 6, 11a | 7b, 11b | 11be | 10b | 11c |
| Analyseren | 7a | 7c | | | 7a | | | |

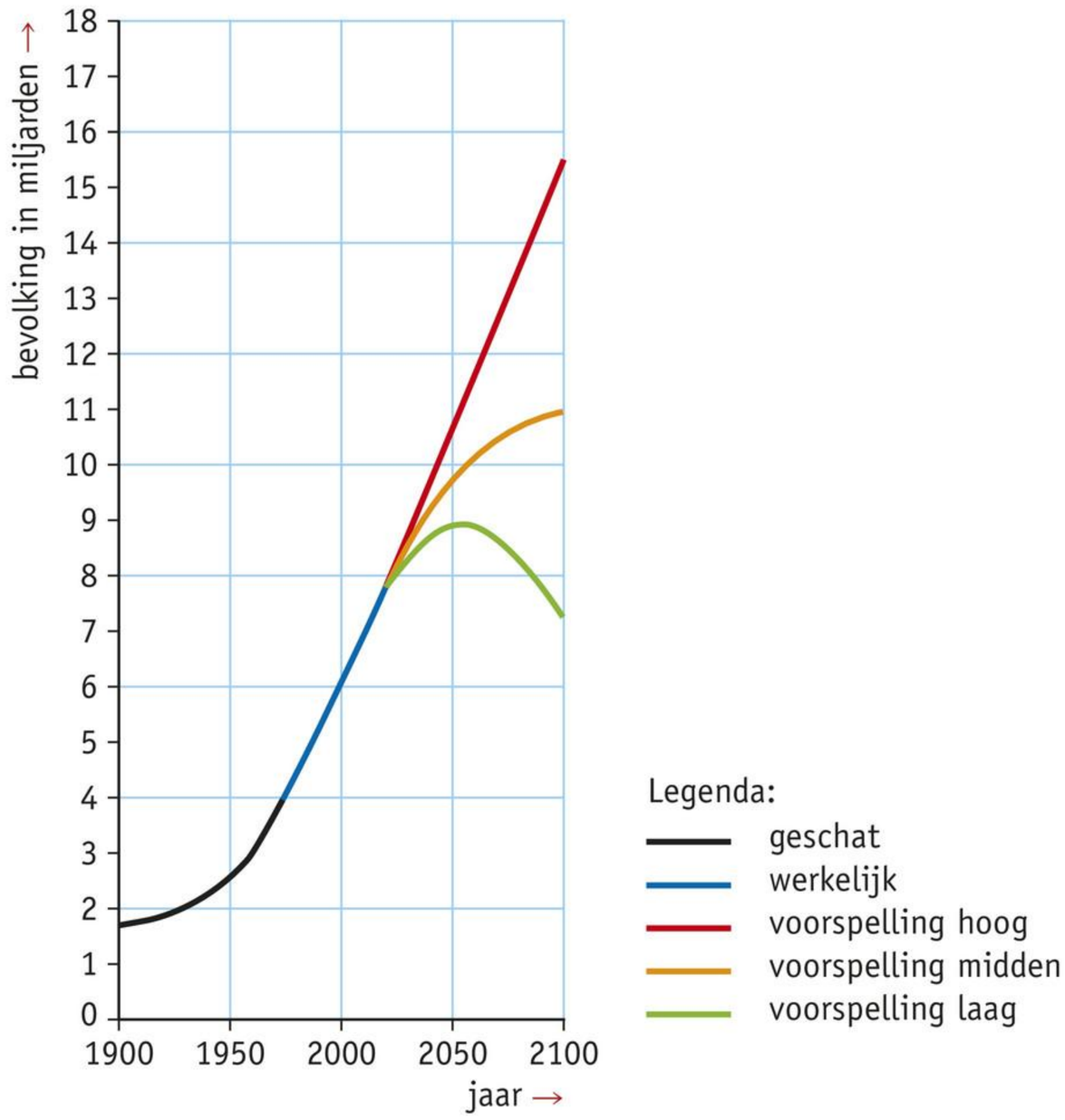
* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.

**Niet alleen het ruimtegebruik van mensen beïnvloedt de leefomgeving van planten en dieren. Mensen halen ook stoffen uit het milieu en laten er stoffen in achter.**

### INVLOEDEN OP HET MILIEU

De mens heeft invloed op het milieu. Die invloed is de laatste tweehonderd jaar sterk toegenomen. De afgelopen vijftig jaar is het aantal mensen op aarde verdubbeld (zie afbeelding 1). In juni 2019 waren er 7,7 miljard mensen. Volgens de hoogste voorspellingen zijn er over dertig jaar 10 miljard mensen. Al die mensen gebruiken samen heel veel energie en grondstoffen en produceren heel veel afval (zie afbeelding 2).

**Afb. 1** Groei van de wereldbevolking sinds 1900 en de verwachte groei tot 2100.




*Bron: Verenigde Naties, World Population Prospects 2019.*

**Afb. 2** Afval.



1 huishoudelijk afval



2 afgedankte apparaten

Doordat mensen stoffen uit het milieu halen en er andere stoffen aan toevoegen, veranderen we het milieu. Als dit leidt tot aantasting van het milieu, is sprake van **milieuproblemen**. De belangrijkste oorzaken van milieuproblemen zijn de bevolkingstoename en de manier van leven van de mens.
Mensen zorgen op twee manieren voor milieuproblemen:

- Er is sprake van **uitputting** als de mens stoffen uit het milieu haalt (bijvoorbeeld grondstoffen).
- Er is sprake van **vervuiling** als de mens stoffen aan het milieu toevoegt (bijvoorbeeld afvalstoffen).

## UITPUTTING

Aardolie, aardgas en steenkool zijn **fossiele brandstoffen**. Ze zijn miljoenen jaren geleden ontstaan uit resten van dode planten en dieren. Deze energiebronnen raken uitgeput. Naar verwachting zijn de voorraden aardolie en aardgas over vijftig tot honderd jaar vrijwel op. Aardolie is niet alleen een brandstof, maar ook een grondstof voor kunststoffen.
Ook veel andere grondstoffen komen uit de aarde, bijvoorbeeld zand (voor glas en bouwmateriaal) en metaalerts (voor metalen). Om al onze huizen, machines, apparaten, kleding en gebruiksvoorwerpen te maken zijn veel grondstoffen nodig. Ook de voorraden van deze natuurlijke **grondstoffen** raken daardoor uitgeput.

Planten hebben **mineralen** nodig om te groeien. Die mineralen halen ze met hun wortels uit de grond. In de landbouw worden op grote stukken grond elk jaar dezelfde planten verbouwd, zoals mais (zie afbeelding 3). Dit noem je **monocultuur**. Hierdoor raakt de bodem uitgeput. Dat betekent dat er niet genoeg mineralen meer in de bodem zitten. De planten groeien dan niet goed meer. Om dit te voorkomen bemest de boer na elke oogst zijn land. Ook door verdroging, overbemesting, erosie en vervuiling wordt grond minder vruchtbaar. Wereldwijd is hierdoor al 23% van het landoppervlak minder productief geworden.

**Afb. 3** Monocultuur: mais.



## VERVUILING

Om de mineralen in de bodem aan te vullen, gebruiken boeren mest (dierlijke mest of kunstmest). Een belangrijk mineraal in mest is **stikstof**. Een deel van de stikstof uit mest komt terecht in het grondwater en in de lucht. Ook de industrie en het verkeer (uitlaatgassen) zijn belangrijke bronnen van stikstof in het milieu.
Stikstof is een van de oorzaken van luchtvervuiling. **Luchtvervuiling** bestaat vooral uit smog en fijnstof. Via het grondwater en de lucht komt de stikstof terecht in natuurgebieden, waardoor de plantengroei daar verandert. Brandnetels en grassen groeien bijvoorbeeld goed op veel stikstof, maar kwetsbare of zeldzame planten kunnen er niet goed tegen en verdwijnen.

In het verleden werd het afval van de chemische industrie op vuilnisplaatsen gestort. Zo zijn op veel plaatsen giftige stoffen in de bodem terechtgekomen. Dit noem je **bodemvervuiling**. Planten nemen de giftige stoffen op via hun wortels. Zo komen de giftige stoffen in voedselketens terecht.

**Chemische gewasbeschermingsmiddelen** (gifstoffen) beschermen voedingsgewassen tegen vraat door insecten en tegen ziekteverwekkers. Deze middelen kunnen in het water van sloten of in het grondwater terechtkomen. Dit is **watervervuiling**. De kwaliteit van het grondwater gaat hierdoor achteruit.
Het water in rivieren, zeeën en meren wordt ook vervuild door huishoudens, fabrieken en scheepvaart (zie afbeelding 4). Meer dan 80% van het wereldwijde afvalwater wordt zonder behandeling in het milieu geloosd. Jaarlijks worden driehonderd tot vierhonderd miljoen ton zware metalen, oplosmiddelen, giftig slib en ander afval van industriële installaties in de wateren van de wereld geloosd.

Veel organismen zijn afhankelijk van schoon water en een schone bodem. Organismen worden door vervuiling bedreigd of verdwijnen. Ook voor de mens zijn schoon water en een schone bodem belangrijk. We drinken water en eten van de gewassen die in de bodem groeien.

**Afb. 4** Watervervuiling.



1 afvalwater van fabrieken en huishoudens



2 vervuiling door een kopermijn



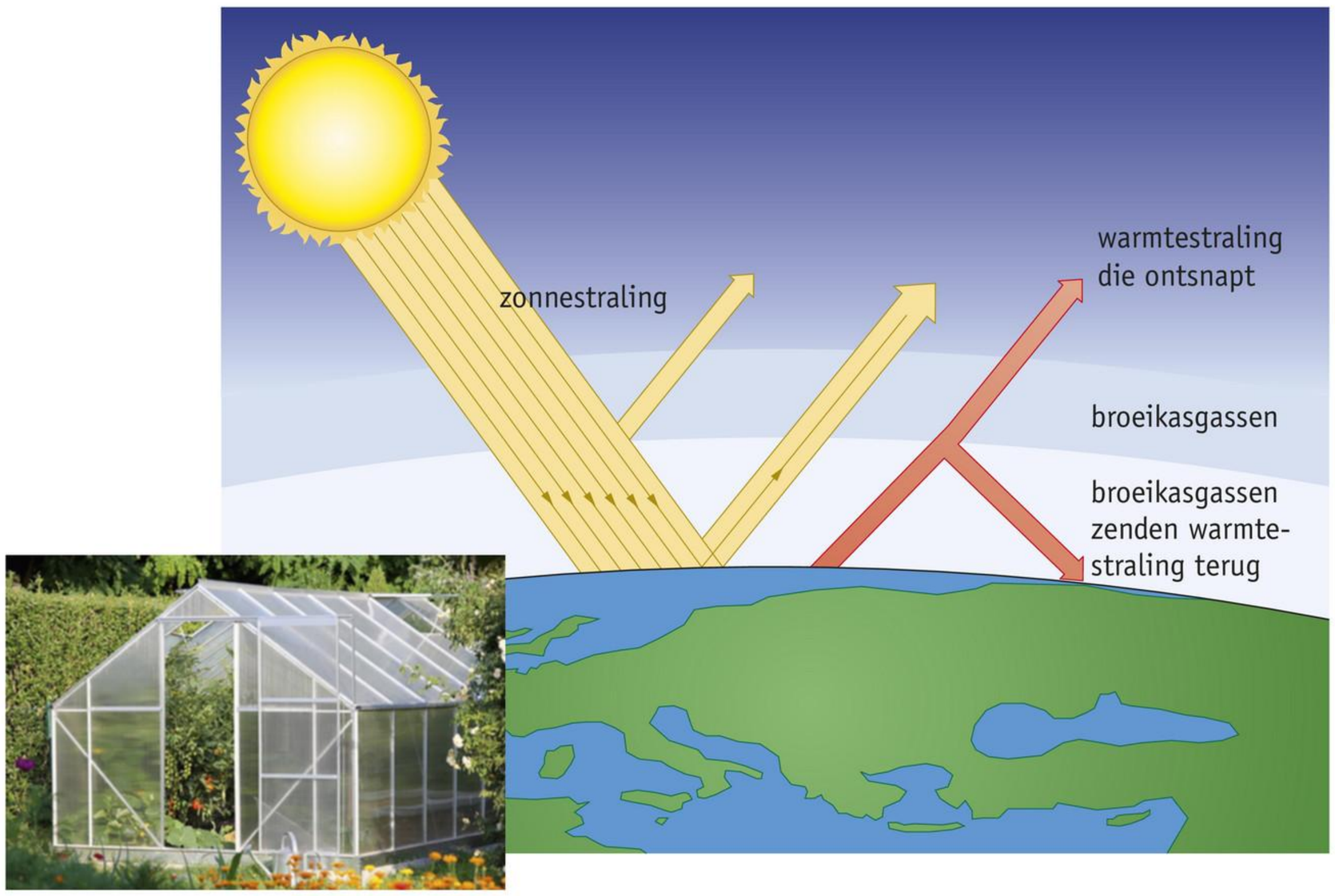
3 dode vissen door vervuiling

## VERSTERKT BROEIKASEFFECT

De dampkring (of atmosfeer) is de luchtlaag rondom de aarde. De dampkring is een mengsel van verschillende gassen. Deze gassen laten een deel van de zonnestraling door naar de aarde; de rest wordt weerkaatst. Door de zonnestraling warmt de aarde op. De aarde straalt deze warmte ook weer uit. Gassen in de dampkring houden de warmtestraling van de aarde tegen (zie afbeelding 5).

De gassen die de warmtestraling tegenhouden, noem je **broeikasgassen**, omdat ze dezelfde werking hebben als het glas van een broeikas. Deze werking noem je het (natuurlijke) **broeikaseffect**. De belangrijkste broeikasgassen zijn waterdamp en koolstofdioxide. Dankzij het broeikaseffect is het op aarde gemiddeld 15 °C. Zonder het broeikaseffect zou het op aarde veel kouder zijn (–18 °C).

**Afb. 5** Het broeikaseffect.




Bij de verbranding van fossiele brandstoffen ontstaat koolstofdioxide. Mensen hebben de afgelopen eeuwen heel veel extra koolstofdioxide in de dampkring gebracht. Sinds 1750 is het gehalte aan koolstofdioxide in de dampkring met zo'n 40% toegenomen. Een ander belangrijk broeikasgas is methaan, dat vooral vrijkomt uit moerassen, bossen en de veeteelt. Ook het gehalte aan methaan is sinds de achttiende eeuw toegenomen. Door de toename van broeikasgassen in de dampkring wordt meer warmte teruggekaatst naar de aarde. Dit is het **versterkte broeikaseffect**. Het gevolg is dat de aarde opwarmt. In de afgelopen 130 jaar is het gemiddeld 1 °C warmer geworden op aarde. In Nederland is dit 1,7 °C.

## KLIMAATVERANDERING

Door het versterkte broeikaseffect verandert het klimaat. **Klimaatverandering** betekent dat het gemiddelde weertype over een langere periode verandert. Door de klimaatverandering krijgen we in Nederland zachtere winters, warmere zomers en extremer weer.
Door de hogere temperatuur komt in de zomer vaker blauwalg voor in het water. **Blauwalg** (een bacterie) maakt stoffen die giftig zijn voor mensen. Daardoor zal er vaker een zwemverbod zijn (zie afbeelding 6).

**Afb. 6** Verboden te zwemmen door blauwalg.




Doordat de aarde opwarmt, krijgen we te maken met **stijging van de zeespiegel** (de hoogte van het zeewater). Voorspellingen voor Nederland lopen uiteen van 0,5 tot 3 m zeespiegelstijging in het jaar 2100. Laaggelegen gebieden zullen overstromen (zie afbeelding 7.1). Daarom moeten de dijken hoger worden gemaakt. Dat kost veel geld.
In andere delen van de wereld worden steden of landen nu al bedreigd door het hogere zeewater. In Oceanië bijvoorbeeld, ten oosten van Australië, verdwijnen hele eilanden in zee. De mensen die hier wonen, moeten naar elders vertrekken (zie afbeelding 7.2).

**Afb. 7** Zeespiegelstijging.




1 Dit deel van Nederland komt onder water te liggen als de zeespiegel één meter stijgt.




2 De mensen op de foto staan in zee waar hun huizen ooit stonden (Kiribati).

In sommige gebieden op aarde leidt de hogere temperatuur tot droogte, waardoor woestijnen groter worden. Er kan een tekort aan zoetwater en drinkwater ontstaan. Bij extreme droogte kan zout zeewater de rivieren in stromen. Het zoute water mengt dan met het zoete rivierwater, grondwater en slootwater. Dit heet **verzilting** (zilt = zout). Door verzilting kunnen boeren problemen krijgen met hun gewassen. Veel planten kunnen niet tegen zout in het water. Het zout tast de wortels aan.
In veel gebieden zal landbouw onmogelijk worden, maar in andere gebieden kunnen gewassen door de hogere temperatuur juist beter gaan groeien en meer voedsel opleveren. Ook kunnen delen van de aarde die nu nog te koud zijn, door de hogere temperatuur wel geschikt worden voor landbouw.

## INVLOED VAN DE MENS

In de geschiedenis van de aarde zijn er vaker klimaatveranderingen geweest. Maar er zijn drie grote verschillen: onze klimaatverandering verloopt zeer snel, ze is voor een groot deel veroorzaakt door mensen en ze kan grote gevolgen hebben voor heel veel mensen. Daarom noemen veel wetenschappers en politici deze klimaatverandering een klimaatcrisis (zie afbeelding 8). Er zijn ook mensen die niet geloven dat het klimaat verandert, of die denken dat de gevolgen wel zullen meevallen. Vaak heeft dat te maken met een gebrek aan kennis. De gevolgen van de klimaatverandering zijn niet exact te voorspellen, maar de opwarming van de aarde is een feit (zie afbeelding 9).

**Afb. 8** Demonstratie voor klimaatmaatregelen.

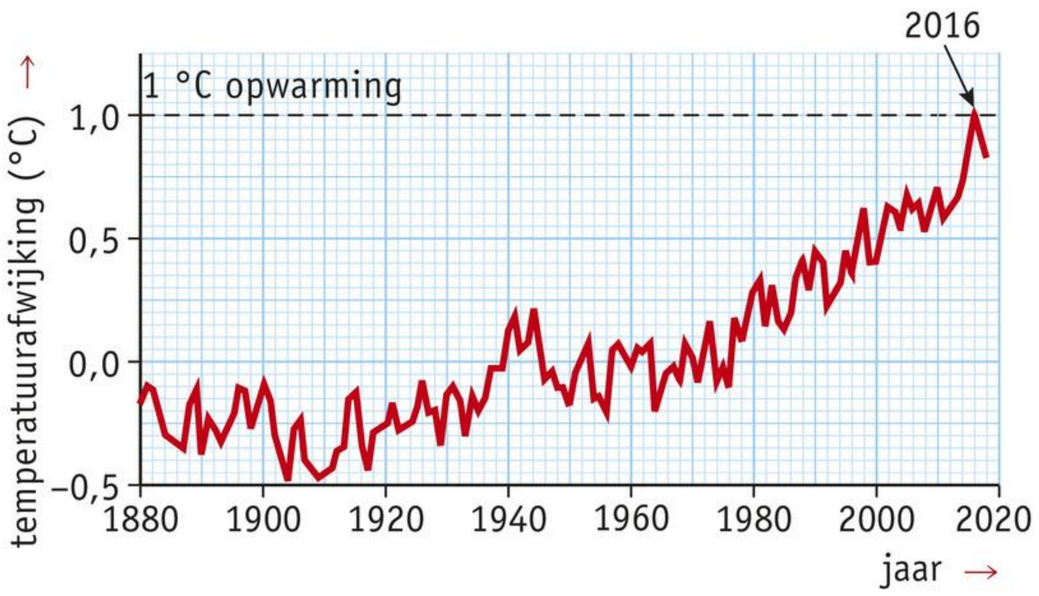



1 schoolstaking voor het klimaat (Londen, 2019)




2 Greta Thunberg uit Zweden begon de schoolstakingen voor het klimaat.

**Afb. 9** Opwarming van de aarde.




## VERANDERINGEN IN DE NATUUR

De gevolgen van de klimaatverandering zijn in de natuur al goed merkbaar. In Nederland komen nu planten- en diersoorten voor die vroeger alleen in zuidelijker gebieden zoals België en Frankrijk voorkwamen. Er zijn ook soorten die minder voorkomen of zelfs zijn verdwenen.

Doordat het ’s winters zachter en in het voorjaar warmer is geworden, is het jaarritme van veel soorten veranderd. Bomen krijgen vroeger in het jaar bladeren en veel planten bloeien eerder. Voor sommige voedselketens heeft dit ernstige gevolgen. Koolmezen voeren hun jongen graag rupsen van de wintervlinder. Deze rupsen eten eikenbladeren. Doordat de eiken eerder in blad komen, verschijnen de rupsen van de wintervlinder ook eerder in het jaar. In de periode dat de eieren van een koolmees zijn uitgekomen en de jongen moeten worden gevoerd, zijn er minder rupsen beschikbaar. Koolmezen moeten daarom op zoek naar ander voedsel, zoals eikenprocessierupsen. Ook verschuift het broedseizoen van koolmezen langzaamaan naar eerder in het jaar.

## KENNIS

**1**

**a** Welke energiebronnen zijn fossiele brandstoffen?

- ☐ A aardgas
- ☐ B aardolie
- ☐ C bio-ethanol
- ☐ D kernenergie
- ☐ E steenkool
- ☐ F zonne-energie

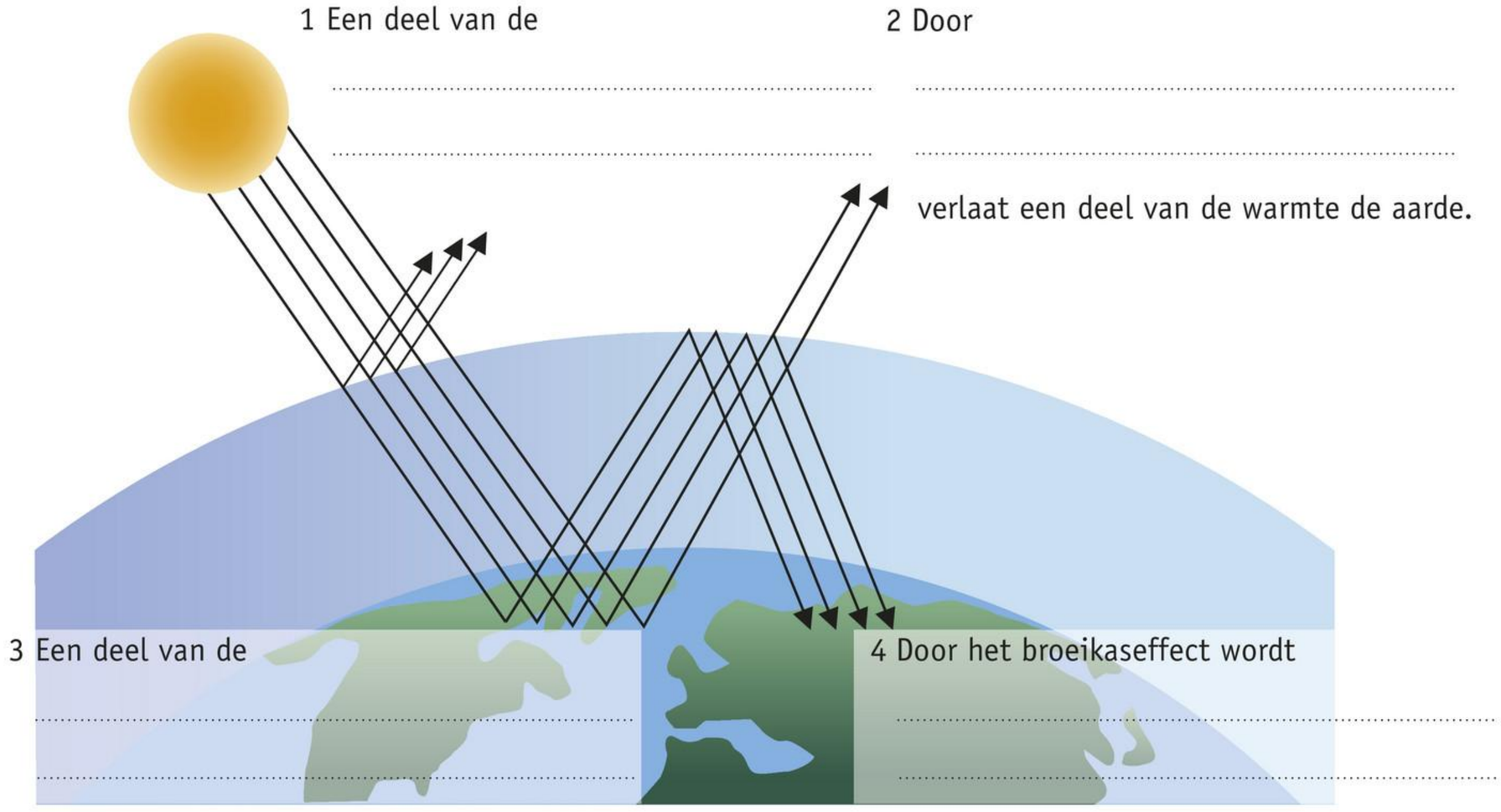
**b** Leg uit waarom deze brandstoffen 'fossiele brandstoffen' worden genoemd.

.....

**2**

Afbeelding 10 is een schematische tekening van het broeikaseffect.
Maak de zinnen in de afbeelding af. Gebruik daarbij:
*een deel van de warmte-uitstraling tegengehouden – warmte-uitstraling – zonnestraling wordt omgezet in warmte – zonnestraling wordt weerkaatst.*

**Afb. 10** Het broeikaseffect.




**3**

**a** Welke gassen zijn broeikasgassen?

- ☐ A koolstofdioxide
- ☐ B lachgas
- ☐ C methaan
- ☐ D stikstof
- ☐ E waterdamp
- ☐ F zuurstof

**b** Leg uit wat het versterkte broeikaseffect is.

Doordat er meer ..... in de dampkring komen, .....

**c** Wat kunnen in Nederland de gevolgen zijn van het versterkte broeikaseffect?

- ☐ A De zeespiegel daalt.
- ☐ B Er komen andere planten en dieren.
- ☐ C Er komt meer zuurstof in het water.
- ☐ D Er ontstaan woestijnen.
- ☐ E Er verdwijnen planten en dieren.
- ☐ F Vaker extreem weer.

**4** Hier staan enkele veranderingen die optreden door de opwarming van de aarde.
Welk gevolg hoort bij de verandering?

| | | | |
|---|---|---|---|
| A | Er zijn meer hittegolven. | ◯ | ◯ 1 De zeespiegel stijgt. |
| B | Het water in sloten en plassen warmt op. | ◯ | ◯ 2 Er komt meer blauwalg in het water. |
| C | Het zeewater warmt op en zet uit. | ◯ | ◯ 3 Er ontstaan meer bosbranden. |
| D | In het voorjaar stijgt de temperatuur eerder. | ◯ | ◯ 4 Planten bloeien eerder. |

**5**

**Samenvatting**

Oorzaken van milieuproblemen:

- .....
- .....

Mensen veroorzaken milieuproblemen door:

- .....
- .....

Drie soorten vervuiling:

- Bodemvervuiling, bijvoorbeeld: .....
- Luchtvervuiling, bijvoorbeeld: .....

  .....
- Watervervuiling, bijvoorbeeld: .....

Gevolgen van milieuproblemen: .....

.....

Broeikaseffect: .....

.....

Belangrijke broeikasgassen: .....

.....

Versterkt broeikaseffect:

.....

- Oorzaken: .....
- Gevolg: .....

Gevolgen van klimaatverandering: .....

.....

## INZICHT

**6** In het verleden zijn op veel plaatsen giftige stoffen in de bodem terechtgekomen. Planten nemen deze stoffen op via de wortels.
Leg uit waardoor in het lichaam van vleeseters meer gifstoffen voorkomen dan in het lichaam van planteneters.

.....

.....

.....

.....

**7** Bij de verbranding van fossiele brandstoffen komt energie vrij.

**a** Leg uit dat deze energie eigenlijk afkomstig is van de zon.

.....

.....

.....

.....

**b** Leg uit dat de uitstoot van koolstofdioxide kan worden gecompenseerd ('goedgemaakt') door het aanplanten van bomen.

.....

.....

.....

.....

**c** Welke andere maatregelen helpen om klimaatverandering tegen te gaan?

- ☐ A Dijken verhogen omdat de zeespiegel stijgt.
- ☐ B Eikenprocessierupsen bestrijden.
- ☐ C Minder vlees eten.
- ☐ D Plastic boodschappentassen afschaffen.
- ☐ E Regenwater beter afvoeren.
- ☐ F Windmolenparken in de Noordzee aanleggen.
- ☐ G Zonnepanelen op de daken leggen.

**8** Door het versterkte broeikaseffect verandert het klimaat.

**a** Hier staan gevolgen van klimaatverandering.
Geef aan of jij die gevolgen zelf hebt meegemaakt.

- Heb jij meegemaakt dat de straten overstroomden door veel regen? *ja / nee*
- Heb jij meegemaakt dat in de zomer een warmterecord werd gebroken? *ja / nee*
- Heb jij weleens niet kunnen zwemmen door blauwalg? *ja / nee*
- Heb jij weleens van je ouders of grootouders gehoord dat de winters vroeger veel kouder waren? *ja / nee*
- Heb jij weleens veel jeuk gehad door de eikenprocessierups? *ja / nee*
- Kan jouw huis onder water komen als de zeespiegel stijgt? *ja / nee*

**b** Wat kun jij doen tegen het versterkte broeikaseffect? Bedenk drie dingen die jij kunt veranderen in jouw leven.

.....

.....

**c** Wat kun jij doen tegen vervuiling van het milieu? Bedenk drie dingen die jij kunt veranderen in jouw leven.

.....

.....

.....

**9** Vanaf 2030 worden in Nederland alleen nog maar elektrische auto's nieuw verkocht.

**a** Leg uit dat elektrisch rijden bijdraagt aan het verminderen van het versterkte broeikaseffect.

.....

.....

**b** Er is elektriciteit nodig om de accu van een elektrische auto op te laden. Deze elektriciteit kan worden opgewekt door een aardgascentrale, maar ook door windmolens of zonnepanelen.
Leg uit welke manier van elektriciteit opwekken het meest bijdraagt aan het tegengaan van het versterkte broeikaseffect.

.....

.....

.....

**+ 10** In een sloot leven allerlei waterplanten. In afbeelding 11 zie je kroos dat op het water drijft. Er leven ook nog allerlei waterplanten onder water. Als de temperatuur stijgt door de klimaatverandering, gaat het kroos eerder in het jaar groeien. Daardoor kan het wateroppervlak helemaal worden bedekt door kroos.

**a** Leg uit dat de waterplanten onder water daardoor minder kans hebben om te overleven.

.....

.....

**b** Leg uit dat ook de dieren in de sloot minder kans hebben om te overleven.

.....

.....

.....

**Afb. 11** Een sloot met kroos.



## SAMENHANG wetenschap

### ZEEOTTERS TEGEN KLIMAATVERANDERING

Er worden overal ter wereld maatregelen genomen om de opwarming van de aarde tegen te gaan. Soms komt hulp uit onverwachte hoek.
Chris Wilmers van de Universiteit van Californië berekende dat zeeotters voor elke vierkante meter van hun leefmilieu 0,18 kg koolstofdioxide uit de lucht halen. De wetenschapper en zijn team bepaalden ook dat als de zeeotter langs de Amerikaanse kust weer in normale aantallen voor zou komen, dat samen voor een 'besparing' van 10 miljard kg koolstofdioxide kan zorgen. Omdat bedrijven moeten betalen als ze koolstofdioxide uitstoten, staat dat gelijk aan zo'n 550 miljoen euro.
En hoe gaat de zeeotter daar dan voor zorgen? Nou, doordat de zeeotters zee-egels eten, krijgt zeewier op de plekken weer een kans. Die onderzeese 'wierbossen' houden koolstofdioxide vast en dat is dan weer goed voor het milieu. Wilmers: 'Op plekken waar vroeger veel zeewier groeide en waar de otter verdwenen is, zie je alleen nog maar bergen zee-egels. Verder niets.'
Voorlopig lijkt het met de zeeotter niet de goede kant op te gaan. Na een korte opleving in de jaren zeventig van de vorige eeuw zijn de aantallen teruggelopen van een redelijk gezonde 125 000 naar 70 000 exemplaren.
Overigens pleit Wilmers niet alleen voor de zeeotter, maar ook voor andere diersoorten die ecologisch gezien een belangrijke rol kunnen spelen. Zo kunnen wolven ervoor zorgen dat er meer bomen groeien, door herten en konijnen te verschalken, die dan vervolgens geen jonge aanplant meer opvreten.

*Bron: www.kijkmagazine.nl.*

**Afb. 12** Een otter.



**11** Lees de tekst 'Zeeotters tegen klimaatverandering'.

**a** In de vorige eeuw werd de zeeotter bejaagd voor zijn vacht. Daardoor was de zeeotter bijna uitgestorven. De zeeotter maakt deel uit van de volgende voedselketen:
zeewier → zee-egel → zeeotter → orka
Leg uit welke gevolgen de jacht op zeeotters heeft voor de andere organismen uit deze voedselketen.

Zeewier: .....

Zee-egels: .....

Orka's: .....

**b** Welk organisme uit deze voedselketen neemt koolstofdioxide uit de lucht op? Leg je antwoord uit.

.....

**c** Zeeotters eten ook schelpdieren. In het verleden zijn mensen gaan vissen naar schelpdieren in de gebieden waar ook zeeotters voorkomen.
Welke relatie is hierdoor ontstaan tussen mensen en zeeotters?

.....

**d** Leg uit dat zeeotters helpen om het versterkte broeikaseffect te bestrijden.

.....

.....

.....

**e** Niet al het zeewier wordt opgegeten.
Leg uit hoe de koolstof uit het dode zeewier weer terugkomt in de lucht.

.....

.....

Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# 6 Duurzaamheid

## LEERDOELEN

6.6.13 Je kunt de ecologische voetafdruk van Nederland vergelijken met die van andere landen.
6.6.14 Je kunt uitleggen wat duurzaamheid is.
6.6.15 Je kunt aangeven wat duurzame oplossingen voor milieuproblemen in Nederland kunnen zijn.

► Practica 5 en 6

| TAXONOMIE | LEERDOELEN EN OPDRACHTEN | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 6.6.13 | 6.6.14 | 6.6.15 | 6.1.1* | 6.3.7* | 6.4.10* | 6.5.12* | 2.1.2** |
| Onthouden | | 2 | 3a | | | | 1a | |
| Begrijpen | 4 | 4 | 3bc, 4 | | | | 1bcd | |
| Toepassen | | 5 | 5, 6, 7, 8a, 9ab, 10ac, 11de | 9b | 9b | 9b | 11c | 11a |
| Analyseren | | 11b | 8b, 10b, 11b | | | | | |

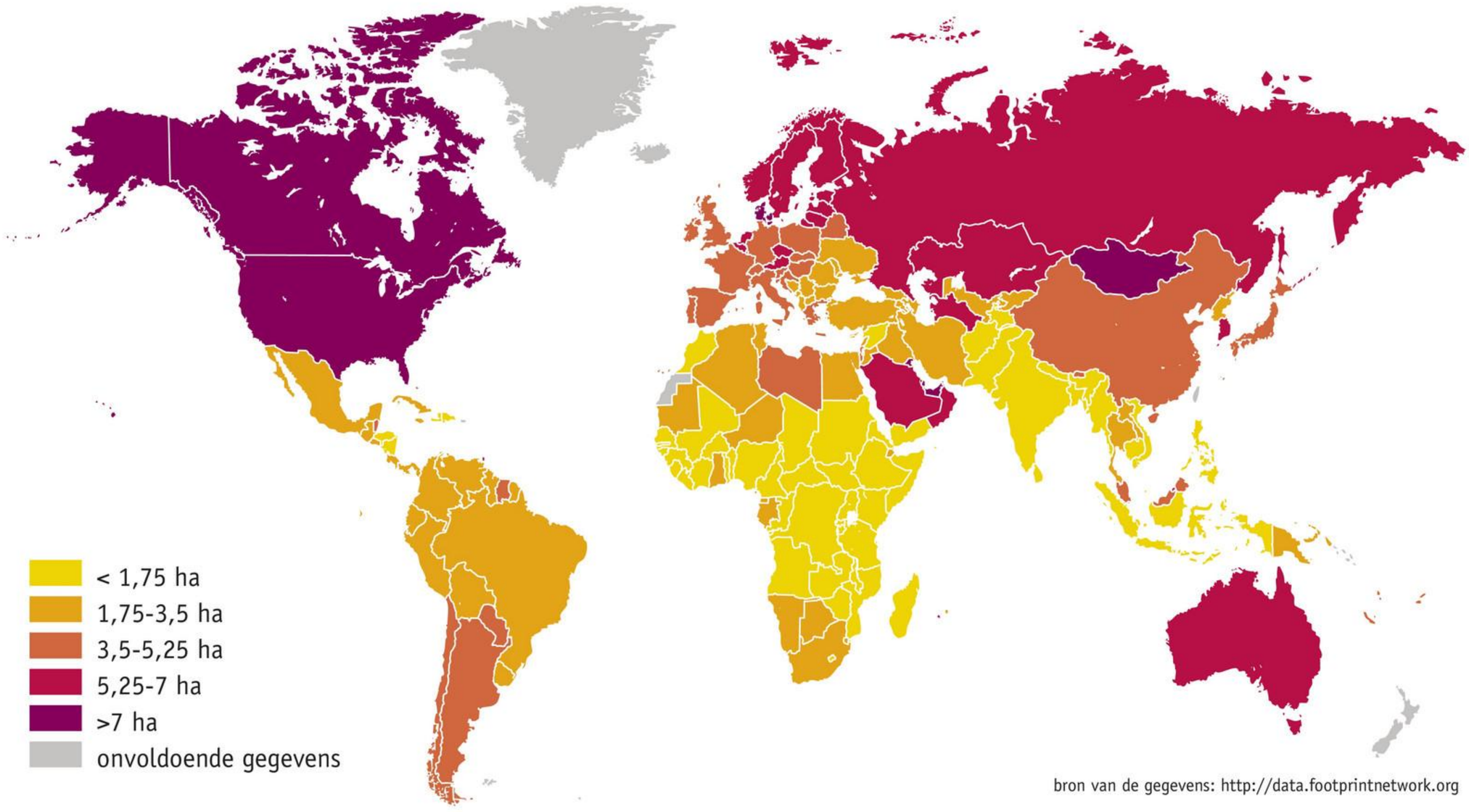
* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.
** Dit leerdoel vind je in een ander thema.

**Mensen maken gebruik van de aarde voor voedsel, grondstoffen en energie. Met z'n allen gebruiken we meer dan de aarde kan geven. Er zijn duurzame oplossingen.**

### ECOLOGISCHE VOETAFDRUK

Ieder mens gebruikt een stukje aarde, want ieder mens gebruikt voedsel, energie en grondstoffen, en ieder mens produceert afval. Je **ecologische voetafdruk** is het land- en wateroppervlak dat nodig is voor jouw consumptie en jouw afval. Hoe meer je consumeert, hoe meer 'aarde' daarvoor nodig is. De ecologische voetafdruk wordt uitgedrukt in hectare (ha). Eén hectare is honderd bij honderd meter (100 × 100 m), ongeveer twee voetbalvelden. In afbeelding 1 zie je de grootte van de ecologische voetafdruk per persoon voor verschillende landen.

**Afb. 1** Kaart van de ecologische voetafdruk per persoon (2014).




bron van de gegevens: http://data.footprintnetwork.org

Als we de aarde eerlijk 'verdelen', is er voor ieder mens 1,7 ha aarde beschikbaar. De gemiddelde voetafdruk van mensen op aarde is nu 2,6 ha. Dat betekent dat er eigenlijk ruim anderhalve aardbol nodig is om alle mensen te voorzien van voedsel, energie en grondstoffen. We hebben maar één aarde, dus we gebruiken nu meer dan er is. Daardoor raakt de aarde uitgeput.
De gemiddelde voetafdruk van mensen in Nederland is 6,3 ha. Als iedereen op aarde zou leven zoals wij, waren er meer dan drie aardbollen nodig.

## DUURZAAMHEID

Duurzaam omgaan met het milieu betekent: ervoor zorgen dat het milieu geen schade ondervindt van jouw activiteiten. **Duurzaamheid** betekent dus:

- niet meer stoffen uit het milieu halen dan het milieu kan aanvullen
- niet meer stoffen toevoegen aan het milieu dan het milieu kan verwerken

Er is bijvoorbeeld duurzame energie, duurzame landbouw, duurzame huizenbouw en duurzaam ondernemen. Hierna staan voorbeelden van duurzame oplossingen voor milieuproblemen in Nederland.

### OPLOSSING 1: DUURZAME ENERGIE

**Duurzame energie** veroorzaakt geen milieuvervuiling en raakt niet op. Voorbeelden van duurzame energie zijn biomassa, windenergie en zonne-energie (zie afbeelding 2). Door duurzame energie te gebruiken, zijn minder fossiele brandstoffen nodig. Er komen dan minder koolstofdioxide en andere schadelijke stoffen in het milieu.

**Biomassa** bestaat uit afval van planten en dieren, zoals hout, groente-, fruit- en tuinafval (gft), mest en plantaardige olie. Biomassa wordt gebruikt als brandstof in elektriciteitscentrales. Het wordt dus gebruikt om elektriciteit op te wekken. Biomassa kan ook worden gebruikt als grondstof voor brandstoffen, zoals biodiesel en biogas. Biomassa heeft ook nadelen. Als gewassen speciaal worden geteeld voor gebruik als biomassa, is hiervoor landbouwgrond nodig. Die grond is dan niet meer beschikbaar om er voedsel op te verbouwen. Bij de teelt van biomassa wordt bovendien vaak kunstmest gebruikt. Ook is er veel water voor nodig.

**Afb. 2** Zonne-energie.



1 een zonneboiler om water te verwarmen



2 zonnepanelen om elektriciteit op te wekken

### OPLOSSING 2: DUURZAME GRONDSTOFFEN

Een manier om minder grondstoffen te gebruiken, is oude grondstoffen opnieuw gebruiken. Dat kan door hergebruik of door recycling.
Bij **hergebruik** wordt een voorwerp opnieuw gebruikt, bijvoorbeeld statiegeldflessen en tweedehands kleding. Bij **recycling** wordt afval gebruikt als grondstof voor nieuwe producten, zoals afval van papier, glas, metalen en kleding (zie afbeelding 3). Ook auto's en elektrische apparaten, zoals tv's en computers, worden gerecycled.

Naast duurzame grondstoffen kun je natuurlijk ook *minder* grondstoffen gebruiken. Want hoe minder nieuwe spullen mensen kopen, hoe minder grondstoffen er nodig zijn. Je kunt bijvoorbeeld:

- een apparaat laten repareren als het kapot is, in plaats van een nieuw apparaat te kopen;
- minder kleding kopen en vaker tweedehands kleding kopen;
- spullen langer gebruiken voor je ze weggooit of vervangt.

**Afb. 3** Recycling.




1 glasbak




2 papierbak




3 kledingbak

## OPLOSSING 3: DUURZAME LANDBOUW

In de toekomst zal heel veel voedsel nodig zijn voor alle mensen op aarde. Daarom zijn manieren van landbouw nodig die wel veel voedsel opleveren, maar niet de aarde vervuilen of uitputten. Twee manieren zijn precisielandbouw en kringlooplandbouw.

**Precisielandbouw** gebruikt technologie om planten heel precies te geven wat ze nodig hebben, zoals voedingsstoffen, licht en water. Een boer gebruikt dan bijvoorbeeld gps, robots, sensoren, drones en computers (zie afbeelding 4). Zo zijn minder energie en grondstoffen nodig.

**Afb. 4** Precisielandbouw.



**Kringlooplandbouw** betekent duurzaam omgaan met natuurlijke hulpbronnen, zoals de bodem, de lucht en het water. Afval van planten en dieren wordt zo veel mogelijk hergebruikt. Bijvoorbeeld: voedsel dat wij niet meer eten, wordt gebruikt als voer voor dieren. Bij kringlooplandbouw maken boeren slim gebruik van de natuur. Ze gaan zuinig om met grondstoffen en ze zorgen voor zo min mogelijk vervuiling en uitputting.

## OPLOSSING 4: MINDER VERVUILING

Allerlei maatregelen helpen tegen milieuvervuiling. Zo mogen schepen en fabrieken schadelijke stoffen niet lozen in het milieu. Ze moeten het afval opvangen en op een goede manier verwerken. In Nederland wordt afvalwater gezuiverd voordat het op het oppervlaktewater wordt geloosd. Auto's hebben een katalysator gekregen, waardoor de uitlaatgassen minder vervuilend zijn. Fabrieken hebben filters in hun schoorstenen aangebracht, en boeren filteren de lucht uit de stallen.

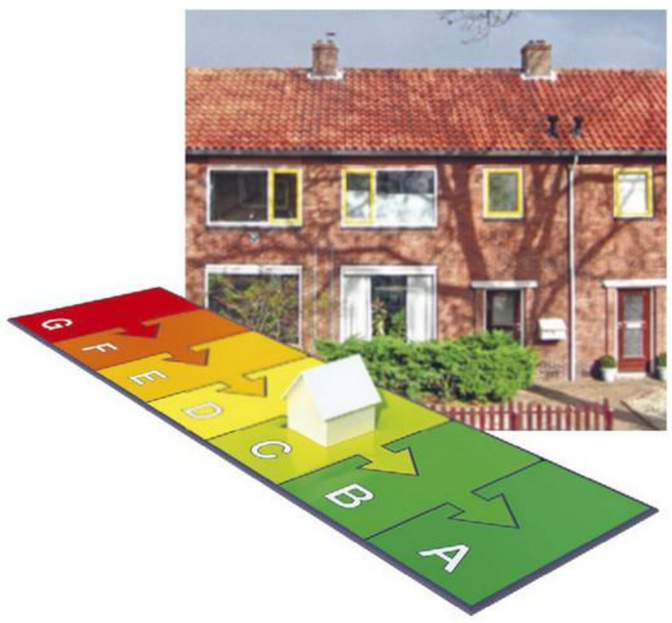
Je kunt zelf ook helpen om de vervuiling van het milieu te verminderen. Tegen luchtvervuiling helpen bijvoorbeeld:

- minder scooter- en autorijden, vaker met het openbaar vervoer of de fiets gaan
- geen vuurwerk afsteken met oud en nieuw
- geen hout stoken in houtkachel, vuurkorf of open haard

### OPLOSSING 5: MINDER BROEIKASGASSEN

Koolstofdioxide is een belangrijk broeikasgas. Vooral ons gebruik van fossiele brandstoffen zorgt voor uitstoot van koolstofdioxide. Door minder fossiele brandstoffen te gebruiken, kunnen we de uitstoot terugdringen. Dit kan bijvoorbeeld door zuinige apparaten te gebruiken. Apparaten werken op elektriciteit, maar die elektriciteit wordt vaak opgewekt met fossiele brandstoffen. Door energielabels kun je zien hoe zuinig een huis, apparaat of auto is (zie afbeelding 5).

**Afb. 5** Energielabels.




1 energielabel van een huis




2 energielabel van een auto

### ZELF DUURZAME KEUZEN MAKEN

Hoe help jij mee om minder energie te verbruiken? Doe jij bijvoorbeeld het licht uit als je niet op je kamer bent? En koop je weleens iets bij de kringloopwinkel?
Dingen die je zelf kunt doen, zijn:

- minder nieuwe kleding kopen, kleding langer dragen
- de verwarming een graadje lager zetten
- vaker de fiets nemen in plaats van de auto of de scooter
- reizen met de trein in plaats van met het vliegtuig
- korter douchen (scheelt water en gas of elektriciteit)
- letten op keurmerken op producten (zie afbeelding 6)
- geen plastic tasjes en plastic verpakkingen gebruiken
- afval in een afvalbak gooien en niet op straat

**Afb. 6** Tien betrouwbare keurmerken.



## KENNIS

**1**

**a** Wat wordt bedoeld met je ecologische voetafdruk?

.....

.....

**b** Hoeveel vierkante meter aarde is er voor iedere mens beschikbaar?

.....

**c** Hoeveel vierkante meter wordt nu gemiddeld gebruikt door iedere Nederlander?

.....

**d** De gemiddelde voetafdruk van een inwoner van Qatar is 11,8 ha.
Hoeveel aardbollen zouden er nodig zijn om alle mensen te voorzien van voedsel, energie en spullen als alle mensen op aarde net zo zouden leven als de inwoners van Qatar?

..... aardbollen

**2**

Wat betekent duurzaamheid?

.....

.....

.....

**3**

**a** Welke vormen van energie zijn duurzaam?

- ☐ A aardgas
- ☐ B benzine
- ☐ C biomassa
- ☐ D steenkool
- ☐ E windenergie
- ☐ F zonne-energie

**b** Bij het gebruik van je mobiele telefoon kun je ook kiezen voor duurzaamheid.
Wat is een duurzame manier om een telefoon op te laden?

- ○ A Een adapter en een stopcontact gebruiken.
- ○ B Een powerbank gebruiken die is opgeladen door zonne-energie.
- ○ C Een powerbank gebruiken die is opgeladen via een adapter.

**c** Leg uit waarom het duurzaam is om te kiezen voor een refurbished toestel.

.....

.....

4

**Samenvatting**

Ecologische voetafdruk: .....

.....

.....

.....

Duurzaamheid is:

- .....

Duurzame energie:

- .....
- .....

Duurzame landbouw:

- .....
- .....

Duurzame grondstoffen:

- .....
- .....

Maatregelen tegen vervuiling: .....

Een maatregel tegen broeikasgassen: .....

## INZICHT

5

Zet de auto's in volgorde van duurzaamheid. Begin met de meest duurzame auto.

..... een benzineauto met katalysator

..... een elektrische auto die is opgeladen met stroom uit een elektriciteitscentrale

..... een elektrische auto die is opgeladen met stroom van zonnepanelen

..... een oude auto zonder katalysator

6

Graan dat geschikt is als voedsel voor mensen, wordt soms gebruikt als veevoer.
Is dat een voorbeeld van kringlooplandbouw? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

.....

**7** Hergebruik en recycling zijn manieren om oude grondstoffen opnieuw te gebruiken.
Hier staan voorbeelden van het opnieuw gebruiken van grondstoffen.
Is het een voorbeeld van hergebruik of van recycling?

- een plastic waterflesje opnieuw vullen met water *hergebruik / recycling*
- gebruikte meubelen kopen *hergebruik / recycling*
- petflessen verwerken tot een fleecetrui *hergebruik / recycling*
- van oud papier koffiebekers en papieren handdoekjes maken *hergebruik / recycling*

**8** In afbeelding 7 zie je welke groenten je in november kunt kopen. Achter elke groente staat het land van herkomst en de manier waarop de groente wordt verbouwd en vervoerd.

**a** Wat is duurzamer in november: boerenkool of witlof eten? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

**b** Wat is duurzamer in november: snijbonen uit Spanje of snijbonen uit Marokko? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

**Afb. 7** Groentekalender voor de maand november.

| November | | | |
|---|---|---|---|
| **groente** | **herkomst** | **teelt** | **transport** |
| Andijvie | Frankrijk/Spanje | | |
| Aubergine | Spanje | | |
| Boerenkool | Nederland | | |
| Krop sla | Frankrijk/Spanje | | |
| Pastinaak | Nederland | | |
| Pompoen | Nederland/Z-Europa | | |
| Rode biet | Nederland | | |
| Snijboon | Spanje | | |
| | Marokko | | |
| Sperzieboon | Marokko | | |
| Spinazie | België/Duitsland | | |
| Spruiten | Nederland | | |
| Tomaat | Spanje | | |
| Veldsla | Nederland | | |
| Winterpostelein | Nederland | | |
| Witlof | Nederland | | |

**Gebruikte symbolen:**

- geteeld in de volle grond
- geteeld in onverwarmde kas
- geteeld in verwarmde kas
- vervoerd per boot + vrachtwagen
- vervoerd per vrachtwagen

**9** Palmolie wordt gebruikt als plantaardige olie in voedingsmiddelen en andere producten. Palmolie is ook zeer geschikt om er biodiesel van te maken. Om meer palmolie te kunnen produceren, wordt op Borneo regenwoud gekapt om oliepalmplantages aan te leggen. In de periode 2000–2010 nam het bosoppervlak af met gemiddeld 498 000 ha per jaar.

**a** Hoeveel voetbalvelden aan bosoppervlak gingen in deze periode op Borneo per uur verloren om plaats te maken voor olieplantages? Ga voor een voetbalveld uit van 100 × 50 m.

.....

.....

.....

.....

**b** In het beschermde natuurgebied Sebangau op Borneo leefden in 1995 nog 12 000 orang-oetans. Nu zijn dat er tussen de 7000 en 9000.
Leg uit hoe de afname van het aantal orang-oetans een gevolg kan zijn van de aanleg van palmolieplantages.

.....

.....

.....

.....

.....

**+ 10** Biomassa wordt gebruikt om elektriciteit op te wekken.

**a** Waarom is het gebruik van biomassa duurzamer dan het gebruik van fossiele brandstoffen?

.....

.....

**b** Koolzaad is een product dat wordt verbouwd om olie te winnen. Die olie kan worden gebruikt als biomassa. Een ander product dat als biomassa kan worden gebruikt, is mais.
Leg uit waarom het gebruik van koolzaad en mais als biomassa minder duurzaam is dan het gebruik van afval van planten en dieren.

.....

.....

**c** Snoeiafval uit tuinen, parken en plantsoenen kan ook worden gebruikt voor het maken van biobrandstof.
Wat is het voordeel van het gebruik van snoeiafval?

.....

.....

## SAMENHANG leefwereld

### LEKKER, EEN INSECTENBURGER

**Afb. 8** Een insectenburger.



Veel mensen eten weleens een broodje hamburger. Maar bij het produceren van hamburgers komt heel wat kijken. Een hamburger is een rundvleesproduct. Voor het produceren van een hamburger van 100 gram is 1550 liter water en 2,5 kilogram veevoer nodig. Als een koe uitsluitend gras zou eten, is er zo'n 7000 $m^2$ nodig om voldoende gras te laten groeien. In Nederland krijgen de koeien ook mais en krachtvoer. Daardoor is er minder land nodig om gras te verbouwen.
Bij de vertering van al dat gras en mais ontstaat veel methaan. Een Nederlandse melkkoe stoot per jaar ongeveer 125 kilogram methaan uit. Daarnaast produceert een koe nog 26 $m^3$ mest per jaar.
In plaats van een hamburger kun je ook kiezen voor een duurzame insectenburger. In meer dan honderd landen is het eten van insecten heel gewoon. Meer dan 80% van de wereldbevolking eet regelmatig insecten. Het gaat daarbij bijvoorbeeld om rupsen, meelwormen en sprinkhanen. Insecten kun je, net als vlees, koken, bakken en roosteren. Zo kun je van insecten een echte insectenburger maken.

**11** Lees de tekst 'Lekker, een insectenburger'.

**a** Insecten kunnen worden gebruikt als vleesvervangers.
Welke groep voedingsstoffen komt dus veel voor in het 'vlees' van insecten?
*eiwitten / koolhydraten / mineralen / vetten / vitaminen*

**b** Insecten eten is duurzamer dan vlees eten.
Geef minstens drie redenen waarom dat zo is.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**c** Leg uit dat de uitstoot van broeikasgassen vermindert door het eten van insecten.

.....

.....

**d** In Nederland is het niet gebruikelijk om insecten te eten. Insecten behoren tot de geleedpotigen.
Geef een voorbeeld van geleedpotigen die in Nederland wel worden gegeten.

.....

**e** Zou jij een voedingsmiddel eten waarin insecten zijn verwerkt? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

Ga naar de *Flitskaarten* en *Test jezelf*.

# Samenhang

## DRUGSAFVAL: DRAMA VOOR NATUUR

In Nederland wordt elke week wel ergens een drugslaboratorium opgerold. Bij de productie van illegale drugs komt veel chemisch afval vrij. Dat afval belandt vaak in de natuur.

### CHEMISCH AFVAL

**Afb. 1** Gedumpt drugsafval.



Volgens de politie worden er vooral in Noord-Brabant veel synthetische drugs geproduceerd. Synthetische drugs zijn drugs die in een laboratorium worden gemaakt. Daarbij ontstaat veel chemisch afval met stoffen als zwavelzuur, zoutzuur, mierenzuur, aceton, methanol en formamide. Die stoffen zijn allemaal schadelijk voor mens en milieu. Formamide is bijvoorbeeld slecht voor ongeboren kinderen.
Voorbeelden van synthetische drugs zijn MDMA en speed. Bij de productie van 1 kg MDMA komt 6 tot 8 kg drugsafval vrij. Bij 1 kg speed is er zelfs 20 tot 30 kg drugsafval.

### DUMPINGEN

Het drugsafval wordt vaak in de natuur gedumpt. Boswachter Erik de Jonge van Brabants Landschap vindt honderden keren per jaar drugsafval in het beschermde natuurgebied dat hij samen met collega's beheert. Het wordt achteloos uit auto's en bestelbussen gegooid. Het chemische afval levert levensgevaarlijke situaties op voor mens en milieu. Wanneer zo'n vat openbreekt of een deksel loslaat, lopen de chemicaliën zo de natuur en de buitenlucht in. Erik legt uit: 'Op plekken waar zo'n vat heeft gelekt, gaat alles dood. Soms zie je jaren later nog dat de bladeren aan de bomen er heel raar uitzien. Sommige soorten sterven uit en er is gevaar voor het drinkwater. Laatst moesten we een beekje waarin wat vaten terechtkwamen, afdammen omdat het water vergiftigd raakte. We moesten de grond eromheen afgraven en de weg ernaast een week afzetten. Dat giftige water zou anders zo stad Bergen op Zoom in stromen.'

### LOZINGEN

Als drugsafval wordt gedumpt, kun je de vaatjes tenminste nog zien liggen, en kun je het opruimen. Maar omdat de politie de vaten kan onderzoeken op vingerafdrukken of DNA-sporen, lozen drugsproducenten het afval steeds vaker in rivieren of in het riool. Daardoor worden de problemen veel groter, want het spul kan dan overal terechtkomen. In het Brabantse Baarle-Nassau moest een waterzuiveringsinstallatie worden stilgelegd. In de buurt was zoveel drugsafval in het water geloosd dat de micro-organismen, die helpen bij de waterzuivering, stierven.

### MAIS

Op een boerderij in Someren, ook in Brabant, is een groot drugslaboratorium ontmanteld. De drugsproducenten hadden een partij MDMA in een put voor mestopslag gedumpt. Zonder dat de boer het wist, heeft hij de vervuilde mest over zijn land verspreid. Zo is er MDMA in de mais terechtgekomen die de boer daar heeft geplant. Het ging niet om grote hoeveelheden, en als een koe of varken de vervuilde mais zou eten, zouden de effecten waarschijnlijk niet groot zijn. Dat komt doordat deze dieren een verteringsstelsel hebben dat lijkt op dat van de mens. Daardoor breekt het lichaam van de dieren de MDMA af.

*Bron: www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/drugs/aanpak-drugscriminaliteit-en-drugsoverlast.*

## OPDRACHTEN

**1**

**a** Leg uit dat de gifstoffen die in een bosgrond weglekken abiotische factoren zijn.

**b** Maken de gifstoffen deel uit van een biotoop, een levensgemeenschap en/of een ecosysteem? Leg je antwoord uit.

**c** Het dumpen van drugsafval heeft gevolgen op verschillende niveaus.
Geef een voorbeeld uit de tekst van een gevolg van afvaldumping in een bos op het niveau van een individu.

**d** Geef een voorbeeld uit de tekst van een gevolg van afvaldumping in het riool op het niveau van een populatie.

**e** Geef drie voorbeelden van de manier waarop vervuiling van het grondwater of het oppervlaktewater door het dumpen van drugsafval het gebruik van de natuur in gevaar brengt.

**2** Sommige afvalstoffen die bij de productie van synthetische drugs ontstaan, kan het lichaam niet afbreken of uitscheiden. Deze stoffen worden opgeslagen in het vetweefsel.

**a** Leg uit dat dit vooral gevaarlijk is voor roofdieren. Gebruik in je antwoord het begrip 'biomassa'.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**b** Waarom hoopt MDMA zich niet op in de voedselketen?

.....

**c** Marjan zegt: 'Producenten vormen altijd de eerste schakel in een voedselketen. Het gif kan dus alleen via planten in de voedselketen terechtkomen.'
Heeft Marjan gelijk? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

**3** Zonder dat hij het wist, verspreidde de boer in Someren vervuilde mest over zijn land. In het water van de mest zat MDMA opgelost, die daardoor in de mais terechtkwam.

**a** Waarom verspreiden boeren mest over hun land? Gebruik in je antwoord het woord 'stikstof'.

.....

.....

**b** Hoe komt de MDMA die in de mest zit in de plant terecht?

.....

.....

**c** Wanneer onderzoekers ontdekken dat er MDMA in de mais terecht is gekomen, kan de mais niet meer als veevoer dienen. De mais moet dan worden vernietigd door de mais te verbranden.
Beschrijf de koolstofkringloop wanneer mais wordt verbrand.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**4** Zwartblauwe rapunzel is een plant die in de bossen van Noord-Brabant voorkomt (zie afbeelding 2). Enige jaren geleden is er een inventarisatie gedaan. Er werden toen nog maar enkele tientallen individuen gevonden. Die groeiden op drie verschillende plekken. De plant groeit op lichte plekken aan bosranden en langs bospaden.

**a** Criminelen dumpen hun afval meestal langs bosranden en -paden. Ze kunnen hun afval daar snel dumpen en zich ook snel weer uit de voeten maken.
Leg uit dat de zwartblauwe rapunzel als gevolg van het dumpen van drugsafval kan uitsterven.

.....

.....

.....

.....

.....

**b** Welk gevolg zou het uitsterven van de zwartblauwe rapunzel voor de biodiversiteit hebben?

.....

**c** Noteer twee maatregelen die de mens zou kunnen nemen om de zwartblauwe rapunzel te beschermen.

.....

.....

.....

.....

.....

**d** Als de zwartblauwe rapunzel in Noord-Brabant uitsterft, kan hij worden geherintroduceerd vanuit andere gebieden waar hij nog wel leeft.
Is dat een vorm van natuurbeheer? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

.....

**Afb. 2** De zwartblauwe rapunzel.



**5** MDMA wordt als pil geslikt. Wanneer het in de hersenen komt, zorgt het ervoor dat de impulsen niet meer goed kunnen worden doorgegeven. Na verloop van tijd is de drug uitgewerkt, doordat de lever de MDMA afbreekt. Het lichaam voert de afbraakproducten vervolgens met de urine af.

**a** Van welk orgaanstelsel maken de hersenen deel uit?

**b** Beschrijf langs welke weg MDMA in de hersenen terechtkomt.

**c** Beschrijf hoe de afbraakproducten van MDMA in de urine terechtkomen.

**d** Leg uit dat het gebruik van synthetische drugs zorgt voor een grotere ecologische voetafdruk.

**6** Mogelijke oplossingen voor het drugsafvalprobleem zijn het creëren van legale dumpplekken, het legaliseren van synthetische drugs, meer politie inzetten en meer voorlichting geven aan drugsgebruikers.
Denk in tweetallen of groepjes van drie klasgenoten na over deze oplossingen.
Wat zijn de voor- en nadelen van deze oplossingen? Welke andere oplossingen kun je bedenken? En wat zijn daar de voor- en nadelen van?

# 7 Cultuurlandschap

## LEERDOEL

6.7.16 Je kunt verklaren dat veel natuur in Nederland is ontstaan door ingrijpen van de mens.

| TAXONOMIE | LEERDOELEN EN OPDRACHTEN | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 6.7.16 | 6.2.4* | 6.5.12* | 1.2.4** |
| Onthouden | 1 | | | |
| Begrijpen | | | | |
| Toepassen | 2, 3, 4a, 5a | 5bc | 5ac | 5b |
| Analyseren | 4bc | | | |

* Dit leerdoel vind je in een andere basisstof.
** Dit leerdoel vind je in een ander thema.

**Sommige mensen zeggen dat er in Nederland geen echte natuur meer is, omdat je overal de invloed van de mens ziet. Zelfs de bossen in Nederland zijn gemaakt door mensen.**

## ONTSTAAN VAN HET LANDSCHAP

Als je door Nederland reist, zie je vlakke weilanden, geploegde akkers, brede rivieren, hoge dijken, kaarsrechte sloten, rijtjes bomen en veel wegen en bebouwing (zie afbeelding 1). Dit Nederlandse landschap is voor een groot deel gemaakt door mensen. Het is een **cultuurlandschap**: een landschap dat is gevormd door invloed van de mens. Mensen hebben op verschillende manieren invloed (gehad) op het landschap. Belangrijke invloeden zijn de landbouw, energiewinning en waterbeheer.

**Afb. 1** Het landschap in Nederland (bij Hoogeveen).



Twee derde van het landoppervlak van Nederland wordt gebruikt voor de **landbouw**; iets meer dan de helft daarvan is grasland. Ongeveer 12% van het landoppervlak in Nederland is bos. Alle bossen in Nederland zijn aangeplant, bijvoorbeeld voor bosbouw. Bij **bosbouw** wordt een bos gebruikt voor de productie van hout als brandstof en als bouwmateriaal.

Een klein deel van Nederland bestond uit veenmoerassen (de lage delen van Noord-Holland en Utrecht, en delen van Friesland en Overijssel). Dit waren natte gebieden met een bodem van veen. Veen is een sponsachtige grondsoort die is ontstaan uit dode plantenresten. Door sloten te graven werd het water afgevoerd uit de veengrond. Door deze ontwatering zakte de bodem in. Omdat deze gebieden erg nat zijn, zie je er weilanden met veel sloten voor de afvoer van water (zie afbeelding 2).

**Afb. 2** Veenweiden (bij Vinkeveen).



Behalve in sloten is er in Nederland nog veel meer water: de Noordzee, het IJsselmeer, rivieren, meren en kanalen. Om het land te beschermen tegen overstromingen zijn dijken en sluizen aangelegd en zijn rivieren uitgediept. Zo zie je overal in het landschap de invloed van de mens.

## OPDRACHTEN

**1** Noteer drie manieren waarop mensen in Nederland een cultuurlandschap hebben gemaakt.

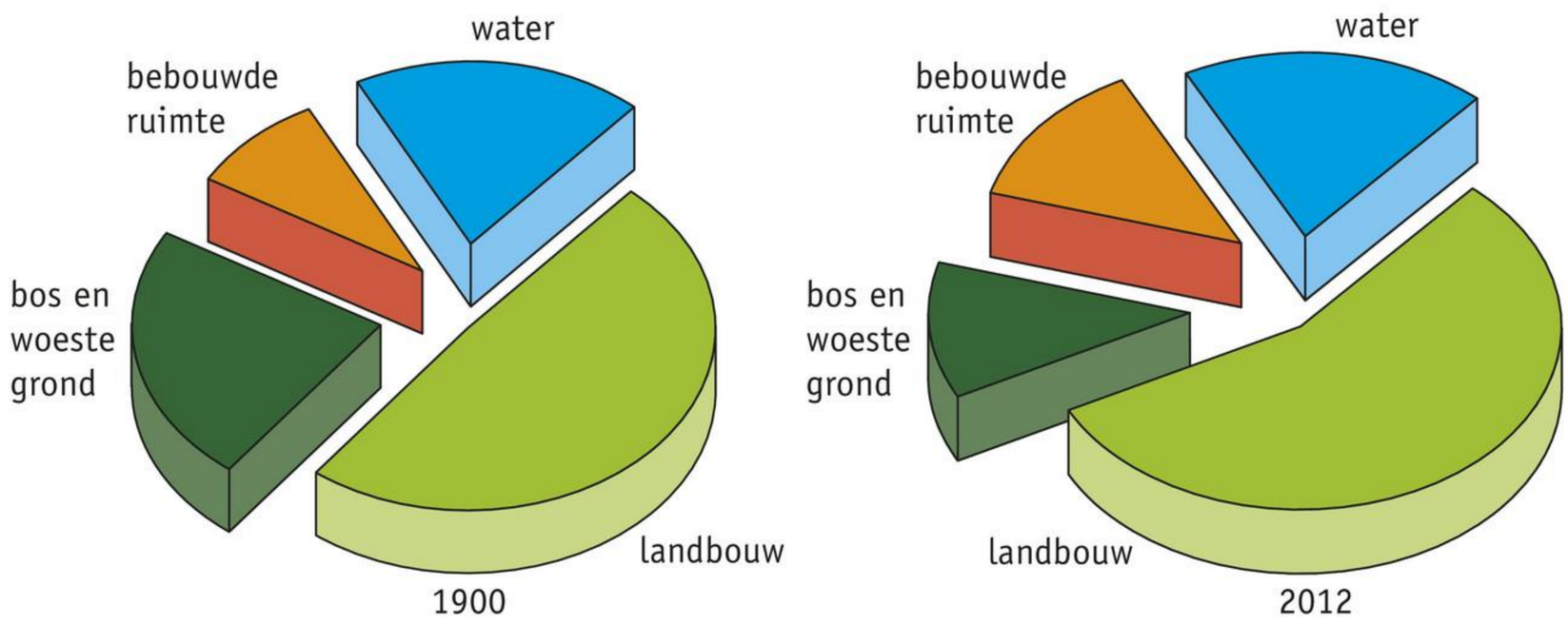
.....

**2** In afbeelding 3 is het bodemgebruik in Nederland in 1900 vergeleken met 2012. Welke verandering in het gebruik van de bodem heeft geleid tot een afname van de biodiversiteit?

.....

.....

**Afb. 3** Bodemgebruik in Nederland.



**3** In Flevoland ontstond na de inpoldering een groot moerasgebied met graslanden, zoetwaterplassen, riet en moerasbos: de Oostvaardersplassen. Allerlei dieren trokken naar dit gebied voor het voedsel en om zich er voort te planten. Om te voorkomen dat het gebied zou dichtgroeien met bomen, bracht de mens er wilde hekrunderen, koninkpaarden en edelherten naartoe.
Ook het grondwaterpeil werd en wordt beheerd door de mens. Als je dat niet doet, zal het gebied droog worden. Dan zul je een ander landschap krijgen en zal het voor heel veel vogels ongeschikt worden. Verder laat de mens in de Oostvaardersplassen de natuur zijn gang gaan. Het gebied is niet toegankelijk voor publiek.

**a** Zijn de Oostvaardersplassen een cultuurlandschap? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

**b** Zijn de Oostvaardersplassen een natuurgebied? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

**c** Het IJsselmeer was vroeger een binnenzee en heette toen de Zuiderzee. Door de Afsluitdijk veranderde deze zee in een zoetwatermeer.
Is het IJsselmeer een natuurgebied of een cultuurlandschap?

.....

.....

.....

.....

**4** In Zuid-Amerika vind je de pampa: een uitgestrekte, natuurlijke grasvlakte (zie afbeelding 4). In totaal is het gebied 800 000 km² groot. Boeren laten hun koeien grazen op delen van deze vlakte.

**a** Zijn de delen waar boeren hun koeien laten grazen in gebruik voor veeteelt? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

**b** Zo'n 75% van het landoppervlak is ingrijpend veranderd door mensen.
Horen de begraasde gebieden van de pampa hierbij? Leg je antwoord uit.

.....

.....

**c** Is de pampa een natuurgebied of een cultuurlandschap? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Afb. 4** Koeien op de pampa.



**5** Ongeveer tienduizend jaar geleden is in Nederland veen gevormd uit dode plantenresten. Vroeger werd de veengrond afgestoken, gedroogd en gebruikt als brandstof (turf).

**a** Is veen een fossiele brandstof? Leg je antwoord uit.

.....

.....

**b** Veen dat eeuwenlang onder het grondwater heeft gelegen en dan ineens aan de lucht wordt blootgesteld, 'verbrandt'. Onder invloed van de verse zuurstof uit de lucht breken bacteriën de oude plantenresten af.
Leg uit dat hierbij koolstofdioxide vrijkomt.

.....

.....

.....

**c** Leg uit dat natter veen minder koolstofdioxide uitstoot.

.....

.....

.....

Ga naar de *Flitskaarten*.

# 8 Voedselproductie

## LEERDOEL

6.8.17 Je kunt de landbouw in Nederland beschrijven.

| TAXONOMIE | LEERDOEL EN OPDRACHTEN |
|---|---|
| | 6.8.17 |
| Onthouden | |
| Begrijpen | 1b, 3, 5a, 6 |
| Toepassen | 1a, 4, 5bcd |
| Analyseren | 2, 5e |

**Onderzoekers hebben berekend dat er in 2050 ongeveer negen miljard mensen op de aarde zijn. Om al deze mensen te kunnen voeden, zal de voedselproductie moeten verdubbelen.**

## LANDBOUW

Het voedsel voor mensen komt uit de **landbouw**. Bij landbouw horen alle activiteiten waarbij het natuurlijk milieu wordt aangepast voor de productie van planten en dieren voor menselijk gebruik. Er zijn drie soorten landbouw: akkerbouw, veeteelt en tuinbouw (zie afbeelding 1).

**Afb. 1** Drie soorten landbouw.



1 akkerbouw



2 veeteelt



3 tuinbouw

## AKKERBOUW

Akkerbouwbedrijven zijn vaak grote bedrijven met heel veel grond. Meestal wordt op een grote akker maar één soort gewas verbouwd, bijvoorbeeld aardappelen, tarwe of suikerbieten. Dit noem je monocultuur.
Monoculturen hebben voor akkerbouwers grote voordelen. Er kunnen grote machines worden gebruikt om de bodem te bewerken en om te oogsten. Dat gaat snel en gemakkelijk. Bij monoculturen kunnen de gewassen goedkoop worden verbouwd. Een akker brengt veel op.

Monoculturen hebben ook nadelen. Een monocultuur betekent veel voedsel voor insecten. Daardoor is er een grotere kans op insectenplagen. In een monocultuur staan de planten dicht op elkaar. Daardoor kunnen ziekteverwekkers zich gemakkelijk verspreiden onder de planten. Er worden gifstoffen gebruikt om dit te voorkomen.
Een ander nadeel is dat door een monocultuur de bodem snel uitgeput raakt. Er wordt mest gebruikt om de mineralen aan te vullen.

**Afb. 2** Mestinjectie op een grasveld.



Er bestaan twee soorten mest: organische mest en kunstmest. **Organische mest** is afkomstig van organismen (zie afbeelding 2). **Kunstmest** wordt kunstmatig gemaakt in een fabriek. Om beter te kunnen bepalen welke en hoeveel mineralen er in de bodem komen, gebruikt de boer vaak kunstmest om het land te bemesten.

## VEETEELT

Veeteeltbedrijven zijn bedrijven met koeien, kippen, schapen, geiten of paarden. Veehouderijen met weinig grond noem je **intensieve veehouderij**. Omdat de bedrijven weinig grond hebben, verbouwen ze het veevoer niet zelf. Ze kopen voer bij veevoerbedrijven. De grondstoffen voor de productie van het veevoer komen vaak uit het buitenland.

De intensieve veehouderij heeft voor de veehouders voordelen. Dankzij krachtvoer kan een veehouder dieren in grote aantallen houden. Doordat hij heel veel dieren houdt, kan hij veel vlees, melk of eieren produceren.
De intensieve veehouderij heeft ook nadelen. Er ontstaat een **mestoverschot**, doordat er op het eigen bedrijf meer mest wordt gemaakt dan nodig is voor bemesting. Die mest moet worden afgevoerd en verwerkt.

## TUINBOUW

Vroeger verbouwden tuinbouwbedrijven de meeste gewassen buiten. Dat heet tuinbouw in de open grond. Nu worden veel tuinbouwgewassen in kassen verbouwd. Dat noem je **glastuinbouw** (zie afbeelding 3.1).
De glastuinbouw heeft voor tuinbouwers grote voordelen. In de kassen kunnen ze zorgen voor gunstige omstandigheden voor de groei van de planten. Daardoor kunnen ze in hun kassen veel voedsel produceren.
Er is nog een voordeel van de glastuinbouw. Voedingsgewassen kunnen in kassen het hele jaar door worden verbouwd. Daardoor kun je veel groenten het hele jaar kopen. Een tuinbouwer kan bijvoorbeeld sla oogsten in de winter.

Glastuinbouw heeft ook nadelen. In de zomer is er in de kassen voldoende licht en warmte om de planten goed te laten groeien. In de andere seizoenen zijn felle lampen nodig voor voldoende licht (zie afbeelding 3.2). Deze lampen gebruiken veel elektriciteit. Door de verbranding van aardgas voor de verwarming van de kassen ontstaan afvalstoffen, waaronder koolstofdioxide. Koolstofdioxide versterkt het broeikaseffect.

**Afb. 3** Glastuinbouw.



## VISSERIJ

Een deel van onze voedingsmiddelen komt van de **visserij**. Door de groei van de wereldbevolking en door steeds betere vangstmethoden is er sprake van overbevissing. **Overbevissing** betekent dat in een bepaald gebied te veel vis wordt gevangen. Hierdoor verdwijnt die vissoort uit dat gebied. Door overbevissing dreigen verschillende vissoorten uit te sterven, zoals haring, paling, kabeljauw en de meeste tonijnsoorten.

Een ander nadeel van de visserij is de bijvangst. **Bijvangst** is het onbedoeld vangen van vissen. Als een visser haring wil vangen, komen er ook allerlei andere vissen in zijn net. De bijvangst wordt vaak overboord gezet.

Naast de visvangst op zee wordt er steeds meer vis geteeld. **Visteelt** is het kweken van vis in speciale bakken of kooien. Een voordeel van visteelt is dat het goedkoper is dan de visserij. Ook kan het overbevissing voorkomen. In Nederland wordt ook vis geteeld, bijvoorbeeld meerval, paling, tilapia, tarbot en forel.

**Afb. 4** Producten van de biologische landbouw.




## BIOLOGISCHE LANDBOUW

De **biologische landbouw** verbouwt voedsel op een andere manier dan de gangbare landbouw. Biologische landbouw maakt bijvoorbeeld geen gebruik van kunstmest, maar gebruikt alleen mest van dieren. De biologische landbouw werkt niet met monoculturen en gebruikt geen kunstmatige gifstoffen tegen insecten of ziekten. Onkruid wordt verwijderd met de hand of met machines. Een nadeel van de biologische landbouw is dat de opbrengsten vaak lager zijn. Daardoor is meer grond nodig om evenveel voedsel te produceren. Ook zijn de productiekosten hoger, waardoor biologisch voedsel duurder is.

## OPDRACHTEN

**1** Emelten zijn de larven van langpootmuggen (zie afbeelding 5). Emelten leven vooral in vochtig grasland, twee tot drie centimeter onder de grond. Ze vreten aan jonge wortels van grasplanten. Hierdoor ontstaan kale plekken in het grasland. Een stuk grasland in Nederland is meestal een monocultuur. De langpootmuggen kunnen zich daar goed in voortplanten.

**a** Waardoor kunnen muggen zich zo goed voortplanten in een monocultuur van gras?

.....

**b** Waardoor kunnen ziekteverwekkers zich in een monocultuur snel verspreiden?

.....

**Afb. 5**



1 langpootmug



2 emelt

**2** Vroeger werden akkers vaak afgewisseld met kleine bosjes en houtwallen. In de vorige eeuw werden deze kleine akkers samengevoegd tot grote akkers. Hierdoor verdwenen de bosjes en houtwallen. In gebieden met monoculturen is het aantal soorten kleine insectenetende vogels afgenomen.

**a** Geef hiervoor twee mogelijke oorzaken.

.....

.....

.....

.....

.....

**b** Wordt de kans op insectenplagen hierdoor groter of kleiner? Leg je antwoord uit.

.....

.....

.....

**3** Hoort het begrip bij biologische of bij gangbare landbouw?

- dierlijke mest *biologisch / gangbaar*
- kunstmatige gifstoffen *biologisch / gangbaar*
- kunstmest *biologisch / gangbaar*
- monocultuur *biologisch / gangbaar*
- onkruidbestrijding met machines *biologisch / gangbaar*

**4** Zijn de volgende kenmerken van monoculturen een voordeel of een nadeel?

- De akkers brengen veel op. *voordeel / nadeel*
- De bodem raakt snel uitgeput. *voordeel / nadeel*
- De gewassen kunnen goedkoop worden verbouwd. *voordeel / nadeel*
- De kans op insectenplagen en ziekten van de gewassen is groot. *voordeel / nadeel*
- Er kan met grote machines worden gewerkt. *voordeel / nadeel*
- Er worden veel gewasbeschermingsmiddelen gebruikt. *voordeel / nadeel*

**5** Tuinbouw vindt vaak plaats in kassen. In veel kassen wordt geregeld hoeveel koolstofdioxide de lucht in de kassen bevat.

**a** Voor welk proces in planten is koolstofdioxide nodig?

.....

**b** Vooral in de winter zie je regelmatig kassen waarin lampen volop branden.
Leg uit dat hierdoor de groei van de planten in de kassen wordt bevorderd.

.....

.....

**c** Veel kwekers van tomaten laten hommels in hun kas vliegen.
Waarvoor zijn de hommels belangrijk?

.....

.....

**d** Zijn de volgende kenmerken van de glastuinbouw een voordeel of een nadeel?

- De gewassen krijgen precies genoeg water en voedingsstoffen. *voordeel* / *nadeel*
- De gewassen kunnen extra licht krijgen. *voordeel* / *nadeel*
- De lampen verbruiken veel elektriciteit. *voordeel* / *nadeel*
- De temperatuur kan worden geregeld. *voordeel* / *nadeel*
- Er ontstaat veel koolstofdioxide bij de verbranding in de kachels. *voordeel* / *nadeel*
- Het hele jaar door kunnen allerlei gewassen worden verbouwd. *voordeel* / *nadeel*
- In de kassen kunnen ziekteverwekkers zich gemakkelijk over de gewassen verspreiden. *voordeel* / *nadeel*
- In de winter verbruiken de kachels veel aardgas. *voordeel* / *nadeel*

**e** Milieuorganisaties vinden dat je 'groenten van het seizoen' moet eten, in plaats van het hele jaar door kasgroenten.
Wat vind jij daarvan?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**6** Op een website staat de volgende tekst over visserij: 'De meeste moderne vistechnieken maken nauwelijks onderscheid tussen een schol, een kabeljauw en een kreeft. Alles wordt opgevist. Na de vangst bekijken de vissers pas wat ze willen houden.'

**a** Over welk verschijnsel van de visserij gaat deze tekst?

- ○ A bijvangst
- ○ B overbevissing
- ○ C visteelt

**b** Leg het verschil uit tussen visserij en visteelt.

.....

.....

Ga naar de *Flitskaarten*.

# Leren onderzoeken

## 1 BESCHRIJVEND ONDERZOEK

► Basisstof 1 | ► Leerdoel 6.0.18

Je kunt een onderzoek uitvoeren met een proef. Bijvoorbeeld onderzoeken of een zaadje water nodig heeft om te kiemen. Je kunt ook een bronnenonderzoek doen. Bijvoorbeeld onderzoeken wat je kunt doen om bloedarmoede te voorkomen. Een andere manier van onderzoek doen is een situatie of verschijnsel beschrijven. Dit noem je **beschrijvend onderzoek**. Bij een beschrijvend onderzoek bekijk je een situatie of verschijnsel. Deze situatie of verschijnsel kun je daarna beschrijven met tekst, cijfers, tekeningen en/of foto's. In afbeelding 1 zie je de stappen van een beschrijvend onderzoek.

**Afb. 1**

### De stappen van een beschrijvend onderzoek

Een beschrijvend onderzoek bestaat uit zeven stappen.

**1 Doel onderzoek**
Je bedenkt wat je wilt bereiken met je onderzoek.

**2 Onderzoeksvraag**
Je bedenkt een vraag waar je antwoord op wilt vinden.

**3 Werkplan**
Je maakt een werkplan. Bij een beschrijvend onderzoek staat het volgende in het werkplan:

- de benodigdheden voor het onderzoek
- het type gegevens dat je gaat verzamelen:
  - tekst (informatie in woorden) en/of
  - cijfers (informatie in getallen in een tabel of een diagram) en/of
  - tekeningen en/of
  - foto's
- hoe je de gegevens gaat verzamelen:
  - met eigen ogen bekijken
  - metingen doen
  - een vragenlijst (enquête) houden

**4 Uitvoering**
Je voert het onderzoek uit. Hierbij houd je je zo goed mogelijk aan het werkplan.

**5 Resultaten**
Terwijl je het onderzoek uitvoert, verzamel je de gegevens. De gegevens kunnen tekst, cijfers, tekeningen en foto's zijn. Dit zijn je resultaten.

**6 Conclusie**
Aan de hand van de resultaten trek je een conclusie. De conclusie geeft antwoord op je onderzoeksvraag.

**7 Evaluatie**
Je beoordeelt hoe het onderzoek is verlopen. Ging alles volgens het werkplan?

Bij een beschrijvend onderzoek weet je van tevoren meestal niet wat je zult vinden. Daarom is een hypothese niet nodig. In afbeelding 2 zie je een voorbeeld van een beschrijvend onderzoek.

**Afb. 2**

## Beschrijvend onderzoek naar bijenvriendelijke planten

### 1 Doel van het onderzoek: wat wil je met je onderzoek bereiken?

Ongeveer de helft van de bijensoorten in Nederland is bedreigd. Sommige soorten zijn zelfs al verdwenen. Je wilt helpen met het behoud van bijensoorten. Dit wil je doen door je tuin bijenvriendelijk te maken. Een bijenvriendelijke tuin heeft veel bloemen waar bijen nectar en stuifmeel uit kunnen halen. Je formuleert het volgende doel:
*Het doel van het onderzoek is om meer bijen in mijn tuin te krijgen.*

### 2 De onderzoeksvraag: wat wil ik onderzoeken?

Je wilt weten welke planten je nu in je tuin hebt. Je wilt vooral weten hoeveel planten bijenvriendelijk zijn. Je stelt de volgende onderzoeksvraag:
*Hoeveel bijenvriendelijke en niet-bijenvriendelijke planten heb ik in mijn tuin?*

### 3 Het werkplan: wat ga ik doen?

Je kunt de plantensoorten in je tuin opzoeken in een plantenboek. Op internet kun je opzoeken welke plantensoorten bijenvriendelijk zijn. De plantensoorten in je tuin verdeel je in bijenvriendelijk en niet-bijenvriendelijk. Je kunt je werkplan als volgt opschrijven:
*Benodigdheden:*
☐ *een plantenboek*
☐ *een computer met internet*
*Ik kijk naar elke plant in mijn tuin. Van elke plant zoek ik in het plantenboek op welke soort het is. Dit noteer ik van elke plant. Daarna zoek ik voor elke soort op of het een bijenvriendelijke plant is. Ook dit noteer ik voor elke plant. In een tabel noteer ik het aantal bijenvriendelijke en niet-bijenvriendelijke planten.*

### 4 De uitvoering

Je verzamelt de benodigdheden. Je voert je onderzoek uit volgens je werkplan.

### 5 De resultaten: wat neem ik waar?

Je bekijkt de resultaten die je tijdens de uitvoering hebt genoteerd. Je tabel kan er als volgt uitzien:

| | Aantal planten |
|---|---|
| Bijenvriendelijk | 5 |
| Niet-bijenvriendelijk | 11 |

### 6 De conclusie: wat is het antwoord op de onderzoeksvraag?

Aan de hand van je resultaten trek je de conclusie:
*Er zijn ruim twee keer zo veel niet-bijenvriendelijke planten als bijenvriendelijke planten in mijn tuin.*

### 7 De evaluatie: hoe verliep het onderzoek?

Het onderzoek is volgens werkplan verlopen. Maar tijdens je onderzoek kwam je erachter dat je een plantenboek gebruikte dat erg oud is. Je weet niet zeker of het boek daardoor verouderde informatie bevat. Je schrijft de evaluatie als volgt:
*Het onderzoek verliep volgens werkplan. Het werkplan was niet helemaal in orde. Ik heb namelijk een plantenboek gebruikt dat erg oud is. Ik had beter een nieuw plantenboek kunnen gebruiken.*

## OPDRACHTEN

**1** Afbeelding 3 is een onderzoekstabel. In deze tabel zie je een wateronderzoek dat een leerling heeft uitgevoerd.

**a** Waarom is dit een beschrijvend onderzoek?

.....

.....

**b** Welk type gegevens verzamelt de leerling? *cijfers* / *foto's* / *tekeningen* / *tekst*

**c** Hoe verzamelt ze deze gegevens?

.....

.....

.....

**d** Teken in afbeelding 4 de grafiek van het zuurstofgehalte gedurende een dag (van 3.30 tot 23.20 uur). Gebruik daarvoor de resultaten uit de tabel.
- Zet bij elk tijdstip een stip op de juiste plaats in het diagram.
- Verbind de stippen met een lijn.

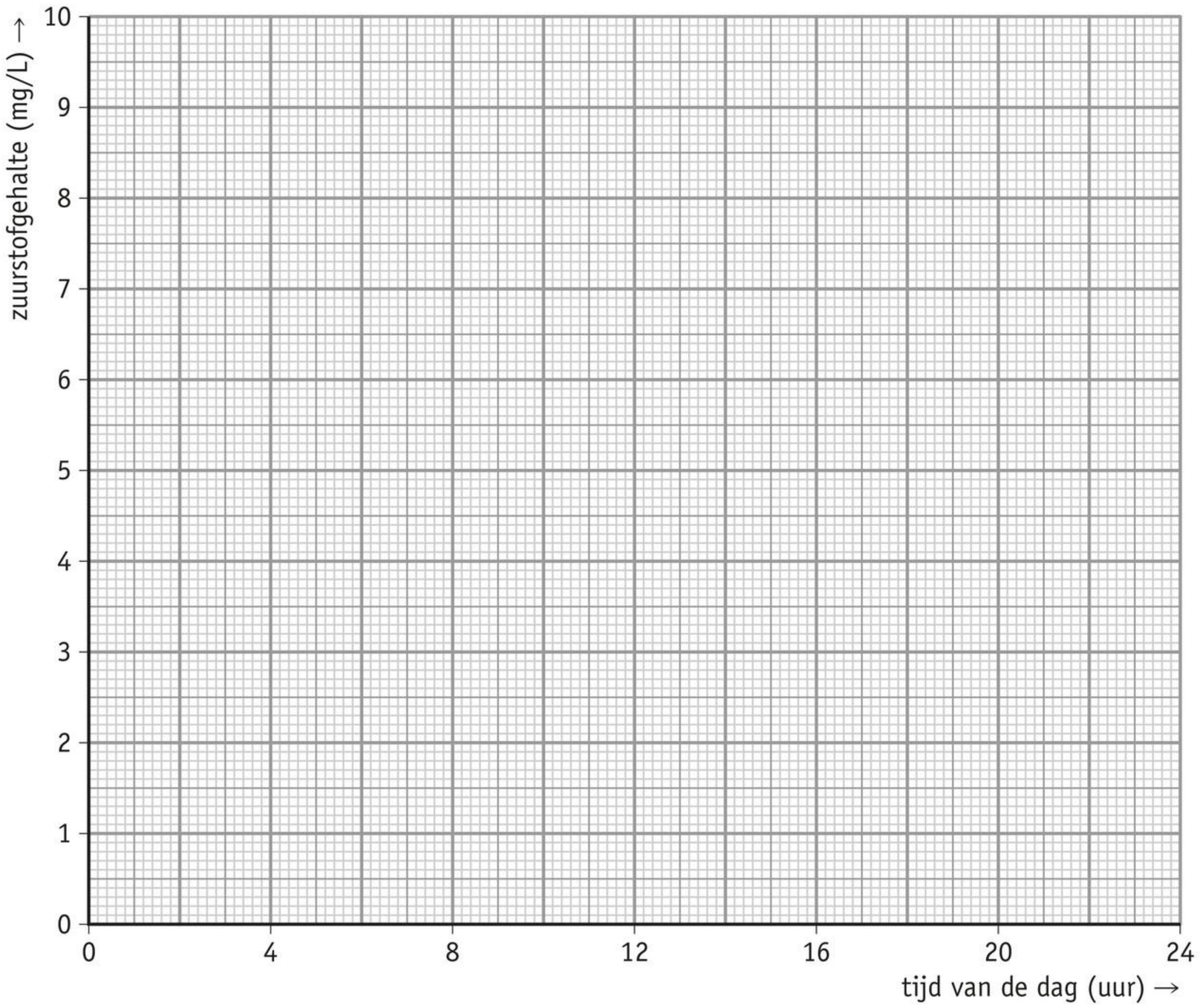
**e** Welk zuurstofgehalte verwacht je bij water in het omgevallen potje? Lees het af uit het lijndiagram.

.....

**Afb. 3**

| ONDERZOEK | HET ZUURSTOFGEHALTE VAN WATER IN EEN VIJVER |
|---|---|
| Onderzoeksvraag | Hoe verandert het zuurstofgehalte van het water in een vijver gedurende één dag? |
| Benodigdheden | ☐ zeven potjes om water in te doen<br>☐ zuurstofmeter<br>☐ etiketten |
| Werkplan | Op verschillende tijdstippen gedurende de dag neem ik een beetje water uit de vijver. Elke keer plak ik op het flesje met het water een etiket met daarop het tijdstip waarop ik het water uit de vijver heb gehaald. Ik neem de potjes mee naar school en meet van elk potje met een zuurstofmeter het zuurstofgehalte.<br>  |
| Resultaten | **Tijd** / **Zuurstofgehalte (mg/L)**<br>3:30 uur – 3,6<br>7:15 uur – 4,3<br>10:40 uur – –*<br>13:30 uur – 8,2<br>17:00 uur – 9,2<br>20:20 uur – 7,5<br>23:20 uur – 5,3<br>* Kon ik niet meten, omdat het potje was omgevallen. |

**Afb. 4** Het zuurstofgehalte van water in een vijver.




**2** Je gaat zelf een beschrijvend onderzoek bedenken en uitvoeren. Je maakt ook een verslag van je onderzoek. Van je docent hoor je waar jouw onderzoek over kan gaan.

- Kies een onderzoeksvraag. Laat je docent weten welke onderzoeksvraag je hebt gekozen.
- Maak een werkplan. In het werkplan staan:
  - de benodigdheden voor je onderzoek
  - hoe je het onderzoek gaat uitvoeren
  - welk type gegevens je gaat verzamelen
  - hoe je de gegevens gaat verzamelen
- Laat je docent het werkplan controleren.
- Voer het onderzoek uit volgens het werkplan.
- Noteer je resultaten.
- Verwerk je resultaten volgens het werkplan.
- Trek een conclusie die antwoord geeft op de onderzoeksvraag.
- Maak een verslag van je onderzoek.

## 2 EEN BODEMPROFIEL MAKEN

► Basisstof 4 | ► Leerdoel 6.0.19

De grond waar je op staat, bestaat uit veel verschillende lagen. Elke laag heeft andere kenmerken. Deze kenmerken bepalen welke planten er kunnen groeien. Voorbeelden van kenmerken zijn de hoeveelheid voedingsstoffen, water en zuurstof in de bodem.

Met behulp van een grondboor kun je een **bodemprofiel** maken. Dat doe je als volgt:

- Haal begroeiing weg op de plek waar je wilt boren.
- Boor met de grondboor drie halve slagen in de bodem.
- Haal de grondboor uit de bodem.
- Laat de grond voorzichtig uit de grondboor glijden.
- Leg de grond plat naast het boorgat.
- Breng de grondboor opnieuw in het gat.
- Boor opnieuw drie halve slagen.
- Leg de inhoud van de boor als een slurf achter het eerste grondprofiel. Let op: leg de twee stukken met de goede kant tegen elkaar. De bovenkant van de tweede boor leg je tegen de onderkant van de eerste. Zo krijg je aan het eind van de boring een volledig profiel van de grond.
- Boor net zolang tot het boorgat één meter diep is. Dat is de diepte tot waar de plantenwortels ongeveer groeien.

**Afb. 5** Doorsnede van de bodem met lagen.



# Practica

## 1 BODEMDIERTJES VERZAMELEN EN DETERMINEREN

► Basisstof 1 | ► Leerdoel 6.1.2

**40-50 minuten**

In veel ecosystemen is de bodem bedekt met een laag afgevallen takjes en bladeren. Je noemt dat strooisel. In de laag strooisel en in de bovenste laag van de bodem leven veel kleine dieren. Vooral op een warme middag kun je hierin veel diertjes aantreffen.

### WAT GA JE DOEN?

In dit practicum determineer je dieren die in het strooisel en in de bodem leven. Je verzamelt de dieren op de dag dat je dit practicum doet, voordat de les begint. Probeer dit practicum te doen op een warme middag. Je vindt dan meer diertjes dan op een koude dag.

### WAT HEB JE NODIG?

- ☐ 2 glazen potten
- ☐ een schop
- ☐ een groot vel papier
- ☐ een kwastje
- ☐ een zoekkaart, naslagwerk, internet of een app om de naam van bodemdieren op te zoeken

### WAT MOET JE DOEN?

- Voordat de les begint, zoek je een plek in de omgeving van de school waar je de strooisellaag gaat onderzoeken.
- Verzamel in de ene glazen pot wat strooisel.
- Graaf een klein stukje bodem op tot ongeveer 10 cm diepte en doe dit in de andere glazen pot (zie afbeelding 1).
- Neem de potten mee naar de les.
- Leeg de pot met het strooisel op het vel papier. Maak de pot schoon.
- Zoek diertjes in het strooisel. Doe dit door het strooisel voorzichtig met het kwastje van de ene kant naar de andere kant van het papier te schuiven (zie afbeelding 2).
- Probeer van elk diertje de naam op te zoeken. Noteer in de tabel welke diersoorten je hebt gevonden. Noteer ook voor elke soort het aantal individuen.
- Stop de gevonden diertjes terug in de glazen pot. Ruim het strooisel op.
- Leeg de pot met het bodemmateriaal op het vel papier. Maak de pot schoon.
- Als het bodemmateriaal uit één geheel bestaat, moet je het voorzichtig verdelen in heel kleine brokjes.
- Zoek diertjes in het bodemmateriaal. Doe dit door het bodemmateriaal voorzichtig met het kwastje van de ene kant naar de andere kant van het papier te schuiven.
- Probeer van elk diertje de naam op te zoeken. Noteer in de tabel welke diersoorten je hebt gevonden. Noteer ook voor elke soort het aantal individuen.
- Stop de gevonden diertjes terug in de glazen pot. Ruim het bodemmateriaal op.

| **Ecosysteem:** | | | |
|---|---|---|---|
| In het strooisel | | In de bovenste bodemlaag | |
| Diersoort | Aantal | Diersoort | Aantal |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

**Afb. 1** Een monster nemen.



**Afb. 2** Bodemdiertjes verzamelen.



## 2 EEN BODEMPROFIEL MAKEN

► Basisstof 4 | ► Leerdoel 6.0.19 | ► Leren onderzoeken 2

60-70 minuten

### WAT GA JE DOEN?

In dit practicum maak je met behulp van een grondboor een bodemprofiel van een stukje bodem, bijvoorbeeld bosgrond, weiland of berm.

### WAT HEB JE NODIG?

- ☐ een grondboor
- ☐ een potlood
- ☐ een vel papier

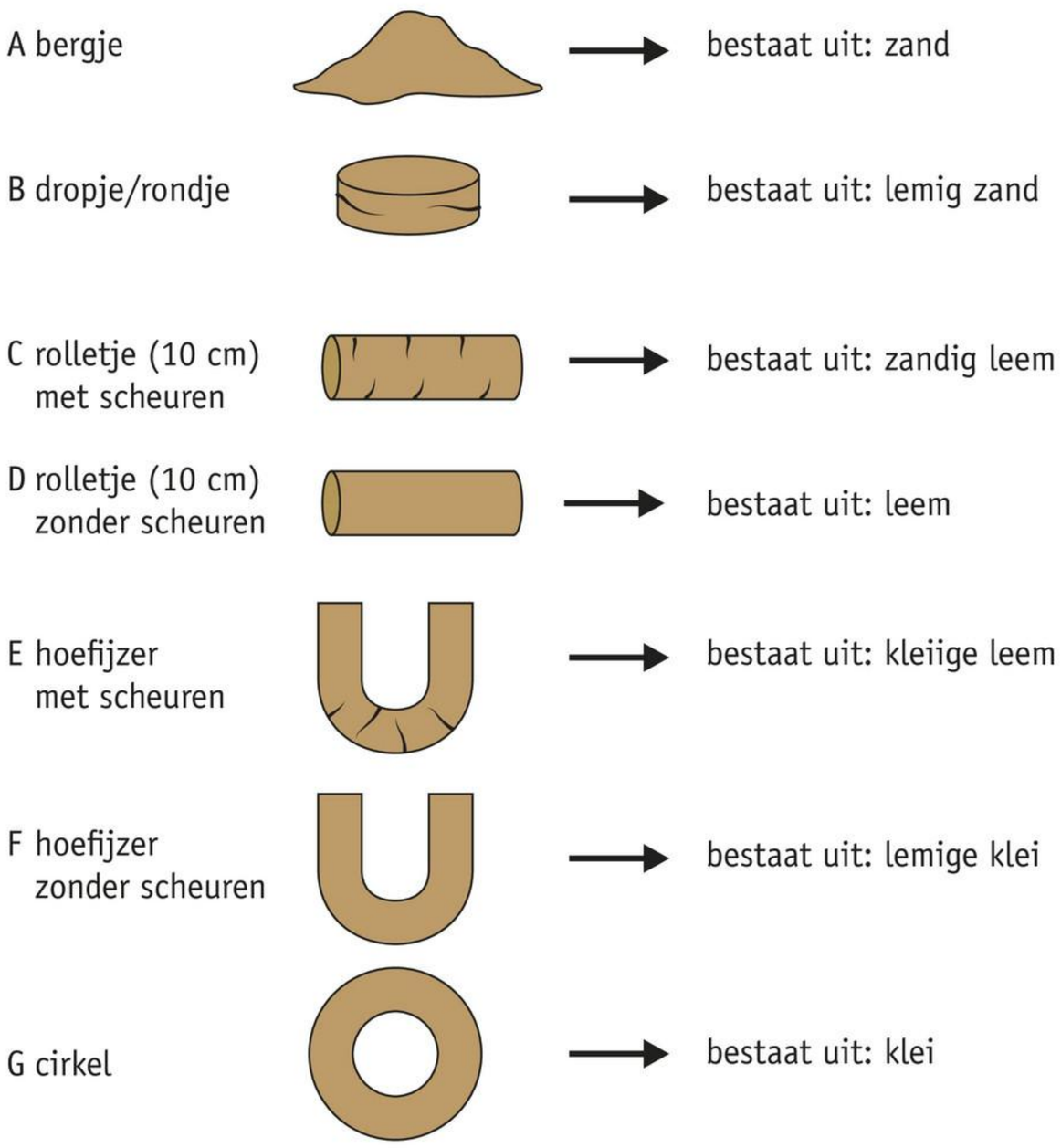
## WAT MOET JE DOEN?

- Maak een bodemprofiel. Gebruik hierbij de beschrijving in Leren onderzoeken 2.
- Boor totdat het boorgat één meter diep is.
- Teken het profiel op papier. Geef de kleuren aan.
- Noteer in de juiste kolom van de tabel voor grondboring:
  - de kleur (gebruik de grond als vingerverf en wrijf de kleur in het juiste vakje)
  - wat je ziet (korrels, steentjes, wortels, takjes, half verrotte plantenresten, roestplekken)
  - hoe het voelt (hard, zacht, korrelig, droog, vochtig, nat, plakkerig)
- Probeer met de grond een bergje, dropje, rolletje, hoefijzer en cirkel te maken (zie afbeelding 3). Door dit te doen, kun je de grondsoort bepalen.
- Noteer in de laatste kolom de grondsoort.

| Grondboring | Kleur | Wat zie je? | Hoe voelt het? | Grondsoort |
|---|---|---|---|---|
| Diepte | | | | |
| tot cm | | | | |
| tot cm | | | | |
| tot cm | | | | |
| tot cm | | | | |
| tot cm | | | | |

**Afb. 3** Grondsoorten.
Probeer met de grondsoort een bergje, dropje, rolletje, hoefijzer en cirkel te maken. Je kunt dan hieronder aflezen om welke grondsoort het gaat.

Schema voor grondsoort:



## 3 BIOLOGISCH AFBREEKBAAR AFVAL

► Basisstof 5 | ► Leerdoelen 6.2.5 en 6.5.11

**Les 1: 15-20 minuten, les 2 t/m 6: 5 minuten, les 7: 5-10 minuten**

### WAT GA JE DOEN?

In dit practicum onderzoek je of aluminiumfolie, een appelschil, een plastic boterhamzakje en toiletpapier biologisch afbreekbaar zijn.

### WAT HEB JE NODIG?

De benodigdheden staan in de tabel.

### WAT MOET JE DOEN?

Voer het onderzoek uit en vul de tabel verder in.

| ONDERZOEK | BIOLOGISCH AFBREEKBAAR AFVAL |
|---|---|
| Doel onderzoek | |
| Onderzoeksvraag | Zijn aluminiumfolie, een appelschil, een plastic boterhamzakje en toiletpapier biologisch afbreekbaar? |
| Hypothese | |
| Benodigdheden | ☐ 4 (jam)potjes<br>☐ 4 etiketten<br>☐ (tuin)aarde<br>☐ water<br>☐ een mes<br>☐ aluminiumfolie<br>☐ appelschil<br>☐ een plastic boterhamzakje<br>☐ toiletpapier |
| Werkwijze | • Plak op elk potje een etiket.<br>• Doe in elk potje een flinke laag aarde (zie afbeelding 4). Maak de laag aarde een beetje vochtig.<br>• Snijd of scheur het afval in stukken.<br>• Doe in elk potje een klein beetje van één soort afval. Meng het afval met de aarde. Gebruik daarbij het mes.<br>• Noteer op het etiket welk afval je in het potje hebt gedaan.<br>• Zet de potjes weg.<br>• Bekijk zes weken lang elke week wat er met het afval is gebeurd. Doe dat steeds op dezelfde dag van de week.<br>• Noteer in het schema wat er met het afval is gebeurd. Gebruik hierbij: *afgebroken – een beetje afgebroken – nog niet veranderd*.<br>• Zorg ervoor dat de aarde tijdens het onderzoek een beetje vochtig blijft.<br><br>**Afb. 4**<br>  <br> |

| | |
|---|---|
| Resultaat | |

| Tijd | Soort afval | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Aluminium-folie | Appelschil | Plastic boter-hamzakje | Toiletpapier |
| Na 1 week | | | | |
| Na 2 weken | | | | |
| Na 3 weken | | | | |
| Na 4 weken | | | | |
| Na 5 weken | | | | |
| Na 6 weken | | | | |

| | |
|---|---|
| Conclusie | De volgende soorten afval zijn biologisch afbreekbaar:<br><br>De volgende soorten afval zijn niet biologisch afbreekbaar: |
| Evaluatie | Is de conclusie hetzelfde als de hypothese? *ja* / *nee*<br>Was de hypothese juist? *ja* / *nee*<br><br>Verliep alles volgens het werkplan? Zo nee, wat ging er anders? |

## 4 VERVUILING IN EN RONDOM JE SCHOOL

► Basisstof 5 | ► Leerdoel 6.5.11

**Les 1: 10-15 minuten, les 2: 10-15 minuten**

### WAT GA JE DOEN?

Stichting Nederland Schoon heeft foto's gemaakt van een aantal plekken in en rondom scholen. De stichting heeft ook aan mensen gevraagd om een cijfer van 1 tot en met 5 te geven voor de mate van vervuiling met zwerfafval (zie tabel 1).
In afbeelding 5 zie je tien voorbeelden binnen en buiten een school met de gemiddelde scores die mensen hiervoor hebben gegeven.
In dit practicum bekijk je de mate van vervuiling in en rondom jullie school. Hiervoor geef je een cijfer.
Je doet dit practicum samen met een klasgenoot.

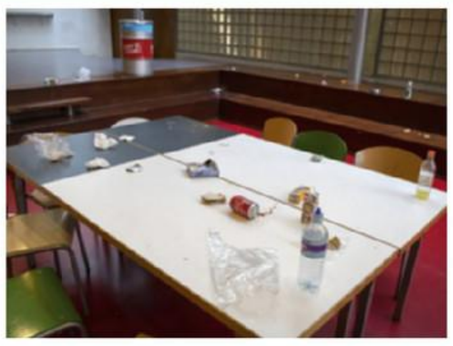
**Tabel 1**

| | |
|---|---|
| Zeer vuil | score 1 |
| Vuil | score 2 |
| Matig schoon | score 3 |
| Schoon | score 4 |
| Zeer schoon | score 5 |

**Afb. 5**

**Binnen school**

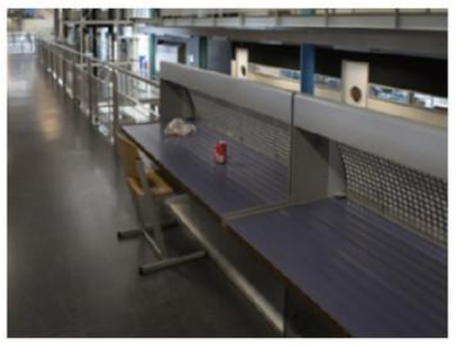
score 1 zeer vuil



score 2 vuil



score 3 matig schoon



score 4 schoon



score 5 zeer schoon



**Buiten school**

score 1 zeer vuil



score 2 vuil



score 3 matig schoon



score 4 schoon



score 5 zeer schoon



### WAT MOET JE DOEN?

- Kies in overleg met je docent vier plekken binnen school en twee plekken buiten school. Kies ook de momenten waarop je de plekken een cijfer gaat geven. Bijvoorbeeld: de pauzeruimte voor en na de middagpauze.
- Vul in de tabel de plekken en het tijdstip in.
- Geef samen met je klasgenoot een cijfer voor de mate van vervuiling (1 tot en met 5). Bekijk hierbij de foto's van afbeelding 5. Als je een cijfer geeft, moet je alleen kijken naar het zwerfafval. Het gaat dus niet om andere factoren, zoals een vieze muur of ander vuil zoals hondenpoep.
- Vergelijk je scores met klasgenoten. Bespreek samen jullie scores.

| Plek | Tijdstip | Score |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

## 5 AFVAL BIJ JE THUIS

► Basisstof 6 | ► Leerdoel 6.6.15

30-40 minuten

### WAT GA JE DOEN?

In dit practicum houd je twee dagen bij wat voor afval bij je thuis wordt weggegooid.

### WAT MOET JE DOEN?

- Houd twee dagen bij welk afval bij je thuis wordt weggegooid. Noteer dit in de *Turflijst afval*. Doe dat door in de tweede kolom een kruisje te zetten achter het afval. Als je bijvoorbeeld drie drankblikjes weggooit, zet dan drie kruisjes. Op de lege regels kun je afval noteren dat nog niet in de turflijst staat.
- Noteer al het afval. Noteer dus ook de oude kranten, de lege flessen, enzovoort.
- Vraag je huisgenoten om je mee te helpen met het invullen van de turflijst.

| TURFLIJST AFVAL | |
|---|---|
| **Gft-afval** | |
| Groenteafval (per maaltijd) | |
| Aardappelschillen (per maaltijd) | |
| Schillen (per vrucht) | |
| Klokhuis (per stuk) | |
| Botjes (per stuk) | |
| Eierschalen (per stuk) | |
| Koffiefilters of koffiepads (per stuk) | |
| Bladeren (per emmer) | |
| Gras (per emmer) | |
| Verwelkte bloemen (per bos) | |
| | |
| | |
| **Papier en karton** | |
| Krant (per stuk) | |
| Tijdschrift (per stuk) | |
| Reclamefolder (per stuk) | |
| Melkpak/yoghurtpak/frisdrankpak (per stuk) | |
| Grote kartonnen doos (per stuk) | |
| Kleine doos (bijvoorbeeld voor hagelslag) (per stuk) | |
| Koffiepak (per stuk) | |
| Luciferdoosje (per stuk) | |
| Snoepwikkel (per stuk) | |
| Eierdoos (per stuk) | |
| Groentezak (per stuk) | |
| | |
| | |

| **Glas** | |
|---|---|
| Literfles (per stuk) | |
| Wijnfles (0,75 L, per stuk) | |
| Frisdrankflesje (per stuk) | |
| Koffiemelkflesje (per stuk) | |
| Grote pot (0,7 L, per stuk) | |
| Jampotje (0,35 L, per stuk) | |
| | |
| | |
| **Plastic en andere kunststoffen** | |
| Yoghurtbeker (per stuk) | |
| Melkfles (per stuk) | |
| Margarinekuipje/boterkuipje (per stuk) | |
| Afwasmiddelfles (per stuk) | |
| Shampoofles (per stuk) | |
| Broodverpakking (per stuk) | |
| Boterhamzakje (per stuk) | |
| Snoepverpakking/koekverpakking (per stuk) | |
| | |
| | |
| **Textiel** | |
| Poetsdoekje (per stuk) | |
| Oude sokken (per paar) | |
| Oud T-shirt (per stuk) | |
| Oud ondergoed (per stuk) | |
| | |
| | |

| **Metalen** | |
|---|---|
| Frisdrankblikje/bierblikje (per stuk) | |
| Conservenblik (1 L, per stuk) | |
| Conservenblik (0,5 L, per stuk) | |
| Leverpasteiblikje (per stuk) | |
| Smeerkaaskuipje (per stuk) | |
| Aluminiumfolie (per 25 cm) | |
| Haarlakspuitbus (per stuk) | |
| Batterij (per stuk) | |
| | |
| | |
| **Overig afval (hout, stenen, enzovoort)** | |
| Sinaasappelkistje (per stuk) | |
| Sigarenkistje (per stuk) | |
| Gebroken beker (per stuk) | |
| Gebroken bord (per stuk) | |
| | |
| | |

**1** Vergelijk de turflijst met die van de klasgenoot naast je. Als het kan, vergelijk de turflijst dan ook met die van andere klasgenoten.

**a** Noteer vijf afvalproducten die je allebei (of allemaal) hebt weggegooid.

.....

**b** Welke afvalgroep heb je het vaakst aangekruist?

.....

**c** Is bij jullie beiden (of bij jullie allemaal) dezelfde afvalgroep het grootst?

.....

# 6 VOEDSELAFDRUK

► Basisstof 6 | ► Leerdoel 6.6.13

**30-40 minuten**

## WAT GA JE DOEN?

In dit practicum onderzoek je wat de voedselafdruk van je klas is. Je voedselafdruk is onderdeel van je ecologische voetafdruk. Je bekijkt in dit practicum ook wat je kunt doen om de voedselafdruk van je klas te verlagen. Je hoeft geen hypothese te bedenken.

## WAT HEB JE NODIG?

De benodigdheden staan in de tabel.

## WAT MOET JE DOEN?

Voer het onderzoek uit en vul de tabel verder in.

| ONDERZOEK | VOEDSELAFDRUK |
|---|---|
| Doel onderzoek | De voedselafdruk van de klas verlagen. |
| Onderzoeksvraag | Wat is de voedselafdruk van de klas en hoe kan deze worden verlaagd? |
| Benodigdheden | ☐ een computer, mobiel of tablet met internet |
| Werkwijze | • Ga naar de website van het Voedingscentrum. Typ als trefwoord 'voedselafdruk' in. Je vindt dan een test met vijftien vragen om je voedselafdruk te bepalen.<br>• Maak de test. Als een vraag voor jou niet geldt, probeer hem dan te beantwoorden voor je ouders, verzorgers of huisgenoten.<br>• Noteer in de eerste tabel hoeveel hectare landbouwgrond en hoeveel liter water per dag jouw voedselafdruk is. Noteer ook welke uitdaging(en) het Voedingscentrum jou aanbiedt om je voedselafdruk te verlagen.<br>• Verzamel de gegevens van al je klasgenoten.<br>• Bereken de totale voedselafdruk van de klas. Bereken ook de gemiddelde voedselafdruk per leerling. Zet deze gegevens in de tweede tabel.<br>• Noteer in de derde tabel alle uitdagingen die de klas heeft gekregen en hoe vaak elke uitdaging is voorgekomen. |
| Resultaat | |

| | Mijn voedselafdruk |
|---|---|
| Landbouwgrond (ha) | |
| Water (L per dag) | |

Uitdagingen:

•

•

•

| | Landbouwgrond (ha) | Water (L per dag) |
|---|---|---|
| Totaal | | |
| Gemiddeld per leerling | | |

| | |
|---|---|
| Resultaat | |
| Conclusie | |
| Discussie | Verliep alles volgens het werkplan? Bijvoorbeeld: hebben alle leerlingen van de klas de test gedaan? Heb je alle vragen kunnen beantwoorden? |

| Uitdaging | Aantal |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

# Samenvatting

BASIS 1

## ORGANISMEN EN HUN OMGEVING

**1 Je kunt de invloeden op organismen indelen in biotische en abiotische factoren.**

- Biotische factoren: invloeden afkomstig van de levende natuur, bijv. soortgenoten, roofdieren, ziekteverwekkers.
- Abiotische factoren: invloeden afkomstig van de levenloze natuur, bijv. bodemgesteldheid, licht, regenval, temperatuur, wind, zuurstofgehalte van de lucht.

**2 Je kunt de niveaus van de ecologie beschrijven.**

- Organisme (individu): een levend wezen.
- Populatie: een groep organismen van dezelfde soort die in een gebied met elkaar samenleven.
- Levensgemeenschap: alle populaties in een ecosysteem.
- Ecosysteem: een bepaald gebied met alle erin levende organismen, waarbinnen de biotische en de abiotische factoren een eenheid vormen.
  - biotoop: het geheel van abiotische factoren in het ecosysteem
- Biosfeer: het deel van de aarde (en de lucht eromheen) waar leven mogelijk is.

**3 Je kunt een voedselketen en een voedselweb maken.**

- Biomassa: de totale hoeveelheid energierijke stoffen in een organisme.
- Voedselketen: een reeks soorten, waarbij elke soort een voedselbron is voor de volgende soort.
  - Elke voedselketen heeft een plantensoort als eerste schakel.
- Voedselweb (voedselnet): het geheel van voedselrelaties in een ecosysteem.
  - In een voedselweb lopen allerlei voedselketens door elkaar.
- Accumulatie: ophoping van stoffen in elke volgende schakel van een voedselketen.

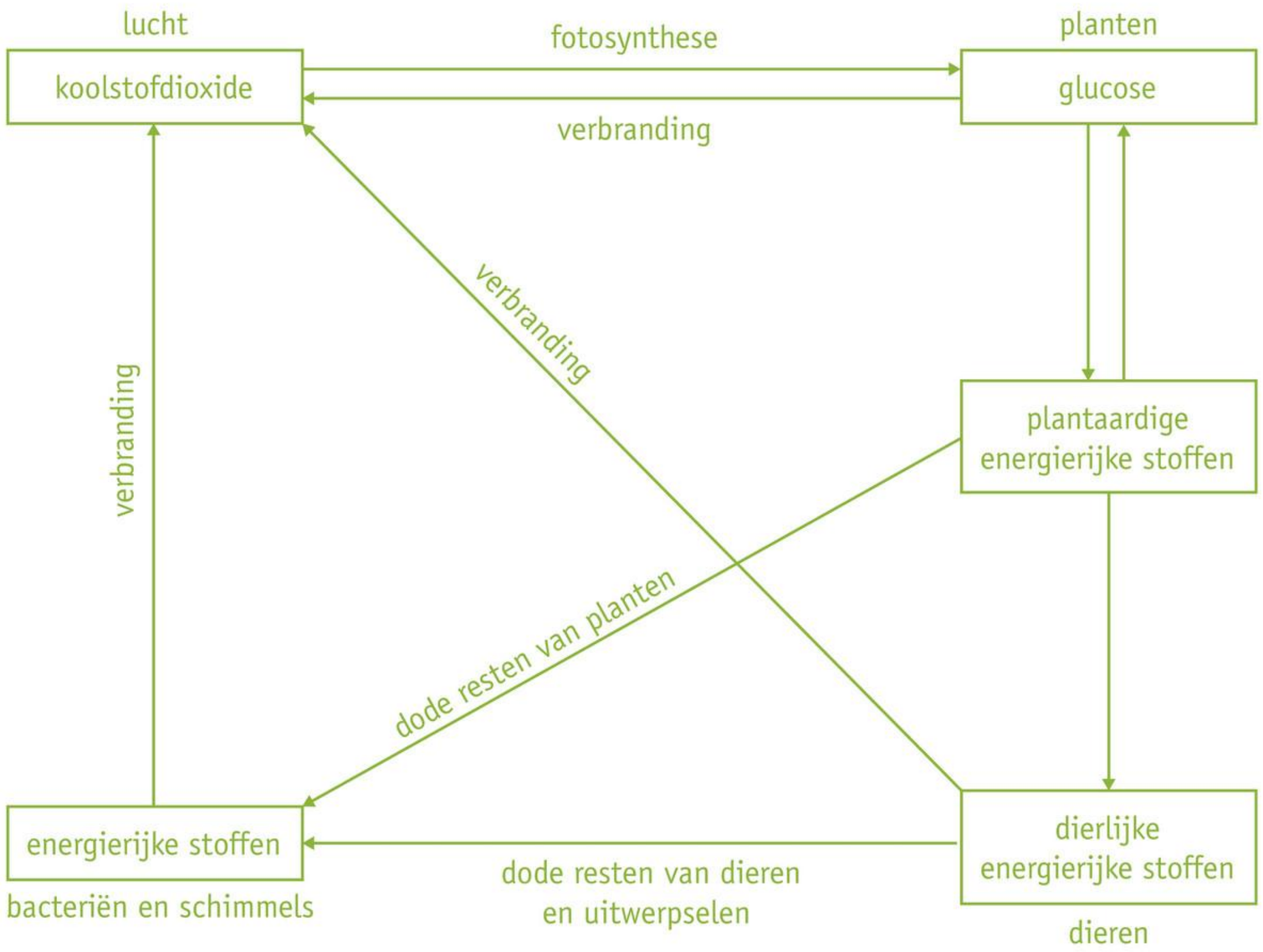
BASIS 2

## VOEDSELRELATIES EN KRINGLOPEN

**4 Je kunt de groepen organismen in de kringloop van stoffen onderscheiden.**

- Producenten: leveren het voedsel voor alle andere organismen.
  - Planten zijn producenten. In de groene delen van planten vindt fotosynthese plaats.
- Consumenten: eten de stoffen die door planten zijn gemaakt.
  - Consumenten van de eerste orde worden gegeten door consumenten van de tweede orde, en die weer door consumenten van de derde orde, enz.
  - Tot de consumenten behoren planteneters, vleeseters, alleseters en afvaleters.
  - Dieren zijn consumenten.
- Reducenten: ruimen de dode resten van organismen op.
  - Hierdoor komen er weer mineralen vrij voor de producenten.
  - Bacteriën en schimmels zijn reducenten.

**5 Je kunt de kringloop van koolstof beschrijven.**




**6 Je kunt biologisch afbreekbaar afval en niet-biologisch afbreekbaar afval onderscheiden.**

- Biologisch afbreekbaar afval: afval dat door reducenten (bacteriën en schimmels) kan worden afgebroken.
  - afvalresten van planten, dieren of mensen, bijv. bladeren, broodkorsten, fruitschillen, papier, uitwerpselen
- Niet-biologisch afbreekbaar afval: afval dat niet door reducenten kan worden afgebroken.
  - Alleen de mens zorgt voor niet-biologisch afbreekbaar afval, bijv. batterijen, glas, metaal, verpakkingen van plastic.

BASIS 3

## SAMENLEVEN

**7 Je kunt uitleggen wat een biologisch evenwicht is.**

- Biologisch evenwicht: een toestand waarin de grootte van elke populatie in een ecosysteem schommelt om een bepaalde waarde.
  - De populatiegrootte is afhankelijk van biotische en abiotische factoren.

**8 Je kunt uitleggen hoe soorten afhankelijk zijn van elkaar voor voedsel, een schuilplaats en voortplanting.**

- Elk individu heeft relaties met andere individuen.
  - concurrentie (competitie), bijv. om voedsel, een partner of een veilige plek
  - samenwerking, bijv. bij de jacht of bij paarvorming
- Tussen populaties van verschillende soorten vindt vaak weinig concurrentie plaats, doordat soorten zich specialiseren.
- Symbiose: langdurige relatie tussen individuen van verschillende soorten.
  - mutualisme: beide individuen hebben voordeel van de relatie, bijv. korstmos
  - commensalisme: een individu heeft voordeel en de ander heeft geen nadeel, bijv. boomalg
  - parasitisme: een individu heeft voordeel en de ander heeft nadeel, bijv. teek

BASIS 4

## NATUURBEHEER

**9 Je kunt manieren noemen waarop de mens afhankelijk is van het milieu.**

- Mensen zijn afhankelijk van hun leefomgeving (milieu) voor:
  - voedsel
  - water
  - zuurstof
  - grondstoffen
  - energie
  - recreatie

**10 Je kunt manieren noemen waarop mensen in Nederland de natuur beheren.**

- Biodiversiteit is de variatie aan soorten in de natuur.
  - Door de invloed van de mens neemt de biodiversiteit af.
- Natuurbeheer: behouden, beschermen en herstellen van de natuur.
  - bedreigd: een soort heeft moeite om te overleven
  - uitsterven: een soort is voor altijd verdwenen
- Herintroductie: het terugbrengen van een dier- of plantensoort in een land.
- Maatregelen bij natuurbeheer:
  - herintroductie, bijv. ooievaar, bever
  - bescherming door later maaien, bijv. weidevogels
  - kappen van bomen, bijv. om heide open te houden
  - afschot (jacht), bijv. vossen om weidevogels te beschermen
  - waterbeheer, bijv. rivieren verbreden

BASIS 5

## MENS EN MILIEU

**11 Je kunt enkele oorzaken en gevolgen noemen van uitputting en vervuiling.**

- Oorzaken van de milieuproblemen:
  - bevolkingstoename: meer mensen hebben meer voedsel, energie en grondstoffen nodig
  - manier van leven: consumptie, industrie, apparaten en vervoer
- De mens kan het milieu aantasten door:
  - stoffen uit het milieu te halen; dit leidt tot uitputting (bijv. grondstoffen)
  - stoffen aan het milieu toe te voegen; dit leidt tot vervuiling (bijv. afvalstoffen)
- Uitputting: van energie, van grondstoffen, van landbouwgrond.
  - Fossiele brandstoffen en grondstoffen raken op.
  - Monocultuur: een grote akker waarop maar één soort gewas wordt verbouwd.
- Vervuiling: luchtvervuiling, bodemvervuiling, watervervuiling, bijv.:
  - stikstof uit mest in de lucht
  - giftige stoffen uit de industrie in de bodem
  - zware metalen in het grondwater

**12 Je kunt enkele oorzaken en gevolgen noemen van klimaatverandering.**

- Versterkt broeikaseffect: doordat er meer broeikasgassen aan de dampkring worden afgegeven, warmt de aarde op.
  - De belangrijkste broeikasgassen zijn koolstofdioxide en waterdamp.
  - Oorzaken zijn o.a. fossiele brandstoffen, veeteelt en ontbossing.
- Klimaatverandering door de opwarming van de aarde.
  - oorzaak: het versterkte broeikaseffect
  - gevolgen: o.a. extreem weer, overstromingen, droogte, stijging van de zeespiegel, verzilting, verstoring van het biologisch evenwicht in ecosystemen
- Veranderingen in de natuur: de biodiversiteit neemt af.
  - Veel soorten worden met uitsterven bedreigd.

BASIS 6

## DUURZAAMHEID

**13 Je kunt de ecologische voetafdruk van Nederland vergelijken met die van andere landen.**

- Ecologische voetafdruk: hoeveel aarde nodig is voor jouw voedsel, energie, grondstoffen en afval.
  - Hoe groot je voetafdruk is, hangt af van je leefstijl en consumptie.
  - Per persoon is op aarde 1,7 ha beschikbaar (1 ha = 100 × 100 m).
  - De voetafdruk van mensen op aarde is gemiddeld 2,6 ha.
  - De voetafdruk van mensen in Nederland is gemiddeld 6,3 ha.

**14 Je kunt uitleggen wat duurzaamheid is.**

- Duurzaamheid:
  - niet meer stoffen uit het milieu halen dan het milieu kan aanvullen
  - niet meer stoffen toevoegen aan het milieu dan het milieu kan verwerken

**15 Je kunt aangeven wat duurzame oplossingen voor milieuproblemen in Nederland kunnen zijn.**

- Duurzame energie: de energiebron raakt niet op en veroorzaakt geen of minder milieuvervuiling.
  - biomassa: als brandstof om elektriciteit op te wekken, als grondstof voor biobrandstof
  - elektriciteit uit windenergie en zonne-energie
- Duurzame landbouw:
  - precisielandbouw: met behulp van technologie de opbrengst vergroten
  - kringlooplandbouw: hergebruik van stoffen, zo min mogelijk grondstoffen gebruiken
- Duurzame grondstoffen:
  - hergebruik
  - recycling
- Maatregelen tegen vervuiling, bijv. afvalzuivering, katalysator, luchtfilter.
- Maatregelen tegen broeikasgassen, bijv. zuinige apparaten om minder fossiele brandstoffen te gebruiken.

EXTRA 7

## CULTUURLANDSCHAP

**16 Je kunt verklaren dat veel natuur in Nederland is ontstaan door ingrijpen van de mens.**

- Het Nederlandse landschap is een cultuurlandschap.
  - Het is gevormd door activiteiten van mensen in het verleden, bijv. landbouw (weilanden), energiewinning (hout), waterbeheer (dijken, sloten).

EXTRA 8

## VOEDSELPRODUCTIE

**17 Je kunt de landbouw in Nederland beschrijven.**

- Landbouw: de activiteiten waarbij het natuurlijke milieu wordt aangepast voor de productie van planten en dieren voor menselijk gebruik.
  - drie soorten landbouw: akkerbouw, veeteelt, tuinbouw
- Kenmerken van de akkerbouw:
  - Grote bedrijven met veel grond.
  - De voedingsgewassen worden verbouwd in monoculturen.
- Monocultuur: een grote akker waarop maar één soort gewas wordt verbouwd.
  - voordelen: grote machines, goedkoop, hoge opbrengst
  - nadelen: kans op insectenplagen en op ziekten, gebruik van giftige stoffen om de gewassen te beschermen, grond raakt snel uitgeput
- Kenmerken van de intensieve veehouderij:
  - Bedrijven met veel dieren op weinig grond.
  - Veevoer wordt niet zelf verbouwd, maar gekocht.
  - Er is meestal een mestoverschot.
- Kenmerken van de tuinbouw:
  - Tuinbouw vindt plaats in kassen (glastuinbouw) of in de open grond.
  - Voordeel: gewassen kunnen het hele jaar door worden verbouwd.
  - Nadeel: het kost veel energie om de producten te verbouwen.
- Visserij: visvangst op open water (zee, meer of rivier).
  - overbevissing: te veel vis vangen in een bepaald gebied
  - bijvangst: het onbedoeld vangen van vis; wordt vaak overboord gegooid
  - visteelt: kweken van vis in speciale bakken of kooien
- Kenmerken van de biologische landbouw:
  - Er zijn geen monoculturen.
  - Er wordt geen kunstmest gebruikt.
  - Er worden geen kunstmatige gifstoffen gebruikt.
  - De producten zijn meestal duurder.

ONDERZOEK

## LEREN ONDERZOEKEN & PRACTICA

**18 Je kunt (met hulp) een beschrijvend onderzoek uitvoeren.**

**19 Je kunt (met hulp) een bodemprofiel maken.**

Ga naar de *Flitskaarten* en de *Diagnostische toets*.

# Zorgen voor



**In dit project ga je (met hulp) een eigen onderzoek bedenken, voorbereiden, uitvoeren en presenteren. Het project duurt ongeveer vier lesuren. Je werkt samen in groepjes van drie. Ook buiten de lesuren werk je aan het project.**

## Verduurzamen van de school

### DOEL VAN JE ONDERZOEK



Het doel van je onderzoek is een bijdrage leveren aan het verduurzamen van je school. Er zijn vier thema's. Je docent heeft bij elk thema een aantal onderzoeken waaruit je kunt kiezen.
De vier thema's zijn:

- afval en recyclen
- biodiversiteit rond de school
- duurzame energie op school
- duurzame voeding

Je onderzoekt hoe duurzaam (of niet duurzaam) jouw school al is. Je kunt bijvoorbeeld een bronnenonderzoek doen naar groene energie voor scholen, maar je kunt ook de biodiversiteit op jouw schoolplein onderzoeken. Of je onderzoekt wat er gebeurt met het afval van de kantine. Bedenk het maar!

Aan het eind van het onderzoek geef je een advies aan de schoolleiding van jouw school. Hoe kan de leiding jouw school (nog) duurzamer maken?

### UITVOERING

Hiernaast staan de onderzoeksvaardigheden die je hebt geleerd. Pas tijdens het project minimaal tien van deze vaardigheden toe. Maak een lijstje van de vaardigheden die je gebruikt.

- Kies samen uit de vier thema's één thema waar je onderzoek naar wilt doen.  Van je docent krijg je onderwerpen die bij het thema horen.
- Kies samen het onderzoek dat je wilt doen.
- Lees het werkblad van het onderzoek helemaal door.
- Voer het onderzoek uit. Volg hierbij de aanwijzingen op het werkblad.
- Deel je onderzoek met je klasgenoten. Je docent bepaalt of je een verslag maakt of een presentatie geeft.

# de toekomst



## ONDERZOEKSVAARDIGHEDEN

**Algemeen**

1 Je kunt de stappen van een onderzoek beschrijven.
2 Je kunt (met hulp) een bronnenonderzoek uitvoeren.
3 Je kunt (met hulp) een beschrijvend onderzoek uitvoeren.

**Onderzoek**

4 Je kunt (met hulp) het doel van een onderzoek bedenken.
5 Je kunt een keuze maken uit een aantal onderzoeksvragen.
6 Je kunt een keuze maken uit een aantal hypothesen.
7 Je kunt een deels uitgewerkt werkplan aanvullen.
8 Je kunt (met hulp) een onderzoek uitvoeren volgens een werkplan.
9 Je kunt (met hulp) nauwkeurig metingen uitvoeren.

**Resultaten en conclusie**

10 Je kunt (met hulp) je resultaten weergeven in een staafdiagram, een lijndiagram of een cirkeldiagram.
11 Je kunt (met hulp) een tabel of een grafiek maken.
12 Je kunt (met hulp) digitaal een tabel of een grafiek maken.
13 Je kunt beschrijven wat je in een tabel of een grafiek ziet.
14 Je kunt een conclusie trekken die antwoord geeft op de onderzoeksvraag.
15 Je kunt (met hulp) de hypothese vergelijken met de conclusie.
16 Je kunt beoordelen hoe het onderzoek is verlopen.

**Presentatie of verslag**

17 Je kunt (met hulp) een verslag maken van een onderzoek.
18 Je kunt een presentatie geven.





# Register


**A**

aanranding ..... 63
abiotische factoren ..... 200
abortus ..... 69
accumulatie ..... 204
afvaleter ..... 212
albino ..... 130
allel ..... 178
allelenpaar ..... 178
anticonceptiemiddelen ..... 65
anticonceptiepil ..... 67
anticonceptiepleister ..... 84
anticonceptiering ..... 84
anticonceptiestaafje ..... 68, 85
aseksueel ..... 54

**B**

baarmoeder ..... 9
balzak ..... 8, 9
base ..... 176
basenpaar ..... 176
bedreigd ..... 231
beschrijvend onderzoek ..... 274
bevalling ..... 90
bevruchting ..... 41
bijballen ..... 10
bijvangst ..... 271
binnenste vulvalippen ..... 9
biodiversiteit ..... 231
biologisch afbreekbaar ..... 214
biologisch evenwicht ..... 222
biologische landbouw ..... 271
biomassa ..... 203, 252
biosfeer ..... 202
biotechnologie ..... 160
biotische factoren ..... 200
biotoop ..... 202
biseksueel ..... 54
blauwalg ..... 242
bodemprofiel ..... 278
bodemvervuiling ..... 241
bosbouw ..... 265
broeikaseffect ..... 242
broeikasgassen ..... 242
buitenste vulvalippen ..... 9

**C**

celdeling ..... 110
chemische gewasbescherming ..... 241
chlamydia ..... 65
chromosomen ..... 110
cisgender ..... 54
clitoris ..... 9
clitoriseikel ..... 9
clitorishoed ..... 9
coïtus interruptus ..... 68
commensalisme ..... 224
concurrentie ..... 223
condoom ..... 66
consent ..... 63
consumenten ..... 212
consumenten van de eerste orde ..... 212
consumenten van de tweede orde ..... 212
crispr-cas ..... 161
cultuurlandschap ..... 265

**D**

DNA ..... 110
DNA-test ..... 161
dochtercel ..... 110
duurzaamheid ..... 252
duurzame energie ..... 252
dwarsligging ..... 91

**E**

echo ..... 44
ecologie ..... 200
ecologische voetafdruk ..... 251
ecosysteem ..... 202
eeneiige tweeling ..... 182
eicel ..... 9, 29
eierstok ..... 9
eikel ..... 9
eileider ..... 9
eisprong ..... 29
eiwitten ..... 177
embryo ..... 43
erectie ..... 40
evolutie ..... 139
evolutietheorie ..... 139

**F**

fenotype ..... 112
foetus ..... 43
fossiele brandstof ..... 240
fossiel ..... 149

**G**

gastheer ..... 224
geaardheid ..... 54
geboorteregeling ..... 65
geestelijke veranderingen ..... 20
gen ..... 111
gender ..... 53
genderdysforie ..... 54
gene editing ..... 161
genetische modificatie ..... 160
genotype ..... 111
gentherapie ..... 161
genvariant ..... 178
geologische tijdschaal ..... 150
geslacht ..... 8
geslachtscellen ..... 120
geslachtschromosomen ..... 120
geslachtsgemeenschap ..... 40
geslachtshormonen ..... 18
geslachtskenmerken ..... 8
geslachtsorganen ..... 9
geslachtsziekten ..... 64
giftig ..... 204
glans ..... 9
glastuinbouw ..... 270
grenzen ..... 62
grondstoffen ..... 240

**H**

hergebruik ..... 252
herintroductie ..... 232
heteroseksueel ..... 54
homoseksueel ..... 54
hormonen ..... 18
hormoonspiraal ..... 68, 85
HPV ..... 65
Humaan papillomavirus ..... 65

**I**

incest ..... 63
individu ..... 202
innesteling ..... 42
intensieve veehouderij ..... 270
intersekse ..... 8
isolatie ..... 142

**K**

kanker ..... 131
keizersnede ..... 91
klimaatverandering ..... 242
koperspiraaltje ..... 86
kringloop ..... 212
kringlooplandbouw ..... 253

kunstmest 270
kwaadaardig 131

**L**

landbouw 265, 269
lesbisch 54
levensgemeenschap 202
lichaamscellen 110
lichamelijke veranderingen 18
luchtvervuiling 241

**M**

maagdenvlies 9
masturbatie 55
meiose 128
menopauze 30
menstruatie 29
menstruatiecyclus 30
mestoverschot 270
milieu 200
milieuproblemen 240
mineralen 240
monocultuur 240
morning-afterpil 69
mutagene invloeden 130
mutant 130
mutatie 129
mutualisme 224

**N**

nageboorte 91
natuurbeheer 232
natuurlijke selectie 140
navelstreng 43
niet-biologisch afbreekbaar afval 215
NIPT 44
niveau 201
non-binair 54

**O**

oestrogenen 18
ongewenste intimiteiten 63
ontsluiting 90
organische mest 270
orgasme 55
overbevissing 270
overgang 30
overlevingskans 140
ovulatie 29

**P**

paarvorming 223
panseksueel 54
parasiet 224
parasitisme 224
paren 119
penis 8
periodieke onthouding 68
persweeën 90
placenta 43
populatie 202
populatiegrootte 222
precisielandbouw 253
prenataal onderzoek 44
prikpil 85
primaire geslachtskenmerken 8
producenten 212
prostaat 28
puberteit 18

**R**

rangorde 223
recombinant-DNA-technieken 160
recycling 252
reducenten 212
reservevoedsel 41

**S**

samenwerking 223
schakel 202
secundaire geslachtskenmerken 18
sekse 8
seksualiteit 55
seksueel geweld 63
seksueel grensoverschrijdend gedrag 63
sexting 56
soa 64
sperma 28
sterilisatie 86
stijging van de zeespiegel 243
stikstof 241
stuitligging 91
symbiose 224
synthetische biologie 164

**T**

teelballen 10
territorium 223
testosteron 18
transgeen 160
transgender 54
tumor 131
twee-eiige tweeling 182

**U**

uitdrijving 90
uitputting 240
uitsterven 231
uitzaaiing 131
urinebuis 10

**V**

vagina 9
variatie in genotypen 129
verkrachting 63
versterkt broeikaseffect 242
vervuiling 240
verwantschap 153
verzilting 243
visserij 270
visteelt 271
voedselketen 202
voedselnet 203
voedselweb 203
voorhuid 9
voortplantingsstelsel 9
vrouwencondoom 67
vruchtvliezen 44
vruchtwater 44
vulva 8

**W**

watervervuiling 241
weeën 90
wensen 62

**Z**

zaadblaasjes 28
zaadcellen 28
zaadleiders 10
zaadlozing 40
zelfbevrediging 55
zweepstaart 41
zwellichamen 10

# Colofon


## ONTWERP BINNENWERK

Pointer grafische vormgeving
Crius Group

## ONTWERP OMSLAG

Studio Struis

## UITVOERING BINNENWERK

Crius Group

## EINDREDACTIE

Lineke Pijnappels
Linie Stam

## AUTEURS

Arteunis Bos
Nicolien Dijkstra
Froukje Gerrits
Marianne Gommers
Arthur Jansen
Michiel Kelder
Judith Korhorn
Rob Melchers
Hans Rawee

## MET MEDEWERKING VAN

Onno Kalverda
Ruud Passier
Rik Smale

## BUREAUREDACTIE

Ivonne Hermens

## BEELDRESEARCH

B en U International Picture Service, Amsterdam

## FOTO'S EN ILLUSTRATIES

*123RF, Albert Ziganshin: blz. 135 (10); 123RF, Daniel Vincek: blz. 139 (1.2); 123RF, Eric Isselee: blz. 139 (1.1, 1.3); 123RF, Ivonne Wierink: blz. 248; 123RF, Pavel Losevsky: blz. 182 (1.2); 123RF, piksel: blz. 111 (4); 123RF, Robert Eastman: blz. 139 (1.4); 123RF, Serhiy Kobyakov: blz. 110 (2); 123RF, videowokart: blz. 139 (1.5); 123RF: blz. 182 (1.1); American Medical Association, Arch Dermatol. 2007;143(12):1543-1546. doi:10.1001/archderm.143.12.1543: blz. 184 (4.1, 4.2); ANP / ANP XTRA, Rob Engelaar: blz. 63; ANP / Associated Press, AP Photo / Merck: blz. 85 (3); ANP / Science Photo Library, Dennis Kunkel Photography: blz. 41 (4); ANP / Science Photo Library, Dr G. Moscono: blz. 44 (9.2); ANP / Science Photo Library, Edelmann: blz. 44 (9.1, 9.3); ANP / Science Photo Library, Eye of Science: blz. 41 (3); ANP / Science Photo Library, Gary Parker: blz. 100; ANP / Science Photo Library, Neil Bromhall: blz. 44 (9.4); ANP, AFP / Aquabounty Technologies, Inc. / Barrett & Mackay: blz. 166; ANP, Dr Morley Read / Science Photo Library: blz. 224 (5.3); ANP, Eye of science / Science Photo Library: blz. 224 (4); ANP, Fotobureau Dijkstra: blz. 253 (3.2); ANP, Gino Press B.V.: blz. 260; ANP, Harm Meter / WFA: blz. 130 (5); ANP, Javier Larrea: blz. 130 (5); ANP, Koen Suyk: blz. 253 (3.1), 254 (5.2), 269 (1.1); ANP, L. Williatt, East Anglian Regional Geneticsservice / Science Photo Library: blz. 119, 120 (2); ANP, Nils van Houts: blz. 252 (2.1); ANP, Science Photo Library: blz. 147; ANP, Thierry Berrod, Mona Lisa Production / Science Photo Library: blz. 173; Bamfield Marine Sciences Centre, Chris Neufeld: blz. 16 (10.2); Bas Teunis Zoological Illustrations, Sinderen: blz. 146, 156 (10.1), 200, 202 (3), 204, 213 (2), 214; COC Nederland, Amsterdam: blz. 60 (8.1); Dreamstime, Raffaele1: blz. 95 (2.2); Erik Eshuis Infographics, Groningen (bewerking: Jeannette Steenmeijer, Zwolle): blz. 93 (6); Erik Eshuis Infographics, Groningen: blz. 10 (3.1), 12, 23, 25 (6), 30, 31 (4), 33, 47, 48 (13, 14), 56, 68, 71, 73, 78, 95 (1), 97, 110 (2), 112 (5.4-5.6), 120 (3.2), 124 (8-10), 125 (11, 12), 126, 134, 136 (11), 137, 141, 154, 156 (9, 10.2), 157, 164, 170, 177 (3, 4), 182 (1.1, 1.2), 183 (3), 184 (b), 185, 188, 203, 209, 215 (5), 216, 219 (9), 220 (11, 12), 226 (7.1-7.3), 228 (10), 230, 231 (2), 239, 244 (9), 245, 251, 257, 277, 284 (t1), 292; FFU Press Agency, Frank Uijlenbroek: blz. 183 (2); Flood Maps - Firetree.net, ©2005, Alex Tingle: blz. 243 (7.1); FLPA / Nature in Stock, Nigel Cattlin: blz. 271 (5.2); Fotografie Marijn Olislagers: blz. 75 (16.1.b, 16.2.b, 16.3.b); Froukje Gerrits / Heike Gerrits: blz. 45 (10.1); Getty Images, Henry Guttmann Collection / Hulton Archive: blz. 135 (9); Getty Images, Justin Lambert / Digital Vision: blz. 6-7; Getty Images, Paul Oomen: blz. 252 (2.2); Getty Images, Wally Eberhart: blz. 278, 281; Getty Images, Westend61: blz. 108-109; Henk van der Vrande: blz. 10 (4), 86 (6.2), 121 (4); Hollandse Hoogte, C. Barton van Flymen: blz. 253 (3.3); Hollandse Hoogte, Co de Kruijf: blz. 269 (1.3); Hollandse Hoogte, Michiel Wijnbergh: blz. 243 (6); Hollandse Hoogte, Robin Utrecht: blz. 179 (6); Imageselect / Science Source, QA International: blz. 9 (2.2); Imageselect, doc-stock: blz. 9 (2.1); Imageselect, Friedrich Stark / Alamy: blz. 130 (4.2); Imageselect, Imagebroker / Alamy: blz. 130 (5); Imageselect, Jim West / Alamy: blz. 243 (7.2); Imageselect, Michaela Begsteiger: blz. 84 (2.1); Imageselect: blz. 8; Isagani Serrano / CPS: blz. 161 (1.4); iStockphoto, Lalocracio: blz. 84 (1), 85 (4); Jacob van den Borne, Reusel: blz. 253 (4); Jeannette Steenmeijer, Zwolle: blz. 10 (3.2), 11 (5, 6), 13 (8, 9), 15, 34, 35, 41 (1, 2), 49, 62, 85 (5), 86 (6.1); LUHM, Bengt Almgren: blz. 79; Medical Images / Yorgos Nikas: blz. 42 (6.1); Medical Visuals / Maartje Kunen, Arnhem: blz. 94, 111 (3), 179 (5); Merlijn Michon Fotografie, Amsterdam: blz. 31 (3), 65, 66 (6), 67 (9), 163, 271 (4), 276, 280 (1, 2), 282, 284 (5); Milieucentraal: blz. 254 (5.1); Naar: Compendium voor de Leefomgeving https://www.clo.nl/en/node/30721: blz. 232 (3); Naar: Compendium voor de Leefomgeving https://www.clo.nl/indicatoren/nl0060-bodemgebruik-in-nederland: blz. 266 (3); Naar: www.itspronouncedmetrosexual.com / Jeannette Steenmeijer, Zwolle: blz. 52, 57; Nationale Beeldbank, Wierink Imaging: blz. 207; Rutgers: blz. 84 (1); Shutterstock, 4 PM production: blz. 56; Shutterstock, addimage: blz. 215 (6); Shutterstock, Aerovista Luchtfotografie: blz. 201; Shutterstock, Air Images: blz. 297 (lo); Shutterstock, Alexander Sviridov: blz. 58; Shutterstock, Alexandre Rotenberg: blz. 270 (3.2); Shutterstock, Alexandros Michailidis: blz. 244 (8.2); Shutterstock, Alicia G. Monedero: blz. 296 (lb); Shutterstock, Allison Coffin: blz. 83 (2.1); Shutterstock, Als een Rode Lap - Elco: blz. 233 (4.4); Shutterstock, Andreas Wolochow: blz. 149 (1.2); Shutterstock, Anton Havelaar: blz. 269 (1.2); Shutterstock, anyaivanova: blz. 38;*

*Shutterstock, Beeth Savidge: blz. 249; Shutterstock, Belish: blz. 47; Shutterstock, Ben Gingell: blz. 244 (8.1); Shutterstock, Bildagentur Zoonar GmbH: blz. 140 (3.2); Shutterstock, BlackMac: blz. 155; Shutterstock, blueRing_tony: blz. 116; Shutterstock, Borislav Borisov: blz. 234; Shutterstock, CapturePB: blz. 115 (7.1); Shutterstock, CP DC Press: blz. 37; Shutterstock, crbellette: blz. 140 (4); Shutterstock, Daisy Daisy: blz. 297 (ro); Shutterstock, Datenschutz-Stockfoto: blz. 235 (6); Shutterstock, DexonDee: blz. 235 (7.2); Shutterstock, DM7 blz. 152 (5); Shutterstock, Donaldb: blz. 266 (2); Shutterstock, Dotted Yeti: blz. 158; Shutterstock, DutchScenery: blz. 240 (3); Shutterstock, East: blz. 161 (1.2); Shutterstock, EcoPrint: blz. 227; Shutterstock, Elena Dijour: blz. 133, 139 (2.1); Shutterstock, Elle Arden Images blz. 152 (5); Shutterstock, Emilio100: blz. 224 (5.2); Shutterstock, Enna8982: blz. 145 (7); Shutterstock, Eric Isselee: blz. 153, 157, 192; Shutterstock, ESB Professional: blz. 53 (2.1); Shutterstock, flaviano fabrizi: blz. 225; Shutterstock, Fortgens Photography: blz. 240 (2.1); Shutterstock, Foto Mous: blz. 130 (4.3); Shutterstock, Fotos593: blz. 67 (8); Shutterstock, Franck Camhi: blz. 121 (5); Shutterstock, h2ojs: blz. 69; Shutterstock, Hans Gert Broeder: blz. 228 (9); Shutterstock, happymay: blz. 198-199; Shutterstock, I Capture It: blz. 265; Shutterstock, Image Point Fr: blz. 84 (2.2); Shutterstock, images72: blz. 139 (2.2); Shutterstock, Iren_Geo: blz. 47; Shutterstock, Irene Libano: blz. 160; Shutterstock, Iv-olga: blz. 53 (2.2), 60 (8.2); Shutterstock, Jaap Posthumus: blz. 269 (2); Shutterstock, Jacob Lund: blz. 21, 54; Shutterstock, JaySi: blz. 296-297; Shutterstock, jeep2499: blz. 16 (10.1); Shutterstock, Jez Bennett: blz. 223 (2); Shutterstock, Johannes Rigg: blz. 235 (7.1); Shutterstock, Josep Curto: blz. 215 (4.1); Shutterstock, Kaentian Street: blz. 241 (4.1); Shutterstock, kamomeem: blz. 241 (4.3); Shutterstock, Kanittha Boon: blz. 218 (8.2); Shutterstock, Katya Rekina: blz. 59; Shutterstock, keymoon: blz. 54; Shutterstock, Kletr: blz. 172; Shutterstock, Koy_Hipster: blz. 66 (4.1); Shutterstock, koya979: blz. 47; Shutterstock, kryzhov: blz. 296 (r); Shutterstock, L. Henning Buchholz: blz. 115 (7.2); Shutterstock, Lucia L: blz. 271 (5.1); Shutterstock, Marina Lohrbach: blz. 242; Shutterstock, Mark Brandon: blz. 139 (2.3), 149 (1.3); Shutterstock, Markus Mainka: blz. 148; Shutterstock, Martin Pelanek: blz. 140 (3.3); Shutterstock, Melinda Fawver: blz. 224 (4); Shutterstock, mentatdgt: blz. 186; Shutterstock, Merlin74: blz. 149 (1.1); Shutterstock, Mikadun: blz. 241 (4.2); Shutterstock, Mironmax Studio: blz. 236 (8); Shutterstock, mizy: blz. 263; Shutterstock, Monkey Business Images: blz. 123; Shutterstock, nelik: blz. 192; Shutterstock, New Africa: blz. 84 (1); Shutterstock, Nick Stubbs: blz. 96; Shutterstock, Nikola972: blz. 205 (8); Shutterstock, Nina Buday: blz. 25 (7); Shutterstock, NMK-Studio: blz. 84 (1); Shutterstock, Only background: blz. 24; Shutterstock, OSTILL is Franck Camhi: blz. 170; Shutterstock, P. Engelen: blz. 208 (10); Shutterstock, Peter Snaterse: blz. 117; Shutterstock, Petr Malyshev: blz. 84 (1); Shutterstock, pikselstock: blz. 110 (1), 176 (1); Shutterstock, Ralf Juergen Kraft blz. 152 (5); Shutterstock, Randy van Domselaar: blz. 236 (9); Shutterstock, Ray Hennessy: blz. 140 (3.1); Shutterstock, Rich Carey: blz. 218 (8.1); Shutterstock, Rido: blz. 129 (2); Shutterstock, Robert Kneschke: blz. 121 (5); Shutterstock, Rocketclips, Inc.: blz. 75 (16.2.a); Shutterstock, Roger Hjelmseth: blz. 259; Shutterstock, rokopix: blz. 83 (2.2); Shutterstock, Rosa Jay: blz. 157; Shutterstock, Rudmer Zwerver: blz. 192, 237; Shutterstock, Ruud Morijn Photographer: blz. 232 (4.1); Shutterstock, RZ Images: blz. 54; Shutterstock, Sergei25: blz. 223 (3); Shutterstock, Serrgey75: blz. 210; Shutterstock, sichkarenko.com: blz. 130 (4.1); Shutterstock, slyellow: blz. 84 (3); Shutterstock, stockce: blz. 93 (5); Shutterstock, StoneMonkeyswk: blz. 229; Shutterstock, Studio 1a Photography: blz. 270 (3.1); Shutterstock, Sunny_baby: blz. 136 (12); Shutterstock, SV34D: blz. 232 (4.2); Shutterstock, taraki: blz. 170; Shutterstock, Thunderstock: blz. 71; Shutterstock, Thy: blz. 161 (1.3); Shutterstock, Tomasz Klejdysz: blz. 224 (5.1); Shutterstock, TommyStockProject: blz. 51; Shutterstock, travelcamera: blz. 215 (4.2); Shutterstock, Vanatchanan: blz. 27; Shutterstock, vchal: blz. 161 (2); Shutterstock, Vitaly Titov: blz. 157; Shutterstock, Vladimir Gjorgiev: blz. 26; Shutterstock, WAYHOME studio: blz. 75 (16.1.a, 16.3.a); Shutterstock, whitetherock photo: blz. 45 (10.2); Shutterstock, Wim d'Hooge: blz. 268; Shutterstock, Ysbrand Cosijn: blz. 233 (4.3); Shutterstock, zlikovec: blz. 240 (2.2); Shutterstock, Zurijeta: blz. 121 (5); Shutterstock, Zvereva Yana: blz. 112 (5.1-5.3); Shutterstock: blz. 201, 254 (5.1); Skal Bio Controle, Dierenbescherming, Stichting Demeter, Stichting Max Havelaar, Stichting EKO-keurmerk, Rainforest Alliance, Aquaculture Stewardship Council, Marine Stewardship Council International: blz. 254 (6); Studio Oostrum, Den Haag: blz. 19; Thinkstock: blz. 130 (5); Voermans Van Bree Fotografie, Arnhem: blz. 66 (7); Wikimedia Commons: blz. 95 (2.1, 2.3); Wim R. Euverman, Utrecht: blz. 152 (5), 201; www.condoom-anoniem.nl: blz. 66 (5).*

*Omslag: Getty Images / Craig Houghton*

ISBN 978 94 020 8317 0
release 8.2, zesde oplage

MALMBERG

MIX
Papier | Ondersteunt verantwoord bosbeheer
FSC® C172387

Alle rechten voorbehouden. Geen tekst- en datamining toegestaan. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16b Auteurswet 1912 j° het Besluit van 20 juni 1974, St.b. 351, zoals gewijzigd bij het Besluit van 23 augustus 1985, St.b. 471, en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (Postbus 3051, 2130 KB Hoofddorp). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich tot de uitgever te wenden.

©2025 Malmberg 's-Hertogenbosch.

Ondanks vele inspanningen is het de uitgever misschien niet gelukt alle rechthebbenden te achterhalen. Wie denkt rechthebbende te zijn, kan zich wenden tot de uitgever.

MAX

Je mag dit boek houden.
Handig als naslagwerk.

Je mag in dit boek schrijven
en aantekeningen maken.

Je hebt ook toegang tot
de online leeromgeving.

**EINDREDACTIE**

Lineke Pijnappels

Linie Stam

**AUTEURS**

Arteunis Bos

Nicolien Dijkstra

Froukje Gerrits

Marianne Gommers

Arthur Jansen

Michiel Kelder

Judith Korhorn

Rob Melchers

Hans Rawee

**MET MEDEWERKING VAN**

Onno Kalverda

Ruud Passier

Rik Smale

Release 8.2

MIX
Papier | Ondersteunt verantwoord bosbeheer
FSC® C172387

ISBN 978 94 020 8317 0

9 789402 083170

605704-06

MALMBERG